

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

Geologische Beobachtungen über Süd- Amerika

Charles Darwin

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](#) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Index der Tafeln

T

Tafe I.....	416
Tafe II.....	417
Tafe III.....	418
Tafe IV.....	419
Tafe V.....	420

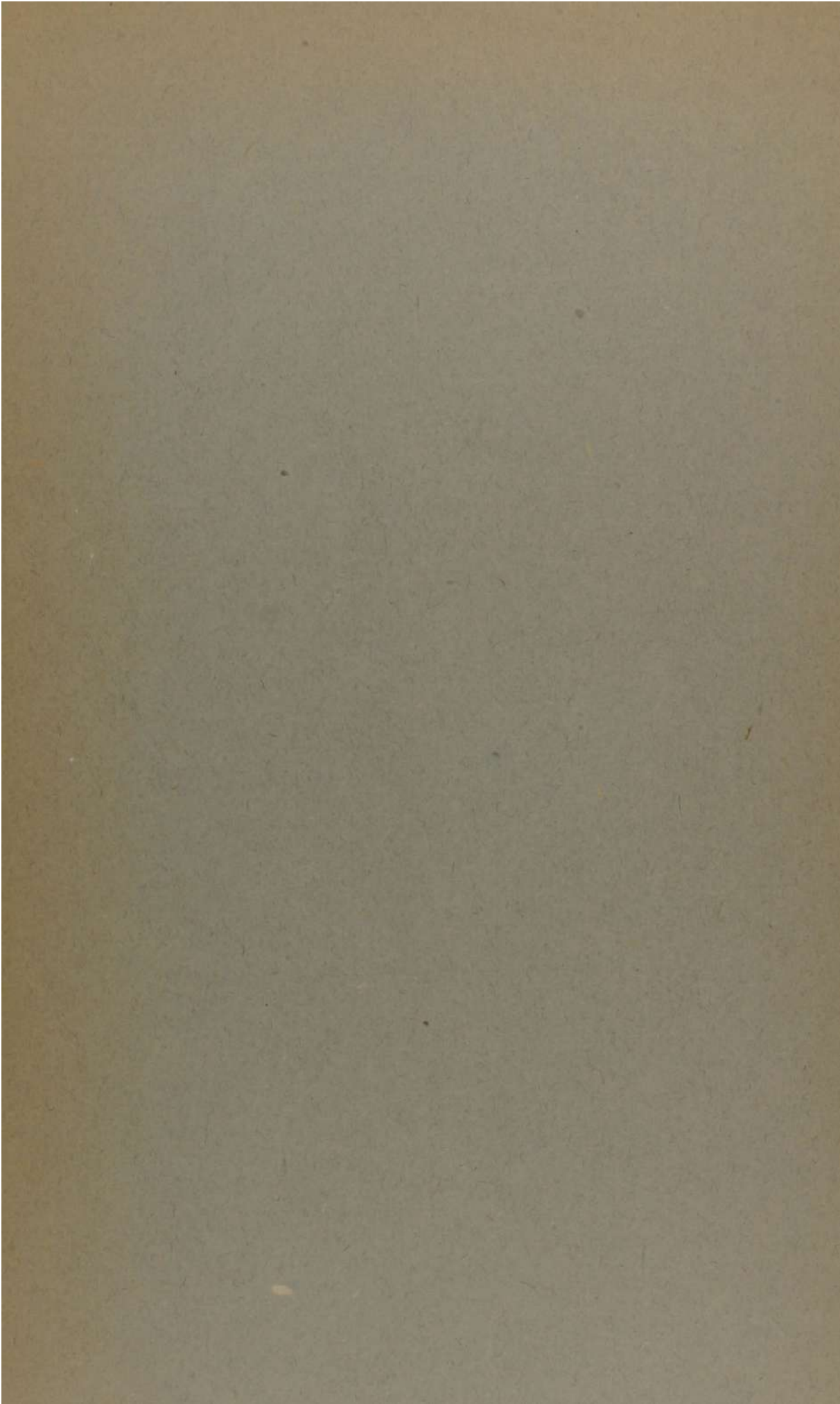
~~7/9/04~~

BL81/12

Kaiser Wilhelm-Institut
für Züchtungslehre

340/32.

Mzol. 22



*Kaiser Wilhelm-Institut
für Züchtungsforschung*

Biol. 22

Ch. Darwin's
gesammelte Werke.

Aus dem Englischen übersetzt

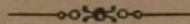
von

J. Victor Carus.

Autorisirte deutsche Ausgabe.

Zwölfter Band. 1. Abtheilung.

Geologische Beobachtungen über Süd-America.



STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1878.

Geologische Beobachtungen
Ch. Darwin's

Gesammelte Werke

Aus dem Nachlass des Verstorbenen

Charles Darwin
J. Victor Carus

Autorität des deutschen Ansehens

Zwölfter Band 1. Abtheilung

Geologische Beobachtungen über den Corral

STUTTGART

Verlag von G. B. Metzger & Co.

*Kaiser Wilhelm-Institut
für Züchtungsforschung*

Geologische Beobachtungen

über

Süd - America

angestellt während der Reise des „Beagle“ in den Jahren 1832—1836

von

Charles Darwin.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 1 Karte, 5 Tafeln und 24 Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1878.

Geologische Beobachtungen

über

Süd-America

ausgestellt während des Besuchs des „Hochs“ in den Jahren 1845-1847

von

Charles Darwin

Aus dem Englischen von

von

J. Fischer

Stuttgart, bei K. Neumann, Neudamm und Co. Buchhandlung

STUTTGART

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüniger) in Stuttgart.

1845

Vorwort.

Der vorliegende Band vollendet die während der Reise des Beagle angestellten geologischen Untersuchungen: der erste Theil war über den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe, der zweite enthielt die Beschreibung der während der Reise besuchten Vulcanischen Inseln, mit einer kurzen Notiz über die Geologie des Caps der Guten Hoffnung und einiger Theile von Australien; dieser dritte und letzte Theil handelt ausschliesslich von Süd-America und enthält alle der Veröffentlichung werthen geologischen Beobachtungen, welche ich anzustellen vermochte, mit Ausnahme der wenigen einzeln erschienenen.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Bandes habe ich die Unterstützung mehrerer Naturforscher erhalten. Professor MILLER von Cambridge hat mich bei der Bestimmung vieler Mineralien unterstützt: durch die Freundlichkeit des Sir HENRY DE LA BECHE hat M. TRENHAM REEKS vom Museum of Economic Geology in der zuvorkommendsten Weise einige Salze und andere Substanzen für mich analysirt. Mr. G. B. SOWERBY hat freundlichst die Beschreibung meiner Sammlung fossiler Muscheln übernommen. Da Mr. ALCIDE D'ORBIGNY in seinem groszen Werke über Süd-America Beschreibungen vieler fossiler Mollusken veröffentlicht hatte, nahm ich mir die Freiheit, ihn brieflich zu bitten, meine Sammlung durchzusehen, worauf er in der verbindlichsten Art eingieng: es ist daher jede Species, welcher sein Name beigefügt ist, von ihm identificirt worden. Mr. D'ORBIGNY hat mir nicht allein diesen wichtigen Dienst geleistet, sondern er hat mir auch, wie sich beim Lesen des Buches ergibt, seine Ansicht über das Alter mehrerer Gruppen von Fossilien und über die Verschiedenheiten und Verwandtschaft vieler Species mitgetheilt: bedenkt man, dasz ich keinerlei Anspruch an Mr. D'ORBIGNY's Zeit hatte, so kann ich nicht lebhaft genug meine Dankbarkeit für seine grosze Liebenswürdigkeit ausdrücken. Endlich musz ich Prof. EDW. FORBES meinen herzlichsten Dank sagen, welcher mitten in seinen vielfachen Beschäftigungen Zeit gefunden hat, die secundären fossilen Mollusken von der Cordillera von Chile sorgfältig zu untersuchen und zu beschreiben.

In Folge der groszen Fortschritte, welche die Geologie in neuerer Zeit gemacht hat, sind vielleicht meine Ansichten über einzelne wenige Punkte veraltet; ich habe es aber für das Beste gehalten, sie so zu lassen, wie sie ursprünglich erschienen. Um den Bericht über die während der Reise des Beagle gemachten geologischen Beobachtungen zu vervollständigen, will ich hier noch vier Abhandlungen anführen, welche einzeln erschienen: 1) über die Geologie der Falkland-Inseln (am 25. März 1846 in der geologischen Gesellschaft gelesen, im Vol. II. der Proceedings erschienen); 2) über den Zusammenhang gewisser vulcanischer Erscheinungen in Süd-America (1838 gelesen und im 5. Bande der Transactions der geologischen Gesellschaft erschienen); 3) über die Verbreitung der erratischen Blöcke und über die gleichzeitigen nicht geschichteten Ablagerungen in Süd-America (1841 gelesen und im 6. Bande der nämlichen Transactions erschienen), und 4) Beschreibung des feinen Staubes, welcher oft auf Schiffe im atlantischen Ocean fällt (aus den Proceedings der geologischen Gesellschaft vom 4. Juni 1845).

Aus dem Vorwort zur zweiten Ausgabe, 1876.

(Nach Rücksprache mit dem Herrn Verfasser sind diesen in der vorliegenden Übersetzung [s. 2. Abtheilung dieses Bandes] noch die beiden Aufsätze hinzugefügt worden: über die von den alten Gletschern in Caernarvonshire hervorgebrachten Wirkungen (aus dem Philosophical Magazine), und über die Bildung der Ackererde (aus den Transactions der geologischen Gesellschaft). — D. Übers.)

Inhalt.

Erstes Capitel.

Über die Erhebung der Ostküste von Süd-America.

Emporgehobene Meeresschalen von La Plata. — Bahia Blanca, Sanddünen und Bimssteingeröll. — Stufenförmige Ebenen von Patagonien mit emporgehobenen Muschelschalen. — Terrassenbegrenztes Thal von Santa Cruz, früher ein Meeresarm. — Emporgehobene Muschelschalen vom Feuerlande. — Länge und Breite des emporgehobenen Bezirks. — Gleichförmigkeit der Bewegungen durch die ähnlichen Höhen der Ebenen nachgewiesen. — Langsamkeit des Hebungsprocesses. — Bildungsart der stufenförmigen Ebenen. — Zusammenfassung, große Geröllformation von Patagonien; ihre Ausdehnung, Entstehung und Verbreitung. — Bildung von Meeresklippen S. 1.

Zweites Capitel.

Über die Erhebung der Westküste von Süd-America.

Chonos-Archipel. — Chiloë, neuere und allmähliche Hebung, Traditionen der Einwohner in Bezug auf diesen Gegenstand. — Concepcion, Erdbeben und Erhebung von. — Valparaiso, bedeutende Erhebung von, emporgehobene Muscheln, Erde marinen Ursprungs, allmähliches Erheben des Landes innerhalb der historischen Periode. — Coquimbo, Erhebung von, in neuerer Zeit, Terrassen marinen Ursprungs, ihre Neigung, ihre Böschungen nicht horizontal. — Guasco, Geröllterrassen. — Copiapo. — Peru. — Emporgehobene Muscheln von Cobija, Iquique und Arica. — Lima, Muschellager und Meeresstrand von San Lorenzo; menschliche Überreste, fossiles Töpfergeschirr, Erdbebenüberschwemmung, neueres Sinken. — Über den Zerfall emporgehobener Muscheln. — Allgemeine Zusammenfassung S. 39.

Drittes Capitel.

Über die Ebenen und Täler von Chile. — Salzföhrnde oberflächliche Ablagerungen.

Beckenartige Ebenen von Chile; ihre Entwässerung, ihr mariner Ursprung. — Zeichen von Meereswirkung an den östlichen Abhängen der Cordillera. —

Leicht geneigte terrassenartige Säume von geschichtetem Geröll innerhalb der Thäler der Cordillera; ihr mariner Ursprung. — Erratische Blöcke im Thale von Cachapual. — Horizontale Erhebung der Cordillera. — Bildung von Thälern. — Erratische Blöcke von Erdbebenwellen bewegt. — Oberflächliche Salzlager. — Lager von Natronsalpeter bei Iquique. — Salzincrustationen. — Salzseen von La Plata und Patagonien; Reinheit des Salzes; sein Ursprung

S. 85.

Viertes Capitel.

Formationen der Pampas.

Mineralogische Constitution. — Mikroskopische Structur. — Buenos Ayres, in Tosca-Gestein eingebettete Muscheln. — Von Buenos Ayres nach dem Colorado. — Sierra Ventana, Bahia Blanca; M. Hermoso, Knochen und Infusorien; P. Alta, Muscheln, Knochen und Infusorien; Coexistenz recenter Muscheln und ausgestorbener Säugethiere. — Von Buenos Ayres nach Sta Fé. — Skelete von *Mastodon*. — Infusorien. — Untere marine tertiäre Schichten, deren Alter. — Pferde Zahn. — Banda oriental. — Oberflächliche Pampas-Formation. — Untere tertiäre Schichten, Abänderung derselben in Zusammenhang mit vulcanischer Thätigkeit; *Macrauchenia patachonica* bei Port S. Julian in Patagonien, Alter derselben, nach dem Erscheinen der lebenden Mollusken und nach der Periode der erratischen Blöcke. — Zusammenfassung. — Flächengebiet der Pampas-Formation. — Theorien ihres Ursprungs. — Quelle des Sediments. — Aestuarium-Ursprung. — Gleichzeitig mit lebenden Mollusken. — Beziehungen zu den darunter liegenden tertiären Schichten. — Alte Ablagerung von Aestuarium-Ursprung. — Erhebung und successive Ablagerung der Pampas-Formation. — Zahl und Zustand der Säugethierreste; ihr Wohnort, ihre Nahrung, ihr Aussterben und ihre Verbreitung. — Schluss. — Localitäten in den Pampas, an welchen Säugethierreste gefunden worden sind S. 112.

Fünftes Capitel.

Über die älteren Tertiärformationen von Patagonien und Chile.

Rio Negro. — S. Josef. — Port Desire, weisser bimssteinhaltiger Schieferletten mit Infusorien. — Port S. Julian. — Santa Cruz, basaltische Lava von. — P. Gallegos. — Östliches Feuerland; Blätter ausgestorbener Buchen. — Zusammenfassung über die patagonischen Tertiärformationen. — Tertiärformationen der Westküste. — Chonos- und Chiloë-Gruppe, vulcanische Gesteine. — Concepcion. — Navidad. — Coquimbo. — Zusammenfassung. — Alter der tertiären Formationen. — Erhebungslinien. — Verkieseltes Holz. — Vergleichsweise Verbreitung der ausgestorbenen und lebenden Mollusken an der Westküste von Süd-America. — Klima der Tertiärperiode. — Über die Ursachen des Fehlens recenter muschelführender Ablagerungen an den Küsten von Süd-America. — Über die gleichzeitige Ablagerung und Erhaltung sedimentärer Formationen S. 162.

Sechstes Capitel.

Plutonische und metamorphische Gesteine. — Spaltung und Blätterung.

Brasilien, Bahia, Gneisz mit verschobenen metamorphosirten Gängen. — Streichen der Blätterung. — Rio Janeiro, Gneiszgranit, Zersetzung eines darin eingeschlossenen Fragments. — La Plata, metamorphische und alte vulcanische Gesteine. — Sierra Ventana. — Thonsteinporphyr-Formation von Patagonien; eigenthümliche metamorphische Gesteine; falsche Gänge. — Falkland-Inseln, paläozoische Fossile. — Feuerland, Thonschieferformation, Kreide-Fossile; Spaltung und Blätterung; Form des Landes. — Chonos-Archipel, Glimmerschiefer, Blätterung durch granitische Axe gestört; Gänge. — Chiloë. — Concepcion, successive Bildung von Gängen. — Centrales und nördliches Chile. — Schlussbemerkungen über Spaltung und Blätterung. — Ihre enge Analogie und ähnlicher Ursprung. — Schichtung metamorphischer Schiefer. — Blätterung intrusiver Gesteine. — Beziehung der Spaltung und Blätterung zu den Spannungsrichtungen während der Metamorphose S. 209.

Siebentes Capitel.

Centrales Chile; Structur der Cordillera.

Centrales Chile. — Basaltformationen der Cordillera. — Ursprung des porphyritischen Thonstein-Conglomerates. — Andesit. — Vulcanische Gesteine. — Durchschnitt der Cordillera auf dem Peuquenes- oder Portillo-Pasz. — Grosze Gypsformation. Peuquenes-Zug; Mächtigkeit der Schichten, Fossile derselben. — Portillo-Linie, Conglomerat, orthitischer Granit, Glimmerschiefer und vulcanische Gesteine. — Schlussbemerkungen über die Erhebung und Denudation der Portillo-Reihe. — Durchschnitt auf dem Cumbre- oder Uspallata-Pasz. — Porphyre. — Gypsschichten. — Durchschnitt in der Nähe des Puente del Inca; Fossilien. — Grosze Senkung. — Intrusive Porphyre. — Ebene von Uspallata. — Durchschnitt der Uspallata-Kette. — Bau und Beschaffenheit der Schichten. — Verkieselte senkrechte Bäume. — Grosze Senkung. — Granitische Gesteine der Axe. — Schlussbemerkungen über den Uspallata-Zug; späterer Ursprung als der der Haupt-Cordillera; zwei Senkungsperioden; Vergleichung mit der Portillo-Kette S. 253.

Achtes Capitel.

Nördliches Chile. — Schluss.

Durchschnitt von Illapel nach Combarbala; Gypsformation mit verkieseltem Holz — Panuncillo. — Coquimbo; Bergwerke von Arqueros; Durchschnitt das Thal hinauf; Fossile. — Fossile von Guasco. — Durchschnitt im Thale von Copiapo hinauf; Las Amolanas; verkieseltes Holz, Conglomerate, Beschaffenheit des früheren Landes, Fossile, Mächtigkeit der Schichten, grosze Senkung. — Thal des Despoblado, Fossile, tuffartige Ablagerungen, complicirte Dislocationen derselben. — Beziehungen zwischen alten Eruptionsöffnungen und späteren In-

jectionsaxen. — Iquique, Peru, Fossile der Salzlager. — Metallführende Adern. — Zusammenfassung über die porphyritische Conglomerat- und die Gyps- Formationen. — Grosze Senkung mit theilweisen Erhebungen während der cretaceo-oolithischen Periode. — Über die Erhebung und Structur der Cor- dillera. — Recapitulation über die tertiäre Reihe. — Beziehungen zwischen Senkungsbewegungen und vulcanischer Thätigkeit. — Pampas-Formation. — Neuere Hebungsbewegungen. — Lange fortdauernde vulcanische Thätigkeit in der Cordillera. Schlus	S. 311
---	--------

Anhang.

Beschreibungen fossiler, tertiärer Muscheln aus Süd-America von G. B. Sowerby	S. 372.
Beschreibung secundärer fossiler Muscheln von Süd-America von Prof. Ed. Forbes	S. 387.
Register	S. 391

Erstes Capitel.

Über die Erhebung der Ostküste von Süd-America.

Emporgehobene Meeresmuscheln von La Plata. — Bahia Blanca, Sanddünen und Bimssteingeröll. — Stufenförmige Ebenen von Patagonien mit emporgehobenen Muschelschalen. — Terrassenbegrenztes Thal von Santa Cruz, früher ein Meeresarm. — Emporgehobene Muschelschalen vom Feuerlande. — Länge und Breite des emporgehobenen Bezirks. — Gleichförmigkeit der Bewegungen durch die ähnlichen Höhen der Ebenen nachgewiesen. — Langsamkeit des Hebungsprocesses. — Bildungsart der stufenförmigen Ebenen. — Zusammenfassung, grosze Geröllformation von Patagonien; ihre Ausdehnung, Entstehung und Verbreitung. — Bildung von Meeresklippen.

In dem folgenden Buche, welches von der Geologie von Süd-America und beinahe ausschliesslich von Theilen südlich vom Wendekreise des Steinbocks handelt, habe ich die Capitel nach dem Alter der Ablagerungen angeordnet, und bin nur gelegentlich von dieser Reihenfolge zum Zwecke geographischer Einfachheit abgewichen.

Die Hebung des Landes innerhalb der Neuzeit und die Modificationen seiner Oberfläche durch die Wirkung des Meeres (welchen Punkten ich besondere Aufmerksamkeit zuwandte) sollen zuerst erörtert werden; ich werde dann zu den tertiären Ablagerungen, und nachher zu den älteren Gesteinen übergehen. Nur diejenigen Districte und Durchschnitte werden im Einzelnen beschrieben werden, welche mir irgend einer besonderen Beachtung zu verdienen scheinen, und ich will am Ende eines jeden Capitels eine Zusammenfassung der Resultate geben. Wir wollen mit den Beweisen für das Erheben der Ostküste des Continents vom Rio Plata an nach Süden beginnen, und im nächsten Capitel denselben Punkt den Küsten von Chile und Peru entlang verfolgen.

Auf dem nördlichen Ufer des groszen Aestuariums des Rio Plata, in der Nähe von Maldonado, fand ich am oberen Ende eines See's, welcher zuweilen Brackwasser, aber meist Süßwasser enthielt, eine Schicht von lehmigem Thon, sechs Fusz mächtig, mit zahlreichen Schalen von jetzt noch im Plata lebenden Species, nämlich *Azara labiata* D'ORB., Bruchstücke von *Mytilus eduliformis* D'ORB., *Paludestrina Isabellei* D'ORB., und den *Solen Caribaeus* LAM., welcher letzterer senkrecht in der Stellung in der er gelebt hatte, eingeschlossen war. Diese Schalen liegen in der Höhe von nur zwei Fusz oberhalb des See's; sie würden auch nicht der Erwähnung werth gewesen sein, ausgenommen im Zusammenhang mit analogen Thatsachen.

Bei Montevideo bemerkte ich in der Nähe der Stadt und dem Fusze des Berges entlang Schichten mit einem lebenden *Mytilus*, welche einige Fusz über die Oberfläche des Plata erhoben waren: in einer ähnlichen Schicht in einer Höhe von dreizehn bis sechszehn Fusz sammelte Mr. ISABELLE acht Species, welche nach D'ORBIGNY¹ jetzt in der Mündung des Aesturiums leben. Bei Colonia del Sacramento weiter nach Westen beobachtete ich in der Höhe von ungefähr fünfzehn Fusz über dem Flusz, welcher dort Süßwasser enthält, eine kleine Schicht desselben *Mytilus*, welcher bei Montevideo im Brackwasser lebt. In der Nähe der Mündung des Uruguay, und mindestens fünfunddreiszig Meilen nach Norden, finden sich in Zwischenräumen grosze sandige Züge, welche sich mehrere Meilen von dem Ufer des Flusses weg erstrecken, aber nicht bedeutend über sein Niveau erhoben sind; dieselben sind auszerordentlich reich an kleinen zweischaligen Muscheln, welche in solcher Menge vorkommen, dasz sie bei Agraciado gesammelt und zu Kalk gebrannt werden. Diejenigen, welche ich in der Nähe von A. S. Juan untersuchte, waren sehr abgerieben; sie bestanden aus *Maetra Isabellei* D'ORB., mit einigen wenigen *Venus sinuosa* LAM. untermischt, welche beide, wie mir Mr. D'ORBIGNY mitgetheilt hat, Brackwasser an der Mündung des Plata bewohnen, das nahezu oder ganz so salzig wie das offene Meer ist. Der lose Sand, in welchem diese Muscheln eingehüllt sind, ist zu niedrigen, geraden, langen Dünenzügen aufgehäuft, gleich denen, welche das Meer am oberen Ende vieler Buchten zurückläßt. Mr. D'ORBIGNY² hat eine

¹ Voyage dans l'Amérique mérid., Partie géolog., p. 21.

² Voyage dans l'Amérique mérid., Partie géolog., p. 43.

analoge Erscheinung im grösseren Maszstabe in der Nähe von San Pedro am Flusz Paraná beschrieben, wo er weit ausgedehnte Schichten und Hügel von Sand mit ungeheuren Mengen der *Azara labiata* in der Höhe von nahezu hundert Fusz (englisch) oberhalb der Oberfläche jenes Flusses fand. Die *Azara* bewohnt Brackwasser, und es ist nicht bekannt, dasz sie näher an San Pedro als bei Buenos Ayres gefunden wird, was in einer geraden Linie über hundert Meilen (englisch) entfernt ist. Näher an Buenos Ayres, an der Strasze von diesem Orte nach San Isidro finden sich ausgedehnte Schichten der *Azara labiata*, wie mir Sir WOODBINE PARISH³ mitgetheilt hat, die ungefähr vierzig Fusz oberhalb des Fluszspiegels liegen, und zwischen zwei und drei Meilen von ihm entfernt sind. Diese Muschelschalen finden sich immer auf den höchsten Punkten in dem Districte: sie sind in einer geschichteten erdigen Masse eingeschlossen, genau der der groszen Pampas-Ablagerung gleichend, welche später beschrieben werden soll. In einer Sammlung dieser Muschelschalen fanden sich einige Schalen der *Venus sinuosa* LAM., derselben Species, welche mit der *Maetra* an den Ufern des Uruguay gefunden wird. Südlich von Buenos Ayres in der Nähe von Ensenada finden sich andere Schichten der *Azara*, von denen einige in einer gelblichen, kalkigen, halb krystallinischen Substanz eingebettet worden zu sein scheinen; und Sir W. PARISH hat mir von den Ufern des Arroyo del Tristan, welcher in dieser selben Gegend, über eine Stunde vom Plata entfernt, gelegen ist, ein Stück eines blaszröthlichen kalkig-thonigen Steins gegeben (genau Stücken der Pampas-Ablagerung gleichend: die Bedeutung dieser Thatsache wird in einem späteren Capitel erörtert werden), in welchem Schalen einer *Azara* sehr abgerieben äusserst reichlich vorhanden waren, welche aber in der allgemeinen Form und dem äusseren Ansehen der *Azara labiata* sehr ähnlich, und wahrscheinlich mit ihr identisch sind. Auszer diesen Muschelschalen wird ein zelliges, stark krystallinisches, aus den Ausgüssen kleiner Bivalven gebildetes Gestein in der Nähe von Ensenada gefunden, und gleichfalls auch Schichten von Seemuseln, welche nach ihrem Aussehen an der Oberfläche gelegen zu haben scheinen. Sir W. PARISH hat mir einige von diesen Muscheln gegeben, und Mr. D'ORBIGNY erklärt sie für:

³ ,Buenos Ayres' etc. by Sir Woodbine Parish, p. 168.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. <i>Buccinanops globulosum</i> D'ORB. | 4. <i>Cytherea</i> (unvollkommen). |
| 2. <i>Olivancillaria auricularia</i> D'ORB. | 5. <i>Mactra Isabellei</i> D'ORB. |
| 3. <i>Venus flexuosa</i> LAM. | 6. <i>Ostrea pulchella</i> D'ORB. |

Auszer diesen erhielt Sir W. PARISH⁴ (nach der Bestimmung von G. B. SOWERBY) die folgenden Muscheln:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 7. <i>Voluta colocynthis</i> . | 9. <i>Buccinum</i> (sp.?). |
| 8. <i>V. angulata</i> . | |

Alle diese Species (vielleicht mit Ausnahme der letzten) sind recent und leben an der Küste von Süd-America. Diese Muschelschichten erstrecken sich von einer bis sechs Stunden vom Plata, und müssen viele Fusz oberhalb seines Spiegels liegen. Ich habe auch von Muschelschichten am Somborombon und am Rio Salado gehört, an welch' letzterem Orte, wie mir Mr. D'ORBIGNY mittheilt, die *Mactra Isabellei* und *Venus sinuosa* gefunden werden.

Während der Erhebung der Provinzen von La Plata haben die Gewässer des alten Aestuariums (mit Ausnahme der Sandhügel an den Ufern des Parana und Uruguay) die Umrisse des Landes nur wenig beeinflusst. Mr. PARCHAPPE⁵ hat indessen Gruppen von Sanddünen beschrieben, die über die weiten Pampas südlich von Buenos Ayres zerstreut sind, welche Mr. D'ORBIGNY mit vieler Wahrscheinlichkeit der Wirkung des Meeres, ehe die Ebenen über seinen Spiegel erhoben waren, zuschreibt⁶.

⁴ 'Buenos Ayres' etc. by Sir W. Parish, p. 168.

⁵ d'Orbigny, Voyage etc., Partie géolog., p. 44.

⁶ Ehe ich zu den Districten südlich vom Plata weitergehe, dürfte es der Mühe werth sein, eben zu erwähnen, dasz einige Beweise dafür vorhanden sind, dasz die Küste von Brasilien in einem geringen Grade an der Erhebung Theil genommen hat. Mr. Burchell theilt mir mit, dasz er bei Santos (24° s. Br.) einige Meilen vom Ufer und gänzlich oberhalb der Wirkungsgrenze der Gezeiten augenscheinlich recente Austerschalen gesammelt hat. Es wird angegeben (s. Harlan, Med. and phys. Res., p. 35, und Dr. Meigs in: Transact. Amer. Philos. Soc.), dasz Capt. Elliot nach Westen von Rio de Janeiro zwischen fünfzehn und zwanzig Fusz oberhalb des Meeresspiegels Menschenknochen gefunden habe, welche mit Seemussheln incrustirt waren. Zwischen Rio de Janeiro und Cap Frio überschritt ich in einer Entfernung von einer Stunde von der Küste sandige Strecken, welche reichlich Seemussheln enthielten; ob aber diese Strecken durch Erhebung oder durch einfaches Anhäufen von Flugsand gebildet worden sind, bin ich nicht vorbereitet zu entscheiden. Bei Bahia (13° s. Br.) finden sich an einigen Stellen in der Nähe der Küste Spuren der Wirkungen des Meeres in der Höhe von ungefähr zwanzig Fusz über seinem gegenwärtigen Niveau; an vielen Stellen sind auch Reste von Schichten von Sandstein und Conglomerat mit zahlreichen recenten

Südlich vom Plata. — Die Küste wird bis Bahia Blanca (39° s. Br.) entweder aus einem horizontalen Zuge von Klippen oder von ungeheuren Anhäufungen von Sanddünen gebildet. Innerhalb Bahia Blanca wird ein kleines Stück von Tafelland ungefähr zwanzig Fusz über Hochwasserstand, Punta alta genannt, aus Schichten verkitteten Gerölls und rothen erdigen Lehmes gebildet, welche äusserst reich an Muschelschalen (mit anderen, die lose auf der Oberfläche liegen) und an Knochen ausgestorbener Säugethiere sind. Diese Muscheln, der Zahl nach zwanzig, zusammen mit einem *Balanus* und zwei Corallen sind sämmtlich recente Species, welche noch das benachbarte Meer bewohnen. Sie werden im vierten Capitel aufgezählt werden, bei der Beschreibung der Pampas-Formation; fünf von ihnen sind identisch mit den emporgehobenen aus der Nähe von Buenos Ayres. Das nördliche Ufer von Bahia Blanca wird zum groszen Theil aus ungeheueren Sanddünen gebildet, welche auf Geschiebe mit recenten Muscheln liegen und in dem Ufer parallelen Linien angeordnet sind. Diese Züge sind durch flache, aus steifem, unreinem, rothen Thon gebildeten Stellen von einander getrennt, in welchen ich in der Entfernung von ungefähr zwei Meilen von der Küste beim Graben einige wenige minutiöse Fragmente von Seemuscheln fand. Die Sanddünen erstrecken sich mehrere Meilen landeinwärts und stehen auf einer Ebene, welche bis zu einer Höhe von zwischen ein- und zweihundert Fusz aufsteigt. Zahlreiche kleine gut abgerundete Rollsteine von Bimsstein liegen zerstreut sowohl auf der Ebene, als den Sandhügeln: bei Monte Hermosa auf dem glatten Gipfel einer Klippe fand ich viele von ihnen in einer Höhe von 120 Fusz (Winkelmessung) oberhalb des Meeresspiegels. Diese Bimssteingerölle wurden ursprünglich ohne Zweifel von der Cordillera herabgebracht, und zwar durch die Flüsse, welche den Continent durchkreuzen, in derselben Weise wie der Flusz Negro in alten Zeiten Bimsstein herabgebracht hat und noch immer herabbringt, und

Muscheln ein wenig über den Meeresspiegel erhoben. Ich will hinzufügen, dasz am obern Ende der Bucht von Bahia eine Formation vorhanden ist, welche, ungefähr vierzig Fusz mächtig, tertiäre Muscheln von augenscheinlich Süzwasserursprung enthält, die jetzt vom Meer gewaschen und mit Balanen incrustirt werden; dies scheint auf eine ihrer Ablagerung folgende Senkung von einem geringen Grade hinzuweisen. Bei Pernambuco (8° s. Br.) suchte ich in den alluvialen oder tertiären Gesteinen, welche das Tiefland auf dem die Stadt steht umgeben, vergebens nach organischen Resten oder andern Beweisen für eine Veränderung des Niveau's.

wie der Flusz Chupat Schlacken herabführt: wenn sie einmal bis zur Mündung des Flusses gelangt sind, werden sie natürlich den Küsten entlang gewandert und dann während der Erhebung des Landes in verschiedenen Höhen aufgeworfen worden sein. Der Ursprung der thonigen platten Stellen, welche die parallelen Züge der Sanddünen trennen, scheint eine Folge davon zu sein, dass die Gezeiten eine Neigung haben (wie sie an den meisten seichten geschützten Küsten haben, wie ich glaube), parallel dem Ufer und in einer gewissen Entfernung von ihm eine Bank aufzuwerfen; diese Bank wird allmählich grösser, bietet eine Basis für die Anhäufung von Sanddünen dar, und der seichte Raum innerhalb derselben wird dann mit Schlamm erfüllt. Die Wiederholung dieses Processes ohne irgend eine Erhebung des Landes wird eine horizontale, von parallelen Zügen von Sandhügeln quer durchsetzte Ebene bilden; während einer langsamen Erhebung des Landes werden die Hügel auf einer sanft geneigten Fläche ruhen, wie der an dem nördlichen Ufer von Bahia Blanca. Ich habe keine Muscheln in dieser Gegend in einer grösseren Höhe als zwanzig Fusz gefunden, und es muss daher das Alter der von der See angetriebenen Bimssteingerölle, die jetzt in der Höhe von 120 Fusz liegen, unbestimmt bleiben.

Die Ebene, welche Bahia Blanca umgibt, schätzte ich der Hauptsache nach zu 200—300 Fusz; sie hebt sich unmerkbar nach der entfernten Sierra Ventana zu. Es finden sich in dieser Umgebung einige andere und niedrigere Ebenen; sie stützen sich aber nicht eine an den Fusz der anderen in der später zu beschreibenden Art, wie es für Patagonien so charakteristisch ist. Die Ebene, auf welcher die Niederlassung steht, wird von vielen niedrigen Sandhügeln gekreuzt, welche äusserst reich an den minutiösen Muscheln der *Paludestrina australis* D'ORB. sind, welche jetzt in der Bucht lebt. Diese niedrige Ebene wird nach Süden bei der Cabeza del Buey von einem von Klippen gebildeten Rande einer weiten Ebene der Pampas-Formation begrenzt, deren Höhe ich zu sechzig Fusz schätzte. Auf der Höhe dieser Klippe ist ein Zug hoher Sanddünen vorhanden, welcher sich mehrere Meilen in einer ost-westlichen Linie erstreckt.

Südlich von Bahia Blanca flieszt der Flusz Colorado zwischen zwei dem Anscheine nach von dreissig bis vierzig Fusz hohen Ebenen. Von diesen Ebenen erhebt sich die südliche bis zum Fusze des grossen Sandsteinplateaus des Rio Negro und die nördliche stöszt an eine

Böschung der Pampas-Ablagerung, so dasz der Colorado in einem fünfzig Meilen weiten Thale zwischen den oberen Böschungen fließt. Ich führe dies an, weil ich auf der unteren Ebene am Fusze der nördlichen Böschung eine ungeheuere Anhäufung von hohen Sanddünen durchkreuzte, deren Breite die Gauchos zu nicht weniger als acht Meilen schätzten. Diese Dünen ziehen nach Westen von der Küste aus, welche zwanzig Meilen entfernt ist, weit landeinwärts in mit dem Thale parallelen Linien; sie werden von einander durch thonige platte Stellen getrennt, genau denen an dem nördlichen Ufer von Bahia Blanca gleich. Gegenwärtig findet sich keine Quelle, woher diese ungeheuere Anhäufung von Sand ausgehen könnte; wenn aber, wie ich glaube, die oberen Böschungen früher einmal die Ufer des Aestuariums bildeten, so würde in diesem Falle die Sandstein-Formation des Rio Negro einen unerschöpflichen Vorrath von Sand dargeboten haben, welcher natürlich auf dem nördlichen Ufer sich angehäuft haben wird, wie an jedem Theile der Küste zwischen Bahia Blanca und Buenos Ayres, welche den Südwinden offen steht.

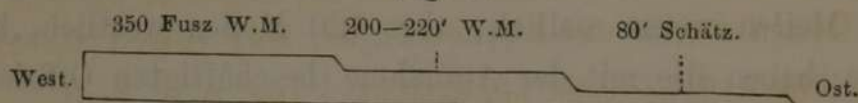
Bei San Blas ($40^{\circ} 40'$ s. Br.), ein wenig südlich von der Mündung des Colorado, hat MR. D'ORBIGNY vierzehn Species lebender Muscheln (sechs von ihnen identisch mit denen von Bahia Blanca) in ihren natürlichen Stellungen eingebettet gefunden. Nach der Tiefenzone, welche diese Muscheln bekanntlich bewohnen, müssen sie zwei- unddreißig Fusz in die Höhe gehoben worden sein. Er hat auch von fünfzehn bis zwanzig Fusz oberhalb dieser Schicht Reste eines alten Strandestrandes gefunden.

Zehn Meilen weiter südlich, aber 120 Meilen westlich, bei Port S. Antonio, haben die mit der Aufnahme beschäftigten Offiziere, wie sie mir versichern, viele alte Seemuscheln auf der Oberfläche des Bodens verstreut gefunden, ähnlich denen, die an anderen Theilen der Küste von Patagonien gefunden wurden. Bei S. Josef, neunzig Meilen südlich in nahezu derselben Länge habe ich oberhalb des Kieses, welcher eine alte tertiäre Formation bedeckt, ein unregelmäßiges Bett und Hügel von Sand in einer Mächtigkeit von mehreren Fusz gefunden, die auszerordentlich reich an Muscheln von *Patella deaurita*, *Mytilus magellanicus*, dieser letztere noch viel von seiner Färbung behaltend, *Fusus magellanicus* (und eine Varietät desselben) und einem groszen *Balanus* (wahrscheinlich *B. Tulipa*) waren, die alle noch jetzt an dieser Küste zu finden sind: ich schätzte die Höhe dieser Schicht

zu achtzig bis hundert Fusz über dem Meeresspiegel. Nach Westen von dieser Bucht liegt eine Ebene, deren Höhe zu zwischen 200 und 300 Fusz geschätzt wurde: diese Ebene scheint nach vielen Messungen eine Fortsetzung des Sandsteinplateau's des Rio Negro zu sein. Der nächste Ort südwärts wo ich landete war Port Desire, 340 Meilen entfernt; aber von den dazwischenliegenden Districten erhielt ich durch die Freundlichkeit der Beamten der Küstenaufnahme, besonders von Lieut. STOKES und Mr. KING, viele Handstücke und Skizzen, welche vollkommen genügten die grosze Gleichförmigkeit des ganzen Küstenzuges nachzuweisen. Ich will hier angeben, dasz das ganze Patagonien aus einer Tertiär-Formation besteht, welche auf Hügeln von Porphyr und Quarz ruht, und dieselben zuweilen umgibt: die Oberfläche ist in viele weite Thäler und stufenförmige Ebenen ausgewaschen, welche eine über der andern sich erheben, und alle von unregelmäszigen Schichten von Geschiebe bedeckt sind, das hauptsächlich aus Porphyr-Gesteinen besteht. Diese Geröll-Formation wird besonders am Ende des Capitels beschrieben werden.

Der Zweck, weshalb ich die folgenden Messungen der Ebenen mittheile, wie sie von den Offizieren der Aufnahme angestellt wurden, ist, wie später gezeigt werden wird, der, die merkwürdige Gleichförmigkeit der neueren Hebungsbewegungen nachzuweisen. Rund um die südlichen Theile des Nuevo Golf's bis zum Flusse Chupat (siebzig Meilen südlich von S. Josef) scheinen mehrere Ebenen vorhanden zu sein, von denen die am besten sich auszeichnenden hier dargestellt werden.

Fig. 1.



Meeresspiegel; Maszstab $\frac{1}{20}$ Zoll auf senkrechte 100 Fusz.

NB. W. M. heiszt immer Winkel- oder trigonometrische Messung.

Ba. M. „ „ barometrische Messung.

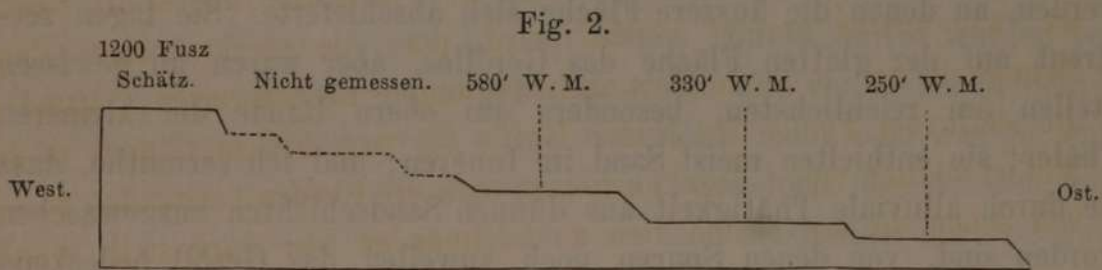
Schätz. „ „ Schätzung durch die Beamten der Küstenaufnahme.

Durchschnitt der stufenförmigen Ebenen südlich von Nuevo Golf.

Die obere Ebene ist hier gut ausgeprägt (Table hills); ihr Rand bildet eine Klippe oder eine Böschungslinie, viele Meilen lang, welche über eine niedrigere Ebene vorspringt. Die unterste Ebene entspricht der von San Josef mit den recenten Muscheln an ihrer Oberfläche. Zwischen dieser niedrigsten und der obersten Ebene ist wahrscheinlich mehr als eine stufenförmige Terrasse vorhanden; mehrere Messungen

weisen die Existenz der zwischenliegenden von der in der Zeichnung gegebenen Höhe nach.

In der Nähe des nördlichen Vorlandes der grossen Bay von St. George (100 Meilen südlich vom Rio Chupat) wurden zwei gut markirte Ebenen von 250 und 330 Fusz gemessen; es wird angegeben, dasz dieselben um einen grossen Theil der Bucht sich herum erstrecken. An ihrem südlichen Vorlande, 120 Meilen von dem nördlichen Vorlande entfernt, wurde die Ebene von 250 Fusz wiederum gemessen. In der Mitte der Bay wurde eine höhere Ebene an zwei benachbarten Stellen (Tilli Roads und C. Marques) zu einer Höhe von 580 Fusz gefunden. Mr. STOKES theilt mir mit, dasz oberhalb dieser Ebene nach dem Innern zu mehrere stufenförmige Ebenen vorhanden waren, deren höchste zu 1200 Fusz geschätzt wurde, und welche man dem Anscheine nach in derselben Höhe 150 Meilen weit nordwärts ziehen sah. Alle diese Ebenen sind in grosse Thäler ausgewaschen und bedeutend entblöszt worden. Der folgende Durchschnitt erläutert die allgemeine Structur der grossen Bay von St. George. An dem südlichen Vorlande der Bay von St. George (in der Nähe von C. Three Points) ist



Meeresspiegel; Maszstab $\frac{1}{20}$ Zoll auf senkrechte 100 Fusz.

Durchschnitt der Ebenen in der Bay von St. George.

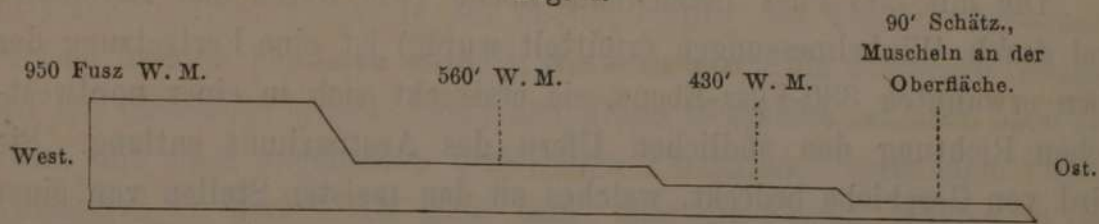
die 250 Fusz-Ebene sehr ausgedehnt. Bei Port Desire (40 Meilen südwärts) machte ich mit dem Barometer mehrere Messungen einer Ebene, welche der Nordseite des Hafens und der offenen Küste entlang sich hinstreckt, und welche von 245 bis 255 Fusz an Höhe variirt: diese Ebene stöszt an den Fusz einer höheren Ebene von 330 Fusz, welche sich auch weit nach Norden der Küste entlang und gleichfalls in das Innere hinein erstreckt. In der Entfernung wurde ein noch höheres landeinwärts gelegenes Plateau gesehen, dessen Höhe ich nicht kenne. An drei gesonderten Stellen beobachtete ich, dasz der Klippenrand der Ebene von 245 bis 255 Fusz von einer Terrasse oder einer schmalen Ebene umrandet war, welche zu ungefähr 100 Fusz hoch geschätzt wurde. Diese Ebenen sind in dem folgenden Durchschnitte dargestellt:



An vielen Stellen, selbst in der Entfernung von drei und vier Meilen von der Küste, fand ich auf der mit Geröll bedeckten Fläche der 245- bis 255-Fusz- und der 330-Fusz-Ebene Muscheln von *Mytilus magellanicus*, *M. edulis*, *Patella deaurita*, und eine andere *Patella*, welche zu stark abgerieben, um bestimmt zu werden, aber allem Anscheine nach einer Art ähnlich war, welche in ausserordentlicher Menge den Blättern des Kelp anhängend gefunden wurde. Diese Arten sind die gemeinsten jetzt an dieser Küste lebenden. Die Muscheln schienen alle sehr alt zu sein: das Blau der Miesmuscheln war stark verbleicht, und nur Spuren von Farbe konnten in den Patellen wahrgenommen werden, an denen die äuszere Fläche sich abschieferte. Sie lagen zerstreut auf der glatten Fläche des Gerölles, aber waren an gewissen Stellen am reichlichsten, besonders am obern Rande der kleineren Thäler: sie enthielten meist Sand im Inneren; und ich vermuthe, dasz sie durch alluviale Thätigkeit aus dünnen Sandschichten ausgewaschen worden sind, von denen Spuren noch zuweilen das Geröll bedeckend getroffen werden. Die verschiedenen Ebenen haben sehr ebene Oberflächen; alle aber sind von zahlreichen, breiten, gewundenen, flachsohligen Thälern ausgehöhlt, in denen, nach den Gebüschen zu urtheilen, niemals Flüsse flieszen. Diese Bemerkungen über den Zustand der Muscheln und über die Beschaffenheit der Ebenen beziehen sich auch auf die folgenden Fälle, so dasz sie nicht wiederholt zu werden brauchen.

Südwärts von Port Desire sind die Ebenen bedeutend entblözt worden, und nur kleine Stücke von Tafelland bezeichnen noch ihre frühere Ausdehnung. Aber Bird Island gegenüber wurden zwei beträchtliche stufenförmige Ebenen gemessen, und als beziehentlich 350 und 590 Fusz hoch gefunden. Diese letztere Ebene erstreckt sich der Küste entlang bis dicht an Port S. Julian (110 Meilen südlich von Port Desire), wo wir den folgenden Durchschnitt finden:

Fig. 4.



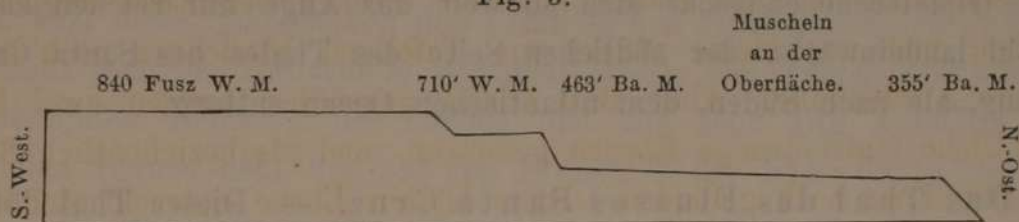
Meeresspiegel; Maszstab $\frac{1}{20}$ Zoll auf senkrechte 100 Fusz.

Durchschnitt der Ebenen von Port S. Julian.

Die unterste Ebene wurde zu 90 Fusz geschätzt: sie ist deshalb merkwürdig, weil das gewöhnliche Kiesbett tief in Höhlungen ausgewaschen ist, welche mit sandiger und röthlicher erdiger Masse erfüllt sind, ebenso wie die allgemeine Fläche mit solcher bedeckt ist. In einer von diesen so erfüllten Höhlungen war das Skelett der *Macrauchenia patachonica* eingebettet, wie später beschrieben werden wird. Auf der Oberfläche und in den oberen Theilen dieser erdigen Masse fanden sich zahlreiche Schalen von *Mytilus magellanicus* und *M. edulis*, *Patella deaurita*, und Bruchstücke anderer Species. Diese Ebene ist ziemlich horizontal, aber nicht sehr ausgedehnt, sie bildet ein sieben oder acht Meilen langes Vorgebirge von drei oder vier Meilen Breite. Die oberen Ebenen in dem obigen Durchschnitte wurden von Offizieren der Aufnahme gemessen, sie waren alle von dicken Schichten von Geschieben bedeckt, und waren sämmtlich mehr oder weniger entblöszt: die 950-Fusz-Ebene bestand nur aus einzelnen, abgestutzten, mit Geröll gekrönten Hügeln, von denen zwei nach Messungen nur drei Fusz von einander verschieden waren. Die 430-Fusz-Ebene erstreckt sich, scheinbar kaum ohne irgend eine Unterbrechung, bis in die Nähe des nördlichen Einganges des Rio Santa Cruz (fünfzig Meilen weiter südlich); dort fand es sich aber, dasz sie nur 330 Fusz hoch war.

Auf der südlichen Seite der Mündung des Santa Cruz haben wir den folgenden Durchschnitt, welchen ich mit mehr Einzelheiten zu geben im Stande bin, als in den vorhergehenden Fällen:

Fig. 5.



Meeresspiegel; Maszstab $\frac{1}{20}$ Zoll auf senkrechte 100 Fusz.

Durchschnitt der Ebenen an der Mündung des Rio Santa Cruz.

Die mit 355 Fusz bezeichnete Ebene (wie durch den Barometer und durch Winkelmessungen ermittelt wurde) ist eine Fortsetzung der oben erwähnten 330-Fusz-Ebene, sie erstreckt sich in einer nordwestlichen Richtung den südlichen Ufern des Aestuariums entlang. Sie wird von Geschiebe bedeckt, welches an den meisten Stellen von einer dünnen Schicht sandiger Erde bedeckt wird, und ist von vielen flachsohligen Thälern durchschnitten. Sie erscheint dem Auge völlig horizontal, aber bei dem Vorschreiten in einer süd-südwestlichen Richtung nach einer ungefähr sechs Meilen entfernten Böschung zu, und gleichfalls beim Durchschreiten in einer nordwestlichen Linie fand sich, dasz sie zuerst unmerklich, und dann für die letzte halbe Meile merklich anstieg bis dicht zum Fusze der Böschung: an diesem Punkte war sie 463 Fusz hoch, was eine Erhebung von 108 Fusz in den sechs Meilen ergibt. Auf dieser Ebene von 355 bis 463 Fusz fand ich mehrere Schalen von *Mytilus magellanicus*, und eines *Mytilus*, welcher, wie mir Mr. SOWERBY mittheilt, bis jetzt noch unbenannt ist, obschon er als ein an der Küste noch lebend vorkommender wohlbekannt ist: *Patella deaurita*, *Fusus*, ich glaube *magellanicus*, aber das Exemplar ist verloren worden; und in der Entfernung von vier Meilen von der Küste in einer Höhe von ungefähr 400 Fusz fanden sich Fragmente der nämlichen Patelle und einer *Voluta* (augenscheinlich *V. ancilla*) zum Theil in die oberflächliche sandige Erde eingebettet. Alle diese Muscheln hatten dasselbe alte Ansehen wie die aus den vorhergehenden Örtlichkeiten. Da die Fluth diesem Theile der Küste entlang zur Periode der Syzygien vierzig Fusz steigt und daher eine gut ausgesprochene Strandlinie bildet, suchte ich besonders nach Furchen und Leisten beim Durchschneiden dieser Ebene, welche, wie wir gesehen haben, in ungefähr sechs Meilen 108 Fusz sich erhebt; ich konnte aber keinerlei Spuren solcher finden. Die nächsthöchste Ebene ist 710 Fusz über dem Meeresspiegel; sie ist sehr schmal, aber horizontal und mit Geschiebe bedeckt; sie stöszt an den Fusz der 840-Fusz-Ebene. Diese Gipfelebene erstreckt sich so weit das Auge nur reichen kann sowohl landeinwärts, der südlichen Seite des Thaies des Santa Cruz entlang, als nach Süden, dem atlantischen Ocean entlang.

Das Thal des Flusses Santa Cruz. — Dieses Thal läuft in einer ostwestlichen Richtung nach der Cordillera zu, eine Entfernung von ungefähr 160 Meilen. Es durchschneidet die grosze patagonische

Tertiärformation, welche in der oberen Hälfte des Thales ungeheuere Ströme basaltischer Lava enthält, die ebenso wie die weicheren Schichten mit Geschiebe bedeckt sind; und dieses Geschiebe ist hoch oben am Flusz mit einer ungeheuren erratischen Formation⁷ verbunden. Beim Aufsteigen in dem Thale sieht man, dasz die Ebene, welche an der Mündung auf der südlichen Seite 355 Fusz hoch ist, sich nach der entsprechenden Ebene auf der nördlichen Seite hinwendet, so dasz ihre Böschungen wie die Ufer eines früheren Aestuariums, gröszer wie das jetzt existirende, erscheinen; auch die Böschungen der 840-Fusz-Gipfel-ebene (mit einer entsprechenden nördlichen, die man eine Strecke weit das Thal hinauf antrifft,) erscheinen wie die Ufer eines noch gröszeren Aestuariums. Weiter das Thal hinauf sind die Seiten in ihrer ganzen Länge von horizontalen mit Geröll bedeckten Terrassen eingefasst, welche eine über der andern stufenförmig sich erheben. Die Weite zwischen den oberen Böschungen ist im Mittel zwischen sieben und zehn Meilen; an einer Stelle indessen, wo sie durch die basaltische Lava durchschneiden, betrug die Entfernung nur anderthalb Meilen. Zwischen den Böschungen der zweithöchsten Terrasse war die mittlere Weite ungefähr vier oder fünf Meilen. Die Sohle des Thals beginnt in der Entfernung von 110 Meilen von seiner Mündung sich merkwürdig zu verbreitern und bildet bald eine beträchtliche, 440 Fusz über dem Meeresspiegel gelegene Ebene, durch welche der Flusz in einer von zwanzig bis vierzig Fusz tiefen Schlucht durchtritt. Ich fand hier an einem 140 Meilen vom atlantischen, und siebenzig Meilen von dem nächsten in den stillen Ocean abfallenden Wasserlaufe entfernten Punkte in der Höhe von 410 Fusz eine sehr alte und abgeriebene Schale von *Patella deaurita*. Weiter in dem Thale hinab, 105 Meilen vom atlantischen Ocean (71^o w. L.) und in einer Erhebung von ungefähr 300 Fusz fand ich auch in dem Bette des Flusses zwei sehr abgeriebene und zerbrochene Schalen der *Voluta ancilla*, welche noch immer Spuren ihrer Farbe zeigte, und eine von der *Patella deaurita*. Augenscheinlich sind diese Schalen von den Ufern in den Flusz gewaschen worden; bedenkt man die Entfernung von dem Meere, den wüsten und absolut unbesuchten Character des Landes und das sehr alte Aussehen der Schalen (genau dem der auf den Ebenen in der Nähe der Küste ge-

⁷ Ich habe diese Formation in einem Aufsatze in den Geological Transactions, Vol. VI, p. 415 (Übers. s. diesen Band, 2. Abth. p. 57) beschrieben.

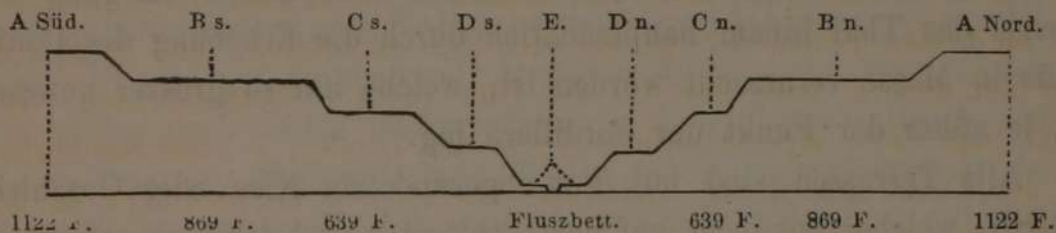
fundenen gleich), so haben wir, meine ich, keine Ursache zu vermuthen, dasz sie von Indianern hierher gebracht worden sind.

Die Ebene am obern Ende des Thals ist mäszig horizontal, aber vom Wasser ausgewaschen und mit vielen Sanddünen auf ihr, gleich denen an einer Meeresküste. An dem höchsten Punkte, zu welchem wir anstiegen, war sie sechzehn Meilen in einer nördlichen und südlichen Linie breit, und fünfundvierzig Meilen in einer ostwestlichen Linie lang. Sie wird von den Böschungen, einer über der andern, zweier Ebenen begrenzt, welche divergiren sobald sie sich der Cordillera nähern, und in Folge dessen in zwei Höhen den Ufern groszer gegen die Berge gerichteter Buchten ähnlich sind; und diese Berge sind vor der unteren Ebene durch eine merkwürdige Schlucht durchbrochen. Das Thal des Santa Cruz besteht daher aus einem geraden, weiten, ungefähr neunzig Meilen langen Einschnitt, welcher von mit Geröll bedeckten Terrassen und Ebenen begrenzt wird, deren Böschungen an beiden Enden divergiren, oder sich ausbreiten, und zwar eine über der andern, nach der Art der Ufer groszer Meeresbuchten. Bedenkt man diese eigenthümliche Form des Landes, — die Sanddünen auf der Ebene am obern Ende des Thales, — die Schlucht in der Cordillera vor dieser, — das Vorhandensein sehr alter Schalen jetzt noch lebender Species an zwei Stellen, — und endlich den Umstand, dasz die 355 bis 453 Fusz Ebene, mit zahlreichen Resten von Seethieren auf ihrer Oberfläche, von der atlantischen Küste weit das Thal hinaufreicht, so müssen wir, denke ich, zugeben, dasz innerhalb der neuen Periode der Lauf des Santa Cruz eine den Continent durchschneidende Meeresstrasse bildete. Zu dieser Zeit bestand der südliche Theil von Süd-America aus einem Archipel von Inseln, welcher 360 Meilen in einer nördlichen und südlichen Linie lang war. Wir werden sofort sehen, dasz auch zwei andere seitdem geschlossene Strassen damals das Feuerland durchschnitten; ich will hinzufügen, dasz eine von ihnen sich zu jener Zeit am Fusze der Cordillera in eine grosze Bucht (jetzt das Otway-Water) ausgebreitet haben musz, gleich der, welche früher die 440-Fusz-Ebene am obern Ende des Santa Cruz bedeckte.

Ich habe gesagt, dasz das Thal in seinem ganzen Verlaufe von mit Geröll bedeckten Ebenen begrenzt wird. Der folgende Durchschnitt, der ein ideales Bild quer durch das Thal in einer nordsüdlichen Richtung gibt, kann kaum als mehr als nur erläutert betrachtet werden;

denn während unseres eiligen Aufsteigens war es unmöglich, alle die Ebenen an irgend einem Punkte zu messen. An einem Punkte nahezu auf der Mitte zwischen der Cordillera und dem atlantischen Ocean fand ich die Ebene A Nord 1122 Fusz über dem Flussspiegel; alle die niederen Ebenen auf dieser Seite waren hier in ein groszes durchbrochenes Riff vereinigt; auf einem sechszehn Meilen tiefer unten am Flusse gelegenen Punkte fand ich nach Messung und Schätzung, dasz B (n) 869 Fusz über dem Flusse lag; sehr nahe bei dem Punkte, wo A (n) gemessen wurde, war C (n) 639 Fusz über demselben Spiegel: die Terrasse D (n) wurde nirgends gemessen; die niedrigste E (n) war an vielen Stellen ungefähr 20 Fusz über dem Flusse. Diese Ebenen oder Terrassen waren, da am besten entwickelt, wo das Thal am weitesten war; alle fünf gleich gigantischen Stufen kamen nur an einigen

Fig. 6.



Die Höhe einer jeden Terrasse über dem Spiegel des Flusses ist durch die Zahl unter ihr angegeben. Senkrechter Maszstab $\frac{1}{20}$ Zoll auf 100 Fusz; die Terrasse E aber, die nur zwanzig Fusz über dem Flusse liegt, ist nothwendig erhöht worden. Die horizontalen Abstände sind sehr zusammengezogen; die Entfernung vom Rande A n. bis zu dem von A s. beträgt im Mittel von sieben bis zehn Meilen.

Durchschnitt von Nord nach Süd quer durch die das Thal des Flusses Santa Cruz begrenzenden Ebenen, hoch oben in seinem Laufe.

wenigen Punkten zusammen vor. Die unteren Terrassen sind weniger zusammenhängend, als die höheren, und scheinen im oberen Drittel des Thales ganz verloren gegangen zu sein. Die Terrasse C (s) wurde indessen continuirlich für eine grosze Entfernung verfolgt. Die Terrasse B (n) war auf einem Punkte fünfundfünfzig Meilen von der Mündung des Flusses vier Meilen breit; höher in dem Thale hinauf war diese Terrasse (oder wenigstens die zweithöchste, denn ich konnte sie nicht immer continuirlich verfolgen) ungefähr acht Meilen breit. Diese zweite Ebene war meist breiter als die unteren, wie allerdings schon daraus folgt, dasz das Thal von A (n) bis A (s) meist nahezu doppelt so weit ist, als von B (n) zu B (s). Tief unten im Thale ist die Gipfelebene

A (s) mit der 840-Fusz-Ebene an der Küste im Zusammenhange, sie verliert sich aber bald, oder verbindet sich mit der Böschung von B (s). Die entsprechende Ebene A (n) an der nördlichen Seite des Thaies scheint continuirlich von der Cordillera bis zum oberen Ende des jetzigen Aestuariums des Santa Cruz zu reichen, wo sie sich nach Norden hin gegen Port San Julian wendet. In der Nähe der Cordillera ist die Gipfelebene auf beiden Seiten des Thaies zwischen 3200 und 3300 Fusz hoch; 100 Meilen vom Atlantischen ist sie 1416 Fusz und an der Küste 840 Fusz hoch, Alles über dem Seestrande, so dasz in einer Entfernung von 100 Meilen die Ebene 576 Fusz ansteigt, und nahe an der Cordillera viel geschwinder. Auch die unteren Terrassen B und C scheinen anzusteigen, wie sie das Thal hinauflaufen. Ebenso ergab sich, dasz D (n), an zwei vierundzwanzig Meilen von einander getrennten Punkten gemessen, 185 Fusz sich erhoben hatte. Aus mehreren Gründen vermuthe ich, dasz diese allmähliche Steigung der Ebenen das Thal hinauf hauptsächlich durch die Erhebung des Continents in Masse verursacht worden ist, welche um so gröszer gewesen ist, je näher der Punkt der Cordillera lag.

Alle Terrassen sind mit gut abgerundetem Kies oder Geschiebe bedeckt, welcher entweder auf der entblöszten und zuweilen gefurchten Oberfläche der weichen Tertiärablagerungen oder auf der basaltischen Lava liegt. Die Verschiedenheit in der Höhe zwischen einigen der unteren Stufen oder Terrassen scheint gänzlich Folge einer Verschiedenheit in der Dicke des bedeckenden Gerölls zu sein. Furchen und Ungleichheiten in dem Kies werden, wo solche vorkommen, von sandiger Erde ausgefüllt und ausgeglättet. Die Geröllsteine besonders auf den höheren Ebenen werden häufig von einer weissen thonigen Substanz überzogen und selbst mit einander verkittet; und gelegentlich fand ich, dasz dies mit dem Kies auf der Terrasse D der Fall war. Ich konnte keine Spur einer ähnlichen Ablagerung auf den Rollsteinen wahrnehmen, welche jetzt vom Flusse ausgeworfen werden, und ich glaube daher nicht, dasz die Terrasse D vom Flusse gebildet worden ist. Da die Terrasse E meist ungefähr zwanzig Fusz über dem Flussbette erhoben steht, war mein erster Eindruck der, dasz ich zweifelte, ob selbst diese niedrigste von dem Flusse gebildet worden sein könnte; aber man musz sich immer daran erinnern, dasz die horizontale Emporhebung eines Districtes dadurch, dasz sie den Fall der Flüsse vergröszt, immer dahin streben wird, zuerst in der Nähe der Meeresküste und dann

immer weiter und weiter das Thal hinauf auch die erodirenden und vertiefenden Wirkungen der Flüsse zu vergrössern, so dasz eine Alluvialebene, welche beinahe in einem Niveau mit einem Flusse gebildet war, nach einer Erhebung dieser Art mit der Zeit durchschnitten wird und in einer Höhe stehen bleibt, die das Wasser niemals wieder erreicht. In Bezug auf die drei oberen Terrassen des Santa Cruz glaube ich, dasz sich nicht daran zweifeln lässt, dasz sie von dem Meere geformt wurden, als das Thal von einem Meeresarm eingenommen wurde, in derselben (später noch zu erörternden) Weise, wie die grösseren stufenförmigen, mit Muscheln überstreuten Ebenen entlang der Küste von Patagonien.

Um an die Küste des Atlantischen zurückzugehen: man sieht die 840-Fusz-Ebene an der Mündung des Santa Cruz horizontal weit sich nach Süden erstrecken, und mir haben die Beamten der Aufnahme mitgetheilt, dasz sie sich rund um das obere Ende von Coy Inlet (fünfundsechzig Meilen nach Süden) herumbiegend landeinwärts wendet. Einzelne Hügel von anscheinend derselben Höhe sieht man vierzig Meilen weiter nach Süden landeinwärts von dem Flusse Gallegos, und nach Cap Gregory (fünfunddreissig Meilen weiter nach Süden) in der Magellan-Strasze erstreckt sich eine Ebene hinab, welche zu zwischen 800 und 1000 Fusz Höhe geschätzt wurde und welche, sich nach dem Inneren zu erhebend, von der erratischen Formation bedeckt wird. Südlich von der Magellan-Strasze finden sich grosse getrennt vorliegende Massen von anscheinend demselben groszen Tafellande, welche sich in Zwischenräumen der Ostküste des Feuerlandes entlang erstrecken: an zwei Punkten, 110 Meilen von einander entfernt, wurde hier diese Ebene als 950 und 970 Fusz hoch gefunden.

Von Coy Inlet, wo die hohe Gipfelebene sich landeinwärts wendet, zieht sich eine zu 350 Fusz Höhe geschätzte Ebene vierzig Meilen weit bis zum Flusse Gallegos. Von diesem Punkte bis zur Magellan-Strasze und auf jeder Seite dieser Strasze ist das Land stark entblöszt worden und weniger eben. Es besteht hauptsächlich aus der erratischen Formation, welche bis zu einer Höhe von zwischen 150 und 250 Fusz aufsteigt und häufig von Geröllschichten bedeckt wird. Bei N. S. Gracia, auf der Nordseite der inneren Engen der Magellan-Strasze, fand ich auf dem Gipfel eines Riffes 160 Fusz hoch Schalen jetzt lebender Patellen und *Mytilus* auf der Oberfläche zerstreut und theilweise in

Erde eingebettet. Auch auf der östlichen Küste des Feuerlandes in $53^{\circ} 20'$ s. Br. fand ich viele *Mytilus* auf einem horizontalen zu 200 Fusz Höhe geschätzten Lande. Es ist nach der jetzigen Form des Landes und nach der Vertheilung der groszen erratischen Blöcke⁸ auf der Oberfläche offenbar, dasz vor der durch das Vorhandensein dieser Muscheln bezeugten Erhebung zwei Meerescanäle die Magellan-Strasze sowohl mit Sebastian-Bay als auch mit Otway-Water verbunden haben.

Schlussbemerkungen über die Erhebung der südöstlichen Küste von America und über die Wirkung des Meeres auf das Land. — Emporgehobene Schalen von Molluskenarten, welche jetzt noch als die gemeinsten Species in dem benachbarten Meere leben, kommen, wie wir gesehen haben, in Höhen vor von zwischen einigen wenigen und 410 Fusz, in Zwischenräumen von $33^{\circ} 40'$ bis $53^{\circ} 20'$ s. Br. Dies ist eine Entfernung von 1180 englischen Meilen, ungefähr gleich der Entfernung von London bis zum Nordcap von Schweden. Da die erratische Formation sich in nahezu derselben Höhe 150 Meilen südwärts von $53^{\circ} 20'$ erstreckt, dem südlichsten Punkte, wo ich landete und emporgehobene Muscheln fand, und da die ebenen Pampas viele hundert Meilen nach Norden von diesem Punkte an sich erstrecken, wo d'ORBIGNY in der Höhe von 100 Fusz Schichten von der *Azara* fand, so musz der Raum, welcher innerhalb der neueren Periode emporgehoben worden ist, in einer nordsüdlichen Linie weit über 1180 Meilen betragen haben. Mit dem Ausdruck „neuere“ meine ich nur jene Periode, innerhalb deren die jetzt lebenden Mollusken in's Leben gerufen wurden; denn wir werden im vierten Capitel sehen, dasz sowohl bei Bahia Blanca als bei P. S. Julian die Säugethiere, welche mit diesen Muscheln gleichzeitig existirten, zu ausgestorbenen Species gehören. Ich habe gesagt, dasz die emporgehobenen Schalen nur in Zwischenräumen auf dieser Küstenlinie gefunden wurden; dies kann aber aller Wahrscheinlichkeit nach dem zugeschrieben werden, dasz ich an den zwischenliegenden Punkten nicht gelandet bin; denn wo ich nur immer landete, mit Ausnahme des Rio Negro, wurden Muscheln gefunden: überdies sind die Schalen auf Ebenen oder Terrassen verstreut, welche, wie wir sofort sehen werden, auf grosze Strecken

⁸ Geol. Trans., Vol. VI, p. 419 (dieser Band, Abth. 2, p. 61).

hin sich mit einer gleichförmigen Höhe ausdehnen. Ich bestieg die höheren Ebenen nur an einigen wenigen Stellen, in Folge der Entfernung von der Küste, in welcher ihre Böschungen meist sich hinziehen, so dasz ich bei weitem nicht sicher weisz, ob 410 Fusz das Maximum der Erhebung dieser emporgehobenen Überreste ist. Die Muscheln sind diejenigen, welche jetzt noch im lebenden Zustande am allerhäufigsten in dem benachbarten Meere vorkommen⁹. Sie haben sämmtlich ein altes Ansehen; aber einige, besonders die Miesmuscheln, haben, obschon sie dem Wetter vollständig ausgesetzt daliegen, in einer beträchtlichen Ausdehnung ihre Farben behalten; dieser Umstand erscheint auf den ersten Blick überraschend; es ist aber jetzt bekannt, dasz der färbende Stoff des *Mytilus* so dauerhaft ist, dasz er bestehen bleibt, wenn die Schale selbst vollständig zersetzt ist¹⁰. Die meisten Muscheln sind zerbrochen; ich habe nirgends zwei Schalen noch verbunden gefunden, die Fragmente sind nicht abgerundet, mindestens in keinen von den Exemplaren, welche ich mit nach Hause gebracht habe.

Was die Breite des emporgehobenen Bezirkes in einer von Osten nach Westen gehenden Linie betrifft, so sehen wir aus den Muscheln, welche in den inneren schmalen Theilen der Magellan-Strasze gefunden werden, dasz die ganze Breite der Ebene, obschon sie dort sehr schmal war, emporgehoben worden ist. Es ist wahrscheinlich, dasz in diesem südlichsten Theile des Continents sich die Bewegung unter dem Meere weit nach Osten hin erstreckt hat; denn auf den Falkland-Inseln sind, obschon ich keine Muscheln finden konnte, Walfischknochen von mehreren competenten Beobachtern bemerkt worden, die in einer beträchtlichen Entfernung von dem Meere auf dem Lande und in der Höhe von einigen Hundert Fusz über dem Meeresspiegel gelegen haben¹¹. Überdies wissen wir, dasz im Feuerlande die erratische Formation innerhalb der neueren Zeit emporgehoben worden ist, und eine ähnliche Bildung kommt an den nordwestlichen Ufern (Byron-Sound) dieser Inseln vor¹².

⁹ Capt. King, Voyages of Adventure and Beagle, Vol. I, p. 6 und 133.

¹⁰ s. Lyell's Proofs of a Gradual Rising in Sweden, in: Philosoph. Transactions, 1835, p. 1. s. auch Smith, of Jordan Hill, in dem: Edinb. New Philos. Journal, Vol. XXV, p. 303.

¹¹ Voyages of Adventure and Beagle, Vol. II, p. 227, und Bougainville, Voyage, Tom. I, p. 112.

¹² Ich verdanke diese Thatsache der Freundlichkeit des Capt. Sullivan, R. N., eines äusserst competenten Beobachters. Ich erwähne den Umstand besonders des-

Die Entfernung von diesem Punkte bis zur Cordillera des Feuerlandes beträgt 360 Meilen, welches wir als die wahrscheinliche Breite des neuerdings emporgehobenen Bezirks annehmen können. In der Breite von Rio Santa Cruz wissen wir nach den an der Mündung und in der Mitte des Thales gefundenen Muscheln, dasz die ganze Breite (ungefähr 160 Meilen) der Fläche östlich von der Cordillera emporgehoben worden ist. Nach der Abdachung der Ebenen, wie sich aus dem Laufe der Flüsse mehrere Grade nach Norden vom Santa Cruz ergibt, ist es wahrscheinlich, dasz die durch die Schalen an der Küste bezeugte Erhebung sich gleichfalls bis zur Cordillera erstreckt hat. Wenn wir indessen noch weiter nördlich bis zu den Provinzen von La Plata blicken, dürfte diese Folgerung sehr gewagt sein; es ist nicht bloß die Entfernung von Maldonado (wo ich emporgehobene Schalen fand) bis zur Cordillera groß, nämlich 760 Meilen, sondern am oberen Ende des Aestuariums des Plata ist ein von Nord-Nord-Osten nach Süd-Süd-Westen gelegener Höhenzug tertiärer vulcanischer Gesteine beobachtet worden¹³, welcher wohl eine von der der Andes ganz verschiedene Erhebungsaxe andeuten dürfte. Überdies sind im Centrum der Pampas in der Kette von Cordova heftige Erdbeben gefühlt worden¹⁴, während in Mendoza am östlichen Fusze der Cordillera nur sanfte Schwingungen, von den Ufern des Stillen Oceans aus fortgepflanzt, jemals erfahren worden sind. Es kann daher die Erhebung der Pampas Folge mehrerer verschiedener Bewegungsaxen sein, und wir können nach den emporgehobenen Schalen rings um das Aestuarium des Plata nicht die Breite des innerhalb der neueren Zeit emporgehobenen Bezirkes beurtheilen.

halb, weil ich in meinem Aufsätze über die erratische Formation (p. 427, Übers. p. 66) nach Untersuchung der nördlichen und mittleren Theile der östlichen Insel gesagt habe, dasz die Formation hier gänzlich fehle.

¹³ Diese vulcanische Formation wird im 4. Capitel beschrieben werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dasz die Höhe der am obern Ende des Aestuariums des Plata gefundenen emporgehobenen Muscheln, welche bedeutender ist als bei Bahia Blanca oder bei San Blas, eine Folge des Umstandes ist, dasz die Erhebung dieser letzteren Orte mit der entfernten Reihe der Cordillera in Verbindung stand, während die Erhebung der Provinzen von La Plata mit der daran stozenden tertiären vulcanischen Axe im Zusammenhange stand.

¹⁴ s. Sir W. Parish's Werk über La Plata, p. 242. Wegen einer Bemerkung über ein Erdbeben, welches einen See in der Nähe von Cordova entwässerte, s. auch Temple's Travels in Peru. Sir W. Parish theilt mir mit, dasz eine Stadt zwischen Salta und Tucuman (nördlich von Cordova) früher gänzlich durch ein Erdbeben zerstört wurde.

Es ist nicht bloß die oben speciell geschilderte lange Küstenstrecke innerhalb der neueren Zeit emporgehoben worden, sondern ich glaube, es läßt sich nach der Ähnlichkeit der Höhe der von Geröll bedeckten Ebenen an verschiedenen Punkten ruhig schlieszen, dasz in dem Erhebungsprocesse ein merkwürdiger Grad von Gleichförmigkeit bestanden hat. Ich will vorausschicken, dasz, als ich die Ebenen masz, dies nur geschah, um die Höhen zu ermitteln, in denen Muschelschalen vorkamen; als ich später diese Messungen mit einigen von den während der Aufnahme gemachten verglich, war ich von ihrer Gleichförmigkeit überrascht und brachte alle diejenigen, welche die Gipfelpunkte der Ebenen darstellten in Tabellen zusammen. Die Ausdehnung der 330- bis 355 Fusz-Ebene ist sehr auffallend, da sie sich über einen Raum von 500 geographischen Meilen in einer nord-südlichen Linie findet. Ich gebe hier eine Tabelle der Messungen. Die Winkel-Messungen und alle Schätzungen rühren von Beamten der Aufnahme her, die barometrischen von mir selbst:

	Fusz.
Gallegos-Flusz nach Coy Inlet (zum Theil Winkelmessung, zum Theil Schätzung)	350.
Südseite des Santa Cruz (Winkel- und barometrische Messung)	355.
Nordseite desselben (Winkelmessung)	330.
Bird Island, Ebene gegenüber von (Winkelmessung) . . .	350.
Port Desire, sich mit der Küste entlang erstreckende Ebene (barometrische Messung)	330.
St. George's Bay, nördliches Vorgebirge (Winkelmessung)	330.
Tafelland, südlich von New Bay (Winkelmessung) . . .	350.

Eine in der Höhe von 245 bis 255 Fusz variirende Ebene scheint sich mit groszer Gleichförmigkeit von Port Desire bis nördlich von St. George's Bay eine Entfernung von 170 Meilen zu erstrecken, und einige annähernde Messungen, gleichfalls in der folgenden Tabelle mitgetheilt, weisen auf die viel bedeutendere Ausdehnung von 780 Meilen hin:

	Fusz.
Coy Inlet, südlich von (theils Winkelmessung, theils Schätzung)	200—300.
Port Desire (barometrische Messung)	245—255.
Cap Blanco (Winkelmessung)	250.
Nördliches Vorgebirge von St. George's Bay (Winkel-messung)	250.
Südlich von New Bay (Winkelmessung)	200—220.
Nördlich von San Josef (Schätzung)	200—300.
Ebene des Rio Negro (Winkelmessung)	200—220.
Bahia Blanca (Schätzung)	200—300.

Überdies ist die Ausdehnung der 560- bis 580-, und der 80- bis 100 Fusz-Ebene merkwürdig, obschon etwas weniger augenfällig als in den früheren Fällen. Bedenkt man, dasz ich diese Messungen nicht aus einer Reihe herausgenommen, sondern alle diejenigen benutzt habe, welche die Ränder der Ebene bezeichnen, so halte ich es für kaum möglich, dasz dieses Übereinstimmen in der Höhe zufällig sein sollte. Wir müssen daher schlieszen, dasz die Thätigkeit, was auch dieselbe gewesen sein mag, durch welche diese Ebenen in ihre jetzige Form gebracht worden sind, eigenthümlich gleichförmig gewesen ist.

Diese Ebenen oder groszen Terrassen, von denen drei oder vier häufig wie Stufen eine hinter der anderen sich erheben, sind durch die Entblöszung der alten patagonischen tertiären Schichten und durch die Ablagerung einer Masse von gut abgerundetem Gerölle auf ihre Oberfläche gebildet worden, welche in der Nähe der Küste von zehn bis fünfunddreiszig Fusz an Mächtigkeit variirt, aber nach dem Innern zu an Dicke zunimmt. Das Gerölle wird häufig von einer dünnen unregelmässigen Schicht sandiger Erde bedeckt. Die Ebenen steigen sanft, obschon selten für das Auge merkbar, von dem Gipfelrande einer Böschung bis zum Fusze der nächst höheren auf. Innerhalb einer Entfernung von 150 Meilen zwischen Santa Cruz bis Port Desire, wo die Ebenen besonders gut entwickelt sind, finden sich mindestens sieben Stufen oder Absätze, einer über dem andern. Auf den drei unteren, nämlich denen von 100 Fusz, 250 Fusz und 350 Fusz an Höhe, sind jetzt lebende litorale Muschelschalen ausserordentlich reichlich entweder auf der Oberfläche zerstreut oder zum Theil in der oberflächlichen sandigen Erde eingebettet. Durch welche Thätigkeit auch immer diese drei unteren Ebenen geformt sind, unzweifelhaft sind alle die höheren, bis hinauf zu einer Höhe von 950 Fusz bei San Julian und von 1200 Fusz (nach Schätzung) der St. George's Bay entlang, gleich gebildet worden. Ich glaube, es kann in Anbetracht des Vorhandenseins der emporgehobenen Meeresmuscheln nicht bestritten werden, dasz das Meer die während der Stadien irgend welcher Art in dem Erhebungsprocesse thätige Kraft gewesen ist.

Wir wollen nun kurz diesen Gegenstand betrachten: wenn wir die jetzt existirende Küstenlinie ansehen, so ist das Zeugnis für die bedeutende denudirende Kraft des Meeres sehr deutlich; denn vom Cap St. Diego in $54^{\circ} 30'$ s. Br. bis zur Mündung des Rio Negro in 31° s. Br. (eine Länge von mehr als 800 Meilen) wird das Ufer mit

merkwürdig wenig Ausnahmen von kühnen nackten Klippen gebildet: an vielen Orten sind die Klippen hoch; so sind sie südlich von Santa Cruz zwischen 800 und 900 Fusz hoch, wobei ihre horizontalen Schichten plötzlich abgeschnitten sind, hierdurch die ungeheuere Masse von Substanz anzeigend, welche entfernt worden ist. Nahezu diese ganze Küstenlinie besteht aus einer Reihe grözterer oder geringerer Curven, deren Hörner und gleichfalls gewisse gerade vorspringende Theile aus hartem Gestein gebildet werden; es sind daher die concaven Theile offenbar die Wirkung und das Masz der denudirenden Wirkung auf die weicheren Schichten. Am Fusze aller der Klippen wird das Meer bis weit hinaus sehr allmählich tiefer, und der Grund besteht in einer Ausdehnung von einigen Meilen überall aus Geschiebe. Ich untersuchte sorgfältig den Grund des Meeres in der Höhe des Santa Cruz und fand, dasz seine Neigung genau dieselbe war, sowohl in ihrer Grösze als ihrer eigenthümlichen Krümmung wie die der 355 Fusz-Ebene an demselben Orte. Wenn daher die Küste mit dem Boden des benachbarten Meeres jetzt plötzlich 100 oder 200 Fusz emporgehoben würde, so würde eine landeinwärts gelegene Klippenreihe, d. h. eine Böschung gebildet werden, mit einer mit Geschiebe bedeckten Ebene an ihrem Fusze, welche sanft nach dem Meere zu abfiel und eine Neigung hätte, wie die der jetzt existirenden 355 Fusz-Ebene. Wegen der denudirenden Thätigkeit des Meeres würde diese neugebildete Ebene mit der Zeit wieder rückwärts in eine Klippe ausgenagt werden, und Wiederholungen dieser Hebungs- und Denudationsprocesse würden eine Reihe von mit Geschiebe bedeckten, sanft abfallenden Terrassen, einer über der andern hervorbringen, wie diejenigen, welche die Küsten von Patagonien ein- fassen.

Die hauptsächlichste Schwierigkeit (denn es gibt noch andere un- beträchtliche) bei dieser Ansicht ist die Thatsache, — soweit ich mich auf zwei zusammenhängende Reihen von Peilungen verlassen kann, welche zwischen Santa Cruz und den Falkland-Inseln sorgfältig ausgeführt worden sind, und auf mehrere zerstreute Beobachtungen an dieser und anderen Küsten, — dasz die Rollsteine auf dem Meeresgrunde schnell und regelmäszig an Grösze mit der zunehmenden Tiefe und Entfernung vom Ufer abnehmen, während am Geschiebe auf den geneigten Ebenen keine solche Abnahme in der Grösze wahrnehmbar war. Die folgende Tabelle gibt das mittlere Resultat vieler Sondirungen auf der Höhe von Santa Cruz:

Innerhalb zweier Meilen vom Ufer waren viele von den Geröllsteinen von bedeutender Grösze, untermischt mit einigen kleineren.

Entfernung.	Tiefe.	Grösze der Geröllsteine.
3—4 Meilen vom Ufer.	11—12 Faden.	So grosz wie Walnüsse; in allen Fällen mit einigen kleineren untermischt.
6—7 " " "	17—19 "	So grosz wie Haselnüsse.
10—11 " " "	23—25 "	Von drei bis vier Zehntel Zoll im Durchmesser.
12 " " "	30—40 "	Zwei Zehntel Zoll.
12—150 " " "	45 65 "	Ein Zehntel Zoll bis zum feinsten Sand.

Ich wendete besondere Aufmerksamkeit auf die Grösze der Geröllsteine auf der 355-Fusz-Ebene von Santa Cruz und bemerkte, dasz auf dem Gipfelrande der jetzigen Meeresklippen viele halb so grosz waren wie ein Manneskopf, und bei dem Uebergang von diesen Klippen bis zum Fusze der nächst höchsten Böschung, eine Entfernung von sechs Meilen, konnte ich keinerlei Zunahme in ihrer Grösze beobachten. Wir werden sofort sehen, dasz die Theorie einer langsamen und beinahe unmerklichen Erhebung des Landes alle mit den geröllbedeckten Terrassen in Zusammenhang stehenden Thatsachen erklärt, und zwar besser, als die Theorie plötzlicher Erhebungen von ein- bis zweihundert Fusz.

D'ORBIGNY hat nach den emporgehobenen Muschelschalen bei San Blas, welche in den Stellungen eingebettet sind, in welchen sie lebten, und nach den Schalen der *Azara labiata* hoch an den Ufern des Parana, welche verbunden und nicht abgerollt sind, vermuthet, dasz die Erhebung des nördlichen Patagoniens und des Plata plötzlich gewesen sein musz; denn er meint, wenn sie allmählich gewesen wäre, würden diese Muschelschalen sämmtlich auf hinter einander liegenden Strandlinien abgerollt sein. Aber in geschützten Buchten, so wie in der von Bahia Blanca, wo nur immer das Meer ausgedehnte Schlamm-
bänke anhäuft, oder wo die Winde ruhig Sanddünen aufhäufen, können Muschelschichten zuverlässig in den Stellungen eingebettet erhalten werden, in denen sie gelebt hatten, selbst während das Land dasselbe Niveau behielt; jeder, auch der geringste Grad von Erhebung wird direct zu ihrer Erhaltung beitragen. Ich sah eine Menge Orte in Bahia Blanca, wo dies bewirkt worden sein könnte, und bei Maldonado ist es beinahe sicher bewirkt worden. Wenn ich sage, dasz die Erhebung des Landes langsam gewesen ist, so will ich dabei nicht die kleinen Stösze ausschlieszen, welche, wie an der Küste von Chile, Erd-

beben begleiten, und durch derartige Bewegungen können Muschelschichten leicht emporgehoben werden, selbst an Stellen, welche einer heftigen Brandung ausgesetzt sind, ohne irgend eine Abreibung zu erleiden: so wurde beispielsweise 1835 eine felsige Ebene in der Höhe der Insel Santa Maria mit einem Stosze über die Fluthgrenze emporgehoben und mit klaffenden und verfaulenden Miesmuscheln, die noch immer an den Grund auf welchem sie gelebt hatten befestigt waren, bedeckt zurückgelassen. Wenn D'ORBIGNY die vielen langen parallelen Linien von Sandhügeln mit unendlich zahlreichen Muscheln von *Mactra* und *Venus* in einem niedrigen Niveau in der Nähe des Uruguay gekannt hätte, wenn er bei Bahia Blanca die ungeheueren Sanddünen mit vom Wasser abgeriebenen Bimsstein-Rollsteinen, die in parallelen Linien eine hinter der anderen bis zu einer Höhe von mindestens 120 Fusz sich hinziehen, gesehen hätte, wenn er die Sanddünen mit den zahllosen *Paludestrina*-Schalen an der unteren Ebene in der Nähe des Forts an diesem Orte und jene lange Reihe an dem Rande der Klippe sechzig Fusz höher hinauf gesehen hätte, wenn er jene langen und groszen Gürtel paralleler Sanddünen, acht Meilen in der Breite, überschritten hätte, welche in der Höhe von vierzig bis fünfzig Fusz oberhalb des Colorado liegen, wo jetzt kein Sand angesammelt werden kann, — so glaube ich nicht, dasz er gemeint haben würde, dasz die Erhebung dieses groszen Districtes plötzlich gewesen sei. Sicherlich müssen die Sanddünen (besonders wenn sie an Muscheln so reich sind), welche in so verschiedenen Niveau's reihenweise stehen, sämmtlich lange Zeit zu ihrer Anhäufung erfordert haben; und ich zweifele daher nicht, dasz die letzten hundert Fusz der Erhebung von La Plata und dem nördlichen Patagonien äusserst langsam gewesen sind.

Wenn wir diesen Schlusz auf das centrale und südliche Patagonien ausdehnen, so kann die Steigung der auf einander folgend sich erhebenden mit Geschiebe bedeckten Ebenen ebenso gut erklärt werden, wie nach der augenfälligeren, bereits mitgetheilten Ansicht einiger weniger vergleichsweise groszen und plötzlichen Erhebungen; in jedem Falle müssen wir lange Perioden der Ruhe annehmen, während welcher das Meer tief in das Land hineinfrasz. Wir wollen annehmen, dasz die jetzige Küste sich mit einer nahezu gleichförmig langsamen Geschwindigkeit erhebe, doch hinreichend schnell, um zu verhindern, dasz die Wellen jeden Theil schnell entfernen, so bald er erhoben ist, so wird in diesem Falle jeder Theil des gegenwärtigen Meeresgrundes

nach einander eine Strandlinie bilden und, da er einer gleichen Einwirkung ausgesetzt ist, auch ähnlich afficirt werden. Es kann von keiner Bedeutung sein bis zu welcher Höhe die Fluth steigt, selbst wenn sie bis vierzig Fusz steigt, wie bei Santa Cruz, denn sie wird mit gleicher Gewalt und in gleicher Art und Weise auf jede hinter einander folgende Linie wirken. Es besteht daher in der Thatsache, dasz die 355 Fusz-Ebene bei Santa Cruz 108 Fusz bis zum Fusz der nächst höheren Böschung ansteigt und doch keine Zeichen irgend einer besonderen Strandlinie auf ihr darbietet, keine Schwierigkeit; denn nach dieser Ansicht ist die ganze Fläche ein Strand gewesen. Ich kann nicht versuchen, die genaue Einwirkung der Fluthwellen während einer Erhebung des Landes zu verfolgen, die langsam, aber hinreichend schnell war, um Denudation zu verhüten oder zu hemmen: wenn sie aber dem analog ist, was an geschützten Theilen der gegenwärtigen Küste statt hat, wo Geröll sich jetzt in groszer Menge anhäuft¹⁵, so wird eine geneigte, dick mit gut abgerundeten Rollsteinen von ungefähr derselben Grösze bedeckte Ebene schliesslich zurückbleiben. Auf das sich jetzt anhäufenden Geröll werfen die Wellen vom Winde unterstützt zuweilen eine dünne Decke von Sand, zusammen mit den gemeinen Küstenmuscheln. Es werden in dieser Weise von Stürmen emporgeworfene Muscheln während einer Erhebungsperiode niemals wieder vom Meere berührt werden. Nach dieser Ansicht von einer langsamen und allmählichen Erhebung des Landes, die durch Perioden der Ruhe und Denudation unterbrochen wurde, können wir daher verstehen, warum die Rollstücke über die ganze Weite der stufenartigen Ebenen von ungefähr derselben Grösze sind, — woher der gelegentliche dünne Überzug von sandiger Erde kommt, — und ebenso das Vorhandensein zerbrochener nicht abgerollter Fragmente derjenigen Muscheln einsehen, welche jetzt ausschliesslich in der Nähe der Küste leben.

Zusammenfassung der Resultate. — Es kann geschlossen werden, dasz die Küste an dieser Seite des Continents in einer Ausdehnung von mindestens 1180 Meilen bis zu einer Höhe von 100 Fusz in La Plata, und von 400 Fusz im südlichen Patagonien innerhalb

¹⁵ Auf der östlichen Seite von Chiloë, welche Insel, wie wir im nächsten Capitel sehen werden, sich jetzt erhebt, beobachtete ich, dasz alle Strandzüge und die ausgedehnten den Gezeiten zugänglichen flachen Strecken aus Geröll bestehen.

der Periode der jetzt existirenden Muscheln, aber nicht der der jetzt existirenden Säugethiere erhoben worden ist, dasz in La Plata die Bewegung sehr langsam bewirkt worden ist, dasz in Patagonien die Bewegung durch beträchtliche Stöße, aber viel wahrscheinlicher langsam und ruhig vor sich gegangen ist. In jedem Falle sind lange zwischentretende Perioden vergleichsweiser Ruhe vorgekommen¹⁶, während welcher das Meer, wie es jetzt noch thut, tief in das Land einfrasz. Es kann ferner geschlossen werden, dasz die Perioden der Denudation und Erhebung gleichzeitig und über grosze Küstenstrecken hin gleichförmig gewesen sind, wie es die gleichförmigen Höhen der Ebenen ergeben: dasz es mindestens acht Perioden der Denudation gegeben hat, und dasz das Land bis zu einer Höhe von 950 bis 1200 Fusz ähnlich geformt und afficirt worden ist: dasz der erhobene Bezirk in dem südlichsten Theile des Continentes sich in der Breite bis zur Cordillera und wahrscheinlich meerwärts bis zu den Falkland-Inseln erstreckte: dasz nach Norden im La Plata die Breite unbekannt ist, da dort wahrscheinlich mehr als eine Erhebungssachse bestanden hat: und endlich, dasz der durch diese emporgehobenen Schalen bezeugten Erhebung vorausgehend das Land durch eine Meerenge getheilt wurde, da wo der Flusz Santa Cruz jetzt flieszt, und dasz weiter nach Süden sich andere seit jener Zeit geschlossene Meerengen fanden. Ich will hinzufügen, dasz bei Santa Cruz in 50° s. Br. die Ebenen mindestens 1400 Fusz seit der Periode emporgehoben worden sind, wo riesengrosze erratiche Blöcke zwischen sechzig und siebzig Meilen weit von ihrem Muttergestein auf schwimmenden Eisbergen forttransportirt wurden.

Betrachtet man endlich die groszen aufwärts gerichteten Bewegungen, welche diese lange Küstenlinie erlitten hat, und die grosze Nähe ihrer südlichen Hälfte an der vulcanischen Axe der Cordillera, so ist es im hohen Grade merkwürdig, dasz ich in den vielen schönen Durchschnitten, welche in der Pampas-, der patagonischen tertiären und der erraticen Formation dem Blicke ausgesetzt sind, nirgends auch nur die geringste Verwerfung oder plötzliche Krümmung in den Schichten beobachtet habe.

¹⁶ Ich sage „vergleichsweiser“ und nicht „absoluter“ Ruhe, weil das Meer, wie wir gesehen haben, auf dieser ganzen Küstenstrecke mit groszer Kraft denudirend wirkt; es ist daher ganz gut möglich, dasz während einer Erhebung des Landes, wenn sie äusserst langsam war (und natürlich während eines Sinkens des Landes) Klippenzüge gebildet werden können.

Geröll-Formation von Patagonien.

Ich will hier in grösserem Detail, als bis jetzt beiläufig geschehen ist, die Natur, den Ursprung und die Ausdehnung der grossen Gerölldecke von Patagonien beschreiben: ich will aber damit nicht behaupten, dass alles dieses Gerölle, besonders das auf den hohen Ebenen, der neuen Periode angehört. Eine dünne Schicht sandiger Erde mit kleinen Rollsteinen verschiedener Porphyrrarten und von Quarz, welche eine niedrige Ebene an der Nordseite des Rio Colorado bedeckt, ist die äusserste nördliche Grenze dieser Formation. Diese kleinen Rollsteine rühren wahrscheinlich von der Denudation einer regelmässigeren Schicht von Geröll her, welche das alte tertiäre Sandsteinplateau des Rio Negro bedeckt. Die Geröllschicht in der Nähe des Rio Negro ist im Mittel ungefähr zehn oder zwölf Fusz mächtig; und die Rollsteine sind grösser als auf der nördlichen Seite des Colorado, indem sie von ein bis zwei Zoll im Durchmesser sind, und bestehen hauptsächlich aus ziemlich dunkel gefärbten Porphyren. Unter diesen bemerkte ich hier zuerst eine noch häufig zu erwähnende Art, nämlich einen eigenthümlich gallensteingelben kieseligen Porphyry, häufig, aber nicht ausnahmslos, Quarzkörner enthaltend. Die Rollsteine sind in einer weissen kalkigen Grundsubstanz, Mörtel sehr ähnlich, eingebettet, welche zuweilen einfach wie ein Kalküberzug die einzelnen Steine bedeckt, und zuweilen den grösseren Theil der Masse bildet. An einer Stelle sah ich in dem Gerölle (nicht abgerundete) körnige Concretionen von crystallirtem Gyps, einige so gross wie ein Manneskopf. Ich verfolgte diese Schicht fünfundvierzig Meilen landeinwärts und versicherte mich, dass sie sich weit in das Innere noch erstreckte. Da die Oberfläche der kalkigen thonigen Ebene der Pampas-Formation auf der nördlichen Seite des weiten Thals des Colorado ungefähr in derselben Höhe liegt mit dem mörtelartig cementirten Geröll, welches den Sandstein auf der südlichen Seite bedeckt, so ist es in Anbetracht der augenscheinlichen Gleichförmigkeit der unterirdischen Bewegungen dieser Seite von America entlang wahrscheinlich, dass dieses Geröll des Rio Negro und die oberen Schichten der Pampas-Formation nach Norden vom Colorado nahezu von gleichartigem Ursprunge sind, und dass die kalkige Masse aus derselben Quelle herrührt.

Nach Süden vom Rio Negro sind die Klippen der grossen Bucht von San Antonio entlang mit Geröll bedeckt: bei San Josef fand ich,

dasz die Rollsteine denen auf den Ebenen des Rio Negro sehr ähnlich waren, dasz sie aber nicht von kalkiger Substanz cementirt waren. Zwischen San Josef und Port Desire versicherten mir die Beamten der Küstenaufnahme, dasz die ganze Fläche des Landes mit Geröll bedeckt ist. Bei Port Desire und über einen Raum von fünfundzwanzig Meilen landeinwärts auf den drei stufenförmigen Ebenen und in den Thälern kam ich überall über Geröll, welches, wo es am mächtigsten war, dreissig und vierzig Fusz betrug. Hier wie in den anderen Theilen von Patagonien war das Geröll oder sein sandiger Überzug, wie wir gesehen haben, oft mit recenten Seemuscheln überstreut. Die sandige Decke erfüllt zuweilen Furchen in dem Geröll, wie es dies in den darunter liegenden tertiären Formationen thut. Die Rollsteine sind häufig geweißt, und selbst zusammengekittet durch eine eigenthümliche, weisse, zerreibliche, alaunhaltige, schmelzbare Substanz, welche, wie ich glaube, zersetzter Feldspath ist. Bei Port Desire lag das Geröll zuweilen auf der Grundformation von Porphyry und zuweilen auf den oberen oder unteren denudirten Tertiärschichten. Es ist merkwürdig, dasz die meisten Porphyrollsteine von den Varietäten von Porphyry, welche hier äusserst reichlich in situ vorkommen, verschieden sind. Die eigenthümliche gallensteingelbe Varietät war häufig, aber weniger zahlreich, als bei Port San Julian, wo sie nahezu ein Drittel der Geröllmasse bildete; der übrige Theil bestand dort aus blaszgrauen und grünlichen Porphyren mit vielen Feldspathkrystallen. Bei Port S. Julian bestieg ich einen der flachgipfeligen Berge, den denudirten Überrest der höchsten Ebene, und fand, dasz er in der Höhe von 950 Fusz mit der gewöhnlichen Geröllschicht bedeckt war.

In der Nähe der Mündung des Santa Cruz ist die Geröllschicht auf der 355-Fusz-Ebene von zwanzig bis ungefähr fünfunddreissig Fusz mächtig. Die Rollsteine variiren von minutiöser bis zur Grösze eines Hühnereies, und selbst bis zur halben Grösze eines Manneskopfes; sie bestehen aus blasseren Varietäten von Porphyry, als die weiter nordwärts gefundenen, und es finden sich weniger von der gallensteingelben Art; Rollsteine von compactem schwarzen Thonchiefer wurden hier zuerst beobachtet. Das Geröll bedeckt, wie wir gesehen haben, die stufenförmigen Ebenen an der Mündung, am oberen Ende und den Seiten des groszen Thals des Santa Cruz. In einer Entfernung von 110 Meilen von der Küste ist die Ebene bis zur Höhe von 1416 Fusz über den Meeresspiegel gestiegen, und das Geröll hat mit der damit verbundenen

grossen erratischen Formation eine Dicke von 212 Fusz erreicht. Die Ebene, allem Anscheine nach mit ihrer gewöhnlichen Gerölldecke, steigt allmählich bis zum Fusze der Cordillera bis zur Höhe von zwischen 3200 und 3300 Fusz auf. Bei dem Hinaufschreiten im Thale wird das Geröll allmählich in seinem Character gänzlich geändert: hoch oben haben wir Rollsteine von krystallinischem, feldspathartigem Gestein, von compactem Thonschiefer, quarzigen Schiefen und blaszgefärbten Porphyren; sowohl nach der riesigen Grösze der erratischen Blöcke an der Oberfläche als nach einigen kleinen Rollsteinen, welche unter einer Masse von 700 Fusz Mächtigkeit in den alten tertiären Schichten eingebettet sind, zu urtheilen, sind diese Gesteine die vorherrschenden Arten in diesem Theile der Cordillera; auch Rollsteine von Basalt aus den benachbarten Strömen basaltischer Lava sind zahlreich; es finden sich wenige oder keine von den röthlichen oder von den gallensteingelben Porphyren, die in der Nähe der Küste so gemein sind. Es können daher die Rollsteine auf der 350-Fusz-Ebene an der Mündung des Santa Cruz (mit Ausnahme derer aus compactem Thonschiefer, welche indessen ebenso gut vom Süden her gekommen sein können) nicht von der Cordillera in dieser Breite herrühren, sondern wahrscheinlich zum hauptsächlichsten Theile weiter von Norden her.

Südlich vom Santa Cruz sieht man, wie das Geröll zusammenhängend die grosze 840-Fusz-Ebene bedeckt: beim Rio Gallegos, wo auf diese Ebene noch eine tiefere folgt, findet sich, wie mir Captain SULIVAN mitgetheilt hat, eine unregelmässige Decke von Geröll von zehn bis zwölf Fusz Mächtigkeit über das ganze Land. Der District auf beiden Seiten der Magellan-Strasze wird entweder von Geröll oder von der erratischen Formation bedeckt: es war interessant, den ausgesprochenen Unterschied zwischen dem vollkommen abgerundeten Zustande der Rollsteine in der grossen Geröllformation von Patagonien und den mehr oder weniger eckigen Bruchstücken in der erratischen Formation zu bemerken. Die Rollsteine und Fragmente in der Nähe der Magellan-Strasze gehören beinahe sämtlich Gesteinsarten an, von denen bekannt ist, dasz sie im Feuerlande vorkommen. Ich war daher sehr überrascht, als ich südlich von der Strasze in $54^{\circ} 10'$ s. Br. mit dem Schlepnetz viele Geröllsteine des gallensteingelben kieseligen Porphyrs erhielt; ich verschaffte mir andere aus einer grossen Tiefe auf der Höhe der Staaten-Insel, und andere wurden mir von dem west-

lichen Ende der Falkland-Inseln gebracht¹⁷. Die Verbreitung der Rollsteine dieses eigenthümlichen Porphyrs, von dem ich zu behaupten wage, dasz er in situ weder im Feuerlande noch auf den Falkland-Inseln noch an der Küste von Patagonien gefunden wird, ist sehr merkwürdig, denn sie werden über einen Raum von 840 Meilen in einer nordsüdlichen Linie und auf den Falkland-Inseln 300 Meilen östlich von der Küste von Patagonien gefunden. Ihr Vorkommen im Feuerlande und auf den Falkland-Inseln kann indessen vielleicht eine Folge derselben Wirkung des Eises sein, durch welche die erratischen Blöcke hierher transportirt worden sind.

Wir haben gesehen, dasz Porphyrollstücke von geringer Grösze zuerst an der nördlichen Seite des Rio Colorado angetroffen werden, während die Schicht in der Nähe des Rio Negro ordentlich entwickelt wird: von diesem letzteren Punkte aus erstreckt sich, wie ich allen Grund anzunehmen habe, das Geröll ununterbrochen über die Ebenen und Thäler von Patagonien mindestens 630 nautische Meilen südwärts bis zum Rio Gallegos. Nach der Abdachung der Ebenen, nach der Natur der Rollstücke, nach ihrer Verbreitung am Rio Negro weit in das Innere und beim Santa Cruz dicht hinauf bis an die Cordillera, halte ich es für in hohem Grade wahrscheinlich, dasz die ganze Breite von Patagonien damit bedeckt wird. Ist dies der Fall, so musz die mittlere Breite der Schicht ungefähr 200 Meilen sein. In der Nähe der Küste ist das Geröll meistens von zehn bis dreiszig Fusz mächtig, und da es im Thal von Santa Cruz in einiger Entfernung von der Cordillera eine Mächtigkeit von 214 Fusz erreicht, so können wir, meine ich, ruhig seine mittlere Mächtigkeit über das ganze Gebiet von 630 auf 200 Meilen zu fünfzig Fusz annehmen!

Der Transport und der Ursprung dieser ungeheueren Schicht von Rollsteinen ist ein interessantes Problem. Nach der Art und Weise,

¹⁷ Auf meine Bitte sammelte Mr. Kent für mich einen Sack Rollsteine vom Strande des White-Rock-Hafens im nördlichen Theile des Sundes zwischen den zwei Falkland-Inseln. Von diesen ordentlich abgerundeten, in der Grösze von der einer Walnusz bis zu der eines Hühnereies variirenden und einigen noch gröszeren Rollsteinen gehörten achtunddreiszig offenbar zu den Gesteinen dieser Inseln; sechsundzwanzig waren den auf den patagonischen Ebenen gefundenen Porphyrollsteinen ähnlich, welche Gesteine auf den Falkland-Inseln nicht in situ vorkommen; ein Rollstein gehörte zu dem eigenthümlichen gelben kieseligen Porphyre, und dreiszig waren zweifelhaften Ursprungs.

in welcher sie die stufenförmigen Ebenen, welche von dem Meer innerhalb der Periode der jetzt existirenden Muscheln ausgewaschen worden sind, bedecken, musz ihre Ablagerung, mindestens auf den Ebenen bis zu einer Höhe von 400 Fusz, ein neueres geologisches Ereignis gewesen sein. Nach der Form des Continentes können wir sicher sein, dasz sie vom Westen hergekommen sind, wahrscheinlich zum hauptsächlichlichen Theile von der Cordillera, vielleicht aber zum Theil von unbekanntem felsigen Rücken in den centralen Bezirken von Patagonien. Dasz die Rollsteine nicht von Flüssen transportirt worden sind, vom Inneren her nach der Küste zu, können wir aus der geringen Zahl und der Kleinheit der Flüsse in Patagonien schlieszen: überdies haben wir, was den einen groszen und reizenden Flusz des Santa Cruz betrifft, gute Belege dafür, dasz sein Vermögen, Gesteine zu transportiren, sehr unbedeutend ist. Dieser Flusz ist von 200 bis 300 Yards breit, ungefähr siebzehn Fusz in seiner Mitte tief, und läuft mit einem merkwürdigen Grade von Gleichförmigkeit fünf Knoten in der Stunde, ohne irgend welche See'n und kaum mit irgend welchen ruhigeren Stellen: und trotzdem, um ein Beispiel von seiner geringen Transportfähigkeit zu geben, konnten bei sorgfältiger Untersuchung Rollsteine von compactem Basalt in dem Bette des Flusses in keiner gröszeren Entfernung als zehn Meilen unterhalb des Punktes gefunden werden, wo der Strom über Débris der groszen basaltischen, seine Ufer bildenden Klippen strömt: Fragmente der zelligen Varietäten sind zwei- oder dreimal so weit abwärts gewaschen worden. Dasz die Rollsteine im centralen und nördlichen Patagonien nicht durch Eisthätigkeit transportirt worden sind, wie es in einer beträchtlichen Ausdehnung weiter südlich der Fall gewesen zu sein scheint, und gleichfalls auch in der nördlichen Hemisphäre, können wir aus der Abwesenheit aller eckiger Fragmente im Geröll und aus dem vollständigen Contrast in vielen anderen Beziehungen zwischen der Geröll- und der benachbarten erratischen Formation schlieszen.

Betrachte ich das Geröll auf irgend einer der stufenförmigen Ebenen, so kann ich nach den verschiedenen in diesem Capitel angeführten Gründen nicht daran zweifeln, dasz es durch die lange andauernde Wirkung des Meeres wahrscheinlich während der langsamen Erhebung des Landes ausgebreitet und abgeglichen worden ist. Der glatte und vollkommen abgerundete Zustand der unzähligen Rollsteine würde allein schon eine lange fortgesetzte Thätigkeit beweisen. Wie

aber die ganze Masse von Rollsteinen auf den Küstenebenen von den Bergen des Inneren her transportirt worden ist, ist eine andere und schwierigere Frage. Die folgenden Betrachtungen zeigen indessen, dasz das Meer in seiner gewöhnlichen Thätigkeit ein beträchtliches Vermögen Rollsteine zu verbreiten besitzt. Es ist bereits eine Tabelle mitgetheilt worden, welche zeigt, wie sehr gleichförmig und allmählich¹⁸ die Rollsteine an Grösze abnehmen mit der nach dem Meere hin allmählich zunehmenden Tiefe und Entfernung. Eine Reihe dieser Art führt unwiderstehlich zu der Folgerung, dasz das Meer das Vermögen hat, die lose Substanz auf seinem Grunde zu sortiren und zu vertheilen. Nach der Angabe von MARTIN WHITE¹⁹ wird der Grund des englischen Canals bei Stürmen bis in Tiefen von dreiundsechzig und siebenundsechzig Faden aufgewühlt, und bei dreissig Faden werden häufig Geröllsteine und Fragmente von Muscheln abgelagert, die später wieder fortgeschafft werden. Von dem Grunde sich erhebender Wogenschwall, welcher angenommener Maszen von entfernten Stürmen verursacht wird, scheint besonders den Grund zu afficiren: zu solchen Zeiten wird nach der Angabe von Sir R. SCHOMBURGK²⁰ das Meer bis in eine grosze Entfernung rings um die westindischen Inseln in Tiefen von fünf bis fünfzehn Faden entfärbt, und selbst die Anker von Fahr-

¹⁸ Ich will erwähnen, dasz ich in einer Entfernung von 150 Meilen von der patagonischen Küste sorgfältig die minutiös abgerundeten Stückchen im Sande untersucht und sie schmelzbar gefunden habe gleich den Porphyren der groszen Geröllschicht. Ich konnte selbst Stückchen des gallensteingelben Porphyrs unterscheiden. Es war interessant zu beobachten, wie die Stückchen weissen Quarzes zunahmen in dem Masse wie wir uns den Falkland-Inseln näherten, welche daraus bestehen. Auf der ganzen Linie von Sondirungen zwischen diesen Inseln und der Küste von Patagonien waren Reste todter oder lebender organischer Formen äusserst selten. Über die Beziehungen zwischen der Tiefe des Wassers und der Beschaffenheit des Bodens s. Martin White, über „Soundings in the Channel“, p. 4, 6, 175; s. auch Capt. Beechey's Voyage to the Pacific, Cap. XVIII.

¹⁹ „Soundings in the Channel“, p. 4, 166. M. Siau gibt an (Edinb. New Philos. Journ., Vol. XXXI, p. 246), dasz er in einer Tiefe von 188 Metern das Sediment in Wellenfurchen (ripples) von verschiedenen Graden, von Feinheit angeordnet gefunden habe. Einige ausgezeichnete Erörterungen über diesen und verwandte Gegenstände finden sich in Sir H. de la Beeche's „Theoretical Researches“.

²⁰ Journal of R. Geograph. Soc. Vol. V, p. 25. Aus Mr. Scott Russell's Untersuchungen (s. Murchison's Annivers. Address Geolog. Soc., 1843, p. 40) geht hervor, dasz bei Übergangswellen die Bewegung der Wassertheilchen am Grunde nahezu ebenso grosz ist wie am Gipfel.

zeugen sind bewegt worden. Es finden sich indessen einige Schwierigkeiten einzusehen, wie das Meer auf dem Boden liegende Rollsteine transportiren kann, denn nach Versuchen, die über die Kraft strömenden Wassers angestellt worden sind, möchte es scheinen, als hätten die Strömungen des Meeres nicht hinreichende Schnelligkeit, Steine von selbst mäsiger Grösze zu bewegen: überdies habe ich wiederholt an den exponirtesten Stellen gefunden, dasz die Rollsteine, welche auf dem Grunde liegen, mit völlig erwachsenen, lebenden Corallinen, die mit den zartesten und doch nicht zerbrochenen Stacheln besetzt waren, incrustirt waren, so beispielsweise in zehn Faden Wasser gegenüber der Mündung des Santa Cruz, wo viele Rollsteine unter einem halben Zoll Durchmesser in dieser Weise mit *Flustra*-artigen Zoophyten überzogen waren²¹. Wir müssen daher schlieszen, dasz diese Rollsteine nicht oft mit Heftigkeit aufgerührt werden; doch ist im Auge zu behalten, dasz das Wachsthum der Corallinen ein sehr schnelles ist. Die von Prof. PLAYFAIR vorgetragene Ansicht wird, wie ich glaube, diese anscheinende Schwierigkeit erklären, — nämlich dasz, weil die Wellenbewegungen des Meeres Rollsteine oder andere lose Körper auf dem Grunde auf und nieder zu bewegen streben, diese Körper gern, wenn sie in dieser Weise ganz oder zum Theil erhoben sind, selbst durch eine sehr geringe Kraft ein wenig vorwärts bewegt werden. Wir können hieraus verstehen, wie oceanische oder Fluthströmungen von keiner groszen Kraft, oder jene rückläufige Bewegung des Grundwassers in der Nähe des Landes, welches die Matrosen „undertow“ nennen (von dem ich vermuthe, dasz es sich so weit seawärts hinaus erstrecken musz, als die sich brechenden Wellen das Oberflächenwasser nach dem Strande zu treiben), während der Stürme die Kraft erhalten können, Rollsteine selbst von beträchtlicher Grösze zu bewegen und zu verbreiten, und doch ohne sie so heftig aufzustören, dasz die incrustirenden Corallinen beschädigt würden²².

²¹ Es wurde mir ein anderthalb Zoll im Geviert groszer und einen halben Zoll dicker Rollstein gegeben, welcher aus siebenundzwanzig Faden Tiefe gegenüber dem westlichen Ende der Falkland-Inseln mit dem Schleppnetz erhalten worden war, wo das Meer merkwürdig stürmisch und sehr heftigen Gezeiten ausgesetzt ist. Dieser Rollstein war auf allen Seiten von einer lebenden Coralline incrustirt. Ich habe viele in solcher Weise incrustirte Rollsteine aus Tiefen zwischen vierzig und siebenzig Faden gesehen, einen aus letzterer Tiefe von der Höhe des Cap Horn.

²² Ich will diese Gelegenheit benutzen, einige Bemerkungen über einen eigenthümlichen, aber sehr häufig vorkommenden Character in der Form des Grundes

Das Meer wirkt noch in einer anderen und verschiedenen Weise auf die Vertheilung der Rollsteine, nämlich durch die Wellen am Strande. Mr. PALMER²³ hat in seiner ausgezeichneten Abhandlung über diesen Gegenstand gezeigt, dasz ungeheuere Massen von Geröll mit überraschender Schnelligkeit den Küstenstrecken entlang wandern, und zwar je nach der Richtung mit welcher sich die Wellen am Strande brechen, und dasz diese wiederum durch die vorherrschende Richtung der Winde bestimmt werde. Diese Thätigkeit musz sehr wirksam sein bei dem Durcheinandermischen und Zerstreuen der aus verschiedenen Quellen herrührenden Rollsteine: wir können vielleicht hieraus die weite Verbreitung der gallensteingelben Porphyrsteine verstehen, und gleichfalls vielleicht die grosze Verschiedenheit in der Natur der Rollsteine an der Mündung des Santa Cruz von denen in derselben Breite an dem oberen Ende des Thals.

Ich will mir nicht anmaszen, diesen verschiedenen und complicirten Thätigkeiten ihre betreffenden Rollen bei der Vertheilung der patagonischen Rollsteine zuzuweisen; aber nach den verschiedenen in diesem Capitel mitgetheilten Betrachtungen, und, wie ich hinzufügen will, nach der Häufigkeit der Gerölldecke auf tertiären Ablagerungen in allen Theilen der Erde, wie ich selbst beobachtet und in den Werken verschiedener Autoren angeführt gesehen habe, kann ich nicht daran zweifeln, dasz das Vermögen, Geröll weit zu verbreiten, eine gewöhnliche begleitende Erscheinung der Thätigkeit des Meeres ist, und dasz wir selbst in Bezug auf die grosze patagonische Geröll-

in den Buchten zu machen, welche tief in die westlichen Ufer des Feuerlandes eindringen: dasz sie nämlich beinahe ausnahmslos nahe am offenen Meer an ihren Mündungen viel seichter sind, als weiter landeinwärts. So hatte Cook beim Eintritt in Christmas Sound erst Peilungen von siebenunddreissig, dann von fünfzig, dann von sechzig Faden und ein wenig weiter mit einer 170 Faden-Linie keinen Grund. Die Robbenjäger sind mit dieser Thatsache so vertraut, dasz sie sich stets einen Ankergrund in der Nähe des Eingangs der Buchten aussuchen. s. auch über diesen Gegenstand die „Voyage of the Adventure and Beagle“, Vol. I, p. 375 und ‚Appendix‘, p. 313. Diese Seichtheit der Meeresarme in der Nähe ihrer Eingänge ist wahrscheinlich eine Folge der Menge von Sediment, welches durch das Verwittern der äusseren, der vollen Kraft des offenen Meeres ausgesetzten Felsen gebildet wird. Ich habe keinen Zweifel daran, dasz viele Seen, beispielsweise in Schottland, welche immer sehr tief und von dem Meer augenscheinlich nur durch einen Riegel von Detritus getrennt sind, ursprünglich Meeresarme waren, deren Ufer in der Nähe der Mündung die geschilderte Beschaffenheit hatte, und welche seitdem emporgehoben worden sind.

²³ ‚Philosophical Transactions‘, 1834, p. 576.

schicht keine Veranlassung haben, die Hilfe von Katastrophen heranzuziehen. Ich glaubte eine Zeit lang, dasz vielleicht eine ungeheure Anhäufung von Geröll ursprünglich am Fusze der Cordillera angesammelt worden sei, und dasz diese Anhäufung, wenn sie sich über das Niveau des Meeres erhoben hätte, von diesem ausgenagt und theilweise ausgebreitet worden sei (wie gegenüber der jetzigen Küstenlinie); und dasz die neu verbreitete Schicht nun wiederum erhoben worden, ausgenagt worden und wieder von neuem ausgebreitet worden sei, und so fort, bis das Geröll, welches anfangs in groszer Mächtigkeit am Fusze der Cordillera angehäuft war, in dünneren Schichten seine jetzige Verbreitung erlangt hätte. Durch welche Mittel auch immer die Geröllschicht von Patagonien verbreitet worden sein mag, so scheint die ungeheure Grösze ihres Bezirks, ihre Mächtigkeit, ihre oberflächliche Lage, ihr neuer Ursprung und der bedeutende Grad von Ähnlichkeit in der Natur ihrer Rollsteine sämmtlich wohl die Aufmerksamkeit der Geologen in Bezug auf den Ursprung der weit verbreiteten Schichten von vergangenen Epochen angehörenden Conglomeraten zu verdienen.

Bildung von Klippen. — Als ich die von dem Meer abgenagten Klippen von Patagonien, die an einigen Stellen zwischen 800 und 900 Fusz hoch sind und von horizontalen tertiären Schichten gebildet werden, welche früher einmal weit seewärts hinaus sich erstreckt haben müssen, betrachtete, — und ferner, als ich die hohen Klippen rund um viele vulcanische Inseln betrachtete, an denen die sanfte Neigung der Lavaströme die frühere Ausdehnung des Landes andeutet, trat mir häufig eine Schwierigkeit entgegen, nämlich wie die Schichten möglicherweise durch die Thätigkeit des Meeres in einer beträchtlichen Tiefe unter seiner Oberfläche entfernt worden sein können. Der folgende Durchschnitt, welcher die allgemeine Form des Landes an der nördlichen und unter dem Winde gelegenen Seite von St. Helena (nach Mr. SEALS' groszem Modell und verschiedenen Messungen genommen) und des Grundes des benachbarten Meeres darstellt (hauptsächlich nach Captain AUSTIN's Aufnahme und einigen alten Karten), wird die Natur dieser Schwierigkeiten zeigen.

Wenn die basaltischen Ströme, wie es wahrscheinlich zu sein scheint, ursprünglich sich mit nahezu ihrer gegenwärtigen Neigung weiter fortsetzten, so müssen sie sich, wie durch punktirte Linien in

Fig. 7.



Verticaler und horizontaler Maßstab zwei Zoll auf die Seemeile. Der mit „1600 Fusz“ bezeichnete Punkt ist am Fusze von High Knoll; der „510 Fusz“ bezeichnete Punkt findet sich am Rande von Ladder Hill. Die Schichten bestehen aus basaltischen Strömen.

Durchschnitt der Küstenklippen und des Meeresgrundes
bei der Insel St. Helena.

dem Durchschnitte angedeutet ist, früher mindestens bis zu einem Punkte erstreckt haben, welcher jetzt von dem Meere bis zu einer Tiefe von nahezu dreißig Faden bedeckt wird. Ich habe aber allen Grund, zu glauben, dasz sie sich beträchtlich weiter erstreckten, denn die Neigung der Ströme ist in der Nähe der Küste geringer als weiter landeinwärts. Es ist auch zu beachten, dasz andere Durchschnitte an der Küste dieser Insel noch bei weitem auffallendere Resultate gegeben haben würden, ich besasz aber nicht die genauen Messungen; so sind auf der Seite vor dem Winde die Klippen ungefähr 2000 Fusz hoch, und die abgeschnittene Lava sehr sanft geneigt, und der Meeresgrund hat nahezu eine ähnliche Abdachung rings um die ganze Insel. Wie ist denn nun das ganze harte basaltische Gestein, welches sich früher unter die Oberfläche des Meeres hin erstreckte, weggearbeitet worden? Nach Captain AUSTIN ist der Meeresgrund uneben und steinig nur bis zu jener sehr geringen Entfernung von dem Strande, innerhalb deren die Tiefe von fünf bis sechs Faden beträgt; ausserhalb dieser Linie bis zu einer Tiefe von ungefähr hundert Faden ist der Grund glatt, sanft geneigt und besteht aus Schlamm und Sand; nach auszen von der 100 Faden-Linie fällt er plötzlich in unermessliche Tiefen, wie es so sehr häufig an allen Küsten der Fall ist, wo sich Sediment anhäuft. Bei grözeren Tiefen als fünf oder sechs Faden scheint es unter den jetzt existirenden Umständen unmöglich zu sein, dasz das Meer sowohl hartes Gestein stellenweise bis zu einer Mäch-

tigkeit von mindestens 150 Fusz abgewaschen als auch ein glattes Bett feinen Sediments abgelagert habe. Wenn wir nun irgend einen Grund hätten zu vermuthen, dasz St. Helena während einer langen Zeit langsam im Sinken begriffen wäre, so würde jede Schwierigkeit beseitigt: denn blicken wir auf den Durchschnitt und stellen wir uns einen neuen Betrag von Senkung vor, so können wir sehen, dasz die Wellen dann auf die Küstenklippen mit neuer und unbeeinträchtiger Kraft wirken würden, während der felsige Vorsprung in der Nähe des Strandes bis zu jener Tiefe niedergebracht werden würde, bei welcher Sand und Schlamm auf seiner kahlen und ebenen Oberfläche abgelagert würde: nach der Bildung einer neuen felsigen Untiefe in der Nähe des Strandes würde eine neue Senkung diese wieder weiter hinabführen und es ermöglichen, dasz sie wieder glatt bedeckt würde. In Bezug aber auf die vielen von Klippen umgebenen Inseln, z. B. einige der Canarischen Inseln und Madeira, um welche rings herum die Neigung der Schichten zeigt, dasz das Land sich einst weit in die Tiefen des Meeres erstreckte, wo keine augenscheinlichen Mittel vorliegen, dasz hartes Gestein hätte hinweggewaschen werden können, sollen wir da annehmen, dasz alle diese Inseln langsam gesunken sind? Ich will bemerken, dasz Madeira nach Mr. SMITH von Jordan-Hill gesunken ist. Haben wir diese Folgerung auf die hohen, klippenbegrenzten, horizontal geschichteten Ufer von Patagonien auszudehnen, denen gegenüber, obschon das Wasser selbst in der Entfernung von mehreren Meilen nicht tief ist, doch der glatte Meeresgrund mit Rollsteinen bedeckt ist, welche mit der zunehmenden Tiefe allmählich an Grösze abnehmen und welche von einer entfernten Quelle herrühren und dadurch zu erklären scheinen, dasz das Meer jetzt ein Niederschlag bewirkendes und nicht ein corrodirendes Agens ist? Ich bin sehr geneigt, zu vermuthen, dasz wir in allen derartigen Fällen später finden werden, dasz das Land mit dem angrenzenden Meeresgrunde in Wahrheit gesunken ist: ich glaube die Zeit wird kommen, wo Geologen es für ebenso unwahrscheinlich halten werden, dasz das Land während einer ganzen geologischen Periode dasselbe Niveau beibehalten haben sollte, wie dasz die Atmosphäre während eines ganzen Jahres absolut ruhig geblieben sein sollte.

Zweites Capitel.

Über die Erhebung der Westküste von Süd-America.

Chonos-Archipel. — Chiloë, neuere und allmähliche Hebung, Traditionen der Einwohner in Bezug auf diesen Gegenstand. — Concepcion, Erdbeben und Erhebung von. — Valparaiso, bedeutende Erhebung von, emporgehobene Muscheln, Erde marinen Ursprungs, allmähliches Erheben des Landes innerhalb der historischen Periode. — Coquimbo, Erhebung von, in neuerer Zeit, Terrassen marinen Ursprungs, ihre Neigung, ihre Böschungen nicht horizontal. — Guasco, Geröllterrassen. — Copiapo. — Peru. — Emporgehobene Muscheln von Cobija, Iquique und Arica. — Lima, Muschellager und Meeresstrand von San Lorenzo; menschliche Überreste, fossiles Töpfergeschirr, Erdbebenüberschwemmung, neueres Sinken. — Über den Zerfall emporgehobener Muscheln. — Allgemeine Zusammenfassung.

Im Süden beginnend und nach Norden vorschreitend war der erste Ort, wo ich landete, bei Cap Tres Montes in $46^{\circ} 35'$ s. Br. Hier beobachtete ich an den Ufern von Christmas Cove an mehreren Stellen einen Strand von Rollsteinen mit recenten Muscheln, ungefähr zwanzig Fusz oberhalb der Fluthgrenze. Südwärts von „Tres Montes“ (zwischen 47° und 48° s. Br.) macht BYRON¹ die Bemerkung: „Wir hielten es „für sehr befremdlich, dasz auf den Gipfeln der höchsten Berge Schichten von Muscheln ein oder zwei Fusz dick gefunden wurden.“ Im Chonos-Archipel wurde die Insel Lemuy ($44^{\circ} 30'$ s. Br.) nach Mr. COSTE² während des Erdbebens von 1839 plötzlich acht Fusz erhoben; er fügt hinzu: „des roches jadis toujours couvertes par la mer, restant „aujourd'hui constamment découvertes.“ In den anderen Theilen dieses Archipels beobachtete ich zwei Geröllterrassen, von denen die eine sich

¹ Narrative of the Loss of the Wager.

² Comptes Rendus, Oct. 1838, p. 706.

an den Fusz der andern anlehnte: bei Low's Harbour ($43^{\circ} 48'$) fand ich unter einer groszen Masse der erratischen Formation von ungefähr 300 Fusz Mächtigkeit eine Schicht Sand mit zahlreichen zerbröckelten Fragmenten von Seemuscheln, die ein frisches Ansehen hatten, aber zu klein waren, um identificirt werden zu können.

Die Insel Chiloë. — Die Zeugnisse für eine neue Erhebung sind hier befriedigender. Die Bay von St. Carlos wird an den meisten Stellen von steilen Klippen von ungefähr zehn bis vierzig Fusz Höhe begrenzt, ihre Basen sind von der jetzigen Grenze der Fluththätigkeit durch eine Böschung von einigen wenigen Fusz Höhe und mit Vegetation bedeckt getrennt. In einer kleinen geschützten Bucht (westlich von P. Arena) fand sich statt einer aus losem Gestein bestehenden Böschung eine nackte, sich abdachende Bank tertiären Schieferlettens, welcher oberhalb der Linie der höchsten Fluth von zahlreichen Muscheln einer *Pholas* durchbohrt war, die jetzt im Hafen gemein ist. Die oberen Enden dieser Muscheln, welche aufrecht in ihren Höhlungen standen, aus denen Gras wuchs, waren ungefähr einen Viertel Zoll bis zu demselben Niveau wie die umgebenen abgeriebenen Schichten abgenagt. An anderen Stellen beobachtete ich (wie bei Pudeto) einen groszen, aus feinen zerbröckelten Muscheln gebildeten Strand, zwanzig Fusz oberhalb der jetzigen Ufer. Wieder an anderen Stellen fanden sich kleine, in den Flusz der niedrigeren Klippen eingearbeitete Höhlen, welche von der Böschung mit ihrer Vegetation vor den Wellen geschützt waren: eine solche Höhle, welche ich untersuchte, lag mit ihrer Mündung ungefähr zwanzig Fusz, und mit ihrem Grunde, welcher mit Sand, der Muschelfragmente und Krabbenfüsse enthielt, erfüllt war, von acht bis zehn Fusz oberhalb der Fluthgrenze. Aus diesen verschiedenen Thatsachen und aus dem Ansehen der emporgehobenen Muscheln schloz ich, dasz die Erhebung ganz neuerdings stattgefunden habe; und als ich mich bei Mr. WILLIAMS, dem Hafenmeister, erkundigte, sagte er mir, er sei überzeugt, dasz während der letzten vier Jahre das Land vier Fusz gestiegen oder das Meer so viel gesunken sei. Während dieser Periode hatte ein starkes Erdbeben stattgefunden, aber es wurde damals keine besondere Veränderung des Niveaus beobachtet; nach den Gewohnheiten der Leute, welche sämmtlich ihre Boote in den geschützten Buchten halten, ist es absolut unmöglich, dasz eine Hebung von vier Fusz plötzlich stattgefunden haben und

und unbeachtet geblieben sein könnte. Mr. WILLIAMS glaubt, dasz die Veränderung ganz allmählich eingetreten sei. Wenn die Hebungsbewegung nicht mit groszer Geschwindigkeit fort dauert, so lässt sich nicht daran zweifeln, dasz das Meer die Böschung von Erde am Fusze der Klippen rings um die Bucht bald zerstören und dann seine früheren seitlichen Ausbreitungen erreichen wird, aber natürlich nicht sein früheres Niveau; einige der Einwohner versicherten mich, dasz eine solche Böschung mit einem Fuszpfade auf derselben selbst jetzt schon merkwürdig an Breite abnehme.

Ich habe mehrere Schilderungen von Muschelschichten erhalten, die in beträchtlichen Höhen landeinwärts in Chiloë vorhanden sind, und nach einer derselben in der Nähe von Catiman wurde ich von einem Eingeborenen geführt. Hier fand sich an der Südseite der Halbinsel von Lacuy ein ungeheures Lager der *Venus costellata* und einer Auster, welche auf dem Gipfelrande eines Stück Tafellandes 350 Fusz (nach dem Barometer) oberhalb des Meeresspiegels lag. Die Schalen waren dicht zusammengepackt, von einem sehr schwarzen, feuchten, torfigen Humus umschlossen und bedeckt, der zwei oder drei Fusz mächtig war, und aus dem ein Wald von groszen Bäumen hervorstach. In Anbetracht der Natur und Feuchtigkeit dieses torfigen Bodens ist es überraschend, dasz die feinen Kanten an der Auszenseite der *Venus* vollkommen erhalten sind, obgleich alle Schalen ein schwärzliches Ansehen haben. Ich zweifelte nicht daran, dasz der schwarze Boden, welcher beim Trocknen hart bäckt, gänzlich terrestrischen Ursprungs war, aber beim Untersuchen desselben unter dem Mikroskop fand ich darin sehr viele minutiöse abgerundete Schalenfragmente, unter denen ich Stückchen von Serpeln und Miesmuscheln unterscheiden konnte. Die *Venus costellata* und die Auster (*O. edulis* nach Captain KING) sind jetzt die gemeinsten Muscheln in den benachbarten Buchten. In einer Muschelschicht einige wenige Fusz unter der 350-Fusz-Schicht fand ich ein Horn des kleinen *Cervus humilis*, welcher jetzt Chiloë bewohnt.

Die östliche oder nach dem Lande zu gelegene Seite von Chiloë, mit den vielen umherliegenden Inselchen, besteht aus tertiären und erratischen Ablagerungen, welche zu unregelmässigen mit Geröll überdeckten Ebenen verwaschen sind. In der Nähe von Castro und zehn Meilen weiter südlich, ebenso auf der Insel von Lemuy fand ich die Oberfläche des Bodens bis zu einer Höhe von zwanzig und dreissig Fusz

über der Fluthgrenze, und an mehreren Stellen allem Anscheine nach bis fünfzig Fusz darüber, dick von stark zerkleinerten Muscheln bedeckt, hauptsächlich von der *Venus costellata* und *Mytilus Chiloënsis*; diese Species sind an dieser Küstenstrecke jetzt auszerordentlich häufig. Da die Einwohner ungeheure Mengen dieser Muscheln landeinwärts schaffen, so war die Continuität der Schicht in derselben Höhe häufig das einzige Mittel, ihren natürlichen Ursprung wieder zu erkennen. In der Nähe von Castro auf jeder Seite der Bucht und des Flützchens Gamboa sind drei verschiedene Terrassen zu sehen: die untere wurde zu ungefähr 150 Fusz Höhe geschätzt, und die höchste zu ungefähr 500 Fusz; das Land steigt unregelmäszig hinter ihr auf; auch konnte man undeutliche Spuren dieser selben Terrassen anderen Theilen der Küste entlang sehen. Es kann darüber kein Zweifel bestehen, dasz diese drei Böschungen Pausen in der Erhebung der Insel bezeichnen. Ich will erwähnen, dasz mehrere Vorgebirge das Wort Huapi, welches in der Indianersprache „Insel“ bedeutet, vorgehängt haben, so Huapilinao, Huapilacuy, Caucahuapi u. s. w., und diese bestanden nach der Indianertradition früher als Inseln. In derselben Weise wird auf Sumatra der Ausdruck „Pulo“ den Namen von Vorgebirgen angehängt³, welche der Tradition gemäsz Inseln gewesen sein sollen; in Sumatra finden sich, wie in Chiloë, emporgehobene recente Muscheln. Die Bay von Carelmapu auf dem Festlande nördlich von Chiloë war nach AGUÉRROS⁴ im Jahre 1643 ein guter Hafen, jetzt ist sie vollkommen unbenutzbar, ausgenommen für Boote.

Valdivia. — Ich habe hier keine deutlichen Beweise von neuerer Erhebung beobachtet; aber in einer Schicht sehr weichen Sandsteins, welche eine saumartige Ebene bildete, ungefähr 60 Fusz hoch, fanden sich rings um die Berge aus Glimmerschiefer Muscheln von *Mytilus*, *Crepidula*, *Solen*, *Novaculina* und *Cytheraea*, aber zu unvollkommen, um specifisch bestimmt zu werden. Bei Imperial, siebzig Meilen nördlich von Valdivia, gibt AGUÉRROS an⁵, dasz sich grosze Schichten

³ Marsden's Sumatra, p. 31.

⁴ „Descripcion Hist. de la Provincia de Chiloé“, p. 78. Aus der von den alten spanischen Schriftstellern gegebenen Schilderung geht hervor, dasz mehrere andere Häfen zwischen diesem Punkte und Concepcion früher viel tiefer waren als sie jetzt sind.

⁵ „Descripcion Hist.“, p. 25.

von Muscheln in einer beträchtlichen Entfernung von der Küste finden, welche zu Kalk gebrannt werden. Die Insel Mocha, welche ein wenig nördlich von Imperial liegt, wurde während des Erdbebens von 1835 zwei Fusz⁶ emporgehoben.

Concepcion. — Ich kann der ausgezeichneten Schilderung von Captain FITZROY über die Erhebung des Landes an diesem Orte, welche das Erdbeben von 1835 begleitete, nichts hinzufügen⁷. Ich will nur den Geologen in's Gedächtnis rufen, dasz das südliche Ende der Insel Santa Maria acht Fusz, der centrale Theil neun, und das nördliche Ende zehn Fusz emporgehoben wurde und die ganze Insel mehr, als die umgebenden Bezirke. Grosze Schichten von Miesmuscheln, Patellen und Chitonen, die noch den Gesteinen anhiengen, wurden über die obere Fluthgrenze emporgehoben, und einige Acker einer steinigen Ebene, welche früher immer vom Meere bedeckt war, wurden trocken gelassen und hauchten einen widrigen Geruch aus wegen der vielen anhängenden und faulenden Muscheln. Es geht aus den Untersuchungen von Capt. FITZROY hervor, dasz sowohl die Insel Santa Maria als Concepcion (welches nur vier oder fünf Fusz emporgehoben wurde) im Verlaufe einiger Wochen sanken und einen Theil ihrer ersten Erhebung verloren. Ich will nur als eine zur Vorsicht mahnende Lehre hinzufügen, dasz es rund um die sandigen Ufer der groszen Bay von Concepcion wegen der störenden Wirkungen der groszen begleitenden Welle äusserst schwierig war, irgend einen deutlichen Beweis dieser beträchtlichen Erhebung zu erkennen; eine Stelle musz ausgenommen werden, wo sich ein einzeln stehender Fels fand, welcher vor dem Erdbeben immer von dem Meere bedeckt gewesen war, nachher aber und später unbedeckt blieb.

Auf der Insel Quiriquina (in der Bay von Concepcion) fand ich in einer Höhe von 400 Fusz (geschätzt) ausgedehnte Schichten von Muscheln, die meisten zerbröckelt, einige aber vollkommen erhalten und dicht in schwarze vegetabilische Ackererde eingepackt; sie be-

⁶ Voyages of Adventure and Beagle, Vol. II, p. 415.

⁷ Ebenda, Vol. II, p. 412 u. flgde. Im 5. Bande der Geological Transactions p. 601 (diese Übers. Bd. XII, Abth. 2, p. 12) wird eine Schilderung der merkwürdigen vulcanischen Erscheinungen gegeben, welche dieses Erdbeben begleiteten. Diese Erscheinungen scheinen mir zu beweisen, dasz die Kraft, durch welche grosze Strecken Landes emporgehoben werden, mit der, durch welche vulcanische Eruptionen erzeugt werden, in jeder Beziehung identisch ist.

standen aus *Concholepas*, *Fissurella*, *Mytilus*, *Trochus* und *Balanus*. Einige dieser Muschelschichten lagen auf einem dicken Lager hellrother, trockener, zerreiblicher Erde, welche die Oberfläche des tertiären Sandsteins bedeckte, und wie ich beim Segeln der Küste entlang beobachtete, 150 Meilen südwärts sich erstreckte: bei Valparaiso werden wir sofort sehen, dasz eine ähnliche rothe erdige Masse, obschon vollständig gleich einer auf der Erde gebildeten Ackerkrume, wirklich zum hauptsächlichsten Theile recenten, marinen Ursprungs ist. An den Seitenwandungen dieser Insel Quiriquina in einer geringeren Höhe als 400 Fusz waren mehrere Fusz im Geviert haltende Stellen dick mit Fragmenten ähnlichen Muscheln überstreut. Während eines späteren Besuchs des Beagle in Concepcion war Mr. KENT, der Schiffsarzt, so freundlich, für mich einige Messungen mit dem Barometer zu machen: er fand viele marine Reste den Ufern der ganzen Bay entlang in einer Höhe von ungefähr zwanzig Fusz, und von dem Berge Sentinella hinter Talcahuano in der Höhe von 160 Fusz sammelte er zahlreiche, dicht unter der Oberfläche in schwarze Erde eingepackte Muschelschalen, welche aus zwei Species von *Mytilus*, zweien von *Crepidula*, einer *Concholepas*, *Fissurella*, *Venus*, *Mactra*, *Turbo*, *Monoceros*, und dem *Balanus psittacus* bestanden. Diese Muscheln waren gebleicht, und innerhalb einiger der Balanen wuchsen andere Balanen, woraus hervorgeht, dasz sie lange abgestorben im Meere gelegen haben müssen. Die obigen Species verglich ich mit lebenden von der Bay und fand sie identisch; da ich aber seitdem die Exemplare verloren habe, kann ich ihre Namen nicht anführen; dies ist von geringer Bedeutung, da Mr. BRODERIP eine ähnliche während Captain BEECHEY'S Expedition gemachte Sammlung untersucht und ermittelt hat, dasz sie aus zehn recenten Arten bestehen, in Verbindung mit Fragmenten von Seeigeln, Krabben und Flustren; einige dieser Überreste lagen nach der Schätzung von Lieut. BELCHER in der Höhe von nahezu 1000 Fusz über dem Meeresspiegel⁸. An einigen Stellen rund um die Bucht beobachtete Mr. KENT, dasz sich ausschliesslich aus dem *Mytilus Chiloënsis* gebildete Schichten fanden; diese Art lebt jetzt an Orten, welche von den Gezeiten niemals unbedeckt gelassen werden. In beträchtlichen Höhen fand Mr. KENT nur einige wenige Muscheln; aber von dem Gipfel eines Berges, 625 Fusz hoch, brachte er mir Exemplare von

⁸ Zoology of Capt. Beechey's Voyage, p. 162.

Concholepas, *Mytilus Chiloënsis* und einem *Turbo*. Diese Muscheln waren weicher und zerbrechlicher, als die aus der Höhe von 164 Fusz, und diese letzteren hatten offenbar ein viel älteres Ansehen, als die nämlichen Species aus der Höhe von nur zwanzig Fusz.

Küste nördlich von Concepcion. — Der erste Untersuchungspunkt lag an der Mündung des Rapel (160 Meilen nördlich von Concepcion und sechszig Meilen südlich von Valparaiso), wo ich einige wenige Muscheln in der Höhe von 100 Fusz beobachtete, und einige Entenmuscheln, welche den Felsen drei oder vier Fusz oberhalb der höchsten Fluthgrenze anhiengen. Mr. GAY⁹ fand hier recente Muscheln in der Entfernung von zwei Stunden vom Ufer. Landeinwärts finden sich einige weite, mit Geröll bedeckte, von vielen breiten flachsohligen Thälern, welche jetzt unbedeutende Bäche führen, durchschnitene Ebenen, deren Seiten in aufeinanderfolgende mauerartige Böschungen, welche eine über der andern sich erheben, eingeschnitten sind, und an vielen Stellen nach der Angabe von Mr. GAY in Höhlen ausgewaschen sind. Die eine Höhle (C. del Obispo), welche ich untersuchte, war denen an vielen Meeresküsten gebildeten ähnlich, ihr Grund war mit Geröllsteinen erfüllt. Diese Ebenen landeinwärts sind, anstatt nach der Küste zu abzufallen, in einer entgegengesetzten Art nach der Cordillera zu geneigt, gleich den hintereinander sich erhebenden Terrassen auf der dem Festlande zugekehrten oder östlichen Seite von Chiloë: einige Spitzen von Granit, welche durch die Ebenen in der Nähe der Küste vorspringen, bildeten ohne Zweifel früher eine Kette vorliegender Inseln, an deren dem Festlande zugekehrten Ufern die Ebenen angehäuft wurden. Bei Bucalemu, wenige Meilen nördlich vom Rapel, beobachtete ich am Fusze und am Gipfelrande einer Ebene, zehn Meilen von der Küste, viele recente Muscheln, meistentheils zerkleinert, einige aber vollkommen. Es fanden sich auch viele im Grunde des groszen Thals des Maypu. Bei San Antonio sollen Muscheln gesammelt und zu Kalk gebrannt werden. Am Boden einer groszen Schlucht (Quebrada Onda, an der Strasse nach Casa Blanca) in der Entfernung von mehreren Meilen von der Küste bemerkte ich eine beträchtliche ausschliesslich aus *Mesodesma donaciforme* DESH. zusammengesetzte Schicht, welche auf einem Lager lehmigen Sandes

⁹ Annales des Sciences naturelles, Avril, 1833.

ruhte: diese Muschel lebt jetzt zu groszen Colonien vereint auf den zwischen den Gezeiten liegenden Ebenen an der Küste von Chile.

Valparaiso.

Während zweier aufeinanderfolgender Jahre untersuchte ich, einen Theil dieser Zeit in Gemeinschaft mit Mr. ALISON, alle die Thatsachen, welche mit der neueren Erhebung dieser Gegend in Zusammenhang stehen. An sehr vielen Orten ist eine Strandbildung von zerbrochenen Muscheln ungefähr vierzehn oder fünfzehn Fusz über der Hochfluthgrenze zu beobachten; und in diesem Niveau sind die Küstenfelsen, wo sie steil abfallen, bandförmig eingragt. An einem Orte fand Mr. ALISON nach Entfernung von etwas Vogeldünger in diesem selben Niveau Entenmuscheln den Gesteinen anhängen. Mehrere Meilen nach Süden von der Bay ist fast jedes flache kleine Vorland zwischen einer Höhe von 60 und 230 Fusz (nach dem Barometer gemessen) mit einer dicken Masse zerriebener Muscheln glatt überzogen, welche von denselben Species und augenscheinlich in denselben proportionalen Zahlen herrühren, wie die jetzt in dem benachbarten Meere lebenden. Die *Concholepas* ist die bei weitem häufigste und besterhaltene Muschel; ich erhielt aber auch vollkommen erhaltene Exemplare der *Fissurella biradiata*, eines *Trochus* und *Balanus* (beides wohlbekannte, aber nach Mr. SOWERBY noch unbenannte Arten) und Stücke des *Mytilus Chiloënsis* aus dieser Masse. Die meisten dieser Muscheln, ebenso wie eine in-crustirende *Nullipora* haben zum Theil noch ihre Farbe; sie sind aber zerbrechlich und häufig von einer darunterliegenden breccienartigen Masse primitiver Gesteine roth gefärbt; einige sind zusammengepackt in schwarzer oder röthlicher Erde, einige liegen lose auf der nackten felsigen Fläche. Die Totalzahl dieser Muscheln ist ungeheuer; sie sind, wenn schon durchaus nicht selten, bis zu einer Höhe von 1000 Fusz über dem Meere weniger zahlreich. Auf dem Gipfel eines zu 557 Fusz gemessenen Berges fand sich ein kleiner horizontaler Streifen zerkleinerter Muscheln, von denen viele (und gleichfalls aus geringeren Höhen) aus sehr jungen und kleinen Exemplaren der noch lebenden *Concholepas*, *Trochus*, *Patella*, *Crepidula* und *Mytilus Magellanicus* (?)¹⁰ bestanden; mehrere dieser Muscheln waren unter einem Viertelzoll

¹⁰ Mr. Cuming theilt mir mit, er glaube nicht, dasz diese Species mit dem echten *M. magellanicus* der südlichen und östlichen Küste von Süd-America identisch sei, obschon sie ihm sehr ähnlich sei; sie lebt äuszert zahlreich an der Küste von Chile.

in ihrem grössten Durchmesser. Meine Aufmerksamkeit wurde durch einen eingeborenen Fischer auf diesen Umstand gelenkt, welchen ich zum Betrachten dieser Muschelschichten veranlaszte; er hielt den Gedanken für lächerlich, dasz so kleine Muscheln zur Nahrung hier hätten heraufgebracht werden können; auch hätten einige der Arten nicht, wenn sie lebendig waren, anderen grösseren Muscheln anhängen können. Auf einem andern Berge, einige Meilen entfernt und 648 Fusz hoch, fand ich Muscheln der *Concholepas* und *Trochus* vollkommen, obschon sehr alt, mit Fragmenten von *Mytilus Chiloënsis*, alle in röthlich-braune Erde eingebettet: ich fand auch diese selben Species mit Fragmenten eines *Echinus* und *Balanus psittacus* auf einem 1000 Fusz hohen Berge. Oberhalb dieser Höhen wurden Muscheln sehr selten, obschon ich auf einem 1300 Fusz hohen Berge¹¹ *Concholepas*, *Trochus*, *Fissurella* und eine *Patella* sammelte. In diesen grösseren Höhen sind die Muscheln beinahe ausnahmslos in Erde eingepackt und werden zuweilen nur dadurch exponirt, dasz man Sträucher ausreiszt. Diese Muscheln hatten offenbar ein sehr viel älteres Aussehen, als die aus den geringeren Höhen; die Spitzen der Trochen waren oft abgerieben. Die kleinen von bohrenden Thieren gebildeten Höhlen waren bedeutend vergrössert, und die *Concholepas* war häufig ganz und gar durchbohrt, weil die inneren Muscheltafeln sich abgespalten hatten.

Wie ich gesagt habe, waren viele von diesen Muscheln in schwarze oder röthlichbraune Erde eingepackt oder mit solcher erfüllt, die auf dem granitischen Detritus ruhte. Bis vor kurzem zweifelte ich nicht, dasz diese Erde rein terrestrischen Ursprungs sei, bis ich mit einem Mikroskop etwas davon von der Innenseite einer *Concholepas* aus der Höhe von ungefähr 100 Fusz untersuchte und fand, dasz sie zu einem beträchtlichen Theile aus minutiösen Fragmenten der Stacheln, Mundtheile und Schalen von Seeigeln und minutiösen Fragmenten hauptsächlich sehr junger Patellen, *Mytilus* und anderer Species zusammengesetzt war. Ich fand ähnliche mikroskopische Fragmente in der die centralen Öffnungen einiger groszen Fissurellen erfüllenden Erde. Wird diese Erde zerrieben, so gibt sie einen widrigen Geruch aus, genau wie der aus Gartenerde, die mit Guano gemischt ist. Die zufällig innerhalb der Muscheln erhaltene Erde aus den grösseren Höhen hat

¹¹ Mit dem Barometer gemessen; den höchsten Punkt in dem Höhenzuge hinter Valparaiso fand ich zu 1626 Fusz über dem Meeresspiegel.

dasselbe allgemeine Ansehen, ist aber ein wenig röther. Sie hat denselben Geruch beim Reiben; ich war aber nicht im Stande, mit Sicherheit irgend welche Meeresüberreste darin zu entdecken. Diese Erde ist, wie vorhin bemerkt wurde, dem allgemeinen Ansehen nach der ähnlich, welche die Felsen von Quiriquina in der Bay von Concepcion bedeckt, auf welcher Schichten von Seemuseln liegen. Ich habe auch gezeigt, dasz der schwarze torfige Boden, in welchem die Muscheln in der Höhe von 350 Fusz auf Chiloë eingepackt waren, viele minutiöse Bruchstücke von Seethieren enthielt. Diese Thatsachen erscheinen mir interessant, da sie beweisen, dasz Erdarten, welche naturgemäsz als rein terrestrischen Ursprungs betrachtet werden würden, ihren Ursprung zum hauptsächlichsten Theile dem Meere verdanken können.

Da ich nach dem was ich auf Chiloë und im Feuerlande gesehen habe wohl weisz, dasz ungeheure Mengen von Muscheln während auf einander folgender Zeiten weit landeinwärts geschafft werden, wo die Bewohner hauptsächlich von diesen Erzeugnissen leben, so halte ich mich für verpflichtet anzugeben, dasz in grözeren Höhen als 557 Fusz, wo die grosze Zahl sehr junger und kleiner Muscheln es bewies, dasz sie nicht der Nahrung wegen hinaufgeschafft worden waren, die einzigen Beweise dafür, dasz die Muscheln natürlich durch das Meer zurückgelassen worden waren, in ihrem ausnahmslos gleichförmigen Ansehen äusserst hohen Alters bestanden, — ferner in der Entfernung einiger der Orte von der Küste, während andere von dem nächsten Theile des Strand es unerreichbar waren, und in dem Fehlen von Süzwasser zum Trinken für den Menschen, — dann darin, dasz die Muscheln nicht in Haufen lagen, — und endlich in der groszen Ähnlichkeit des Bodens in welchem sie eingeschlossen waren mit dem, welcher weiter nach unten unzweifelhaft als zum grözsten Theile aus den Überbleibseln von Seethieren gebildet nachgewiesen werden kann¹².

¹² In den Proceedings of the Geolog. Soc., Vol. II, p. 446, habe ich eine kurze Schilderung der emporgehobenen Muscheln an der Küste von Chile gegeben und habe dort angegeben, dasz die Beweise für eine Erhebung über eine Höhe von 230 Fusz nicht befriedigend sind. Ich hatte zu jener Zeit unglücklicherweise eine besondere Seite meines Tagebuchs übersehen, welche ich während meines zweiten Besuchs in Valparaiso niedergeschrieben und worin ich die jetzt in meinem Besitz befindlichen Muscheln von dem 557 Fusz hohen Berge beschrieben hatte: ich hatte damals meine Sammlungen nicht ausgepackt und hatte das augenfällige Ansehen höheren Alters der Muscheln aus bedeutenderen Höhen nicht noch einmal

In Bezug auf die Stellung, in welcher die Muschelschalen liegen, war ich hier in Concepcion und an anderen Orten wiederholt über die Häufigkeit ihres Vorkommens auf den Gipfeln und Rändern entweder einzelner Berge oder kleiner, flacher, oft steil über das Meer herabhängender Vorgebirge überrascht. Die verschiedenen oben aufgezählten Species von Mollusken, welche über die Oberfläche des Landes von einigen wenigen Fuszen über dem Meeresspiegel bis zur Höhe von 1300 Fusz zerstreut gefunden werden, leben sämmtlich jetzt entweder am Stranda oder in einer Tiefe von nur wenigen Faden: Mr. EDMONSTON gibt in einem Brief an Prof. E. FORBES an, dasz er beim Fischen mit dem Schleppnetz in der Bay von Valparaiso die häufigen Species von *Concholepas*, *Fissurella*, *Trochus*, *Monoceros*, *Chiton* u. s. w. vom Strande an bis zu einer Tiefe von sieben Faden in groszer Menge lebend gefunden habe; und abgestorbene Muscheln kamen nur wenige Faden tiefer vor. Die gemeine *Turritella cingulata* wurde lebend selbst von zehn bis fünfzehn Faden heraufgeschleppt; dies ist aber eine Species, welche ich hier unter den emporgehobenen Muschelschalen nicht fand. In Betracht der Thatsache, dasz diese Species sämmtlich litoral oder sublitoral sind, in Betracht ihres Vorkommens auf verschiedenen Höhen, ihrer ungeheueren Anzahl und ihres meist zerkleinerten Zustandes läsz sich wenig daran zweifeln, dasz sie auf den hinter einander folgenden Strandlinien während einer allmählichen Erhebung des Landes zurückgelassen worden sind. Indessen erscheint das Vorhandensein so vieler ganzer und vollkommen erhaltener Schalen auf den ersten Blick eine Schwierigkeit für diese Ansicht, wenn man bedenkt, dasz die Küste der vollen Gewalt eines offenen Oceans ausgesetzt ist: wir können aber annehmen, entweder, dasz diese Muscheln während heftiger Stürme auf flache Felsvorsprünge eben über dem Niveau des Fluthstandes hinaufgeworfen wurden, und dasz sie während der Erhebung des Landes niemals wieder von Wellen berührt wurden, oder, dasz während Erdbeben wie der von 1822, 1835 und 1837 felsige, mit Seethieren bedeckte Klippen mit einem Stosze über die spätere Einwirkung des Meeres hinaufgehoben wurden. Diese letztere Erklä-

in Betracht gezogen; auch hatte ich damals den marinen Ursprung der Erde noch nicht entdeckt, in welcher viele dieser Muscheln eingeschlossen waren. In Anbetracht dieser Thatsachen habe ich jetzt auch nicht einen Schatten von Zweifel, dasz die Muscheln in der Höhe von 1300 Fusz durch natürliche Ursachen in ihrer gegenwärtigen Lage emporgehoben worden sind.

rung ist vielleicht die wahrscheinlichste in Bezug auf die in Concepcion sich findenden Schichten, welche gänzlich aus dem *Mytilus Chiloënsis* zusammengesetzt sind, einer Art, welche unter dem niedrigsten Ebbenstande lebt, und gleichfalls in Bezug auf die groszen sowohl nördlich als südlich von Valparaiso vorkommenden Lager des *Mesodesma donaciforme*, einer Muschel, welche, wie mir Mr. CUMING mitgetheilt hat, Sandbänke im Niveau der niedrigsten Ebbe bewohnt. Aber selbst in dem Falle, dasz Muscheln die Lebensweise dieses *Mytilus* und *Mesodesma* haben, können Schichten derselben, wo nur immer das Meer Sand oder Schlamm sanft aufwirft und seine eigenen Anhäufungen in dieser Weise schützt, durch die langsamste Bewegung emporgehoben werden, und doch durch die Wellen jeder neuen Strandlinie ungestört bleiben.

Es ist der Bemerkung werth, dasz ich in der Nähe von Valparaiso oberhalb der Höhen von zwanzig Fusz, oder selten von fünfzig Fusz, nirgends irgend welche Erosionslinien an den soliden Felsen, oder keinerlei Rollsteinschichten sah; ich glaube, dies kann durch die Neigung zur Zersetzung der meisten in dieser Gegend vorliegenden Gesteine erklärt werden. Auch ist das Land hier nicht in Terrassen geformt: doch theilt mir Mr. ALISON mit, dasz er auf beiden Seiten einer engen Schlucht in der Höhe von 300 Fusz über dem Meere eine aufeinanderfolgende Reihe ziemlich undeutlicher, stufenförmiger, aus zerbrochenen Muschelschalen gebildeter Strandlinien fand, welche zusammen einen Raum von ungefähr achtzig Fusz senkrecht bedeckten.

Ich kann den Schilderungen, welche über die Erhebung des Landes bei Valparaiso¹³ in Begleitung des Erdbebens von 1832 bereits veröffentlicht worden sind, nichts hinzufügen: ich hörte es aber zuverlässig behaupten, dasz eine Wache auf ihrem Posten unmittelbar nach dem Stosze einen Theil eines Forts sah, welcher vorher nicht in ihrer Gesichtslinie gewesen war, und dies würde andeuten, dasz die Emporhebung nicht horizontal war: es dürfte selbst aus einigen von Mr. ALISON gesammelten Thatsachen hervorgehen, dasz nur die östliche Hälfte der Bay dabei emporgehoben wurde. Durch die Freundlichkeit dieses selben Herrn bin ich im Stande, eine interessante Schilderung der Niveauveränderungen zu geben, welche hier innerhalb

¹³ Meyen (Reise um die Erde, Th. I, p. 221) fand im Jahre 1831 noch Seegrass und andere Körper einigen Felsen anhängen, welche während des Erdstoszes von 1822 über das Meer emporgehoben worden waren.

der historischen Zeiten vorgekommen sind: ungefähr um das Jahr 1680 wurde eine lange Meeresuferwand (oder Prefil) gebaut, von welcher jetzt nur einige wenige Fragmente übrig sind: bis zum Jahre 1817 brach das Meer häufig über dieselbe, und wusch die Häuser an der gegenüber liegenden Seite der Strasse (wo jetzt das Gefängnis steht): und selbst 1819 erinnert sich Mr. J. MARTIN, dasz er, als er am Fusze dieser Mauer hingieng, häufig veranlaszt wurde über dieselbe zu klettern, um den Wellen auszuweichen. Jetzt steht nun (1834) auf der nach dem Meere zu gelegenen Seite dieser Mauer, und zwischen ihr und dem Strande an einer Stelle eine einzelne Reihe Häuser, und an einer anderen Stelle zwei Reihen mit einer Strasse zwischen ihnen. Diese grosze Ausdehnung des Strandes in einer so kurzen Zeit kann nicht einfach der Anhäufung von Detritus zugeschrieben werden; denn ein dort lebender Ingenieur masz für mich die Höhe zwischen dem niedrigsten Theile der sichtbaren Mauer und der jetzigen Strandlinie bei Springfluthen, und der Unterschied betrug elf Fusz sechs Zoll. Die Kirche St. Augustin ist wie man glaubt im Jahre 1614 gebaut worden, und es besteht eine Sage, dasz das Meer früher sehr nahe bei derselben geflossen sei; durch Nivellirung stellte sich heraus, dasz ihre Fundamente neunzehn Fusz sechs Zoll über der höchsten Strandlinie standen, so dasz wir hier in einer Periode von 220 Jahren sehen, dasz die Erhebung nicht so viel wie neunzehn Fusz sechs Zoll betragen haben kann. Nach den in Bezug auf die Mauer am Meer mitgetheilten Thatsachen, und nach dem Zeugnis der älteren Einwohner scheint es sicher zu sein, dasz die Veränderung im Niveau sich um das Jahr 1817 zu zeigen begann. Die einzige plötzliche Erhebung, von welcher irgend ein Bericht vorhanden ist, kam 1822 vor, und diese scheint weniger als drei Fusz betragen zu haben. Seit jenem Jahre ist, wie mir von mehreren competenten Beobachtern versichert wurde, der Theil eines alten Wracks, welches in der Nähe des Strandes fest eingebettet ist, merklich emporgetaucht; es scheint daher hier wie in Chiloë ein langsames Steigen des Landes jetzt im Fortschreiten zu sein. Es scheint im hohen Grade wahrscheinlich, dasz die Gesteine, welche in der Höhe von vierzehn Fusz über dem Meere streifenförmig corrodirt werden, während der Periode angegriffen wurden wo der Überlieferung nach der Grund der St. Augustin-Kirche, welcher jetzt neunzehn Fusz sechs Zoll oberhalb der höchsten Wassergrenze steht, gelegentlich von den Wellen bespült wurde.

Von Valparaiso bis Coquimbo. — Für die ersten fünfund-siebzig Meilen nördlich von Valparaiso folgte ich der Küstenstrasse, und über diesen ganzen Raum beobachtete ich unzählige Massen emporgehobener Muschelschalen. In der Nähe von Quintero finden sich unbedeutende Anhäufungen (zu Kalk verarbeitet) des *Mesodesma donaciforme* in sandiger Erde eingeschlossen; besonders massig sind sie ungefähr fünfzehn Fusz über der Fluthgrenze, aber Muscheln finden sich nach Mr. MIERS¹⁴ bis zu einer Höhe von 500 Fusz und in einer Entfernung von drei Stunden von der Küste: ich bemerkte hier Entenmuscheln den Gesteinen drei oder vier Fusz oberhalb der höchsten Fluthgrenzen anhängen. In der Umgebung von Plazilla und Catapilco in Höhen von zwischen 200 und 300 Fusz war die Anzahl zerkleinerter Muschelschalen mit einigen vollkommenen von dem *Mesodesma* in Schichten gepackt wahrhaft ungeheuer: das Land bei Plazilla hatte offenbar als Bucht existirt, aus welcher viele felsige Massen steil sich erhoben, genau wie die Inselchen in den durchbrochenen Buchten, welche jetzt diese Küste einschneiden. Auf beiden Seiten der Flüsse Ligua, Longotomo, Guachen und Quilimari finden sich Geröllebenen ungefähr 200 Fusz hoch, die an manchen Stellen absolut mit Muscheln bedeckt sind. Dicht bei Conchalee liegt vor einer Geröllebene eine niedrigere und ähnliche Ebene, ungefähr sechzig Fusz hoch, und diese wiederum wird durch einen weiten Strich niedrigen Landes vom Strande getrennt: die Oberfläche aller drei Ebenen oder Terrassen war mit ungeheueren Mengen der *Concholepas*, *Mesodesma*, einer jetzt lebenden *Venus* und anderer noch existirender litoraler Muscheln überstreut. Die zwei oberen Terrassen sind den Ebenen von Patagonien in Miniatur sehr ähnlich; und wie jene werden sie von trockenen, flachsohligen, gewundenen Thälern durchfurcht. Nördlich von diesem Orte wandte ich mich landeinwärts, und fand daher keine Muschelschalen mehr: aber die Thäler von Chuapa, Illapel und Limari sind von mit Gerölle bedeckten Ebenen, welche häufig eine untere Terrasse einwärts einschlieszen, begrenzt. Diese Ebenen schicken buchtenartige Arme zwischen und in die umgebenden Berge; und sie sind continuirlich mit anderen ausgedehnten von Geröll bedeckten Ebenen verbunden, welche die Küstenbergkette von der Cordillera trennen.

¹⁴ Travels in Chile, Vol. I, p. 458, 395. Ich habe mehrere ähnliche Schilderungen von den Einwohnern erhalten, und mir ist versichert worden, dasz sich auf der Ebene von Casa Blanca zwischen Valparaiso und Santiago in der Höhe von 800 Fusz viele Muscheln finden.

Coquimbo.

Eine schmale saumartige Ebene, welche sanft nach dem Meere zu geneigt ist, erstreckt sich hier elf Meilen lang der Küste entlang mit aufwärts zwischen die Küstenberge sich erstreckenden Armen, und gleichfalls das Thal von Coquimbo hinauf: an ihrem südlichen Ende hängt sie direct mit der Ebene von Limari zusammen, aus welcher sich Berge plötzlich wie Inselchen erheben, und andere Berge wie Vorgebirge an einer Küste vorspringen. Die Oberfläche der saumartigen Ebene erscheint horizontal, ist aber unmerkbar in der Höhe verschieden und an verschiedenen Stellen bedeutend in ihrer Zusammensetzung.

An der Mündung des Thales von Coquimbo besteht die Oberfläche gänzlich aus Geröll, und steht von 300 bis 350 Fusz über dem Meeresspiegel, da sie hier ungefähr 100 Fusz höher als an anderen Stellen ist. An diesen anderen und niedrigeren Stellen bestehen die oberflächlichen Schichten aus kalkiger Masse und liegen auf alten tertiären, später zu beschreibenden Ablagerungen. Die oberste kalkige Schicht ist rahmfarbig, compact, mit glattem Bruch, fast stalaktitenförmig, und enthält einigen Sand, erdige Substanz und recente Muscheln. Sie liegt auf einer viel zerreiblicheren, kalkigen, tuffartigen Varietät, in welche sie auch keilartige Adern schickt¹⁵, und beide liegen auf einer ungefähr zwanzig Fusz mächtigen Masse, welche aus Fragmenten recenter Muscheln gebildet wird, mit einigen ganz erhaltenen und mit kleinen fest miteinander verkitteten Rollsteinen. Dieses letztere Gestein wird von den Einwohnern *Losa* genannt und wird zum Bauen benutzt: an vielen Stellen ist es in Schichten getheilt, welche unter einem Winkel von zehn Graden nach dem Meere einfallen und aussehen, als wären sie ursprünglich in aufeinanderfolgenden Schichten an einem steilen Strande (wie man an Corallenriffen sehen kann) aufgehäuft worden. Dieser Stein ist deshalb merkwürdig, weil er stellenweise ganz aus leeren, durchscheinenden Kapseln oder Zellen kalkiger Substanz von der Grösze kleiner Samenkörner gebildet wird; eine Reihe von Hand-

¹⁵ In vielen Beziehungen sind diese obere harte und die tiefer gelegene zerreiblichere Varietät den groszen oberflächlichen Schichten von King George's Sund in Australien ähnlich, welche ich in der Schrift über Vulcanische Inseln (Übers. p. 146) beschrieben habe. Es liesz sich nur wenig daran zweifeln, dasz die oberen Schichten dort durch die Einwirkung des Regens auf die zerreibliche kalkige Masse erhärtet sind, und dasz die ganze Masse aus dem Zerfall zerbrochener Seemuscheln und Corallen in minutiöse Stückchen entstanden ist.

stücken zeigte unzweideutig, dasz alle diese Kapseln früher minutiöse, abgerundete Muschelfragmente enthielten, welche seitdem allmählich durch das die Masse durchsickernde Wasser aufgelöst worden sind¹⁶.

Die Muscheln, welche in den kalkigen, die Oberfläche dieser saumartigen Ebene bildenden Schichten in der Höhe von 200 bis 250 Fusz über dem Meeresspiegel eingeschlossen sind, sind:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. <i>Venus opaca</i> . | 6. <i>Monoceros costatum</i> . |
| 2. <i>Mulinia Byronensis</i> . | 7. <i>Concholepas peruviana</i> . |
| 3. <i>Pecten purpuratus</i> . | 8. <i>Trochus</i> (die gewöhnliche Valparaisaner Species). |
| 4. <i>Mesodesma donaciforme</i> . | 9. <i>Calyptraea Byronensis</i> . |
| 5. <i>Turritella cingulata</i> . | |

Obleich diese Species sämmtlich recent sind und alle in dem benachbarten Meere gefunden werden, so war ich doch besonders über die Verschiedenheit in den proportionalen Zahlen der verschiedenen Species und der jetzt auf den Strand geworfenen überrascht. Ich fand nur ein Exemplar der *Concholepas*, und der *Pecten* war sehr selten, obschon die beiden Muscheln jetzt die gemeinsten Arten sind, vielleicht mit Ausnahme der *Calyptraea radians*, von welcher ich in den kalkigen Schichten nicht eine fand. Ich will mir nicht anmaszen anzugeben, in wie weit diese Verschiedenheit in den proportionalen Zahlen auf dem Alter der Ablagerung beruht und in wie weit auf der Verschiedenheit in der Natur zwischen den jetzigen sandigen Strandbildungen und dem kalkigen Grunde, auf welchen die eingeschlossenen Muscheln gelebt haben müssen.

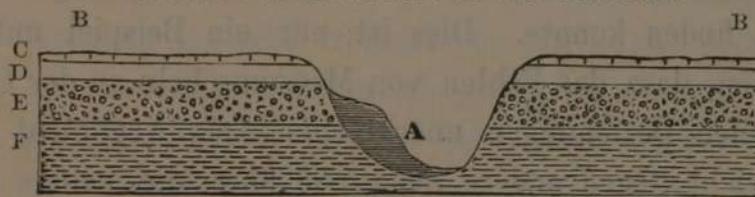
Auf der nackten Oberfläche der kalkigen Ebene oder in einer dünnen Sanddecke lagen in einer Höhe von 200 bis 252 Fusz viele recente Muscheln, welche ein viel frischeres Ansehen hatten, als die eingeschlossenen: Fragmente der *Concholepas* und des gemeinen *Mytilus*, welche noch eine Spur ihrer Färbung zeigten, waren zahlreich, und es war im Ganzen offenbar eine grosze Annäherung in den proportionalen Zahlen an die jetzt am Strande lebenden vorhanden. In einer Masse geschichteten, leicht verklebten Sandes, welcher an einigen Stellen die untere Hälfte der nach dem Meere zu gelegenen Böschung der Ebene bedeckte, schienen die eingeschlossenen Muscheln in genau denselben proportionalen Zahlen vorhanden zu sein, wie die an dem Strande. Auf einer Seite einer steiluferigen Schlucht, welche durch die Ebene

¹⁶ Im 7. Capitel der Schrift über die Vulcanischen Inseln hatte ich bereits Veranlassung dieses Gestein zu beschreiben.

hinter der Herradura-Bay einschneidet, beobachtete ich einen schmalen Streifen geschichteten Sandes, welcher ähnliche Muscheln in ähnlichen proportionalen Zahlen enthielt: ein Durchschnitt der Schlucht ist in der folgenden Zeichnung dargestellt, welche auch dazu dient, die allgemeine Zusammensetzung der Ebene anzugeben. Ich erwähne diesen Fall mit der Schlucht hauptsächlich deshalb, weil ohne das Zeugnis der marinen Muschelschalen im Sande Jedermann vermuthet haben würde, dasz sie einfach durch Alluvialthätigkeit ausgehöhlt worden sei.

Fig. 8.

Oberfläche der Ebene 252 Fusz über dem Meere.



Meeresspiegel.

- A Geschichteter Sand mit recenten Muscheln in denselben Verhältnissen wie die am Strande, halb eine Schlucht erfüllend.
- B Oberfläche der Ebene mit darüber gestreuten Muscheln in nahezu denselben Verhältnissen wie am Strande.
- | | | |
|--|---|--|
| C Obere kalkige Schicht | } | mit recenten Muscheln, aber nicht in denselben Verhältnissen wie am Strande. |
| D Untere kalkige, sandige Schicht (losa) | | |
| E Obere eisenhaltige sandige, alt-tertiäre Schicht | } | mit Muscheln, welche alle oder nahezu alle ausgestorben sind. |
| F Untere alt-tertiäre Schicht | | |

Durchschnitt durch die Ebene von Coquimbo.

Die Böschung der saumartigen Ebene, welche sich elf Meilen der Küste entlang erstreckt, wird an einigen Stellen von zwei oder drei schmalen stufenartigen Terrassen eingefasst, von denen sich eine bei der Herradura-Bay zu einer kleinen Ebene ausdehnt. Ihre Oberfläche war dort aus Geröll gebildet, welches durch kalkige Substanz verkittet war, und aus ihm habe ich die folgenden recenten Muscheln herausgelöst, welche sich in einem vollkommeneren Zustande fanden, als die aus der oberen Ebene.

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Calyptraea radians</i> . | 9. <i>Amphidesma rugulosum</i> . Die kleinen unregelmäßigen Falten auf dem hintern Theil dieser Muschel sind im Ganzen stärker als an den recenten Exemplaren dieser Species von Coquimbo (G. B. SOWERBY). |
| 2. <i>Turritella cingulata</i> . | 10. <i>Balanus</i> (identisch mit einer lebenden Species). |
| 3. <i>Oliva peruviana</i> . | |
| 4. <i>Murex labiosus</i> var. | |
| 5. <i>Nassa</i> (identisch mit einer lebenden Species). | |
| 6. <i>Solen Dombeyana</i> . | |
| 7. <i>Pecten purpuratus</i> . | |
| 8. <i>Venus chilensis</i> . | |

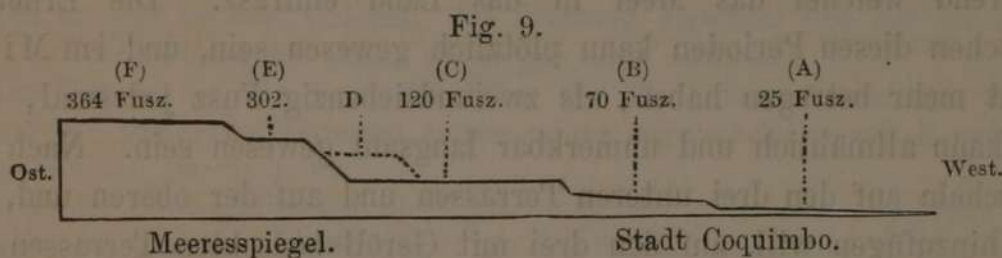
Auf dem Syenitrücken, welcher die südliche Einfassung der Herradura-Bay und -Ebene bildet, fand ich die *Concholepas* und *Turritella cingulata* (meist in Fragmenten) in der Höhe von 242 Fusz über dem Meere. Ich würde nicht haben behaupten können, dasz diese Muscheln früher nicht von Menschen hinaufgebracht worden wären, wenn ich nicht eine sehr kleine Masse gefunden hätte, wo dieselben in einem zerreiblichen kalkigen Tuff mit einander verkittet waren. Ich erwähne diese Thatsache besonders deshalb, weil ich an vielen, augenscheinlich günstigen Orten in geringeren Höhen auf der Seite dieses Rückens sorgfältig gesucht habe, und doch selbst nicht das geringste Fragment einer Muschel finden konnte. Dies ist nur ein Beispiel unter vielen, welche beweisen, dasz das Fehlen von Meermuscheln an der Oberfläche, obschon in vielen Beziehungen unerklärlich, ein Argument von sehr geringem Gewicht gegen andere Zeugnisse über die neuere Erhebung des Landes ist. Der höchste Punkt in dieser Umgebung, an welchem ich emporgehobene Schalen jetzt existirender Species fand, war auf einer landeinwärts gelegenen kalkigen Ebene in der Höhe von 252 Fusz über dem Meere.

Aus Mr. CALDCLEUGH's Untersuchungen¹⁷ dürfte hervorgehen, dasz innerhalb der letzten anderthalb Jahrhunderte hier eine Erhebung stattgefunden hat; und da keine plötzliche Niveauveränderung während der nicht sehr heftigen Erdbeben beobachtet worden ist, welche gelegentlich hier vorgekommen sind, so ist die Erhebung wahrscheinlich langsam gewesen, gleich der, welche jetzt oder ganz vor Kurzem in Chiloë und in Valparaiso im Fortschreiten ist oder war. Es finden sich drei wohlbekannte Felsen, die Pelikane genannt, welche 1710 nach der Angabe von FEUILLÉ „à fleur d'eau“ waren, aber jetzt zwölf Fusz über der Ebbgrenze stehen sollen: die Springfluthen steigen hier nur fünf Fusz. Noch ein anderer Felsen ist vorhanden, welcher jetzt neun Fusz oberhalb der Fluthgrenze steht, welcher sich in der Zeit von FREZIER und FEUILLÉ nur fünf oder sechs Fusz aus dem Wasser erhob. Auch Mr. CALDCLEUGH zeigt, wie ich hinzufügen will (und ich habe noch ähnliche Berichte erhalten), dasz eine beträchtliche Abnahme der Lothungen während der letzten zwölf Jahre in den Buchten von Coquimbo, Concepcion, Valparaiso und Huasco eingetreten ist; da es aber in diesen Fällen nahezu unmöglich ist, zwischen der Anhäufung von

¹⁷ Proceedings of the Geological Society, Vol. II, p. 446.

Sediment und der Emporhebung des Grundes zu unterscheiden, bin ich nicht in Einzelheiten eingegangen.

Das Thal von Coquimbo. — Die schmale Küstenebene schickt, wie vorher angegeben wurde, einen Arm, oder richtiger gesagt, einen Saum nach beiden Seiten, aber hauptsächlich auf der Südseite mehrere Meilen das Thal hinauf. Diese Säume sind in Stufen oder Terrassen ausgewaschen, welche ein äusserst merkwürdiges Ansehen darbieten und von Captain BASIL HALL (wenn schon nicht sehr richtig) mit den parallelen Strassen von Glen Roy in Schottland verglichen worden sind: ihr Ursprung ist sehr treffend von Mr. LYELL erörtert worden¹⁸. Der erste Durchschnitt, welchen ich geben will, ist nicht quer durch das Thal gezogen, sondern in einer Ost- und Westlinie an seiner Mündung, wo die stufenförmigen Terrassen münden und ihre sehr sanft geneigten Flächen nach dem stillen Ocean hin darbieten.



Verticaler Maszstab $\frac{1}{10}$ Zoll auf 100 Fusz; horizontaler Maszstab sehr zusammengezogen.

Ost-westlicher Durchschnitt durch die Terrassen von Coquimbo, wo sie aus dem Thale heraustreten und nach dem Meere zu liegen.

Die Ebene am Fusze (A) ist ungefähr eine Meile breit, und steigt ganz unmerkbar vom Strande bis zu einer Höhe von fünfundzwanzig Fusz am Fusze der nächsten Ebene: sie ist sandig und auszerordentlich reich mit Schalen überstreut.

Die Ebene oder Terrasse B ist von geringer Ausdehnung, und wird beinahe von den Häusern der Stadt verborgen, wie es gleichfalls mit der Böschung der Terrasse C der Fall ist. Auf beiden Seiten einer Schlucht zwei Meilen südlich von der Stadt finden sich zwei kleine Terrassen, eine über der andern, die offenbar B und C entsprechen: und auf ihnen waren Reste der bereits aufgezählten marinen Arten sehr reichlich. Die Terrasse E ist sehr schmal, aber vollkommen

¹⁸ Principles of Geology (1. edit.), Vol. III, p. 131.

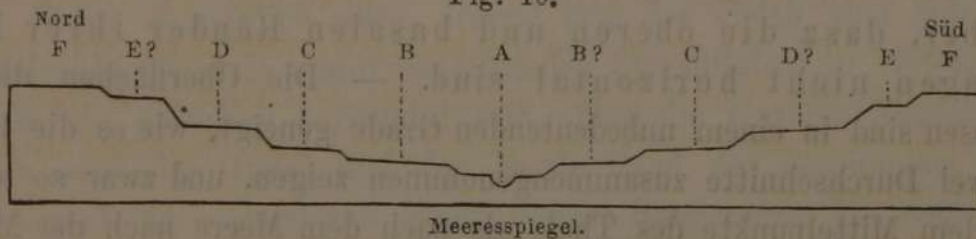
deutlich und eben. Ein wenig nach Süden von der Stadt finden sich Spuren einer Terrasse (D) mitten inne zwischen E und C. Die Terrasse F ist ein Theil der saumartigen Ebene, welche sich die elf Meilen der Küste entlang erstreckt; sie besteht hier aus Geröll und ist 100 Fusz höher, als da wo sie aus kalkiger Substanz besteht. Diese grözere Höhe ist offenbar Folge der Menge von Geröll, welches in irgend einer früheren Periode das grosze Thal von Coquimbo herabgebracht worden ist.

In Anbetracht der vielen über die Terrassen A, B und C und einige wenige Meilen nach Süden auf der kalkigen Ebene verstreuten Muschelschalen, welche letztere continuirlich mit der oberen stufenförmigen Ebene F verbunden ist, lässt sich, wie ich meine, nicht daran zweifeln, dasz diese sechs Terrassen durch die Thätigkeit des Meeres gebildet worden sind, und dasz ihre fünf Böschungen ebenso viele Perioden vergleichsweiser Ruhe in der Hebungsbewegung andeuten, während welcher das Meer in das Land einfrasz. Die Erhebung zwischen diesen Perioden kann plötzlich gewesen sein, und im Mittel nicht mehr betragen haben, als zweiundsiebzig Fusz jedesmal, oder sie kann allmählich und unmerkbar langsam gewesen sein. Nach den Muscheln auf den drei unteren Terrassen und auf der oberen und, wie ich hinzufügen will, auf den drei mit Geröll bedeckten Terrassen von Conchalee, welche alle litorale und sublitorale Arten sind, und nach den analogen bei Valparaiso angeführten Thatsachen, und endlich nach den Zeugnissen für eine langsame kürzlich oder noch jetzt stattfindende Erhebung hier scheint es mir bei weitem wahrscheinlicher, dasz die Bewegung langsam gewesen ist. Die Existenz dieser auf einander folgenden Böschungen oder alten Klippenlinien ist in einer andern Beziehung in hohem Grade instructiv, denn sie deuten Perioden vergleichsweiser Ruhe in der Hebungsbewegung und von Denudation an, welche nach einer sorgfältigen Untersuchung vieler Meilen von der Küste südlich von Coquimbo niemals auch nur hätten vermuthet werden können.

Wir kommen nun zu den Terrassen auf den entgegengesetzten Seiten des östlichen und westlichen Thals von Coquimbo: der folgende Durchschnitt ist in einer nördlichen und südlichen Linie quer durch das Thal an einem ungefähr drei Meilen von der See entfernten Punkte genommen. Das Thal masz von den Rändern der Böschungen der oberen Ebenen (F F) ungefähr eine Meile in der Breite; aber von den Basen der angrenzenden Berge ist es von drei bis vier Meilen breit.

Die mit einem Fragezeichen bezeichneten Terrassen existiren auf jener Seite des Thales nicht, sind aber einfach, um die Zeichnung verständlich zu machen, mit angefügt worden.

Fig. 10.



Verticaler Maßstab $\frac{1}{10}$ Zoll auf 100 Fusz; horizontaler Maßstab sehr zu sammengezogen; die mit (?) bezeichneten Terrassen kommen auf dieser Seite des Thales nicht vor und sind nur eingefügt, um den Durchschnitt verständlicher zu machen. A Flusz und die Grundebene des Thales; C, E und F auf der Südseite des Thales sind beziehentlich 197, 377 und 420 Fusz über dem Meeresspiegel.

A A die Sohle des Thales, zu 100 Fusz über dem Meeresspiegel angenommen; sie ist continuirlich mit der untersten Ebene (A) des früheren Durchschnitts verbunden.

B diese Terrasse breitet sich höher das Thal hinauf beträchtlich aus; nach dem Meer zu geht sie bald verloren; ihre Böschung verbindet sich mit der von C; auf der Südseite des Thales ist sie gar nicht entwickelt.

C diese Terrasse ist wie die vorige höher das Thal hinauf beträchtlich verbreitert. Diese zwei Terrassen correspondiren augenscheinlich mit B und C des früheren Durchschnitts.

D ist in der Durchschnittslinie nicht gut entwickelt; aber nach dem Meere zu breitet sie sich in eine Ebene aus; auf der Südseite des Thales ist sie nicht vorhanden; sie wird aber, wie früher angegeben, ein wenig südlich von der Stadt angetroffen.

E ist auf der Südseite gut entwickelt, fehlt aber auf der Nordseite des Thals; obschon sie nicht continuirlich mit E des früheren Durchschnitts in Verbindung steht, so correspondirt sie doch augenscheinlich damit.

F dies ist die Oberflächen-Ebene und ist continuirlich mit derjenigen verbunden, welche sich wie ein Saum der Küste entlang erstreckt. Beim Hinaufsteigen im Thal wird sie allmählich schmaler und wird zuletzt, in der Entfernung von ungefähr zehn Meilen vom Meere auf eine Reihe flachgipfelter Höcker an den Seiten der Berge reducirt. Keine der unteren Terrassen erstrecken sich so weit im Thale hinauf.

Nord-südlicher Durchschnitt durch das Thal von Coquimbo.

Diese fünf Terrassen werden aus Geröll und Sand gebildet; drei von ihnen, welche Captain BASIL HALL bezeichnete (B, C und D) sind viel augenfälliger, als die andern. Nach den marinen Resten, die in Menge an der Mündung des Thales auf den niedrigen Terrassen und südlich von der Stadt über die obern zerstreut liegen, sind sie, wie früher bemerkt wurde, unzweifelhaft marinen Ursprungs; aber innerhalb des Thales, und diese Thatsache verdient Beachtung, in einer

Entfernung von nur anderthalb bis drei oder vier Meilen vom Meer konnte ich auch nicht ein Fragment einer Muschel finden.

Über die Neigung der Terrassen von Coquimbo und darüber, dass die oberen und basalen Ränder ihrer Böschungen nicht horizontal sind. — Die Oberflächen dieser Terrassen sind in einem unbedeutenden Grade geneigt, wie es die letzten zwei Durchschnitte zusammengenommen zeigen, und zwar so wohl nach dem Mittelpunkte des Thals als nach dem Meere nach der Mündung desselben hin. Diese doppelte oder diagonale Neigung, welche in den verschiedenen Terrassen nicht dieselbe ist, lässt sich, wie wir sofort sehen werden, einfach erklären. Es finden sich indessen einige andere Punkte, welche durchaus nicht auf den ersten Blick klar scheinen, nämlich erstens, dass jede Terrasse in ihrer ganzen Breite vom Gipfelrande einer Böschung bis zu der Basis der darüberliegenden genommen und das Thal hinauf verfolgt nicht horizontal ist; auch haben die verschiedenen Terrassen, wenn man sie das Thal hinauf verfolgt, nicht alle dieselbe Neigung; so fand ich die Terrassen C, E und F an einem ungefähr zwei Meilen von der Mündung des Thals gelegenen Punkte gemessen verschiedentlich zwischen sechsundfünfzig bis siebenundsiebzig Fusz höher liegend, als an ihrer Mündung. Wenn wir ferner irgend eine Klippenlinie oder eine Böschung betrachten, so ist weder ihr Gipfelrand, noch ihre Basis horizontal. Nach der Theorie, dass die Terrassen während einer langsamen und gleichmässigen Erhebung des Landes gebildet worden sind, mit ebenso vielen Zwischenpausen der Ruhe als Böschungen vorhanden sind, scheint es zunächst sehr überraschend zu sein, dass horizontale Linien irgend welcher Art nicht am Lande sichtbar zurückgelassen worden sind.

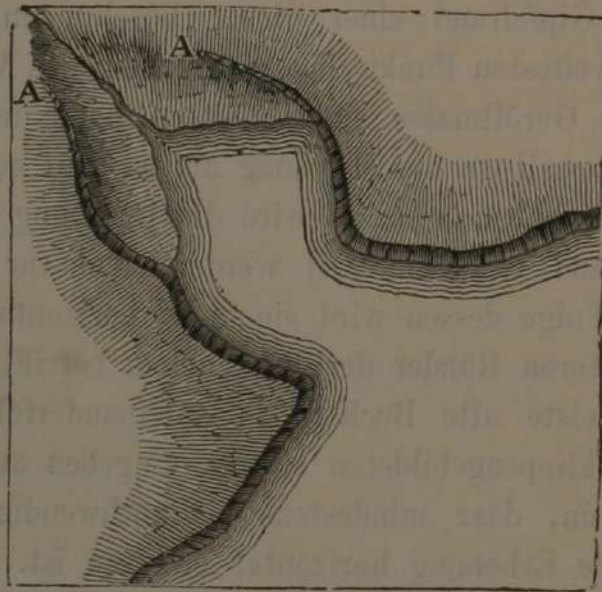
Dass die Richtung der diagonalen Neigung in den verschiedenen Terrassen verschieden, — in einigen mehr nach der Mitte des Thales zu, in anderen mehr nach dessen Mündung zu gerichtet ist, folgt natürlich aus der Annahme, dass jede Terrasse eine Anhäufung auf einanderfolgender Strandlinien rund um Buchten ist, welche von verschiedenen Formen und Grössen gewesen sein müssen, wenn das Land in verschiedenen Höhen stand: denn wenn wir den wirklichen Strand einer schmalen Bucht ansehen, so ist seine Neigung nach der Mitte zu gerichtet, während in einer offenen Bucht oder einer unbedeutenden Concavität an einer Küste die Neigung nach der Mündung zu, d. h.

beinahe direct meerwärts gerichtet ist. In dem Masze daher, wie eine Bucht sich in der Form und Grösze ändert, wird auch die Richtung der Neigung ihrer aufeinanderfolgenden Strandbildungen verändert werden.

Wenn es möglich wäre, irgend eine der vielen eine jede sanft ansteigende Terrasse zusammensetzenden Strandlinien zu verfolgen, so würde sie natürlich horizontal sein, aber die einzigen Abgrenzungslinien sind der Gipfel und der basale Rand der Böschungen. Nun bezeichnet der Gipfelrand einer dieser Böschungen die entfernteste Linie oder den weitesten Punkt, bis zu welchem das Meer in die meerwärts abfallende Geröllmasse eingeschnitten hat, und da das Meer meist gröszere Gewalt an der Mündung als an dem geschützten oberen Ende einer Bucht haben wird, so wird die Böschung an der Mündung tiefer in das Land eingeschnitten werden, und ihr Gipfelrand wird höher sein; in Folge dessen wird sie nicht horizontal sein. Was die basalen oder unteren Ränder der Böschungen betrifft, so wird, wenn man sich im Geiste alte Buchten in aufeinanderfolgenden Perioden gänzlich von klippengebildeten Küsten umgeben ausmalt, der erste Eindruck der sein, dasz mindestens sie nothwendig horizontal sein müssen, wenn die Erhebung horizontal gewesen ist. Hier liegt aber eine Täuschung vor: denn nachdem das Meer während einer Pause in der Erhebung die Klippen rings um die Ufer einer Bucht ausgenagt hat, kann es sich, wenn die Bewegung wieder beginnt, und besonders wenn sie langsam wieder eintritt, wohl ereignen, dasz an der exponirten Mündung der Bucht die Wellen einige Zeit lang noch in das Land hineindringen, während sich in den geschützteren und oberen Theilen aufeinanderfolgende Strandlinien auf einer geneigten Oberfläche oder Terrasse am Fusze der Klippen, welche kürzlich noch erreicht worden sind, anhäufen könnten. Nimmt man daher an, dasz die ganze Böschungslinie endlich bis über den Bereich des Meeres emporgehoben wird, so wird ihre Basallinie oder ihr Fusz in der Nähe der Mündung in einem niedrigeren Niveau verlaufen, als in den oberen und geschützten Theilen der Bucht, in Folge dessen wird diese Basallinie nicht horizontal sein. Und es ist bereits gezeigt worden, dasz die Gipfelränder einer jeden Böschung in der Nähe der Mündung meist höher sein werden (weil das meerwärts abfallende Land dort am meisten exponirt und von den Wellen ausgewaschen wird) als in der Nähe des oberen Endes der Bucht; es wird daher die Totalhöhe der Böschungen

in der Nähe der Mündung am grössten sein, und weiter die alte Bucht oder das Thal hinauf werden sie auf beiden Seiten meist sich verdünnen und verschwinden; ich habe dieses Dünnwerden der aufeinanderfolgenden Böschungen an anderen Stellen ausser Coquimbo noch beobachtet, und für eine lange Zeit war ich vollständig ausser Stande, die Bedeutung desselben zu verstehen. Die folgende flüchtige Skizze will vielleicht das, was ich hier meine, noch verständlicher machen:

Fig. 11.



sie stellt eine Bucht in einem Districte dar, welcher langsam sich zu erheben begonnen hat. Ehe die Bewegung begann, wird hier vorausgesetzt, dass die Wellen in den Stand gesetzt waren, in das Land einzunagen, und bis zu den Punkten A A, aber mit allmählich verminderter Gewalt Klippen zu bilden: nachdem die Bewegung begonnen und eine kurze Zeit hindurch fortgedauert hatte, wird angenommen, dass das Meer noch immer an der exponirten Mündung der Bucht die Kraft behalten hat, in das Land einzuschneiden, wie es langsam empor-tauchte, aber in den oberen Theilen der Bucht wird angenommen, dass es bald diese Fähigkeit verloren hat wegen der geschützteren Lage und wegen der Menge von Detritus, welche von dem Flusse herabgebracht wird, in Folge dessen wird dort Tiefland angehäuft werden. Da dieses Tiefland während einer langsamen Hebungsbewegung gebildet wurde, wird seine Oberfläche von dem Strande nach allen Seiten hin sanft aufsteigen. Nun wollen wir uns vorstellen, dass die Bucht, um die Skizze nicht noch complicirter zu machen, plötzlich in ein Thal verwandelt wurde: die Basallinie der Klippen wird natürlich horizontal

sein, so weit der Strand jetzt in der Skizze sich ausdehnt, aber in dem oberen Theile des Thales wird diese Linie höher sein, da das Niveau des Districtes erhöht ist, während das Tiefland am Fusze der landeinwärts gelegenen Klippen sich anhäuften. Wenn wir, anstatt dasz die Bucht in der Skizze plötzlich in ein Thal umgewandelt würde, mit viel grözzerer Wahrscheinlichkeit annehmen, dasz sie langsam emporgehoben wird, dann werden die Wellen in den oberen Theilen der Bucht fortfahren, sehr allmählich die Klippen nicht mehr zu erreichen, welche jetzt in der Skizze als vom Meere gewaschen dargestellt sind, und welche in Folge dessen immer höher und höher über seinem Niveau zurückgelassen werden, während an der noch immer exponirten Mündung es sich wohl ereignen kann, dasz die Wellen noch im Stande sind, immer tiefer und tiefer sowohl an und in die Klippen hineinzuschneiden, wie sich das Land langsam erhebt.

Die grözere und geringere Zerstückungskraft der Wellen an den Mündungen aufeinanderfolgender Buchten im Vergleich mit dieser nämlichen Kraft in ihren oberen und geschützten Theilen wird variiren, je nachdem die Buchten in Form und Grösze verändert werden, und es werden daher auf verschiedenen Höhen, an ihren Mündungen und oberen Enden, grözere oder kleinere Stellen der Oberflächen zwischen den Böschungen (d. h. die angehäuften Strandlinien oder Terrassen) unzerstört gelassen werden: nach dem, was vorausgegangen ist, können wir sehen, dasz in dem Masze wie die hebenden Bewegungen nach jeder Pause mehr oder weniger langsam wiederbegannen, je nach der Menge des von dem Flusz an den oberen Enden der aufeinanderfolgenden Buchten abgelagerten Detritus und je nach dem Grade des durch die veränderten Formen dargebotenen Schutzes auch eine grözere oder geringere Ausdehnung der Terrassen in den oberen Theilen angehäuften werden wird, bis zu welchen keine Fläche in einem entsprechenden Niveau an der Mündung sich findet; wir können daher verstehen, warum nicht eine einzige Terrasse, in ihrer ganzen Breite und das Thal hinauf verfolgt, horizontal ist, obschon jede einzelne Strandlinie so gewesen sein musz, und warum die Neigung der verschiedenen Terrassen sowohl quer, als der Länge nach das Thal hinauf nicht gleich ist.

Ich bin bei diesem Falle in einiges Detail eingegangen, denn es war lange Zeit verwirrend für mich (und Andere haben dieselbe Schwierigkeit gefühlt), es zu verstehen, wie es nach der Idee einer

gleichmäßigen Erhebung, wobei das Meer in Intervallen in das Land hineinnagte, kam, dass keine der Terrassen und ebenso wenig die oberen oder unteren Ränder der Böschungen horizontal waren. Wenn Küstenstrecken nahezu gleichförmig exponirt sind, so wird solchen Strecken entlang, selbst wenn sie von groszer Länge sind wie die von Patagonien, die corrodirende Kraft der Wellen durch die Hebungsbewegung zu ungefähr derselben Periode gehemmt und überwunden werden, so oft sie wiederbeginnt, und es werden daher die Terrassen oder angehäuften Strandlinien beginnen, in nahezu den nämlichen Höhen gebildet zu werden; in jeder darauffolgenden Ruheperiode werden sie wieder in nahezu derselben Schnelligkeit ausgewaschen werden, und es wird daher eine viel strengere Correspondenz in ihren Höhen und Neigungen bestehen, als in den rund um Buchten, deren verschiedene Theile der Wirkung des Meeres sehr verschieden exponirt waren, gebildeten Terrassen und Böschungen. Nur wo die Wellen im Stande sind, nach einem langen Zeitverlauf langsam harte Gesteine zu corrodiren, oder, weil die Menge von Sediment klein und die Fläche steil geneigt ist, einen schmalen Strand oder Damm aufzuwerfen, können wir, wie in Glen Roy in Schottland¹⁹, erwarten, eine bestimmte, ein altes Meeresniveau bezeichnende, Linie zu finden, welche streng horizontal sein wird, wenn die späteren Hebungsbewegungen so gewesen sind; denn in diesen Fällen wird keine unterscheidbare Wirkung producirt, ausgenommen während der langen dazwischentretenden Ruheperioden, während in dem Falle stufenförmiger Küsten, wie der in diesem und dem vorhergehenden Capitel beschriebenen, die Terrassen selbst während des langsamen Hebungsprocesses angehäuft werden, wobei die Anhäufung an den geschützten Stellen früher beginnt, als an den exponirten, und früher da, wo reichliche Zufuhr von Detritus stattfindet, als da, wo nur wenig davon sich findet. Andererseits werden die Stufen oder Böschungen während der stationären Perioden gebildet, und werden an exponirten Stellen tiefer niedergewaschen und von Einschnitten in das Land durchbrochen, als an geschützten Orten; überdies wird der Procesz des Einschneidens an den am meisten exponirten Stellen sowohl während des Beginns als des Endes der Hebungsbewegung noch verlängert werden, wenn dieselbe langsam war.

Obgleich ich in der vorstehenden Erörterung angenommen habe, dass die Erhebung horizontal gewesen sei, könnte man wegen der

¹⁹ Philosophical Transactions, 1839, p. 39.

beträchtlichen nach dem Meere zu gerichteten Neigung der Terrassen sowohl das Thal von Santa Cruz hinauf als auch in dem von Coquimbo vermuthen, dasz die Erhebung landeinwärts gröszer, als in der Nähe der Küste gewesen sei. Nach den auf den Wassergraben einer Mühle während des Erdbebens von 1822 in Chile hervorgebrachten Wirkungen haben wir Grund zu der Annahme²⁰, dasz die Emporhebung eine Meile landeinwärts nahezu doppelt so grosz, nämlich zwischen fünf und sieben Fusz, war, verglichen mit der an der Küste des stillen Oceans. Wir wissen auch nach den werthvollen Untersuchungen von Mr. BRAVAIS²¹, dasz in Scandinavien die alten Meeresstrande von den inneren Bergketten sanft nach der Küste hin abfallen, und dasz sie nicht einander parallel sind, woraus hervorgeht, dasz der proportionale Unterschied in der Grösze der Erhebung an der Küste und im Innern zu verschiedenen Zeiten variirt hat.

Von Coquimbo nach Guasco. — Auf dieser Strecke von neunzig Meilen fand ich beinahe an allen Orten Meeresmuscheln bis zu einer Höhe von augenscheinlich 200 bis 300 Fusz. Die wüste Ebene bei Choros ist hiermit bedeckt; sie wird von der Böschung einer höheren Ebene begrenzt, welche aus einem blasz gefärbten, erdigen, kalkigen Steine besteht, gleich dem von Coquimbo, der die nämlichen recenten Muscheln eingebettet enthält. In dem Thal von Chañeral kommt eine ähnliche Schicht vor, in welcher ich, verschieden von der bei Coquimbo, viele Muscheln der *Concholepas* beobachtete. In der Nähe von Guasco trifft man gleicher Weise die nämliche kalkige Schicht.

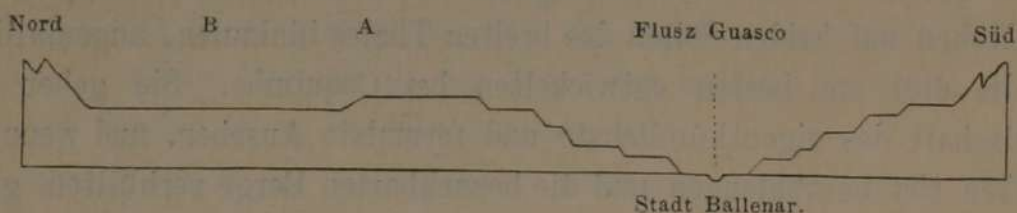
In dem Thal von Guasco sind die stufenförmigen Geröllterrassen in einer auffallenderen Weise entfaltet, als an irgend einem anderen Punkte. Ich verfolgte das Thal siebenunddreiszig Meilen entlang (nach Rechnung der Einwohner) von der Küste bis Ballenar: beinahe auf dieser ganzen Strecke sind fünf grosze Terrassen, die in entsprechenden Höhen auf beiden Seiten des breiten Thales hinlaufen, augenfälliger als die drei am besten entwickelten bei Coquimbo. Sie geben der Landschaft das eigenthümlichste und formalste Ansehen, und wenn die Wolken tief herabhiengen und die benachbarten Berge verhüllten, glich

²⁰ Mr. Place, in: Quarterly Journal of Science, 1824, Vol. XVII, p. 42.

²¹ Voyages de la Comm. du Nord etc., auch: Comptes Rendus, Oct., 1842.

das Thal in der auffallendsten Art und Weise dem von Santa Cruz. Diese Terrassen oder Ebenen scheinen in ihrer ganzen Mächtigkeit aus Geröll zusammengesetzt zu sein, welches fest zusammen aggregirt ist und gelegentlich sie in Abtheilungen trennende Lager von Thon enthält; die Rollsteine auf der oberen Ebene sind häufig mit einer thonigen Substanz wie geweißt, wie in Patagonien. In der Nähe der Küste beobachtete ich viele Meeresmuscheln auf den unteren Ebenen. Bei Freyrina (zwölf Meilen das Thal hinauf) finden sich sechs Terrassen ausser der Sohlenfläche des Thals; die zwei unteren sind hier nur von 200 bis 300 Yards breit, aber höher das Thal hinauf breiten sie sich zu Ebenen aus; die dritte Terrasse ist meist schmal; die vierte sah ich nur an einer Stelle, sie war aber hier in der Länge einer Meile deutlich; die fünfte ist sehr breit; die sechste ist die Gipfelebene, welche sich landeinwärts in ein groszes Becken ausbreitet. Da ich kein Barometer mit mir hatte, ermittelte ich die Höhen dieser Ebenen nicht; sie schienen aber beträchtlich höher zu sein, als die bei Coquimbo. Ihre Breite variirt bedeutend, zuweilen sind sie sehr breit, zuweilen ziehen sie sich zu bloszen Säumen von einzelnen flachgipfeligen Vorsprüngen zusammen, und verschwinden dann gänzlich. An dem einen Orte, wo die vierte Terrasse sichtbar war, waren die ganzen sechs Terrassen für eine kurze Strecke durch eine einzige kühne Böschung abgeschnitten. In der Nähe von Ballenar (siebenunddreiszig Meilen von der Mündung des Flusses) ist das Thal zwischen den Gipfelrändern der höchsten Böschung mehrere Meilen breit, und die fünf Terrassen auf beiden Seiten sind breit entwickelt: die höchste kann nicht weniger als 600 Fusz über dem Flussbett sein, welches, wie ich meine, selbst einige hundert Fusz über dem Meere liegen musz. Ein nordsüdlicher Durchschnitt quer durch das Thal an dieser Stelle ist hier dargestellt.

Fig. 12.



Nordsüdlicher Durchschnitt quer durch das Thal von Guasco und einer Ebene nördlich davon.

Auf der nördlichen Seite des Thals hat die Gipfelebene von Geröll (A) zwei Böschungen, die eine sieht nach dem Thale, und die andere nach einer groszen beckenartigen Ebene (B), welche sich mehrere Stunden nordwärts hinzieht. Diese schmale Ebene (A) mit der doppelten Böschung bildete offenbar früher einen Gipfel, oder ein Vorgebirge von Geröll, welches in zwei grosze Buchten vorsprang und dieselben theilte, und wurde später auf beiden Seiten in steile Klippen ausgewaschen. Ob die verschiedenen Böschungen in diesem Thale während der nämlichen stationären Perioden gebildet wurden wie die von Coquimbo, will ich nicht zu vermuthen wagen; ist dies aber der Fall, so müssen die dazwischen eintretenden und späteren Hebungsbewegungen hier viel energischer gewesen sein, denn diese Ebenen stehen sicher in einer viel bedeutenderen Höhe, als diejenigen von Coquimbo.

Copiapo. — Von Guasco nach Copiapo folgte ich der Strasse in der Nähe des Fuszes der Cordillera, und sah daher keine emporgehobenen fossilen Reste. Indessen findet sich an der Mündung des Thales von Copiapo eine Ebene, welche MEYEN²² zu zwischen fünfzig und siebzig Fusz in der Höhe schätzte, deren oberer Theil hauptsächlich aus Geröll besteht und äusserst reichlich Muscheln enthält, hauptsächlich von der *Concholepas*, *Venus Dombeyi* und *Calyptraea trochiformis*. Ein wenig landeinwärts auf einer von mir selbst zu nahezu 300 Fusz geschätzten Ebene wurde die obere Schicht aus zerbrochenen Muscheln und Sand, von einer weissen kalkigen Substanz verkittet, gebildet und enthielt äusserst reichlich eingebettet recente Muscheln, von welchen die *Mulinia Byronensis* und *Pecten purpuratus* die zahlreichsten waren. Die untere Ebene erstreckt sich einige Meilen meerwärts und eine nicht bekannte Entfernung nordwärts, aber nicht weit das Thal hinauf; ihre seewärts gerichtete Fläche ist nach der Angabe von MEYEN oberhalb des Niveaus des jetzigen Strandtes in Höhlen ausgewaschen. Das Thal von Copiapo ist viel weniger steil geneigt und weniger direct in seinem Verlauf, als irgend ein anderes Thal, welches ich in Chile gesehen habe, und seine Sohle besteht nicht allgemein aus Geröll; es finden sich keine stufenförmigen Terrassen in ihm, ausgenommen an einer Stelle in der Nähe der Mündung des groszen Seitenthals des Despoblado, wo nur zwei vorhanden sind, eine über der andern: weiter das Thal hinab beobachtete ich an einer Stelle,

²² Reise um die Erde, Th. I, p. 372 u. figde.

dasz das solide Gestein in die Form eines Strandcs ausgewaschen und mit Geröll ausgeglättet war.

Nach Norden von Copiapo in 26° s. Br. fand der alte Reisende WAFER²³ ungeheure Mengen von Meeresmuscheln einige Meilen von der Küste. Bei Cobija (22° 34' s. Br.) beobachtete D'ORBIGNY Schichten von Geröll und zerbrochenen Muscheln, welche zehn Species recenter Muscheln enthielten; er fand auch auf vorspringenden Porphyrspitzen in der Höhe von 300 Fusz Schalen von *Concholepas*, *Chiton*, *Calyptraea*, *Fissurella* und *Patella* noch den Stellen anhängend, an denen sie gelebt hatten. D'ORBIGNY schlieszt aus dieser Thatsache, dasz die Erhebung grosz und plötzlich gewesen sein müsse²⁴: mir schien es viel wahrscheinlicher zu sein, dasz die Bewegung allmählich war, mit kleinen Stößen, wie während der Erdbeben von 1822 und 1835, durch welche ganze Schichten von Muscheln an den Felsen angeheftet höher emporgehoben wurden, als bis wohin später die Wellen reichten. D'ORBIGNY fand auch abgerundete Rollsteine, die sich an dem Berge hinauf bis zu einer Höhe von mindestens 600 Fusz erstreckten. Bei Iquique (20° 12' s. Br.) beobachtete ich in einer Anhäufung von Sand in einer zu zwischen 150 und 200 Fusz geschätzten Höhe viele grosze Seemuscheln, welche, wie ich meinte, nicht von dem Winde bis zu dieser Höhe emporgeweht sein konnten. Mr. J. H. BLAKE hat neuerdings²⁵ diese Muscheln beschrieben: er gibt an, dasz sie „landeinwärts „nach den Bergen zu eine compacte gleichförmige Schicht bilden, in

²³ Burnett's Collection of Voyages, Vol. IV, p. 193.

²⁴ Voyage etc. Partie Géolog., p. 94. Seine Beobachtungen zusammenfassend sagt d'Orbigny (p. 98): „S'il est certain (wie er meint), que tous les terrains „en pente, compris entre la mer et les montagnes sont l'ancien rivage de la mer, „on doit supposer, pour l'ensemble, un exhaussement, qui ne serait pas moindre de „deux cent mètres; il faudrait supposer encore que ce soulèvement n'a point été „graduel, mais qu'il résulterait d'une seule et même cause fortuite“ etc. Als das Meer den Strand am Fusze der Berge bildete, waren nun nach dieser Ansicht viele Muscheln der *Concholepas*, *Chiton*, *Calyptraea*, *Fissurella* und *Patella* (von denen man weisz, dasz sie dicht am Strande leben) in einer Tiefe von 300 Fusz an Felsen angeheftet, und in einer Tiefe von 600 Fusz waren mehrere dieser nämlichen Muscheln in groszer Anzahl zu horizontalen Schichten angehäuft. Nach dem, was ich selbst bei Versuchen mit dem Schleppnetz gesehen habe, glaube ich, dasz dies im höchsten Grade unwahrscheinlich, wenn nicht geradezu unmöglich ist; und ich denke, dasz Jeder, welcher die ausgezeichnete Erörterung von Prof. E. Forbes über diesen Gegenstand gelesen hat, ohne Zögern in diese Folgerung einstimmen wird.

²⁵ Silliman's Amer. Journ. of Science, Vol. XLIV, p. 2.

„der kaum eine Spur der ursprünglichen Muscheln unterscheidbar ist, aber in dem Masze, in dem wir uns der Küste nähern, werden die Formen allmählich bestimmter, bis wir an der Küste den lebenden Muscheln begegnen“. Diese interessante Beobachtung, welche durch den allmählichen Zerfall der Muscheln zeigt, wie langsam und allmählich die Küste emporgehoben worden sein musz, werden wir sofort bei Lima vollständig bestätigt sehen. Bei Arica (18° 28' s. Br.) fand D'ORBIGNY²⁶ eine grosze Reihe von Sanddünen, vierzehn Stunden lang, die sich nach Tacna hin erstreckten, recente Muscheln und Walthierknochen enthielten und bis zu einer Höhe von 300 Fusz über dem Meere aufstiegen. Lieut. FREYER hat einige noch genauere Thatsachen mitgetheilt: er gibt an²⁷, dasz der Morro von Arica ungefähr 400 Fusz hoch ist; er ist in undeutliche Terrassen ausgewaschen, an deren nacktem Gestein er Balanen und Milleporen anhängend fand. In der Höhe von zwischen zwanzig und dreiszig Fusz waren die Muscheln und Corallen in einem vollständig frischen Zustand, aber bei fünfzig Fusz waren sie stark abgerieben; es fanden sich indessen Spuren organischer Reste in noch gröszeren Höhen. Auf der Strasze von Tacna nach Arequipa zwischen Loquimbo und Moquegua fand Mr. M. HAMILTON²⁸ zahlreiche recente Seemuscheln in Sand in einer beträchtlichen Entfernung vom Meere.

L i m a.

Nach Norden von Arica kenne ich in einer Ausdehnung von ungefähr fünf Breitengraden nichts von der Küste; aber in der Nähe von Callao, dem Hafen von Lima, finden sich äusserst reichliche und sehr merkwürdige Beweise für die Erhebung des Landes. Die Insel San Lorenzo ist über 1000 Fusz hoch. Die Stirnenden der den unteren Theil bildenden Schichten sind in drei undeutliche, schmale, geneigte Stufen oder Schwellen ausgewaschen, welche nur gesehen werden können, wenn man auf ihnen steht: sie sind wahrscheinlich denjenigen ähnlich, die Lieut. FREYER bei Arica beschrieben hat. Die Oberfläche der unteren Schwelle, welche sich von einer niedrigen in das Meer hängenden Klippe bis zum Fusze der nächsten oberen Böschung erstreckt,

²⁶ Voyage etc., p. 101.

²⁷ In einem Briefe an Lyell, in: Geolog. Proceed., Vol. II, p. 179.

²⁸ Edinb. New Philos. Journ., Vol. XXX, p. 155.

wird von einer ungeheueren Anhäufung recenter Muscheln bedeckt²⁹. Die Schicht ist eben und an einigen Stellen mehr als zwei Fusz mächtig; ich verfolgte sie eine Strecke von einer Meile Länge und hörte von ihr an anderen Stellen: der oberste Theil ist nach dem Barometer fünfundachtzig Fusz über der Hochwassergrenze. Die Muscheln sind zusammengepackt, aber nicht geschichtet; sie sind mit Erde und Steinen untermischt und werden meist von einigen wenigen Zollen von Detritus bedeckt; sie liegen auf einer Masse von beinahe eckigen Fragmenten des darunter liegenden Sandsteins, zuweilen durch gewöhnliches Salz miteinander verkittet. Ich sammelte achtzehn Species von Muscheln von allen Altersstufen und Gröszen. Mehrere von den Univalven hatten offenbar lange todt auf dem Meeresboden gelegen, denn ihre Innenseiten waren mit Balanen und Serpeln incrustirt. Nach Mr. G. B. SOWERBY sind sie sämmtlich recente Species; es sind:

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Mytilus Magellanicus</i> : dieselbe wie die bei Valparaiso gefundene Form, von welcher dort angegeben wurde, dasz sie wahrscheinlich von dem echten <i>M. magellanicus</i> der Ostküste verschieden sei. | 8. <i>F. biradiata</i> TREMBLY. |
| 2. <i>Venus costellata</i> Sow., Zool. Proc. | 9. <i>Purpura chocolatta</i> DUCLOS. |
| 3. <i>Pecten purpuratus</i> LAM. | 10. <i>P. peruviana</i> GRAY. |
| 4. <i>Chama</i> , wahrscheinlich <i>echinulata</i> BROD. | 11. <i>P. labiata</i> GRAY. |
| 5. <i>Calyptraea Byronensis</i> GRAY. | 12. <i>P. buxea</i> (<i>Murex</i> BROD.) |
| 6. <i>C. radians</i> (<i>Trochus</i> LAM.). | 13. <i>Concholepas peruviana</i> . |
| 7. <i>Fissurella affinis</i> GRAY. | 14. <i>Nassa</i> , mit <i>reticulata</i> verwandt. |
| | 15. <i>Triton rudis</i> BROD. |
| | 16. <i>Trochus</i> , noch unbeschrieben, aber wohlbekannt und sehr häufig. |
| | 17. und 18. <i>Balanus</i> , zwei Species, beide an der Küste gemein. |

Diese emporgehobenen Muscheln erscheinen nahezu in denselben proportionalen Zahlen — mit Ausnahme, dasz die *Crepidula* zahlreicher sind — wie die auf dem jetzigen Strande. Der Erhaltungszustand der verschiedenen Species ist sehr verschieden; aber die meisten von ihnen waren stark corrodirt, zerbrechlich und gebleicht; die oberen und unteren Flächen der *Concholepas* waren nicht ganz abgeschält: einige von *Trochus* und *Fissurella* hatten noch theilweise ihre Farbe behalten. Es ist merkwürdig, dasz diese Muscheln alle zusammen genommen ein vollständig so altes Ansehen haben, obgleich das äusserst trockene Clima für ihre Erhaltung höchst günstig zu sein scheint, wie

²⁹ Mr. Chevalier (in der Voyage de la Bonite) beobachtete diese Muscheln; aber die Exemplare giengen verloren. L'Institut, 1828, p. 151.

die aus einer Höhe von 1300 Fusz bei Valparaiso, und sicherlich ein älteres Ansehen, als diejenigen aus einer Höhe von 500 bis 600 Fusz von Valparaiso und Concepcion: an diesen Orten habe ich Gras und andere Pflanzen factisch aus den Muscheln herauswachsen sehen. Viele von den Univalven hier bei San Lorenzo waren mit reinem Salze erfüllt und von ihm miteinander verbunden, welches wahrscheinlich durch die Verdunstung des Spritzwassers zurückblieb, wie sich das Land langsam emporhob³⁰. Auf den höchsten Stellen der Schwelle waren kleine Fragmente der Muscheln mit einem gelblich-weisen, weichen, kalkigen Pulver vermischt, und offenbar im Begriff zu einem solchen reducirt zu werden, welches stark nach Salz schmeckte und an einigen Stellen so fein war, wie präparirte medicinische Kreide.

Fossile Reste menschlicher Industrie. — Mitten unter diesen Muscheln bei San Lorenzo fand ich leichte Corallinen, die hornigen Eikapseln von Mollusken, Wurzeln von Seepflanzen³¹, Vogelknochen, die Ährenköpfe von Mais, und andere vegetabilische Substanzen, ein Stück geflochtener Binsen, und ein anderes Stück von fast zerfallenem Baumwollengarn. Ich erhielt diese Reste beim Graben einer Höhle auf einer ebenen Stelle und sie waren alle unstreitig mit den Muscheln eingebettet worden. Ich verglich die geflochtenen Binsen, den Baumwollenfaden und den Mais in dem Hause eines Antiquars mit ähnlichen Objecten, welche aus den Huacas

³⁰ Der darunter liegende Sandstein enthält echte Salzsichten, so dasz das Salz möglicherweise von den Lagern in den höhern Theilen der Insel gekommen sein könnte; ich glaube aber, es rührt wahrscheinlicher vom Flugwasser her. Es wird allgemein behauptet, dasz an der Küste von Peru niemals Regen fällt; dies ist aber nicht ganz richtig; denn während unseres Besuchs fiel an mehreren Tagen der sogenannte peruvianische Thau in hinreichender Menge, um die Straszten kothig zu machen, und eine so zerfließliche Substanz wie Salz wird er sicher in den Boden gewaschen haben. Ich erwähne dies deshalb, weil d'Orbigny bei Erörterung eines analogen Gegenstandes vermuthet, ich hätte vergessen, dasz es an dieser Küstenstrecke niemals regne. s. Ulloa's Reise (Vol. II, engl. Übers., p. 67) wegen der Schilderung der kothigen Straszten von Lima und über das fortdauernde Vorkommen von Nebeln während des ganzen Winters. Auch fällt Regen selbst in den trockensten Districten in seltenen Intervallen, so z. B. 1726 während vierzig Tagen bei Chocope (7° 46'); dieser Regen zerstörte die Lehmhäuser der Einwohner gänzlich (Ulloa, a. a. O., p. 18).

³¹ Mr. Smith, von Jordan Hill, fand Stücke Seetang in einer emporgehobenen pleistocenen Ablagerung in Schottland. s. seinen ausgezeichneten Aufsatz in dem Edinburgh New Philos. Journal, Vol. XXV, p. 384.

oder Begräbnisplätzen der alten Peruaner genommen waren, und sie waren nicht zu unterscheiden: es ist zu beachten, dass die Peruvianer nur Fäden von Baumwolle benutzten. Die geringe Menge von Sand oder Kies mit den Muscheln, das Fehlen grosser Steine, die Breite und Mächtigkeit der Schicht und die zum Einschneiden einer Schwelle in den Sandstein nothwendige Zeit, Alles dies zeigt, dass diese Überbleibsel nicht durch eine Erdbebenwelle hoch hinauf geworfen worden sind: andererseits machen diese Thatsachen in Verbindung mit der Anzahl todter Muscheln und schwimmender Gegenstände, sowohl mariner als terrestrischer, sowohl natürlicher als von Menschen bereiteter, es beinahe sicher, dass sie auf einem wirklichen Strande angehäuft waren, welcher seitdem fünfundachtzig Fusz emporgehoben wurde, und zwar so hoch emporgehoben wurde, seitdem Indianer Peru bewohnten. Die Erhebung mag entweder durch mehrere kleine plötzliche Stösze oder vollständig allmählich erfolgt sein; in diesem letzteren Falle sind die nicht abgerollten Muscheln während heftiger Stürme bis jenseits der Wirkungsgrenze der Wellen emporgehoben worden, welche sich später an dem langsam emportauchenden Lande brachen. Ich habe diese Bemerkungen hauptsächlich deswegen gemacht, weil ich anfangs über die vollständige Verschiedenheit in der Beschaffenheit zwischen dieser breiten glatten emporgehobenen Muschelschicht und dem gegenwärtigen Geröllstrande am Fusze der niederen Sandsteinklippen überrascht war; aber ein Strand, welcher sich während des Einschneidens des Meeres in das Land bildete, wie es jetzt der Fall ist nach dem Augenschein der unteren nackten Sandsteinklippen, sollte nicht mit einem Strande verglichen werden, der auf einer sanft geneigten felsigen Fläche angehäuft wurde zu einer Periode, wo das Meer (wahrscheinlich in Folge der im Fortgang begriffenen Hebungsbewegung) nicht im Stande war, in das Land einzunagen. Was die Masse von beinahe eckigen durch Salz miteinander verkitteten Sandsteinfragmenten betrifft, welche unter den Muscheln liegen und welche den Materialien eines gewöhnlichen Seestrandes so ungleich sind, so halte ich es, nachdem ich die merkwürdigen Wirkungen³² des Erdbebens von 1835 gesehen habe, welches die primären Gesteine in der Nähe von Concepcion an der Oberfläche wie durch Schieszpulver absolut zersplitterte, für

³² Ich habe diese Wirkungen in meiner „Reise eines Naturforschers“ (Übers. p. 348) beschrieben.

wahrscheinlich, dasz eine glatte nackte Fläche von Gestein vom Meere mit der muscheligen Masse bedeckt zurückgelassen wurde und dasz sie später, als sie emporgehoben wurde, oberflächlich durch die heftigen hier so oft eintretenden Stösze zersplittert wurde.

Das sehr niedrige die Stadt Callao umgebende Land wird nach Süden zu durch eine undeutliche Böschung mit einer höheren Ebene verbunden (südlich von Bella Vista), welche sich der Küste entlang ungefähr acht Meilen weit erstreckt. Diese Ebene erscheint für das Auge vollständig horizontal; aber die Meeresklippen weisen nach, dasz ihre Höhe variirt und zwar (so weit ich es schätzen konnte) zwischen 70 bis 120 Fusz. Sie wird aus dünnen zuweilen welligen Thonschichten, häufig von hellrothen und gelben Färbungen, von Schichten unreinen Sandes und an einer Stelle mit einer groszen stratificirten Masse von granitischen Rollsteinen zusammengesetzt. Diese Schichten werden von einer merkwürdigen, von zwei bis sechs Fusz mächtigen Masse eines röthlichen Lehms oder Schlammes bedeckt, welcher viele zerstreute und zerbrochene Fragmente recenter mariner Muschelschalen enthält, zuweilen, obschon selten, einzelne grosze runde Rollsteine, häufiger kurze unregelmässige Schichten feinen Kieses und sehr viele Stücke rother grober Töpferwaare, welche, nach ihren Krümmungen zu schlieszen, früher einmal Theile gröszerer Gefässe gebildet haben müssen. Die Töpferwaare ist von Indianerarbeit; und ich fand genau ähnliche Stücke zufällig innerhalb der Ziegelsteine, aus denen die benachbarten alten peruvianischen Begräbnishügel gebaut sind. Diese Fragmente waren an gewissen Stellen in so auszerordentlicher Anzahl vorhanden, dasz es den Anschein hatte, als wären Wagenladungen voll irdener Waare zu Stücken zertrümmert worden. Die zerbrochenen Seemuscheln und Töpferwaaren sind sowohl auf der Oberfläche, als auch durch die ganze Dicke dieser oberen lehmigen Masse zerstreut. Ich fand sie überall, wo ich nur die Klippen untersuchte, über einen Raum von zwischen zwei und drei Meilen und eine halbe Meile weit landeinwärts, und es lässt sich kaum daran zweifeln, dasz diese selbe Schicht mit einer glatten Oberfläche sich mehrere Meilen weiter über die ganze Ebene erstreckt. Auszer den kleinen eingeschlossenen unregelmässigen Schichten kleiner Rollsteine finden sich gelegentlich sehr undeutliche Spuren von Schichtung.

An einer der höchsten Stellen der Klippe, welche zu 120 Fusz über dem Meere geschätzt wurde, da wo eine kleine Schlucht hinab-

gieng, fanden sich rechtwinkelig auf einander zwei Durchschnitte des Fuszbodens eines Schuppens oder eines Gebäudes. In beiden Durchschnitten oder Ebenen sah man deutlich zwei Reihen, eine über der andern, von groszen runden Steinen; sie waren dicht zusammen auf eine künstliche Schicht von Sand, zwei Zoll dick, gepackt, welche auf die natürlichen Thonschichten gelegt worden war; die runden Steine waren drei Fusz dick, mit Lehm, mit zerbrochenen Seemuscheln und Töpferwaare bedeckt. Ehe daher diese sich weit ausbreitende Lehmschicht abgelagert wurde, war die Ebene sicher bewohnt; und es ist nach dem Umstande, dasz die zerbrochenen Gefäße an gewissen Stellen so viel zahlreicher waren als an anderen, wahrscheinlich, ebenso wie darnach, dasz der darunter liegende Thon für ihre Manufactur passend war, dasz die Öfen hier standen.

Die Glätte und die weite Ausdehnung der Ebene, die Masse der abgelagerten Substanz und die undeutlichen Spuren einer Schichtung scheinen darauf hinzuweisen, dasz der Lehm unter Wasser abgelagert wurde; andererseits beweisen fast die Gegenwart von Seemuscheln, ihr zerbrochener Zustand, die Rollsteine verschiedener Gröszen und der künstliche Fuszboden von abgerundeten Steinen, dasz er in einem Einbruch des Wassers von dem Meere aus über das Land seinen Ursprung gehabt haben musz. Die Höhe der Ebene, nämlich 120 Fusz, macht es unwahrscheinlich, dasz eine Erdbebenwelle, so ungeheuer wie hier einige gewesen sind, über die Oberfläche in ihrem jetzigen Niveau hereingebrochen sein könnte; als aber das Land fünfundachtzig Fusz niedriger lag, in der Periode als die Muscheln auf den Felsenvorsprung von San Lorenzo heraufgeworfen wurden, und als, wie wir wissen, Menschen diesen District bewohnten, kann wohl ein solches Ereignis vorgekommen sein; und wenn wir ferner annehmen, dasz die Ebene zu jener Zeit in einen temporären See verwandelt wurde, wie es factisch während der Erdbeben von 1713 und 1746 mit dem tiefen Land ringsum Callao in Folge seiner Einschließung durch einen hohen kiesigen Strand der Fall war, so werden alle die oben beschriebenen Erscheinungen vollkommen erklärt. Ich musz hinzufügen, dasz auf dem niedrigeren Niveau in der Nähe des Punktes, wo das jetzt tiefe Land rund um Callao sich mit der höheren Ebene verbindet, Erscheinungen von zwei verschiedenen Niederschlägen sich finden, die allem Anscheine nach beide durch Überschwemmungen gebildet wurden: in der oberen waren ein Pferdezahl und ein Hundekiefer eingebettet, so dasz

beide nach der Niederlassung der Spanier gebildet worden sein müssen; nach der Angabe von ACOSTA stieg die Erdbebenwelle von 1586 vierundachtzig Fusz hoch.

Die Bewohner von Callao glauben, so weit ich es ermitteln konnte, nicht, dasz irgend eine Veränderung im Niveau jetzt im Fortschreiten begriffen ist. Die groszen Fragmente von Ziegelwerk, welche jetzt der Versicherung nach auf dem Meeresgrunde zu sehen sind und welche als Beweis einer neueren Senkung angeführt worden sind, sind, wie mir Mr. GILL, ein dort wohnender Ingenieur, mitgetheilt hat, lose Fragmente; dies ist auch wahrscheinlich; denn ich fand am Strande und nicht in der Nähe der Überreste irgend eines Gebäudes Massen von Ziegelwerk drei und vier Fusz im Quadrat, welche an ihren gegenwärtigen Fundort herabgewaschen und während des Erdbebens von 1746 mit Geschiebe eingeglättet worden sind. Die Landspitze, auf welcher die Ruinen von Alt-Callao stehen, ist so äusserst niedrig und schmal, dasz es im allerhöchsten Grade unwahrscheinlich ist, dasz eine Stadt auf ihr in ihrem gegenwärtigen Zustande gegründet worden sein sollte; und ich habe vor kurzem gehört³², dasz TSCHUDI nach einem Vergleiche alter mit neueren Karten zu der Schlussfolgerung gekommen ist, dasz die Küste sowohl südlich als nördlich von Callao gesunken ist. Ich habe gezeigt, dasz die Insel San Lorenzo, seitdem die Peruvianer dieses Land bewohnten, fünfundachtzig Fusz emporgehoben worden ist, und was auch immer der Betrag neuerdings eingetretener Senkung gewesen sein mag, um so viel mehr musz die Erhebung die fünfundachtzig Fusz übertroffen haben. An mehreren Stellen³³ in dieser Gegend sind Zeichen von der Wirkung des Meeres beobachtet worden: ULLOA gibt einen in's Einzelne gehenden Bericht solcher Erscheinungen von einem Punkte fünf Stunden nördlich von Callao. Mr. CRUIKSHANK fand in der Nähe von Lima aufeinanderfolgende Reihen von Meeresklippen mit abgerundeten Blöcken an ihren Basen in der Höhe von 700 Fusz über dem jetzigen Niveau des Meeres.

³² Ich bin wegen dieser Thatsache dem Dr. E. Dieffenbach verbunden. Ich will hinzufügen, dasz eine Tradition besteht, wonach die Inseln San Lorenzo und Fronton früher einmal verbunden waren und nach welcher der Canal zwischen San Lorenzo und dem Festlande, welcher jetzt über zwei Meilen breit ist, so schmal war, dasz die Rinder darüber zu schwimmen pflegten.

³³ ‚Observaciones sobre el Clima del Lima‘ per Dr. H. Unanue, p. 4. — Ulloa's Reise (engl. Übers.) Vol. II, p. 97. — Wegen Mr. Cruikshank's Beobachtungen s. Lyell's Principles of Geology (1. edit.) Vol. III, p. 130.

Über das Zerfallen emporgehobener Meeresmuscheln. — Ich habe angegeben, dasz viele von den Muscheln auf dem niedrigeren, geneigten Vorsprung oder der Terrasse von San Lorenzo in einer eigenthümlichen Weise corrodirt sind und dasz sie ein viel älteres Aussehen haben als dieselben Species in beträchtlich grösseren Höhen an der Küste von Chile. Ich habe auch angeführt, dasz diese Muscheln in dem oberen Theile der Terrasse in einer Höhe von fünfundachtzig Fusz oberhalb des Meeres im Zerfallen in ein feines, weiches, salziges, kalkiges Pulver begriffen und an einigen Stellen vollständig in ein solches verwandelt worden sind. Der feinste Theil dieses Pulvers ist auf die Bitte von Sir H. DE LA BECHE durch die Freundlichkeit von Mr. TRENHAM REEKS im „Museum of Economic Geology“ für mich analysirt worden; es besteht aus kohlen-saurem Kalk im Überschusz, aus schwefelsaurem und salzsaurem Kalk und aus salzsaurem und schwefelsaurem Natron. Der kohlen-saure Kalk rührt von den Muscheln her und das gemeine Küchensalz ist stellenweise in der Schicht so massig, dasz, wie vorher bemerkt wurde, die einschaligen Muscheln häufig damit erfüllt sind. Der schwefelsaure Kalk mag, wie es wahrscheinlich auch mit dem Küchensalze der Fall ist, aus der Verdampfung des Spritzwassers des Meeres während des Emporhebens des Landes herrühren; denn schwefelsaurer Kalk wird jetzt reichlich aus dem Spritzwasser an den Küsten von Ascension niedergeschlagen³⁴. Die anderen salzigen Verbindungen können vielleicht zum Theil in dieser Weise entstanden sein, rühren aber hauptsächlich, wie ich aus den folgenden Thatsachen schliesze, aus anderen Quellen her.

An den meisten Stellen der zweiten Stufe oder des zweiten alten Meeresstrandes in einer Höhe von 170 Fusz findet sich eine Schicht eines weissen Pulvers von verschiedener Mächtigkeit, an einzelnen Stellen bis zu zwei Zoll, welche auf den winkeligen, durch Salz cementsirten Fragmenten von Sandstein und unter ungefähr vier Zoll Erde liegt, welches Pulver wegen seiner groszen Ähnlichkeit in seiner Beschaffenheit mit den oberen und am meisten zerfallenen Theilen der muscheligen Masse, wie ich kaum zweifle, ursprünglich als eine Muschelschicht existirte, welche jetzt bedeutend zusammengefallen und vollständig zersetzt ist. Ich konnte mit dem Mikroskop nicht eine

³⁴ s. meine Erörterung über eine kalkige Incrustation im 3. Capitel meiner Schrift über Vulkanische Inseln.

Spur organischer Structur in ihm finden; aber seine chemischen Bestandtheile sind nach Mr. REEKS die nämlichen, wie in dem von der anderen Schicht zwischen den zerfallenden Muscheln auf der unteren Terrasse hergenommenen Pulver, mit der auffallenden Ausnahme, dasz der kohlen saure Kalk nur in einer sehr geringen Menge vorhanden ist. Auf der dritten und höchsten Stelle beobachtete ich etwas von diesem Pulver in einer ähnlichen Stellung, und gleichfalls gelegentlich in kleinen Flecken in beträchtlich grösseren Höhen in der Nähe des Gipfels der Insel. Bei Iquique, wo die ganze Oberfläche des Landes von einer bedeutend salzhaltigen Alluvialablagerung bedeckt ist, und wo das Clima äusserst trocken ist, haben wir gesehen, dasz nach der Angabe von Mr. BLAKE die Muscheln, welche in der Nähe des Strandes vollkommen sind, beim Aufsteigen allmählich immer weniger und weniger vollkommen werden, bis kaum eine Spur ihrer ursprünglichen Structur nachgewiesen werden kann. Es ist bekannt, dasz, wenn kohlen saurer Kalk und das gemeine Küchensalz in einer Masse zusammen gelassen³⁵ und leicht angefeuchtet werden, sie einander theilweise zersetzen: nun haben wir bei San Lorenzo und bei Iquique in den zusammengepackten Muscheln und dem Salze und der gelegentlichen Anfeuchtung durch den sogenannten peruvianischen Thau die gehörigen Elemente für eine derartige Wirkung. Wir können hiernach das eigenthümlich corrodirte Ansehen der Muschelschalen auf San Lorenzo und die bedeutende Mengenabnahme des kohlen sauren Kalkes in dem Pulver auf der oberen Terrasse verstehen. Nach dieser Ansicht bleibt indessen eine grosse Schwierigkeit, denn die resultirenden Salze sollten kohlen saures Natron und Chlorcalcium sein: das letztere ist vorhanden, aber nicht das kohlen saure Natron. Ich werde hierdurch zu der vielleicht nicht berechtigten Conjectur geführt (auf welche ich mich später zu beziehen haben werde), dasz das kohlen saure Natron durch irgend ein unerklärtes Mittel in ein schwefelsaures Salz verwandelt wird.

³⁵ Durch Mr. Reeks hat mir Dr. Kane mitgetheilt, dasz in Frankreich auf dieses Princip eine Fabrik gegründet wurde, aber wegen der geringen Menge von kohlen saurem Natron, welche dadurch producirt wurde, fehlschlug. Sprengel gibt an (Gardener's Chronicle, 1845, p. 157), dasz Kochsalz und kohlen saurer Kalk im Boden einer wechselseitigen Zersetzung unterliegen. Sir Henry de la Beche theilt mir mit, dasz vom Flugwasser des Meeres gewaschene kalkige Gesteine häufig in einer eigenthümlichen Weise corrodirt werden; s. auch über diesen letzteren Gegenstand: Gardener's Chronicle, 1844, p. 675.

Wenn die obigen Bemerkungen richtig sind, so werden wir zu dem sehr unerwarteten Schlusze geführt, dass ein trockenes Klima dadurch, dass es die Salze aus dem Spritzwasser ungelöst lässt, viel weniger günstig für die Erhaltung emporgehobener Muschelschalen ist, als ein feuchtes Klima. Wie sich dies auch verhalten mag, es ist interessant, die Art und Weise kennen zu lernen, in welcher Massen von Muscheln, die allmählich über das Meeresniveau emporgehoben wurden, zerfallen und endlich verschwinden.

Zusammenfassung über die neuere Erhebung der Westküste von Süd-America. — Wir haben gesehen, dass emporgehobene Reste von Seethieren in Zwischenräumen, und an einigen Stellen beinahe continuirlich, von $45^{\circ} 35'$ bis 12° s. Br. den Ufern des stillen Oceans entlang vorkommen. Dies ist in einer nord-südlichen Linie eine Entfernung von 2075 geographischen Meilen. Nach BYRON'S Beobachtungen hat sich die Erhebung noch sechzig Meilen weiter südlich erstreckt; und nach der Ähnlichkeit in der Form des Landes in der Nähe von Lima hat sie sich wahrscheinlich viele Stunden weiter nördlich erstreckt³⁶. Dieser grossen Küstenstrecke entlang finden sich ausser den organischen Resten an sehr vielen Orten Zeichen von Erosion, Höhlen, alte Strandlinien, Sanddünen und aufeinanderfolgende Terrassen von Geröll, alle oberhalb des jetzigen Meeresniveau's. Wegen der Steilheit des Landes auf dieser Seite des Continents sind Muscheln selten in grösseren Entfernungen landeinwärts, als von zwei bis drei Stunden gefunden worden: aber die Zeichen von Meereswirkung sind noch weiter von der Küste deutlich; so beispielsweise im Thale von Guasco in einer Entfernung von zwischen dreissig und vierzig Meilen. Nach den emporgehobenen Muscheln allein zu urtheilen hat die Erhebung in Chiloë 350 Fusz betragen, bei Concepcion sicher 625 Fusz und nach Schätzung 1000 Fusz, bei Valparaiso 1300 Fusz, bei Coquimbo 252 Fusz; nach Norden von diesem Orte sind, wie ich glaube, Meeresschalen nicht oberhalb 300 Fusz gefunden worden, und bei Lima waren sie (wahrscheinlich durch das Salz beeinflusst) bei fünfundsiebzig Fusz im Zerfallen begriffen. Es hat nicht bloss

³⁶ Ich will bei dieser Gelegenheit anführen, dass Mr. Weaver in einem im Besitz der geologischen Gesellschaft befindlichen Manuscript angibt, dass Schichten von Austern und andern recenten Muscheln an vielen Stellen von Tampico im Golf von Mexico, dreissig Fusz über dem Meeresspiegel gefunden werden.

die Erhebung in diesem Betrage innerhalb der Periode der existirenden Mollusken und Cirripeden stattgefunden, sondern die verhältnismässigen Zahlen derselben in dem benachbarten Meere sind in den meisten Fällen dieselben geblieben. In der Nähe von Lima ist indessen eine geringe Veränderung in dieser Beziehung zwischen den lebenden und den emporgehobenen Formen beobachtet worden: bei Coquimbo war dies noch deutlicher, da alle die Muscheln existirende Species waren; aber die in der obersten kalkigen Ebene enthaltenen sind ihnen auch nicht annähernd so sehr in ihren Verhältniszahlen gleich wie diejenigen, welche lose auf ihrer Oberfläche in der Höhe von 252 Fusz liegen, und noch weniger wie die, welche auf den unteren Ebenen zerstreut vorkommen, welche Letztere in den Verhältniszahlen mit den jetzt auf den Strand geworfenen identisch sind. In Folge dieses Umstandes und da ich nach sorgfältiger Untersuchung in der Nähe von Coquimbo keine Muschelschalen in einer bedeutenderen Höhe als 252 Fusz finden konnte, glaube ich, dasz die neuere Erhebung dort viel weniger bedeutend gewesen ist als bei Valparaiso, wo sie 1300 Fusz betragen hat und, wie ich hinzufügen will, auch als bei Concepcion. Diese beträchtliche Ungleichheit in der Grösze der Erhebung bei Concepcion und Valparaiso, Orte, die nur 200 Meilen von einander entfernt liegen, ist nicht unwahrscheinlich in Anbetracht erstens der Verschiedenheit in der Gewalt und Zahl der Stösze, welche jetzt jährlich verschiedene Theile dieser Küste treffen, und zweitens der Thatsache, dasz einzelne Bezirke wie der der Provinz von Concepcion während eines und desselben Erdbebens sehr ungleich emporgehoben worden sind. Es würde in den meisten Fällen sehr gewagt sein, eine Ungleichheit der Erhebung daraus zu folgern, dasz Muscheln auf der Oberfläche oder in den oberflächlichen Schichten in verschiedenen Höhen gefunden werden; denn wir wissen nicht, wovon die Schnelligkeit ihres Zerfalles abhängt; und bei Coquimbo ist ein Beispiel unter vielen von einem Vorgebirge angeführt worden, welches nach dem Vorkommen einer sehr kleinen Sammlung von durch Kalk cementirten Muscheln unbestreitbar 242 Fusz emporgehoben worden ist, und auf welchem dennoch selbst nicht einmal ein Fragment einer Muschel bei sorgfältiger Untersuchung zwischen dieser Höhe und dem Strande gefunden werden konnte, obgleich viele Lagen für die Erhaltung organischer Reste günstig erschienen: auch musz man das Fehlen von Muschelschalen auf den Geröllterrassen eine kurze Strecke in dem

Thale von Coquimbo hinauf, trotzdem sie auf den entsprechenden Terrassen an seiner Mündung äusserst reichlich vorhanden sind, im Gedächtnis behalten.

Es gibt noch andere Epochen ausser der der Existenz recenter Mollusken, nach denen sich die Veränderungen des Niveaus an dieser Küste beurtheilen lassen. Bei Lima hat, wie wir soeben gesehen haben, die Erhebung mindestens fünfundachtzig Fusz innerhalb der indomenschlichen Periode betragen, und seit der Ankunft der Spanier im Jahre 1530 hat augenscheinlich eine Senkung der Oberfläche stattgefunden. Bei Valparaiso musz in dem Verlauf von 220 Jahren die Erhebung weniger als neunzehn Fusz betragen haben; sie hat aber in den siebzehn auf das Jahr 1817 folgenden Jahren von zehn bis elf Fusz betragen, und von dieser Erhebung lässt sich nur ein Theil dem Erdbeben vom 1822 zuschreiben, der Rest ist unmerkbar gewesen und war allem Anscheine nach im Jahre 1834 noch im Fortschreiten. Bei Chiloë ist die Erhebung allmählich gewesen und hat ungefähr vier Fusz während vier Jahre betragen; auch bei Coquimbo ist sie allmählich gewesen und hat im Verlauf von 150 Jahren mehrere Fusz betragen. Die plötzlichen kleinen Erhebungen, die von Erdbeben begleitet waren, wie 1822 in Valparaiso, 1835 bei Concepcion und 1837 im Chonos-Archipel, sind den meisten Geologen sehr bekannt, aber die allmähliche Erhebung der Küste von Chile ist kaum beobachtet worden; sie ist indessen sehr bedeutungsvoll, da sie diese zwei Reihen von Ereignissen miteinander in Verbindung bringt.

Die Erhebung von Lima ist, da sie innerhalb der Periode des Menschen fünfundachtzig Fusz betragen hat, noch merkwürdiger, wenn wir uns nach der Ostküste des Continents wenden; denn bei Port S. Julian in Patagonien haben wir (wie wir später noch sehen werden) gute Beweise dafür, dasz, als das Land neunzig Fusz niedriger war, die *Macrauchenia*, ein groszes Säugethier lebte; und bei Bahia Blanca streiften, als das Land nur wenig Fusz niedriger war als es jetzt ist, viele gigantische Säugethiere über das benachbarte Land. Aber die Küste von Patagonien ist eine Strecke weit von der Cordillera entfernt und die Bewegung bei Bahia Blanca hängt vielleicht in keiner Weise mit diesem groszen Gebirgszuge zusammen, sondern vielmehr mit den tertiären vulcanischen Gesteinen der Banda Oriental, und daher dürfte die Erhebung an diesen Orten unendlich langsamer gewesen sein als an der Küste von Peru. Alle derartigen Speculationen indessen müssen

sehr unsicher sein: denn da wir mit Sicherheit wissen, dasz die Erhebung der ganzen Küste von Patagonien durch viele und lange Pausen unterbrochen worden ist, wer wird zu behaupten wagen, dasz in solchen Fällen viele und lange Perioden der Senkung nicht gleichfalls eingeschaltet gewesen sein sollten?

An vielen Stellen der Küste von Chile und Peru finden sich Zeichen der Einwirkung des Meeres auf die successiven Höhen im Lande, welche zeigen, dasz die Erhebung durch Perioden vergleichsweiser Ruhe in der Emporhebung unterbrochen gewesen ist, und ebenso von Perioden der Denudation durch die Wirkung des Meeres. Diese sind in Chiloë am deutlichsten, wo in einer Höhe von ungefähr 500 Fusz drei Böschungen vorhanden sind, — bei Coquimbo, wo in einer Höhe von 364 Fusz sich fünf finden, — bei Guasco, wo sechs vorhanden sind, von denen fünf vielleicht mit denen bei Coquimbo übereinstimmen, wenn dies aber der Fall ist, sind die späteren und dazwischen tretenden erhebenden Bewegungen hier viel energischer gewesen, — bei Lima, wo sich in der Höhe von ungefähr 250 Fusz drei Terrassen finden und wie behauptet wird, noch andere in beträchtlich grözseren Höhen. Das beinahe gänzliche Fehlen alter Zeichen von Meereswirkung auf bestimmten Höhen beträchtlichen Küstenstrecken entlang, wie in der Nähe von Valparaiso und Concepcion, ist im hohen Grade instructiv; denn wie es unwahrscheinlich ist, dasz die Erhebung an diesen Orten allein continuirlich gewesen sein sollte, so müssen wir das Fehlen solcher Zeichen der Einwirkung der Beschaffenheit und der Form der Küsten zuschreiben. Wenn wir sehen, über wie viele hundert Meilen an der Küste von Patagonien und an wie vielen Stellen an den Küsten des stillen Oceans der Erhebungsprocesz durch Perioden vergleichsweiser Ruhe unterbrochen worden ist, so können wir in Verbindung mit den aus anderen Theilen der Erde hergeleiteten Beweismitteln schlieszen, dasz die Erhebung des Landes eine allgemein intermittirende Thätigkeit ist. Aus der Quantität der bei der Bildung der Böschungen entfernten Masse, besonders derer von Patagonien, geht hervor, dasz die Perioden der Ruhe in der Bewegung und der Denudation des Landes im Allgemeinen sehr lang gewesen sind. In Patagonien haben wir gesehen, dasz die Erhebung gleichmäszig gewesen ist, und die Periode der Denudation über sehr weite Küstenstrecken gleichzeitig; an den Küsten des stillen Oceans haben wir in Folge des Umstandes, dasz

die Terrassen hauptsächlich in den Thälern vorkommen, keine gleichförmigen Mittel, über diesen Punkt ein Urtheil zu bilden; und die sehr verschiedenen Höhen der emporgehobenen Muscheln bei Coquimbo, Valparaiso und Concepcion scheinen einer derartigen Schlussfolgerung direct entgegenzustehen.

Ob auf dieser Seite des Continents die Erhebung zwischen den Perioden vergleichsweiser Ruhe, wo die Becken gebildet wurden, durch kleine plötzliche Stösze erfolgt ist, ähnlich denen, welche die neueren Erdbeben begleiteten, oder, wie es am wahrscheinlichsten ist, ob sie durch derartige Stösze in Verbindung mit einer allmählichen Bewegung nach aufwärts, oder durch grosze und plötzliche Emporhebungen eingetreten ist, dafür habe ich keine directen Beweise. Da ich aber auf der Ostküste, nach der Analogie der letzten hundert Fusz des erhobenen Landes in La Plata und nach der nahezu gleichmässigen Grösze der Rollsteine über die ganze Breite der Terrassen und nach dem Umstand, dasz die emporgehobenen Muscheln alle litorale Species sind, zu der Annahme geführt wurde, dasz die Erhebung allmählich gewesen ist, so folgere ich auch für diese westliche Küste, und zwar nach der Analogie der jetzt im Fortschritt begriffenen Bewegung und nach jetzt ausschliesslich an oder dicht bei dem Strande lebenden Muscheln, welche in ungeheuren Mengen über die ganze Oberfläche des Landes bis hinauf zu sehr beträchtlichen Höhen zerstreut vorkommen, dasz die Bewegung auch hier langsam und allmählich gewesen ist, wahrscheinlich unterstützt durch kleine gelegentliche Stösze. Wir wissen wenigstens, dasz bei Coquimbo, wo fünf Böschungen in einer Höhe von 364 Fusz vorkommen, die successiven Erhebungen, wenn sie plötzlich gewesen sind, nicht grosz gewesen sein können. Ich glaube, es ist nachgewiesen worden, dasz die gelegentliche Erhaltung von nicht abgerollten und nicht zerbrochenen Muscheln selbst während eines ganz allmählichen Emporsteigens des Landes nicht unwahrscheinlich ist, und wenn die Bewegung durch kleine Stösze unterstützt worden ist, so ist ihre Erhaltung vollständig mit dem verträglich, was factisch während neuerer Erdbeben Statt hat.

Nach der jetzigen Wirkungsweise des Meeres den Küsten des stillen Oceans entlang auf die Ablagerungen der von ihm selbst angehäuften Massen zu urtheilen scheint die Jetztzeit an den meisten Stellen eine der vergleichsweisen Ruhe in der Hebungsbewegung und eine Periode der Denudation des Landes zu sein. Unzweifelhaft ist

dies der ganzen groszen Küstenstrecke von Patagonien entlang der Fall. Bei Chiloë haben wir indessen gesehen, dasz ein schmaler, sanft aufsteigender Saum, der mit Vegetation bedeckt ist, den jetzigen Seestrand von einer Reihe niedriger Klippen trennt, welche die Wellen vor kurzem erreichten; hier gewinnt daher das Land an Breite und Höhe, und die jetzige Periode ist nicht eine solche der Ruhe in der Erhebung und einer davon abhängigen Denudation; wenn aber die Erhebung nicht mit einer grösseren Schnelligkeit fort dauert, so ist alle Wahrscheinlichkeit vorhanden, dasz das Meer seine früheren horizontalen Grenzen wieder erreichen wird. Ich beobachtete ähnliche niedrige sanft abfallende Säume an verschiedenen Stellen der Küste, sowohl nördlich von Valparaiso als auch in der Nähe von Coquimbo; aber an diesem letzteren Orte lässt sich wegen der Veränderung der Form, welche die Küste seit dem Niederarbeiten der alten Böschungen erlitten hat, daran zweifeln, ob das Meer nach einer Wirkung von irgend einer Zeit auf seinem jetzigen Niveau in das Land hineinnagen würde, denn jetzt neigt es eher dazu, grosze Massen von Sand aufzuwerfen. In Folge solcher Thatsachen wie die eben erwähnten habe ich allgemein den Ausdruck: „vergleichsweise Ruhe“ gebraucht, als auf die Erhebung des Landes angewandt; die Ruhe oder das Aufhören in der Bewegung ist eine vergleichsweise, sowohl mit dem verglichen was vorher gegangen ist, als auch mit dem was ihr folgt, ebenso im Vergleich mit dem Erosionsvermögen des Meeres an jedem Ort und in jedem Niveau. In der Nähe von Lima zeigen die klippenförmigen Küsten von San Lorenzo und auf dem Festlande südlich von Callao, dasz das Meer jetzt in das Land vordringt; und da wir hier einige Beweise dafür finden, dasz die Oberfläche des Landes vor kurzem gesunken ist, oder noch sinkt, so dürften die Perioden vergleichweiser Ruhe in der Erhebung und der davon abhängigen Denudation wahrscheinlich in vielen Fällen Perioden der Senkung umfassen. Wie im Detail gezeigt wurde, als ich die Terrassen von Coquimbo erörterte, können wir nur da, wo das Meer mit Schwierigkeiten und nach einem langen Verlauf von Zeit entweder eine schmale Stufe in solides Gestein eingesnagt oder an einer steilen Oberfläche einen schmalen Streifen von Detritus angehäuft hat, zuversichtlich behaupten, dasz das Land in diesem Niveau und zu dieser Periode lange absolut stationär geblieben ist. In dem Falle, wo Terrassen aus Geröll oder Sand gebildet wurden, wenn schon die Erhebung im strengen Sinne horizontal gewesen sein

mag, kann es sich wohl ereignen, dass nicht eine ebene Strandlinie verfolgt werden kann, und dass weder die Terrassen selbst noch der Gipfel oder der basale Rand ihrer Böschungen horizontal ist.

Vergleichen wir endlich die Ausdehnung der emporgehobenen Bezirke, wie sie sich aus den emporgehobenen recenten organischen Resten ergibt, auf den zwei Seiten des Continents, so haben wir gesehen, dass am atlantischen Ocean Muscheln in Intervallen von dem östlichen Feuerlande 1180 Meilen nach Norden zu, und auf der Küste des stillen Oceans über einen Raum von 2075 Meilen gefunden worden sind. In einer Ausdehnung von 775 Meilen kommen sie in denselben Breiten auf beiden Seiten des Continentes vor. Ohne diesen Umstand in Betracht zu ziehen, ist es nach den im letzten Capitel angeführten Gründen wahrscheinlich, dass die ganze Breite des Continentes im centralen Patagonien in Masse emporgehoben worden ist; aber aus anderen dort mitgetheilten Gründen würde es gewagt sein, diesen Schluss auf La Plata auszudehnen. Da der Continent in dem südlichsten Theile von Patagonien schmal ist und nach den in den inneren engen Strassen der Magellan-Strasse gefundenen Muscheln, ebenso wie nach den weit in dem Thale des Santa Cruz hinauf gefundenen, ist es wahrscheinlich, dass der südliche Theil der Westküste, welchen ich nicht besucht habe, innerhalb der Periode der jetzt existirenden Mollusken emporgehoben worden ist. Ist dies der Fall, so sind die Küsten des stillen Oceans continuirlich, in neuerer Zeit, und in einem geologischen Sinne gleichzeitig von Lima an in einer Ausdehnung von 2480 nautischen Meilen nach Süden emporgehoben worden, — eine Entfernung, welche der vom rothen Meere bis zum Nordcap von Scandinavien gleichkommt.

Drittes Capitel.

Über die Ebenen und Thäler von Chile. — Salzführende oberflächliche Ablagerungen.

Beckenartige Ebenen von Chile; ihre Entwässerung, ihr mariner Ursprung. — Zeichen von Meereswirkung an den östlichen Abhängen der Cordillera. — Leicht geneigte terrassenartige Säume von geschichtetem Geröll innerhalb der Thäler der Cordillera; ihr mariner Ursprung. — Erratische Blöcke im Thale von Cachapual. — Horizontale Erhebung der Cordillera. — Bildung von Thälern. — Erratische Blöcke von Erdbebenwellen bewegt. — Oberflächliche Salzlager. — Lager von Natronsalpeter bei Iquique. — Salzin crustationen. — Salzseen von La Plata und Patagonien; Reinheit des Salzes; sein Ursprung.

Der Raum zwischen der Cordillera und der Küste von Chile ist in einem oberflächlichen Mittel von achtzig bis über hundert Meilen breit; er wird aus einer beinahe continuirlichen Gebirgsmasse oder noch gewöhnlicher aus mehreren nahezu parallelen von Ebenen getrennten Höhenzügen gebildet; in den südlicheren Theilen dieser Provinz sind die Berge den Ebenen vollständig untergeordnet; in dem nördlichen Theile herrschen die Gebirge vor.

Die beckenartigen Ebenen am Fusze der Cordillera sind in mehreren Beziehungen merkwürdig; die, auf welcher die Hauptstadt von Chile steht, ist fünfzehn Meilen in einer ost-westlichen Linie breit, und in einer nord-südlichen Linie von einer viel bedeutenderen Länge; sie steht 1750 Fusz über dem Meere; ihre Oberfläche erscheint glatt, fällt und hebt sich aber in weiten sanften Undulationen, wobei die Vertiefungen den Hauptthälern der Cordillera entsprechen: die auffallende Art und Weise, in welcher sie ganz scharf bis an den Fusz dieses groszen Gebirgszugs herantritt, ist von jedem Schriftsteller¹

¹ Diese Ebene wird durch einen Hügelzug zum Theil in zwei Becken getheilt; die südliche Hälfte fällt in ihrer Höhe nach der Angabe von Meyen

seit MOLINA's Zeit bemerkt worden. In der Nähe der Cordillera ist sie aus einer geschichteten Masse von Rollsteinen aller Gröszen, welche gelegentlich abgerundete erratische Blöcke einschlieszt, zusammengesetzt: in der Nähe ihrer westlichen Grenze besteht sie aus röthlichem sandigen Thon, welcher einige Rollsteine und zahlreiche Bimsstein-Fragmente einschlieszt, und zuweilen in reinen Sand oder in vulcanische Asche übergeht. Bei Podaguel auf der westlichen Seite der Ebene werden Sandschichten von einem kalkigen Tuff überlagert, dessen oberste Schichten meist hart und substalagmitisch, dessen untere weisz und zerreiblich sind, während beide zusammen den Schichten bei Coquimbo, welche neuere marine Muschelschalen enthalten, auszerordentlich gleichen. Sich plötzlich erhebende aber abgerundete Felsenblöcke steigen aus diesen Ebenen empor; die von Santa Lucia und San Cristoval werden aus Grünsteinporphyr gebildet, welcher beinahe gänzlich seiner ursprünglichen Decke von einer porphyritischen Thonsteinbreccie beraubt ist; auf ihren Gipfeln werden viele Gesteinsfragmente (einige von ihnen aus Arten gebildet, die nicht in situ gefunden werden) von einem weissen zerreiblichen kalkigen Tuff wie dem bei Podaguel gefundenen überzogen und durch denselben mit einander verbunden. Als diese Substanz auf dem Gipfel von San Cristoval abgelagert wurde, musz das Wasser 946 Fusz² über der Oberfläche der umgebenden Ebene gestanden haben.

Nach Süden verengt sich diese beckenartige Ebene und tritt, indem sie sich kaum wahrnehmbar mit einer ebenen Oberfläche erhebt, durch einen merkwürdigen horizontalen Spalt in den Gebirgen

(Reise um die Erde, Th. I, p. 274) mit einer plötzlichen Senkung von zwischen fünfzehn und zwanzig Fusz.

² Oder 2690 Fusz über dem Meere nach einer barometrischen Messung des Mr. Eck. Dieser Tuff erscheint dem Auge nahezu rein; in Säure gelegt lässt er aber einen beträchtlichen Rückstand von Sand und zerbrochenen Crystallen, augenscheinlich von Feldspath, zurück. Dr. Meyen gibt an (Reise, Th. I, p. 269), dasz er eine ähnliche Substanz auf dem benachbarten Berge von Dominico gefunden habe (und ich fand sie auch auf dem Cerro Blanco) und schreibt sie der Verwitterung des Gesteines zu. An einigen Stellen, welche ich untersuchte, kam schon nach der Masse dieser Substanz diese Ansicht von ihrem Ursprung ganz auszer Frage, und ich zweifle stark daran, ob die Zersetzung eines Porphyrs in irgend einem Falle eine hauptsächlich aus kohlen-saurem Kalk zusammengesetzte Kruste hinterlassen könnte. Die weisse Kruste, welche so häufig auf verwitterten feldspathigen Gesteinen zu sehen ist, scheint keinen freien kohlen-sauren Kalk zu enthalten.

durch, eine echte Landenge bildend, welche die Angostura genannt wird. Sie dehnt sich dann sofort wieder in eine zweite beckenförmige Ebene aus: diese verengt sich wiederum nach Süden zu in eine andere Landenge und erweitert sich zu einem dritten Becken, welches indessen plötzlich in seinem Niveau ungefähr vierzig Fusz fällt. Dieses dritte nach Süden gelegene Becken verengt sich in gleicher Weise in eine Landenge und öffnet sich dann wiederum in die grosze Ebene von San Fernando, welche sich so weit nach Süden erstreckt, dasz die schneebedeckten Gipfel der entfernten Cordillera über den Horizont hervorragend gesehen werden als stiegen sie aus dem Meere empor. Diese Ebenen in der Nähe der Cordillera werden meist aus einer dicken geschichteten Masse von grobem Geschiebe gebildet³, an anderen Stellen aus einem rothen sandigen Thon häufig mit einer Zumischung bimssteinhaltiger Substanz. Obgleich diese Becken wie eine Perlenschnur in einer nord-südlichen Linie durch ebene Landengen zusammenhängen, so fliesen doch die Flüsse, welche dieselben entwässern, nicht alle von Norden nach Süden, sondern meist nach Westen durch Durchbrüche, welche in die angrenzenden Berge eingeschnitten sind; und in dem zweiten Becken, oder dem von Rancagua, finden sich zwei verschiedene Durchbrüche. Überdies wird jedes Becken nicht einzeln entwässert: so finden wir, um das auffallendste wenn auch nicht das einzige Beispiel anzuführen, bei dem Vorschreiten nach Süden über die Ebene von Rancagua hin, dasz das Wasser erst nach Norden nach der nördlichen Landenge und durch dieselbe flieszt; dann sehen wir dasselbe, ohne dasz es irgend eine auffallende Erhebung oder Wasserscheide kreuzte, nach Süd-Westen nach dem nördlichen der beiden Durchbrüche in der westlichen gebirgigen Grenze zu fliesen, und endlich flieszt es, wiederum ohne irgend einen Rücken, nach dem südlichen Durchbruche in demselben Gebirge zu. Es ist daher die Oberfläche dieser einen beckenartigen Ebene, welche für das Auge so eben erscheint, mit groszer Sorgfalt modellirt worden, so dasz die Entwässerung ohne irgend auffällige Wasserscheiden nach drei Öffnungen

³ Auf der Ebene von S. Fernando findet sich nach Meyen und Gay (Reise etc., Th. I, p. 295 und 298) in der Nähe der Cordillera eine obere stufenförmige Ebene von Thon, auf deren Oberfläche sie zahlreiche, von zwei bis drei Fusz lange Felsblöcke entweder einzeln oder in Haufen zusammengebracht, aber sämtlich in nahezu geraden Linien angeordnet, liegen fanden.

in den umgebenden Gebirgen hingeleitet wird⁴. Die aus den drei südlichen beckenartigen Ebenen abfließenden Ströme vereinigen sich, nachdem sie durch die Durchbrüche nach Westen zu getreten sind, und bilden den Flusz Rapel, welcher sich in der Nähe von Navidad in den stillen Ocean ergießt. Ich folgte dem südlichsten Zweige dieses Flusses und fand, dasz das Becken oder die Ebene von San Fernando continuirlich und glatt mit denjenigen Ebenen verbunden ist, welche im zweiten Capitel beschrieben wurden und welche in der Nähe der Küste in aufeinanderfolgende höhlenartig ausgewaschene Böschungen abgetragen und noch näher der Küste mit emporgehobenen recenten Meeresresten überstreut sind.

Ich hätte Beschreibungen zahlreicher anderer Ebenen derselben allgemeinen Form geben können, einige am Fusze der Cordillera, einige in der Nähe der Küste und einige halbwegs zwischen diesen Punkten. Ich will nur noch eine andere erwähnen, nämlich die Ebene von Uspallata, welche auf der östlichen oder entgegengesetzten Seite der Cordillera zwischen diesem groszen Gebirgszuge und dem parallelen niedereren Zuge von Uspallata liegt. Nach der Angabe von MIERS liegt ihre Oberfläche 6000 Fusz über dem Meeresspiegel: sie ist von zehn bis fünfzehn Meilen breit und soll sich mit einer ununterbrochenen Fläche 180 Meilen nach Norden erstrecken: sie wird von zwei durch Durchbrüche in den Gebirgen nach Osten heraustretenden Flüssen entwässert. An den Ufern des Flusses Mendoza sieht man, dasz sie aus einer groszen Anhäufung geschichteten Geschiebes zusammengesetzt ist, die der Schätzung nach 400 Fusz mächtig ist. Im allgemeinen Ansehen und in zahlreichen Punkten ihres Baues ist diese Ebene denen von Chile sehr ähnlich.

Der Ursprung und die Bildungsweise der dicken Geröllschichten, der Schichten von sandigem Thon, vulcanischem Detritus und kalkigem Tuff, welche diese beckenartigen Ebenen zusammensetzen, ist sehr wichtig, weil sie, wie wir sofort sehen werden, Arme oder Säume weit in die Hauptthäler der Cordillera hinaufschicken. Viele von den Bewohnern glauben, dasz diese Ebenen früher einmal von See'n ein-

⁴ Aus Capt. Herbert's Schilderung des Diluvium des Himalaya (Gleanings of Science, Calcutta, Vol. II, p. 164) geht hervor, dasz sich ganz ähnliche Bemerkungen auch von den Entwässerungsverhältnissen der Ebenen oder Thäler zwischen jenen groszen Gebirgen machen lassen.

genommen, aber plötzlich entwässert worden sind; ich glaube aber, dass die große Zahl der verschiedenen Durchbrüche in nahezu demselben Niveau in den diese Ebenen umgebenden Bergen diese Idee vollständig ausschließt. Hätten nicht so bedeutende Naturforscher wie MEYEN und GAY ihre Ansicht dahin ausgesprochen, dass diese Ablagerungen von großen von der Cordillera herabstürzenden Überschwemmungen zurückgelassen wären, so würde ich eine Ansicht nicht erwähnt haben, welche mir nach vielen Gründen im höchsten Grade unwahrscheinlich erscheint, — nämlich wegen der ungeheuren Anhäufung gut abgerundeter Rollsteine, wegen ihrer häufigen Schichtung mit abwechselnden Sandschichten, — wegen der darüber liegenden Schichten von kalkigem Tuff, — wegen des Umstandes, dass diese nämliche Substanz die Gesteinsfragmente auf den Felsblöcken in der Ebene von Santiago überzieht und verbindet, — und endlich schon wegen des abgeriebenen, abgerundeten und stark denudierten Zustandes dieser Felsblöcke und der Vorgebirge, welche von den umgebenden Bergen vorspringen. Auf der anderen Seite haben mich diese verschiedenen Umstände ebensowohl wie die continuirliche Verbindung der Becken am Fusse der Cordillera mit der großen Ebene des Rio Rapel, welche noch immer die Zeichen von Meereswirkungen auf verschiedenen Höhen zeigt, und deren allgemeine Ähnlichkeit in der Form und Zusammensetzung mit den vielen Ebenen in der Nähe der Küste, welche entweder ähnlich gezeichnet, oder mit emporgehobenen Meeresresten überstreut sind, vollständig zu der Überzeugung geführt, dass die diese beckenartigen Ebenen begrenzenden Berge von dem Meere durchbrochen wurden, dass ihre inselartig vorspringenden Felsen von ihm abgerieben und der lose geschichtete Detritus, welcher jetzt ihre ebenen Oberflächen bildet, von ihm abgelagert wurde wie das Land langsam emportauchte. Es ist kaum möglich, in zu starken Ausdrücken die vollständige Ähnlichkeit im Umriss zwischen diesen beckenartigen, langen und schmalen Ebenen von Chile (besonders wenn am frühen Morgen die Nebel tief herabhängen und wie Wasser erscheinen) mit den Buchten und Fjords auszudrücken, welche jetzt die südlichen und westlichen Küsten des Continents einschneiden. Wir können nach dieser Ansicht, nach welcher das Meer, als das Land tiefer lag, lange Zeit und ruhig die Räume zwischen den Bergketten einnahm, verstehen, woher es kommt, dass die Begrenzungen der einzelnen Becken an mehr als einer Stelle durchbrochen wurden; denn wir sehen, dass

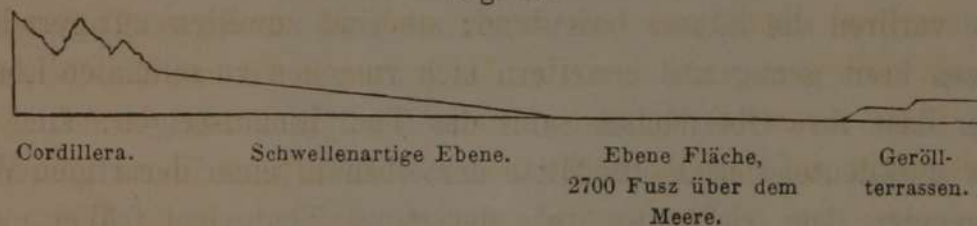
dies der allgemeine Character der landeinwärts zu gelegenen Buchten und Canäle des Feuerlandes ist; wir sehen auch dort in der einschneidenden Wirkung der Gezeiten, welche mit groszer Gewalt in diesen Quercanälen flieszen, eine Kraft, welche genügt, um die Durchbrüche offen zu halten, als das Land emportauchte. Wir können ferner sehen, dasz die Wellen naturgemäsz den glatten Grund einer jeden groszen Bucht oder eines jeden Canals, wie diese langsam in Land verwandelt wurden, sanft geneigt gelassen haben werden, und zwar nach so vielen Punkten hin, als Mündungen vorhanden waren, durch welche das Meer sich schliesslich zurückzog und nun ebenso viele Wasserzüge auf einer nahezu ebenen Fläche bildete, ohne dasz irgend auffallende Rücken vorhanden wären. Das Fehlen von Meeresresten auf diesen hohen landeinwärts gelegenen Ebenen kann nicht passend als ein Einwand gegen ihren marinen Ursprung beigebracht werden: denn daraus, dasz Muschelreste in den groszen Geröllschichten von Patagonien nicht gefunden werden, trotzdem sie reichlich über ihre Oberflächen zerstreut sind, und aus vielen anderen analogen Thatsachen können wir schlieszen, dasz derartige Ablagerungen für das Einschlieszen solcher Reste äusserst ungünstig sind; und in Bezug darauf, dasz Muscheln nicht auf der Oberfläche dieser beckenartigen Ebene gefunden werden, wurde im letzten Capitel gezeigt, dasz in dieser Weise exponirte Reste mit der Zeit zerfallen und verschwinden.

Auf den Ebenen am östlichen und entgegengesetzten Fusz der Cordillera habe ich einige Erscheinungen beobachtet, welche der Erwähnung werth sind, da sie zeigen, dasz dort das Meer lange Zeit auf nahezu demselben Niveau wirkte, wie auf den beckenartigen Ebenen von Chile. Die Berge auf dieser östlichen Seite sind äusserst steil abfallend; sie erheben sich aus einem glatten, schwellenartigen, sehr sanft geneigten Abhange von fünf bis zehn Meilen breit (wie im folgenden Durchschnitt dargestellt ist), welcher gänzlich aus vollkommen abgerundeten Rollsteinen besteht, die häufig von einer thonigen Substanz, wie zersetzter Feldspath, überzogen sind. Diese geneigte Ebene oder diese Schwelle geht in einen vollkommen ebenen Raum von einigen Meilen Breite über, welcher aus röthlichem unreinem Thon mit kleinen kalkigen Concretionen wie in den Pampas-Ablagerungen, ferner aus feinem weissen Sande mit kleinen schichtenweise angeordneten Rollsteinen und aus der oben erwähnten weissen thonigen Erde zusammengesetzt ist, welches alles untereinander geschichtet ist. Diese ebene

Strecke reicht bis nach Mendoza, dreiszig Meilen nach Norden, und liegt wahrscheinlich ungefähr in der nämlichen Höhe über dem Meere, nämlich 2700 Fusz (PENTLAND und MIERS). Nach Osten zu wird sie von einer achtzig Fusz hohen Böschung begrenzt, welche viele Meilen weit nach Norden und Süden läuft und aus vollkommen abgerundeten, losen, weisz überzogenen oder in die thonige Erde eingebetteten Rollsteinen zusammengesetzt wird. Hinter dieser Böschung liegt eine zweite ähnliche aus Geröll. Nach Norden von Mendoza werden diese Böschungen durchbrochen und vollständig obliterirt, und es hat nicht den Anschein, als wenn sie je einen seeartigen Bezirk eingeschlossen hätten: ich schliesze daher, dasz sie vom Meere gebildet wurden als es den Fusz der Cordillera erreichte, wie die ähnlichen an so vielen Punkten an den Küsten von Chile und Patagonien vorkommenden Böschungen.

Die schwellenartige Ebene steigt mit einer glatten Oberfläche in die groszen trockenen Thäler der Cordillera auf. Auf jeder Seite des

Fig. 13.



Durchschnitt der Ebene am östlichen Fusze der chilenischen Cordillera.

Portillo-Thales werden die Berge aus rothem Granit, Glimmerschiefer und Basalt gebildet, welche alle einen wahrhaft erstaunlichen Grad von Denudation erlitten haben; das Geschiebe in dem Thale ebenso wie auf der sockelartigen Ebene vor ihm ist aus diesen Gesteinen gebildet; aber an der Mündung des Thales in der Mitte (wahrscheinlich ungefähr 3500 Fusz über dem Meere) springen einige wenige kleine isolirte Hügel von mehreren Varietäten von Porphyrempor, rund um welche auf allen Seiten sich glatte und häufig wie kalkig überzogene Rollsteine dieser nämlichen Porphyrarten bis zum Ausschluss aller übrigen bis in eine bestimmte Entfernung erstrecken. Es ist nun schwierig, sich irgend eine andere Thätigkeit mit Ausnahme der ruhigen und lange fortdauernden Wirkung des Meeres auf diese Hügel vorzustellen, welche die Porphyrfragmente abgerundet und gewischt haben und es verursacht haben könnte, dasz sie von so kleinen und völlig unbedeutenden Centren ausstrahlten, in der Mitte jenes un-

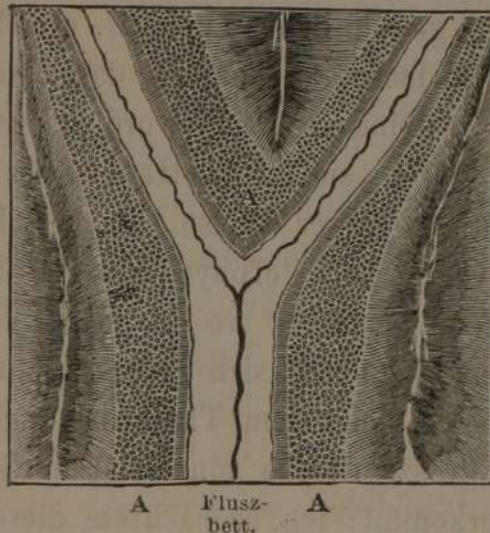
geheueren Stromes von Steinen, welcher von der Haupt-Cordillera herabstieg.

Geneigte Terrassen von Geröll in den Thälern der Cordillera. — Alle die Hauptthäler auf beiden Seiten der chilenischen Cordillera haben früher ihren Grund bis zu einer beträchtlichen Dicke von einer Masse roh geschichteten Geschiebes gefüllt gehabt, oder haben sie noch so. Im centralen Chile ist der grözere Theil dieser Masse durch Ströme entfernt worden; riffbegrenzte, mehr oder weniger continuirliche Säume sind dabei in entsprechenden Höhen auf beiden Seiten der Thäler zurückgelassen worden. Diese Säume oder, wie sie genannt werden können, Terrassen haben eine glatte Oberfläche, und in dem Masze als die Thäler sich erheben, erheben auch sie sich sanft mit ihnen; sie werden daher leicht bewässert und bieten für die Anlage von Straszen eine grosze Erleichterung dar. Wegen ihrer Gleichförmigkeit geben sie der Scenerie dieser groszartigen wilden durchbrochenen Thäler einen merkwürdigen Character. In der Breite variiren die Säume bedeutend; sie sind zuweilen nur gerade für Straszen breit genug und erweitern sich zuweilen zu schmalen Ebenen. Auszer dasz ihre Oberflächen sanft das Thal hinaufsteigen, sind dieselben unbedeutend nach der Mitte desselben in einer derartigen Weise hin geneigt, dasz sie zeigen, wie der ganze Thalgrund früher einmal mit einer glatten und unbedeutend concaven Masse erfüllt gewesen sein musz, wie die trockensten, nicht durchfurchten Thäler des nördlichen Chile es noch sind. Wo zwei Thäler sich zu einem vereinigen, sind diese Terrassen besonders gut entwickelt, wie in der folgenden Zeichnung dargestellt ist. Die Mächtigkeit des diese Säume bildenden Geschiebes kann nach einem rohen Mittel als von dreissig bis sechszig oder achtzig Fusz variirend angegeben werden; aber in der Nähe der Mündungen der Thäler war sie an mehreren Stellen von 200 bis 300 Fusz. Die von den Bergströmen entfernte Menge von Substanz ist ungeheuer gewesen; und doch sind in den niedrigeren Theilen der Thäler die Terrassen selten gänzlich auf beiden Seiten abgewaschen worden, ebenso wenig ist der solide darunter liegende Fels erreicht worden: höher in den Thälern hinauf sind die Terrassen häufig auf einer oder der anderen Seite und zuweilen auf beiden Seiten entfernt worden; aber in diesem letzteren Falle erscheinen sie nach einem kurzen Intervall in der Linie wieder, welche sie angenommen haben würden, wenn sie nicht durchbrochen worden wären. Wo das solide

Gestein erreicht worden ist, ist es in tiefe und schmale Schluchten eingeschnitten worden. Noch höher in den Thälern hinauf werden die Terrassen allmählich immer mehr und mehr durchbrochen, eng, und weniger mächtig, bis sie in einer Höhe von 7000 bis 9000 Fusz verloren werden und mit den Haufen niederfallenden Detritus verschmelzen.

Ich habe an vielen Stellen sorgfältig den Zustand des Geschiebes untersucht und habe beinahe überall die Steine gleichmässig und vollkommen abgerundet gefunden, gelegentlich mit groszen Gesteinsblöcken, meist deutlich geschichtet, häufig mit scheidenden Sandblättern. Die Rollsteine waren zuweilen mit einer weissen thonigen, und weniger häufig mit einer kalkigen Kruste überkleidet. In groszen Höhen in

Fig. 14.



Plan eines sich gabelnden Thals in der Cordillera, von glatten, sanft abfallenden Geröllsäumen (A, A) begrenzt, welche dem Flusslauf entlang (in Klippen ausgewaschen sind).

den Thälern hinauf wurden die Rollsteine weniger abgerundet, und in dem Masse wie die Terrassen obliterirt wurden, gieng die ganze Masse in die Beschaffenheit gewöhnlichen Detritus über. Wiederholt fiel mir die grösze Verschiedenheit zwischen diesem Detritus hoch oben in den Thälern und dem Geschiebe der Terrassen tief unten auf, welche wahrscheinlich darin bestand, dasz in dem Detritus eine gröszere Anzahl völlig eckiger Fragmente vorhanden war, ferner in dem ungleichen Grade, bis zu welchem die anderen Fragmente abgerundet waren, in der Quantität der dazu gemischten Erde, in dem Fehlen von Schichtung und in der Unregelmässigkeit der Oberflächen. Diese Verschiedenheit zeigte sich in gleicher Weise gut an Punkten tief unten in den

Thälern, wo steile Schluchten durch Gebirge von stark gefärbtem Gestein eingeschnitten weite fächerförmige Anhäufungen von Detritus auf die Terrassen hinabgeworfen haben: in solchen Fällen konnte die Trennungslinie zwischen dem Detritus und der Terrasse bis innerhalb eines oder zweier Zolle nachgewiesen werden; der Detritus bestand gänzlich aus eckigen oder nur theilweise abgerundeten Fragmenten der benachbarten gefärbten Gesteinsart; das geschichtete Geröll (wie ich durch genaue Untersuchung besonders in einem Falle in dem Thale des R. Mendoza ermittelte) enthielt nur eine kleine Menge dieser Fragmente, und diese wenigen gut abgerundet.

Ich achtete besonders auf das Erscheinen der Terrassen da, wo die Thäler plötzliche und beträchtliche Biegungen machten, ich konnte aber keine Verschiedenheit in der Natur wahrnehmen; sie folgten den Biegungen mit ihrer gewöhnlichen nahezu gleichförmigen Neigung. Ich beobachtete auch in mehreren Thälern, dasz, wo nur immer grosze Blöcke irgend eines Gesteins zahlreich wurden, entweder auf der Oberfläche der Terrasse oder in sie eingebettet, dieses Gestein bald höher hinauf in situ auftrat: in dieser Weise habe ich Blöcke von Porphyr, von andesitischem Syenit, von Porphyr und von Syenit, die abwechselnd zahlreich wurden, bemerkt, wo in jedem Falle so zusammengesetzte Berge folgten. Es findet sich indessen eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel; denn dem Thale des Cachapual entlang fand Mr. GAY zahlreiche grosze Blöcke von weiszem Granit, welcher nicht in der Nähe dort vorkommt: ich beobachtete diese Blöcke ebenso wie andere von andesitischem Syenit (der hier nicht in situ vorkommt) in der Nähe der Bäder von Cauquenes in einer Höhe von zwischen 200 und 300 Fusz über dem Flusz, und daher völlig oberhalb der Terrasse oder des Saumes, welcher diesen Flusz begrenzt; einige Meilen in dem Thale höher hinauf finden sich andere Blöcke in ungefähr derselben Höhe. Ich bemerkte auch in einer geringeren Höhe gerade über den Terrassen Blöcke von Porphyr (die dem Anscheine nach nicht in den unmittelbar darüber hängenden Bergen gefunden werden) in rohen Linien wie an einem Meeresstrande angeordnet. Alle diese Blöcke waren abgerundet und obgleich grosz, doch nicht riesig wie die erratischen Blöcke von Patagonien und dem Feuerlande. Mr. GAY gibt an⁵,

⁵ Annales des Sciences natur., 1. Sér., Tom. 28. Wie mir mitgetheilt worden ist, überschritt Mr. Gay die Cordillera durch das grosze schräge Thal von Los Cupressos und nicht in der directesten Linie.

dasz Granit in situ nicht innerhalb einer Entfernung von zwanzig Stunden vorkommt; aus mehreren Gründen vermüthe ich, dasz er schlieszlich in einer viel geringeren Entfernung, wenn schon sicher nicht in der unmittelbaren Nähe gefunden werden wird. Die von MEYEN und GAY auf der oberen Ebene von San Fernando (in einer früheren Bemerkung erwähnt) gefundenen erratischen Blöcke gehören wahrscheinlich zu dieser nämlichen Classe von Erscheinungen.

Diese Säume von geschichtetem Geröll kommen entlang all' den groszen Thälern der Cordillera ebenso wie ihren Hauptzweigen entlang vor; sie sind in auffallender Weise entwickelt in den Thälern des Maypu, Mendoza, Aconcagua, Cachapual, und nach MEYEN⁶ in dem des Tinguirica. Indessen kann in den Thälern des nördlichen Chile und in einigen auf der östlichen Seite der Cordillera, wie in dem Portillo-Thal, wo niemals Ströme geflossen sind oder dem Volumen nach gänzlich unbedeutend sind, das Vorhandensein einer Masse von geschichtetem Geröll nur aus der glatten, leicht concaven Form des Thalgrundes erschlossen werden. Man sucht natürlich nach irgend einer Erklärung einer so allgemeinen und auffallenden Erscheinung; dasz die die Säume den Thälern entlang bildende oder ihre Becken noch immer gänzlich erfüllende Masse nicht von anstosenden Bergen wie gewöhnlicher Detritus herabgefallen ist, wird nach dem vollständigen Contraste in jeder Beziehung zwischen dem Geröll und den Haufen von Detritus offenbar, mag man dieselben hoch oben in den Thälern an ihren Seiten oder tief unten vor den steil herabstürzenden Schluchten sehen; dasz die Masse nicht von Überschwemmungen abgelagert ist, selbst wenn wir annehmen könnten, dasz solche Wasserstürze jedes Thal hinabgestürzt wären, ebenso wie alle ihre Zweige nach Osten und Westen von den centralen Gipfeln der Cordillera aus, müssen wir nach den folgenden Gründen annehmen: nach der deutlichen Stratification der Masse, nach ihrer glatten Oberfläche, nach dem gut abgerundeten und zuweilen incrustirten Zustande der Rollsteine, welche von dem lockeren Detritus auf den Bergen so verschieden sind, und besonders wegen des Umstandes, dasz die Terrassen ihre gleichförmige Neigung rund um die plötzlichsten Biegungen beibehalten. Annehmen zu wollen, dasz wie das Land jetzt steht, die Flüsse das Geschiebe dem Laufe eines jeden Thals und aller Hauptzweige entlang

⁶ Reise u. s. w., Th. I, p. 302.

abgelagert hätten, scheint mir verfehlt zu sein, wenn man beachtet, dasz diese selben Flüsse nicht bloz jetzt viel von diesen Ablagerungen entfernen und entfernt haben, sondern auch überall dazu neigen, tiefe und schmale Schluchten in den harten darunter liegenden Gesteinen einzunagen.

Ich hatte angegeben, dasz diese Säume von Geröll, deren Ursprung unter Annahme von Wasserstürzen oder von gewöhnlicher Alluvialwirkung unerklärlich ist, direct continuirlich sind mit den ähnlich zusammengesetzten beckenartigen Ebenen am Fusze der Cordillera, welche aus den verschiedenen früher angegebenen Gründen, wie ich nicht zweifle, durch die Thätigkeit des Meeres geformt wurden. Wenn wir nun annehmen, dasz das Meer früher die Thäler der chilenischen Cordillera in genau derselben Weise einnahm, wie es jetzt in den südlicheren Theilen des Continentes es thut, wo tiefe gewundene Buchten in das Herz, oder wie in dem Obstructions-Sund ganz durch diesen groszen Landstrich durchgedrungen sind, und wenn wir annehmen, dasz die Berge in derselben langsamen Art emporgehoben wurden, wie die östlichen und westlichen Küsten innerhalb der recenten Periode emporgehoben worden sind, dann kann der Ursprung und die Bildung dieser geneigten terrassenartigen Säume von Geröll einfach erklärt werden. Denn jeder Theil des Grundes eines jeden Thales wird nach dieser Ansicht lange am oberen Ende einer Meeresbucht gestanden haben, in welche die damals existirenden Bergströme Gesteinsfragmente herabbefördert haben werden, wo sie durch die Thätigkeit der Gezeiten abgerollt, zuweilen incrustirt, in grober Weise geschichtet worden sein werden, und wo die ganze Oberfläche durch das Verschmelzen der aufeinanderfolgenden Strandlinien eingeebnet worden sein wird⁷. In dem Masse als das Land sich erhob, werden die Ströme in jedem Theile dahingestremt haben, die Masse, welche kurz zuvor an oder in der

⁷ Sanft abfallende Terrassen von völlig ähnlicher Structur habe ich (Philosoph. Transactions, 1839, p. 58) aus den Thälern von Lochaber in Schottland beschrieben, wo in höheren Niveaus die parallelen Straszen von Glen Roy das Zeichen des langen und ruhigen Vorhandenseins eines glacialen Sees darboten. Ich zweifle nicht daran, dasz sanft abfallende Terrassen in den Thälern der meisten europäischen Gebirgszüge vorhanden wären, wenn nicht jede Spur von ihnen und alle Überreste der Meereswirkung von den Gletschern, welche dieselben seitdem eingenommen haben, entfernt worden wären. Ich habe nachgewiesen, dasz dies bei den Bergen von Nord-Wales der Fall gewesen ist (London and Edinb. Phil. Journ., Vol. XXI, p. 187. Übers. dieser Band, Abth 2, p. 90).

Nähe der Strandlinien aufgehäuft worden war, zu entfernen, auch werden die Ströme durch die beständige Erhebung, welche ihren totalen Fall von ihren Quellen bis zum Meere vermehrte, beständig an Gewalt gewonnen haben. Dieses langsame Erheben der Cordillera, welches so gut die in anderer Weise unerklärliche Entstehung und Structur der Terrassen erklärt, wird, nach aller bekannten Analogie zu urtheilen, wahrscheinlich durch viele Ruheperioden unterbrochen worden sein; wir dürfen aber nicht erwarten, irgend welche Beweise für diese Perioden in der Structur der Geröllterrassen zu finden, denn da die Wellen an dem oberen Ende tiefer Buchten geringere erosive Kraft haben, so wird die einzige Wirkung des Meeres, welches lange in demselben Niveau gewesen ist, die sein, dasz die oberen Theile der Buchten in solchen Perioden bis zum Niveau des Wassers mit Geröll und Sand erfüllt worden sein werden und dasz später die Flüsse auf die schon angefüllten Theile einen Sockel von ähnlicher Masse heruntergeworfen haben werden, deren Neigung (wie das obere Ende eines zum Theil erfüllten See's) durch die Zufuhr von Detritus und die Gewalt des Stromes bestimmt worden sein wird⁸. Es wird daher nach der endlichen Umwandlung der Buchten in Thäler beinahe der einzige Unterschied in den Terrassen an den Punkten, wo das Meer lange stand, eine sanftere Neigung sein, mit von Flüssen anstatt vom Meere abgewaschenem Detritus auf ihrer Oberfläche.

Ich kenne nur eine der vorstehenden Ansicht entgegenzuhaltende Schwierigkeit, nämlich die weit her transportirten Felsblöcke hoch oben an den Seiten des Thales des Cachapual: ich will keinerlei Erklärung dieser Erscheinung versuchen, will aber anführen, dasz meiner Meinung nach ein Bergrücken in der Nähe der Bäder von Cauquenes lange nach all' den übrigen Bergrücken in der Umgebung emporgehoben worden ist, und dasz, als dies geschah, die ganze Oberfläche des Landes bedeutend verändert worden sein musz. Überdies können in dem Verlauf der Zeiten in diesem und anderen Thälern Ereignisse eingetreten sein, selbst in einem noch grözseren Maszstabe, als das von MOLINA beschriebene⁹, wo während des Erdbebens von 1762 ein Erd-

⁸ Ich habe in einem Briefe an Mr. Maclaren, abgedruckt im Edinburgh New Philos. Journal, Vol. XXXV, p. 288, diesen Proceß in einer noch detaillirteren Weise zu erklären versucht.

⁹ Compendio de la Hist. etc. etc., Tom. I, p. 30. Brongniart ist in seinem Bericht über Mr. Gay's Arbeiten (Annal. des Scienc. natur., 1833) der Ansicht,

rutsch zehn Tage lang den groszen Flusz Lontué aufdämmte, welcher dann seine Schranken durchbrach, „die ganze Gegend überschwemmte“ und ohne Zweifel viele grosze Gesteinsfragmente fortschaffte. Trotz dieses einen schwierigen Falles kann ich endlich doch nicht daran zweifeln, dasz diese terrassenähnlichen Säume, welche continuirlich mit den beckenförmigen Ebenen am Fusze der Cordillera verbunden sind, durch das Aufhalten des von Flüssen fortgeschafften Detritus auf successiven Höhen in derselben Weise gebildet worden sind wie wir es jetzt noch am oberen Ende aller jener vielen tiefen gewundenen Fjords stattfinden sehen, welche die südlichen Küsten einschneiden. Meiner Idee nach ist dies eine der bedeutungsvollsten Schlussfolgerungen gewesen, zu welchen mich meine Beobachtungen über die Geologie von Süd-America geführt haben; denn wir lernen hieraus, dasz eine der groszartigsten und symmetrischsten Bergketten auf der Erde mit ihren verschiedenen parallelen Zügen¹⁰ zusammen in Masse zwischen 7000

dasz die erratischen Blöcke im Cachapual zu derselben Classe gehören wie die erratischen Blöcke von Europa. Da die Blöcke, welche ich gesehen habe, nicht von riesiger Grösze und besonders nicht eckig waren, und da sie nicht eigentlich quer über niedrige Strecken oder breite Thäler fortgeschafft worden sind, so bin ich nicht geneigt, sie mit denjenigen zusammenzustellen, welche sowohl in der nördlichen als südlichen Hemisphäre (Geolog. Transactions, Vol. VI, p. 415; Übers. dies. Bd. Abth. 2, p. 57) durch Eis transportirt worden sind. Es ist zu hoffen, dasz, wenn Mr. Gay's lange fortgesetzten und ausgezeichneten Arbeiten über Chile veröffentlicht sind, mehr Licht auf den Gegenstand fallen wird. Die erratischen Blöcke könnten indesz ursprünglich transportirt worden sein; die endliche Lage derjenigen von Porphyr, welche als am Fusze der Berge in undeutlichen Linien angeordnet beschrieben wurden, ist eine Folge der Wirkung der Wellen auf einen Strand. Das Thal des Cachapual bricht da, wo die erratischen Blöcke vorkommen, durch den hohen Rücken von Cauquenes, welcher mit der Cordillera, aber in einiger Entfernung davon, parallel läuft. Dieser Rücken ist äusserst gewaltsamen Eingriffen ausgesetzt gewesen; trachytische Lava ist aus ihm hervorgebrochen, und noch immer entspringen heisse Quellen an seinem Fusze. In Anbetracht des enormen Betrags von Denudation soliden Gesteins in den obern und viel breiteren Theilen dieses Thals, da, wo es in die Cordillera eintritt, und der groszen Ausdehnung, in welcher der Rücken von Cauquenes jetzt den groszen Höhenzug deckt, wurde ich zu der Annahme geführt (wie im Texte angedeutet wurde), dasz dieser Rücken mit seinen trachytischen Eruptionen in einer viel späteren Periode als die Cordillera emporgehoben worden ist. Wenn dies der Fall ist, so dürften die erratischen Blöcke, nachdem sie von den Bergströmen nach einem niedrigen Niveau geschafft worden waren (und in jedem Thale zeigen die Ströme Beweise für ihre Kraft, Fragmente transportiren zu können), auf ihre jetzige Höhe mit dem Lande, auf dem sie lagen, emporgehoben worden sein.

¹⁰ Ich will nicht behaupten, dasz diese Linien sämmtlich gleichmäsziq erhoben worden sind; unbedeutende Verschiedenheiten in der Erhebung werden keine

und 9000 Fusz emporgehoben worden ist, in derselben allmählichen Art und Weise, wie die östlichen und westlichen Küsten innerhalb der neueren Perioden emporgehoben worden sind.

Bildung der Thäler.

Die Masse soliden Gesteins, welche in den unteren Theilen der Thäler der Cordillera entfernt worden ist, ist ungeheuer gewesen: nur durch Betrachtung solcher Fälle wie des der Geröllschichten von Patagonien, die so viele Tausend Quadratstunden Oberfläche bedecken, und welche, wenn sie in einem Kamm sich erheben, eine beinahe der Cordillera gleiche Bergkette bilden würden, wird der Grad der Denudation glaubwürdig vorgestellt. Die Thäler innerhalb dieser Kette folgen häufig antiklinischen, nur selten synklinischen Linien, d. h. die Schichten auf den zwei Seiten fallen häufiger von der Thallinie weg, als nach ihr zu. Auf den Seitenabhängen der Kette laufen die Thäler am häufigsten weder antiklinischen noch synklinischen Axen entlang, sondern Krümmungslinien oder Verwerfungen entlang, d. h. die Schichten auf beiden Seiten fallen in derselben Richtung ein, aber mit verschiedenen, wenn auch häufig nur unbedeutend verschiedenen Neigungen. Da die meisten der nahezu parallelen Rücken, welche zusammen genommen die Cordillera bilden, annähernd von Norden nach Süden verlaufen, kreuzen die östlichen und westlichen Thäler dieselben in Zickzacklinien und brechen durch die Punkte durch, wo die Schichten am

wahrnehmbare Wirkung auf die Terrassen zurücklassen. Es könnte indessen, vielleicht mit einer Ausnahme, gefolgert werden, dass seit der Periode, wo das Meer diese Thäler einnahm, die verschiedenen Höhenzüge nicht durch große und plötzliche Verwerfungen und Erhebungen dislocirt worden sind; denn wenn dies eingetreten wäre, so würden die Geröllterrassen an diesen Punkten nicht continuirlich gewesen sein. Die eine Ausnahme findet sich am untern Ende einer Ebene in dem Valle del Yeso (eines Nebenflusses des Maypu), wo in einer bedeutenden Höhe die Terrassen und das Thal durch eine Erhebungslinie durchbrochen worden zu sein scheint, für welche die angrenzenden Berge deutliche Zeugnisse darbieten; diese Dislocation trat vielleicht nach der Erhebung dieses Theils des Thals über den Meeresspiegel ein. Das Thal wird hier durch einen über 1000 Fusz mächtigen Riegel beinahe geschlossen, welcher, soweit ich es beurtheilen konnte, von drei Seiten gänzlich oder mindestens zum hauptsächlichsten Theil aus Geröll und Detritus gebildet wird. Auf der Südseite hat der Fluss diese Masse ganz durchschnitten; auf der nördlichen Seite und ganz auf dem Gipfel sind parallel mit der Richtung des Thales tiefe Schluchten ausgewaschen, als wenn die Entwässerung des Thales darüber, ehe sie ihren jetzigen Lauf erhielt, durch diese beiden Richtungen erfolgt wäre.

wenigsten geneigt sind. Ohne Zweifel ist der grösste Theil der Denudation in den Perioden bewirkt worden, als von den Gezeiten beeinflusste Buchten die Thäler einnahmen und wo die äusseren Seiten der Berge der vollen Gewalt eines offenen Oceans ausgesetzt waren. Ich habe bereits die Gewalt der Gezeitenwirkung in den grosze Meerbusen verbindenden Canälen erwähnt, und ich will hier noch erwähnen, dasz eines der mit der Aufnahme beschäftigten Schiffe in einem Canal dieser Art trotzdem es unter Segel war durch die Gewalt der Strömung rund herum gedreht wurde. Wir werden später sehen, dasz von den zwei Hauptrücken, welche die chilenische Cordillera bilden, der östliche und höchste den grössten Theil seiner Winkelerhebung einer Periode verdankt, welche der Erhebung des westlichen Rückens folgte; und es ist gleichfalls wahrscheinlich, dasz viele der anderen parallelen Rücken zu verschiedenen Perioden winkelig emporgehoben worden sind; folglich müssen viele Theile der Oberfläche dieser Gebirge früher der vollen Gewalt der Wellen ausgesetzt gewesen sein, welche, wenn die Cordillera jetzt in das Meer versinken würde, durch parallele Inselketten geschützt würden. Die Bergströme in den Thälern haben sicher eine bedeutende Kraft, die Gesteine abzunagen, wie es schon das dumpfe rasselnde Geräusch der vielen Fragmente verräth, welche Nachts und Tags abwärts geschleudert werden, und wie auch durch die ungeheuere Grösze gewisser Fragmente bezeugt wird, welche, wie mir versichert wurde, während groszer Wasserstürze fortgeschafft worden sind; doch haben wir in den unteren Theilen der Thäler gesehen, dasz die Bergströme selten allen den vom Meere angehäuften Schotter, welcher die Terrassen bildet, entfernt haben, und sie haben seit der letzten Erhebung in Masse nur Zeit gehabt, in die darunter liegenden Gesteine tiefe und schmale Schluchten, aber in ihren Dimensionen mit der ganzen Breite und Tiefe der Thäler verglichen gänzlich unbedeutend, einzuschneiden.

Den Küsten des stillen Oceans entlang habe ich nie während meiner vielen und langen Excursionen aufgehört darüber erstaunt zu sein, dasz ich jedes Thal, jede Schlucht und selbst jede kleine Unebenheit der Oberfläche sowohl in harten granitischen als weichen tertiären Districten die genauen Umrisse beibehalten sah, welche sie hatten, als das Meer ihre Oberfläche mit organischen Resten bedeckt zurückliesz. Wenn diese Reste zerfallen sein werden, wird kaum irgend welche Verschiedenheit im Ansehen zwischen diesem Zug von Küstenland und

den meisten anderen Ländern bestehen bleiben, von welchen wir anzunehmen gewohnt sind, dasz sie ihre jetzige Gestaltung hauptsächlich durch die Thätigkeit des Wetters und der Süzwasserströme erhalten haben. In den alten granitischen Districten würde es ohne Zweifel voreilig sein, alle Modificationen des Umrisses ausschliesslich der Meeresthätigkeit zuzuschreiben; denn wer kann sagen, wie oft diese vor kurzem noch untergetauchte Küste nicht früher schon als Land existirt haben und von laufenden Strömen abgenagt und von Regen abgewaschen worden sein mag? Diese Zweifelsquelle gilt indessen nicht für die oberflächlich aus den modernen tertiären Ablagerungen gebildeten Districte. Die von dem Meere ausgewaschenen Thäler in den weicheren Formationen sowohl auf der atlantischen als pacifischen Seite des Continents sind meist breit, gewunden und flachsohlig: der einzige District von einer solchen Beschaffenheit, welcher jetzt von Meeresarmen durchsetzt wird, ist die Insel Chiloë.

Endlich ist die Schlussfolgerung, zu welcher ich in Beziehung auf die relative Gewalt von Regen und Meerwasser auf das Land gelangt bin, die, dasz das Letztere bei weitem das wirksamste Agens ist, und dasz sein hauptsächlichstes Streben dahin geht die Thäler zu erweitern, während Bergströme und Flüsse dahin streben, sie zu vertiefen und die Überreste der zerstörenden Thätigkeit des Meeres zu entfernen. Da die Wellen mehr Gewalt haben je offener und exponirter die Stelle ist, so werden sie auch immer dahin streben, die Mündungen der Thäler im Vergleich mit ihren oberen Theilen immer mehr und mehr zu erweitern: zweifellos rührt es hiervon her, dasz die meisten Thäler sich an ihren Mündungen erweitern, das ist an jenem Theile, an welchem die in ihnen fließenden Ströme meist die geringste abnagende Kraft haben.

Wenn wir über die Wirkung des Meeres auf das Land in früheren Niveau nachdenken, dürfen die Wirkungen der groszen Wellen, welche gewöhnlich Erdbeben begleiten, nicht übersehen werden. Wenige Jahre vergehen, ohne dasz ein heftiges Erdbeben an irgend einer Stelle der Westküste von Süd-America eintrete, und die hierdurch verursachten Wellen haben eine grosze Gewalt. Bei Concepcion sah ich nach dem Erdstosz von 1835 grosze Sandsteinblöcke, von denen einer sechs Fusz lang und drei Fusz breit und zwei Fusz dick war, hoch auf den Strand hinaufgeworfen, und nach der Beschaffenheit der noch immer ihm anhängenden Seethiere musz er aus einer beträchtlichen Tiefe

losgelöst worden sein. Auf der andern Seite führte bei Callao die rückläufige Welle des Erdbebens von 1746 große Massen von Ziegelwerk zwischen drei und vier Fusz im Geviert eine große Strecke weit in das Meer hinaus. Während des Verlaufs der Zeiten kann die hierdurch auf jedem successiven Niveau hervorgebrachte Wirkung nicht gering gewesen sein; und in einigen der tertiären Ablagerungen auf dieser Küstenstrecke beobachtete ich große erratiche Blöcke von Granit und anderen benachbarten Gesteinen, die in feinen sedimentären Schichten eingebettet waren und deren Transport mit Ausnahme durch Erdbebenwellen mir immer unerklärlich schien.

Oberflächliche Salzablagerungen.

Es dürfte von diesem Gegenstande hier am zweckmäßigsten gehandelt werden: ich will mit dem interessantesten Falle anfangen, nämlich mit den oberflächlichen Salzschichten in der Nähe von Iquique in Peru. Die Porphyerberge an der Küste steigen plötzlich bis zu einer Höhe von zwischen 1900 und 3000 Fusz empor: zwischen ihren Gipfeln und einer landeinwärts gelegenen Ebene, auf welcher die berühmte Ablagerung von Natronsalpeter liegt, findet sich ein hoher welliger District, der mit einer merkwürdigen oberflächlichen Salz führenden Kruste bedeckt ist, die hauptsächlich aus gewöhnlichem Salz, entweder in weissen harten opaken Knoten oder mit Sand vermischt, besteht, wobei dieser in dem letzteren Falle einen compacten Sandstein bildet. Diese Salz führende oberflächliche Kruste erstreckt sich von dem Rande der Küstenböschung an über die ganze Fläche des Landes, erreicht aber niemals, wie mir von Mr. BOLLAERT (der lange hier lebt) versichert wurde, eine bedeutende Mächtigkeit. Obschon ein sehr unbedeutender Regenschauer nur in Intervallen von vielen Jahren hier fällt, zeigen doch kleine trichterförmige Höhlungen, dass das Salz an einigen Stellen aufgelöst worden ist¹¹. An mehreren Stellen sah ich große Flecke von Sand völlig feucht, in Folge der Menge von Chlorcalcium (wie Mr. T. REEKS ermittelte), welches in ihm enthalten ist.

¹¹ Es ist eigenthümlich, wie langsam nach den Beobachtungen Cordier's über das Salzgebirge von Cardona in Spanien (Annal. des Mines, Übersetz. geologischer Abhandl. von de la Beche, p. 60) Salz aufgelöst wird, wo die jährliche Menge selbst zu 31,4 Zoll angenommen wird. Man hat berechnet, dass nur fünf Fusz Mächtigkeit im Laufe eines Jahrhunderts aufgelöst werden.

Da der compacte durch Salz cementirte Sand entweder roth, purpurn oder gelb ist, je nach der Farbe der Gesteinsschichten auf welchen er ruhte, stellte ich mir vor, dasz diese Substanz wahrscheinlich durch gewöhnliche alluviale Thätigkeit aus den Salzsichten herzuleiten sei, welche in den umgebenden Gebirgen als zwischeneingeschichtete Lager vorkommen; aber nach den von D'ORBIGNY gegebenen interessanten Details, und nachdem ich bei einer erneuten Untersuchung dieses agglomerirten Sandes fand, dasz er nicht unregelmäßig cementirt ist, sondern aus dünnen Sandschichten verschiedener Farbentöne besteht, die mit äusserst feinen parallelen Salzsichten abwechseln, schliesze ich, dasz sie nicht alluvialen Ursprungs ist¹². D'ORBIGNY beobachtete analoge Salzsichten, die sich von Cobija fünf Breitengrade weit nach Norden erstreckten, in Höhen, die zwischen 600 bis 900 Fusz schwankten. Da er recente Seemuscheln über diesen Salz führenden Schichten zerstreut und unter ihnen grosze gut abgerundete Blöcke, genau gleich denen an dem jetzt existirenden Meeresstrande, fand, nimmt er an, dasz das Salz, welches ausnahmslos oberflächlich liegt, durch die Verdunstung von Seewasser zurückgelassen worden ist. Diese nämliche Schlussfolgerung musz, wie ich jetzt glaube, auch auf die oberflächlichen Salz führenden Schichten von Iquique ausgedehnt werden, obschon sie ungefähr 3000 Fusz über dem Meeresspiegel liegen.

In Gesellschaft mit dem Salze in den oberflächlichen Schichten finden sich zahlreiche dünne Gesteinsschichten unreiner, schmutzig weisser, zerreiblicher, gypshaltiger und kalkiger Tuffe. Die Gypsschichten sind sehr merkwürdig, weil sie äusserst reichlich und zwar zuweilen in einem solchen Grade, dasz sie beinahe ganz daraus bestehen, unzählige Concretionen, von der Grösze eines Eies bis zu der eines Manneskopfes, von sehr hartem schweren Gyps in der Form von

¹² Voyage etc., p. 102. d'Orbigny fand diese Ablagerung an vielen Stellen von tiefen Schluchten durchsetzt, in denen kein Salz vorhanden war. Früher müssen einmal Ströme, obschon sie historisch nicht bekannt sind, in ihnen geflossen sein; und d'Orbigny folgert aus der Gegenwart ungelösten Salzes auf dem ganzen benachbarten Lande, dasz die Ströme dadurch entstanden sind, dasz Regen oder Schnee nicht in dem anstosenden Lande, sondern auf der jetzt dünnen Cordillera gefallen ist. Ich will bemerken, dasz ich Ruinen indianischer Bauwerke an absolut sterilen Stellen der chilenischen Cordillera beobachtet habe (Reise eines Naturforschers, Übers. p. 409) und danach zu der Annahme geführt worden bin, dasz das Klima zu einer Zeit, wo Indianer diesen Theil des Continents bewohnten, in einem geringen Grade feuchter gewesen ist als gegenwärtig.

Anhydrit enthalten. Dieser Gyps enthält einige fremde Gesteinsstückchen; er ist, nach seiner Wirkung auf Borax, mit Eisen gefärbt und haucht einen stark thonigen Geruch aus. Die Oberflächen der Concretionen sind durch scharfe, strahlige oder gegabelte Leisten gezeichnet, als wenn sie (aber nicht wirklich) corrodirt wären: innerlich sind sie von verzweigten Adern von reinem weissen Anhydrit durchsetzt (gleich denen von Kalkspath in den Septarien des Londoner Thons). Diese Adern könnte man natürlich als durch spätere Infiltrationen gebildet ansehen, wäre nicht jedes kleine eingeschlossene Gesteinsfragment gleichfalls in einer sehr merkwürdigen Art und Weise von einem schmalen Rande desselben weissen Anhydrits eingefasst. Dies zeigt, dasz die Adern durch einen Scheidungsprocesz und nicht durch einen Infiltrationsprocesz gebildet worden sein müssen. Einige der kleinen eingeschlossenen und zerbrochenen Fragmente fremden Gesteins sind von Anhydrit durchsetzt und Portionen davon sind offenbar in dieser Weise mechanisch verschoben worden: auf St. Helena beobachtete ich, dasz kalkige Substanz, die durch Regenwasser niedergeschlagen war, gleichfalls die Kraft hatte, kleine Gesteinsfragmente aus den grösseren Massen zu trennen. Ich glaube, dasz das oberflächliche Gypsbett sehr weit ausgedehnt ist: ich erhielt Handstücke davon aus Pisagua, vierzig Meilen nördlich von Iquique, und gleichfalls aus Arica, wo es eine Schicht reinen Salzes überzieht. D'ORBIGNY¹³ fand in Cobija eine Thonschicht, die über einer Masse emporgehobener recenter Muscheln lag, und welche mit schwefelsaurem Natron gesättigt war und dünne Schichten faserigen Gypses enthielt. Diese weit ausgebreiteten oberflächlichen Schichten von Salz und Gyps scheinen mir eine interessante geologische Erscheinung zu sein, welche sich nur unter einem sehr trockenen Clima darbieten konnte.

Die Ebene oder das Becken, auf dessen Rändern die berühmte Schicht von Natronsalpeter liegt, ist in einer Entfernung von ungefähr dreissig Meilen von dem Meere gelegen und wird von ihm durch den Salz führenden oben beschriebenen District getrennt. Sie liegt in einer Höhe von 3300 Fusz; ihre Oberfläche ist eben und einige Stunden breit; sie erstreckt sich vierzig Meilen nach Norden, und hat eine totale Länge (wie mir Mr. BELFORD WILSON, Generalconsul in Lima mitgetheilt hat) von 420 Meilen. In einem Brunnen in der Nähe der

¹³ Voyage, Géolog. etc., p. 95.

Salzwerke, sechsenddreiszig Yards tief, wurde Sand, Erde und ein wenig Geröll gefunden: in einem anderen Brunnen in der Nähe von Almonte, fünfzig Yards tief, bestand das Ganze nach der Angabe von Mr. BLAKE¹⁴ aus Thon, welcher eine zwei Fusz mächtige Sandschicht einschloz, auf feinem Geschiebe und dieses wieder auf grobem Geröll mit groszen abgerundeten Gesteinsfragmenten auflag. An vielen Stellen dieser jetzt gänzlich wüsten Ebene finden sich Binsen und grosze niederliegende Baumstämme in einem erhärteten Zustande, allem Anschein nach Mimosen, in einer Tiefe von drei bis sechs Fusz begraben; nach der Angabe von Mr. BLAKE sind sie alle nach Südwesten zu gefallen. Die Schicht von Natronsalpeter soll sich vierzig oder fünfzig Stufen dem westlichen Rande dieser Ebene entlang ausdehnen, findet sich aber nicht in ihren centralen Theilen; sie ist von zwei bis drei Fusz mächtig und ist so hart, dasz sie gewöhnlich mit Schieszpulver gesprengt wird; sie steigt sanft von dem Rande der Ebene bis zwischen zehn und dreiszig Fusz über ihr Niveau an. Sie ruht auf Sand, in welchem, wie angegeben wird, Pflanzenreste und zerbrochene Muscheln gefunden worden sind. Nach der Angabe von Mr. BLAKE sind Muscheln auch sowohl auf als in dem Natronsalpeter gefunden worden. Er wird von einer oberflächlichen Masse von Sand bedeckt, welcher Knoten gewöhnlichen Salzes enthält und, wie mir ein Bergmann versicherte, auch viele weiche gypsartige Masse genau gleich der in der oberflächlichen bereits beschriebenen Schicht: sicher kommt diese Rinde mit ihren charakteristischen Concretionen von Anhydrit sehr nahe bis zum Rande der Ebene herab.

Der Natronsalpeter variirt in seiner Reinheit an verschiedenen Stellen und enthält häufig Knoten von gewöhnlichem Salz. Nach der Angabe von Mr. BLAKE variirt das Verhältnis von Silbersalpeter von zwanzig bis fünfundsiebenzig Procent. Eine von Mr. A. HAYES ausgeführte Analyse eines Handstückes von mittlerer Zusammensetzung ergab:

Salpetersaures Natron	64,98
Schwefelsaures Natron	3,00
Chlornatrium	28,69
Jodsalze	0,63
Muscheln und Mergel	2,60
	<hr/>
	99,90.

¹⁴ s. einen ausgezeichneten Aufsatz: „Geolog. and Miscell. Notices of Tarapaca“ in: Silliman's American Journal, Vol. XLIV, p. 1.

Die Mutterlauge in einigen der Raffinerien ist sehr reich an Jodsalzen, und man nimmt an,¹⁵ dasz sie viel Chlorcalcium enthält. In einem nicht raffinirten Handstück, welches ich selbst nach Hause brachte, hat Mr. T. REEKS ermittelt, dasz Chlorkalk sehr reichlich vorhanden ist. In Bezug auf den Ursprung dieser Salzmasse kann man nach der Art und Weise, in welcher das sanft geneigte compacte Bett für so viele Meilen dem buchtigen Rande der Ebene folgt, nicht daran zweifeln, dasz es aus einer Wassermasse abgelagert wurde; und nach den Fragmenten eingeschlossener Muscheln, nach den sehr reichlich vorhandenen Jodsalzen, und da die oberflächliche Salz führende Kruste in einem höheren Niveau vorkommt und wahrscheinlich marinen Ursprunges ist, und da die Ebene in der Form denen von Chile und der von Uspallata ähnlich ist, kann man nur wenig daran zweifeln, dasz diese Wassermasse wenigstens ursprünglich mit dem Meere im Zusammenhange stand¹⁶.

Dünne oberflächliche salzige Incrustationen. — Diese Salzincrustationen sind an vielen Stellen von America häufig: HUMBOLDT traf sie auf dem Tafellande von Mexico, und der Jesuit FALKNER und andere Schriftsteller¹⁷ geben an, dasz sie in Zwischenräumen über die ungeheueren Ebenen, die sich von der Mündung des Plata bis nach Rioja und Catamarca hin erstrecken, vorkommen. Hiervon rührt es, dasz während der Perioden von Trockenheit die meisten Ströme in den Pampas salzig sind. Ich traf diese Incrustationen nirgends in solch' ungeheurer Menge wie in der Nähe von Bahia Blanca: Quadratmeilen der Lehmebenen, welche sich in der Nähe jenes Ortes nur

¹⁵ Literary Gazette, 1841, p. 475.

¹⁶ Aus einem officiellen Document, welches mir Mr. Belford Wilson zeigte, geht hervor, dasz der erste Export von Natronsalpeter nach Europa im Juli 1830 für französische Rechnung in einem englischen Schiffe geschah.

	Quintals.
1830 betrug der Totalexport	17,300
1831 " " "	40,885
1832 " " "	51,400
1833 " " "	91,335
1834 " " "	149,538.

Der spanische Quintal ist ungefähr 100 englischen Pfunden gleich.

¹⁷ Azara (Travels etc., Vol. I, p. 55) betrachtet die Parana als die östliche Grenze der salzführenden Gegend; ich habe aber von „Salitrales“ in der Provinz Entre Rios gehört.

wenige Fusz oberhalb des Meeres erheben, gerade hinreichend, um sie gegen das Überfluthetwerden zu schützen, erscheinen nach trockenem Wetter weisser als der Boden nach dem schärfsten Reif. Nach Regen verschwindet das Salz und jeder kleine Wassertümpel wird im hohen Grade salzig; in dem Masse wie die Oberfläche trocknet, zieht die Capillarthätigkeit die Feuchtigkeit in abgebrochenen Erdstückchen, abgestorbenen Stämmen und Grashalmen in die Höhe, wo das Salz efflorescirt. Wo die Incrustation am dicksten ist, beträgt sie nicht mehr als einen Viertelzoll. Mr. PARCHAPPE hat sie analysirt¹⁵ und findet, dasz das an dem äussersten oberen Ende der niedrigen Ebene in der Nähe des Rio Manuelo gesammelte Handstück aus dreiundneunzig Procent schwefelsauren Natrons und sieben Procent gewöhnlichen Salzes bestand, während die dicht an der Küste genommenen Exemplare nur dreiundsechzig Procent des schwefelsauren und siebenunddreissig Procent des salzsauren Natrons enthielten. Diese merkwürdige Thatsache in Verbindung damit, dasz wir wissen, dasz diese ganze niedere lehmige Ebene innerhalb der recenten Periode vom Meere bedeckt gewesen ist, musz zu der Vermuthung führen, dasz das gewöhnliche Salz durch irgend einen unbekanntes Procesz mit der Zeit in schwefelsaures Salz umgewandelt wird. Zerreibliche kalkige Substanz ist hier äusserst reichlich vorhanden, und der Fall einer augenscheinlich doppelten Zersetzung der Muscheln und des Salzes am San Lorenzo ist nicht zu vergessen.

Die salzigen Incrustationen in der Nähe von Bahia Blanca sind nicht auf die niedrigen lehmigen Ebenen beschränkt, obschon sie dort am reichlichsten sind; denn ich bemerkte einige auf einer kalkigen Ebene zwischen dreissig und vierzig Fusz über dem Meere, und ein wenig kommt selbst in noch höheren Thälern vor. Niedrige alluviale Strecken in den Thälern der Flüsse Negro und Colorado sind gleichfalls incrustirt, und in dem letzteren Thale scheinen derartige Flecke gelegentlich vom Flusse überströmt zu werden. Ich beobachtete Salzincrustationen in einigen der Thäler des südlichen Patagonien. Bei Port Desire war ein niedriges flaches lehmiges Thal dick von Salzen incrustirt, welche nach der Analyse von Mr. T. REEKS sich als aus einer Mischung von schwefelsaurem Natron und Chlornatrium bestehend erwiesen, mit kohlen-saurem Kalk und erdiger Substanz. Auf der west-

¹⁵ d'Orbigny, Voyage etc., Partie Histor., Tom I, p. 664.

lichen Seite des Continents sind die südlichen Küsten viel zu feucht für diese Erscheinung: aber im nördlichen Chile traf ich wiederum ähnliche Incrustationen. Auf dem erhärteten Lehme an einzelnen Stellen des breiten flachsohligen Thales von Copiapo incrustirt die salzige Substanz den Boden bis zur Dicke von einigen Zollen; Handstücke, welche Mr. BINGLEY der Apothecaries' Hall zur Analyse geschickt hatte, bestanden der Angabe nach aus kohlen-saurem und schwefelsaurem Natron. Viel schwefelsaures Natron wird auf der Wüste von Atacama gefunden. In allen Theilen von Süd-America kommen die Salzincrustationen am häufigsten auf niedrigen feuchten Betten vor, wo das Clima im Ganzen trocken ist, und diese niedrigen Flächen sind beinahe in allen Fällen über das Meeresniveau innerhalb der recenten Periode erhoben worden.

Salzseen von Patagonien und La Plata. — ‚Salinas‘ oder natürliche Salzseen kommen in verschiedenen Formationen auf der östlichen Seite des Continentes vor: — in der thonig-kalkigen Ablagerung der Pampas, im Sandsteine des Rio Negro, wo sie sehr zahlreich sind, in der Bimssteinschicht und anderen Schichten der patagonischen Tertiärformation, und in kleinen primären Districten mitten in dieser letzteren Formation. Port S. Julian ist der südlichste Punkt (49 bis 50° s. Br.), wo man weisz, dasz Salinas vorkommen¹⁹. Die Depressionen, in welchen diese Salzseen liegen, sind von einigen wenigen Fusz bis sechzig Meter, wie d'ORBIGNY angegeben hat²⁰, unter die Oberfläche der umgebenden Ebene vertieft, und nach der Angabe desselben Schriftstellers werden sie in der Nähe des Rio Negro sämmtlich entweder in nord-östlichen und süd-westlichen, oder in ost-westlichen Richtungen entwässert, die mit dem allgemeinen Abfall der Ebene zusammentreffen. Diese Depressionen in der Ebene haben meist die eine Seite tiefer als die anderen, aber es finden sich keine Durchlässe zum Entwässern. Unter einem weniger trockenen Clima würde ein Ausflusz sich bald gebildet haben und das Salz weggewaschen werden. Die Salinas kommen in verschiedenen

¹⁹ Azara zufolge (Travels etc., Vol. I, p. 56) finden sich Salzseen so weit nördlich wie Chaco (25° s. Br.) an den Ufern des Vermejo. Die Salzseen von Sibirien scheinen (Pallas, Reisen, engl. Übers., Vol. I, p. 284) in Depressionen vorzukommen, welche denen von Patagonien sehr ähnlich sind.

²⁰ Voyage, Géolog., p. 63.

Erhebungen über dem Meere vor; sie sind oft mehrere Stunden im Durchmesser, sie sind meistens sehr seicht, aber in einer Formation von Quarzitgestein in der Nähe von C. Blanca findet sich eine tiefe. In der feuchten Jahreszeit wird das ganze Salz oder ein Theil aufgelöst und wird während der darauffolgenden trockenen Jahreszeit wieder niedergeschlagen. Um diese Zeit ist das Auftreten der schneeweisen Flächen von Salz, welches in groszen Würfeln krystallisirt, sehr auffallend. In einer groszen Salina nördlich vom Rio Negro ist das Salz am Grunde während des ganzen Jahres zwischen zwei und drei Fusz mächtig.

Das Salz liegt beinahe immer auf einer dicken Schicht von schwarzem lehmigen Sand, welcher wahrscheinlich wegen des Zerfalls der denselben bewohnenden bohrenden Würmer übelriechend ist²¹. In einer Salina, welche ungefähr fünfzehn Meilen oberhalb der Stadt von El Carmen am Rio Negro und drei oder vier Meilen von den Ufern dieses Flusses entfernt liegt, beobachtete ich, dasz dieser schwarze Lehm auf Geröll mit einer kalkigen Bindesubstanz ruhte, ähnlich dem, welcher über die ganzen umgebenden Ebenen verbreitet vorkommt: auch bei Port S. Julian ruhte der Lehm auf Geröll: es müssen daher die Depressionen vor oder gleichzeitig mit dem Ausbreiten des Gerölls gebildet worden sein. Mir wurde mitgetheilt, dasz eine kleine Salina in einer alluvialen Ebene innerhalb des Thales des Rio Negro vorkomme, und es musz daher ihr Ursprung auf die Aushöhlung dieses Thales gefolgt sein. Als ich die fünfzehn Meilen oberhalb der Stadt gelegene Salina besuchte, fieng das Salz an zu krystallisiren, und auf dem lehmigen Boden fanden sich viele meist kreuzweise gelegene Krystalle von schwefelsaurem Natron (wie Mr. RECKS ermittelte), und in den Lehm eingebettet zahlreiche Krystalle von schwefelsaurem Kalk von einem bis drei Zoll in Länge: D'ORBIGNY²² gibt an, dasz einige dieser Krystalle spieszig und mehr als selbst neun Zoll lang sind. Andere sind rhombisch und von groszer Reinheit; diejenigen, die ich fand, enthielten alle etwas Sand in ihren Centren. Da der schwarze und übelriechende Sand über dem Geröll liegt und dieser wieder über den regelmäsigen tertiären Lagern, so glaube ich, lässt sich nicht daran zweifeln, dasz diese merkwürdigen Krystalle von schwefelsaurem

²¹ Prof. Ehrenberg hat Etwas von diesem lehmigen Sande untersucht, ist aber nicht im Stande gewesen, Infusorien darin zu finden.

²² Voyage, Géolog., p. 64.

Kalk aus den Wassern des See's abgelagert worden sind. Die Einwohner nennen die Selenitkrystalle den „padre del sal“, und die des schwefelsauren Natrons die „madre del sal“; sie versicherten mir, dasz beide sich unter den nämlichen Umständen in mehreren der benachbarten Salinas fänden, und dasz das schwefelsaure Natron jährlich aufgelöst und immer wieder vor dem gemeinen Salz auf dem lehmigen Boden krystallisirt wird²³. Die Verbindung von Gyps und Salz in diesem Falle ebenso wie in den oberflächlichen Ablagerungen von Iquique scheint mir interessant zu sein, wenn man bedenkt, wie allgemein diese Substanzen in den älteren geschichteten Formationen vergesellschaftet sind.

Mr. REEKS hat etwas von dem Salz aus der Salina in der Nähe des Rio Negro für mich analysirt; er findet es ganz aus Chlornatrium bestehend, ausgenommen von 0,26 schwefelsaurem Kalk und 0,22 erdiger Substanz; von Jodsalzen finden sich keine Spuren. Einige Salzsorten aus der Salina Chiquitos in der Pampas-Formation sind gleich rein. Es ist eine eigenthümliche Thatsache, dasz das Salz aus diesen Salinen nicht so gut zum Conserviren von Fleisch dient wie Seesalz von den Cap Verdi'schen Inseln; und ein Kaufmann in Buenos Ayres sagte mir, dasz er es für um fünfzig Procent weniger werthvoll hielt. Die Reinheit des patagonischen Salzes, oder das Fehlen in ihm von jenen anderen salzigen Körpern, die in allem Seewasser zu finden sind, ist die einzige nachweisbare Ursache für diese Inferiorität; eine Folgerung, welche durch die vor kurzem ermittelte Thatsache²⁴ unterstützt wird, dasz diejenigen Salze am besten dem Zwecke Käse zu conserviren dienen, welche am meisten zerfließliche Chloride enthalten²⁵.

In Bezug auf den Ursprung des Salzes in den Salinas scheint die vorstehende Analyse der von D'ORBIGNY und Anderen aufgestellten

²³ Dies entspricht dem, was sich hätte erwarten lassen; denn Ballard gibt an (Annal. des Sciences, 7. Oct. 1844), dasz schwefelsaures Natron leichter aus einer Lösung niedergeschlagen wird, wenn das Wasser Chlornatrium in Überschuß enthält, als aus reinem Wasser.

²⁴ Hortie. and Agricult. Gazette, 1845, p. 93.

²⁵ Es würde sich wahrscheinlich für die Kaufleute von Buenos Ayres (in Anbetracht des dortigen groszen Bedarfs an Salz zum Conserviren des Fleisches) verlohnen, die deliquescirenden Chloride zur Mischung mit dem Salz aus den Salinen einzuführen: ich will auf die Thatsache aufmerksam machen, dasz in Iquique eine grosze Menge Chlorkalk, welcher während des Raffinirens des Natronsalpeters in der Mutterlauge zurückbleibt, dort jährlich weggeworfen wird.

Ansicht entgegenzustehen, welche im Übrigen in Anbetracht der neueren Erhebung dieser Küstenstrecke so wahrscheinlich erscheint, dasz es nämlich eine Folge der Verdunstung von Seewasser und der Entwässerung der umgebenden mit Seewasser imprägnirten Schichten sei. Man hat mir (ich weisz nicht, ob richtig) mitgetheilt, dasz auf der nördlichen Seite der Salina am Rio Negro eine kleine salzige Quelle sich findet, welche zu allen Zeiten des Jahres fließt. Ist dies der Fall, so ist das Salz wenigstens in diesem Falle wahrscheinlich unterirdischen Ursprungs. Es erscheint zuerst sehr eigenthümlich, dasz Süßwasser häufig in Brunnen²⁶, und zuweilen in kleinen See'n gefunden wird, welche dicht bei diesen Salinas liegen. Ich wüßte nicht, dasz diese Thatsache in besonderer Beziehung zu dem Ursprung des Salzes steht; vielleicht steht sie aber der Ansicht entgegen, dasz das Salz aus den umgebenden oberflächlichen Schichten ausgewaschen, aber nicht der, dasz es der Rückstand von Seewasser ist, welches in Depressionen zurückgelassen wurde, als das Land langsam erhoben wurde.

²⁶ Sir W. Parish (Buenos Ayres etc., p. 122, 170) gibt an, dasz dies in der Nähe der groszen Saline westlich von der Sierra Ventana der Fall ist. Ich habe ähnliche Angaben in einem alten handschriftlichen Journal gesehen, welches S. Angelis vor kurzem herausgegeben hat. In Iquique, wo die Oberfläche so dick mit salziger Substanz incrustirt ist, kostete ich Wasser aus einem sechsunddreißig Yards tiefen Brunnen und fand es nur unbedeutend brackisch; hier überrascht aber seine Gegenwart weniger, da reines Wasser unter dem Boden von der nicht sehr entfernten Cordillera durchsickern kann.

Viertes Capitel.

Formationen der Pampas.

Mineralogische Constitution. — Mikroskopische Structur. — Buenos Ayres, in Tosca-Gestein eingebettete Muscheln. — Von Buenos Ayres nach dem Colorado. — Sierra Ventana, Bahia Blanca; M. Hermoso, Knochen und Infusorien; P. Alta, Muscheln, Knochen und Infusorien; Coexistenz recenter Muscheln und ausgestorbener Säugethiere. — Von Buenos Ayres nach Sta Fé. — Skelete von *Mastodon*. — Infusorien. — Untere marine tertiäre Schichten, deren Alter. — Pferdezahl. — Banda oriental. — Oberflächliche Pampas-Formation. — Untere tertiäre Schichten, Abänderung derselben in Zusammenhang mit vulcanischer Thätigkeit; *Macrauchenia patachonica* bei Port S. Julian in Patagonien, Alter derselben, nach dem Erscheinen der lebenden Mollusken und nach der Periode der erratischen Blöcke. — Zusammenfassung. — Flächengebiet der Pampas-Formation. — Theorien ihres Ursprungs. — Quelle des Sediments. — Aestuarium-Ursprung. — Gleichzeitig mit lebenden Mollusken. — Beziehungen zu den darunter liegenden tertiären Schichten. — Alte Ablagerung von Aestuaren-Ursprung. — Erhebung und successive Ablagerung der Pampas-Formation. — Zahl und Zustand der Säugethierreste; ihr Wohnort, ihre Nahrung, ihr Aussterben und ihre Verbreitung. — Schlusz. — Localitäten in den Pampas, an welchen Säugethierreste gefunden worden sind.

Die Pampas-Formation ist im hohen Grade interessant wegen ihrer ungeheueren Ausdehnung, ihres streitigen Ursprungs, und wegen der groszen Zahl ausgestorbener riesenhafter Säugethiere, die in ihr eingebettet sind. Sie hat im Ganzen einen sehr gleichförmigen Character: sie besteht aus einer mehr oder weniger dunkel-röthlichen, leicht verhärteten, thonigen Erde, oder einem solchen Lehm, welcher häufig, aber nicht immer, in horizontalen Linien Concretionen von Mergel enthält und häufig in ein compactes mergeliges Gestein übergeht. Der Lehm oder Letten enthielt, wo ich ihn auch untersuchte, selbst dicht an den Concretionen keinen kohlenauren Kalk. Die Concretionen sind im Allgemeinen knotig, zuweilen äusserlich rauh, zuweilen stalaktiten-

förmig; sie sind von einer compacten Structur, werden aber oft (ebenso wie der Lehm) von haarförmigen serpentinen Höhlungen und gelegentlich von unregelmäßigen Spalten in ihrer Mitte durchbohrt, welche mit minutiösen Krystallen von kohlensaurem Kalk ausgekleidet sind; sie sind von einer weissen, braunen oder blasz-röthlichen Färbung, häufig mit schwarzem dendritischen Mangan oder Eisen gezeichnet; sie sind entweder dunkler oder heller gefärbt als die umgebende Masse; sie enthalten viel kohlensauren Kalk, geben aber einen starken Thongeruch von sich und hinterlassen, wenn sie in Säuren gelöst werden, einen bedeutenden aber variirenden Rückstand, von dem der gröszere Theil aus Sand besteht. Diese Concretionen verbinden sich oft zu unregelmäßigen Schichten, und über sehr grosze Landstriche hin besteht die ganze Masse aus einem harten aber meist cavernösen mergeligen Gestein: einige von den Varietäten könnten kalkige Tuffe genannt werden.

Dr. CARPENTER war so freundlich, unter dem Mikroskop geschliffene und polirte Exemplare dieser Concretionen und des soliden Mergelgesteins zu untersuchen, welche an verschiedenen Stellen zwischen dem Colorado und Santa Fé Bajada gesammelt wurden. In der gröszeren Zahl derselben findet Dr. CARPENTER, dasz die ganze Substanz einen ziemlich gleichförmigen, amorphen Character, aber mit Spuren einer beginnenden krystallinischen Metamorphose darbietet; in anderen Präparaten findet er mikroskopisch minutiöse abgerundete Concretionen einer amorphen Substanz (in der Grösze jenen in oolithischen Gesteinen ähnlich, aber ohne eine concentrische Structur), welche durch ein häufig krystallinisches Cement verbunden sind. An einigen kann Dr. CARPENTER deutliche Spuren von Muschelschalen, Corallen, Polythalamien, und selten auch von schwammartigen Körpern wahrnehmen. Zum Zwecke der Vergleichung schickte ich Dr. CARPENTER Exemplare des kalkigen Gesteins, welches hauptsächlich aus Fragmenten recenter Muschelschalen gebildet wird, aus Coquimbo in Chile: in einem dieser Exemplare findet Dr. CARPENTER auszer den gröszeren Fragmenten mikroskopische Stückchen von Muschelschalen und eine schwankende Menge einer opaken amorphen Substanz; in einem anderen Exemplare aus derselben Schicht findet er das Ganze aus der amorphen Substanz zusammengesetzt, mit Schichten, welche Andeutungen einer beginnenden krystallinischen Metamorphose zeigen; es sind daher diese letzteren Exemplare sowohl im äusseren Ansehen als in der mikroskopischen Structur denen

der Pampas äusserst ähnlich. Dr. CARPENTER theilt mir mit, dass es sehr bekannt sei, dass chemische Präcipitation kohlsauren Kalk im opaken amorphen Zustande niederschlägt, und er ist geneigt anzunehmen, dass die lange fortgesetzte Reibung eines kalkigen Körpers im Zustande einer krystallinischen oder halbkrySTALLINISCHEN Aggregation (wie z. B. in den gewöhnlichen Schalen der Mollusken, welche, wenn Schiffe gemacht werden, durchscheinend sind) dasselbe Resultat ergeben dürfte. Nach der sehr nahen Verwandtschaft zwischen allen den Exemplaren von Coquimbo kann ich kaum daran zweifeln, dass der amorphe kohlsaure Kalk in ihnen das Resultat der Zerreibung und der Zerfall der grösseren Muschelfragmente ist; ob die amorphe Substanz in den mergeligen Gesteinen der Pampas gleichfalls in dieser Weise entstanden ist, würde voreilig zu vermuthen sein.

Der Bequemlichkeit wegen will ich das mergelige Gestein mit dem Namen bezeichnen, den ihm die Einwohner geben, nämlich: Tosca-Gestein, und die röthliche thonige Erde: Pampas-Lehm. Ich will erwähnen, dass Prof. EHRENBERG diese letztere Substanz für mich untersucht hat; das Resultat seiner Untersuchung wird an den betreffenden Localitäten erwähnt werden.

Ich will meine Beschreibungen an einem central gelegenen Punkte beginnen, nämlich bei Buenos Ayres, und will von da zuerst südwärts nach der äussersten Grenze der Ablagerung und später nordwärts vorschreiten. Die Ebene, auf welcher Buenos Ayres steht, ist von dreissig bis vierzig Fusz hoch. Der Pampas-Lehm ist hier von einer im Ganzen blassen Farbe und enthält kleine, beinahe weisse Knötchen und andere unregelmässige Schichten einer ungewöhnlich sandigen Varietät von Tosca-Gestein. In einem Brunnen wurde bei einer Tiefe von siebenzig Fusz nach der Angabe von IGNATIO NUNEZ reichlich Tosca-Gestein angetroffen; und an mehreren Punkten sind bei einer Tiefe von 100 Fusz Sandschichten gefunden worden. Ich habe bereits eine Liste der recenten See- und Aestuarienmuscheln gegeben, welche an vielen Stellen auf der Oberfläche in der Nähe von Buenos Ayres bis drei und vier Stunden vom Plata entfernt gefunden werden. Exemplare aus der Nähe von Ensenada, die mir Sir W. PARISH gegeben hat, wo das Gestein dicht unter der Oberfläche der Ebene in Brüchen bearbeitet wird, bestehen aus zerbrochenen zweischaligen Muscheln, die mit krystallinischem kohlsauren Kalk cementirt und in solchen verwandelt sind. Ich habe bereits in einem früheren Capitel ein (mir gleichfalls von

Sir W. PARISH gegebenes) Handstück von dem A. del Tristan erwähnt, in welchem Muscheln, die in jeder Beziehung der *Azara labiata* D'ORB. ähnlich sind, soweit ihr abgeriebener Zustand eine Vergleichung gestattet, in ein röthliches, weiches, etwas sandiges, mergeliges Gestein eingeschlossen sind: nach sorgfältiger Vergleichung mit Hülfe des Mikroskops und von Säuren kann ich keine Verschiedenheit zwischen der Basis dieses Gesteins und den von mir an vielen Stellen der Pampas gesammelten Exemplaren wahrnehmen. Ich habe auch nach der Autorität von Sir W. PARISH angegeben, dasz nordwärts von Buenos Ayres auf den höchsten Theilen der Ebene, ungefähr vierzig Fusz über dem Plata und zwei oder drei Meilen von ihm entfernt, zahlreiche Muscheln der *Azara labiata* (und ich glaube von *Venus sinuosa*) in einer geschichteten erdigen Masse eingebettet vorkommen, welche kleine mergelige Concretionen enthält und der Angabe nach den groszen Pampas-Ablagerungen genau gleich sein soll. Wir können daher schlieszen, dasz der Lehm der Pampas bis innerhalb der Periode dieser noch existirenden Aestuarium-Muschel fortwährend niedergeschlagen wurde. Obgleich diese Formation von so ungeheurer Ausdehnung ist, kenne ich keinen andern Fall des Vorkommens von Muscheln in ihr.

Von Buenos Ayres bis zum Rio Colorado. — Mit Ausnahme einiger weniger metamorphischer Höhenzüge gehört das Land zwischen diesen beiden Punkten in einer Entfernung von 400 geographischen Meilen zu der Pampas-Formation und wird im südlichen Theile meist von den härteren und kalkigeren Varietäten gebildet. Ich will kurz meinen Weg beschreiben: ungefähr fünfundzwanzig Meilen süd-südwestlich von der Hauptstadt war in einem vierzig Yards tiefen Brunnen der obere Theil und, wie mir versichert wurde, die ganze Dicke aus dunklem rothen Pampas-Lehm ohne Concretionen gebildet. Nördlich vom R. Salado finden sich viele Seen: und an den Ufern eines derselben (bei dem Guardia) fand sich ein kleines ähnlich zusammengesetztes Riff, welches aber viele knotige und stalaktitenförmige Concretionen enthielt: ich fand hier ein groszes Stück eines getäfelten Panzers, ähnlich dem des *Glyptodon*, und viele Knochenfragmente. Die Klippen am Salado bestehen aus blasz gefärbtem Pampas-Lehm, welcher in grosze Massen von Tosca-Gestein übergeht und solches enthält: hier wurde ein Skelet des *Megatherium* und die Knochen anderer ausgestorbener Säugethiere (siehe die Liste am Ende dieses

Capitels) gefunden. Grosze Mengen krystallisirten Gypses (von dem mir Handstücke gegeben wurden) kommen in den Uferklippen dieses Flusses vor; und gleichfalls (wie mir Mr. LUMB versicherte) in dem Pampas-Lehm am Rio Chuelo, sieben Stunden von Buenos Ayres: ich erwähne dies, weil D'ORBIGNY einiges Gewicht auf das vermeintliche Fehlen dieses Minerals in der Pampas-Formation legt.

Nach Süden vom Salado ist das Land niedrig und sumpfig; Tosca-Gestein erscheint in langen Intervallen an der Oberfläche. Indessen findet sich an den Ufern des Tapalguen (sechzig Meilen südlich vom Salado) eine grosze Strecke von Tosca-Gestein, zum Theil in hohem Grade compact und selbst halb krystallinisch, welches über dem blassen Pampas-Lehm mit den gewöhnlichen Concretionen liegt. Dreissig Meilen weiter nach Süden wird der Quarzitrücken von Tapalguen an seiner nördlichen und südlichen Seite von kleinen, schmalen, flachgipfeligen Hügeln aus Tosca-Gestein umsäumt, welche höher als die umgebende Ebene stehen. Zwischen diesem Rücken und der Sierra von Guitrugueyu, eine Entfernung von sechzig Meilen, ist das Land sumpfig, und das Tosca-Gestein erscheint nur an vier oder fünf Stellen; diese Sierra wird genau so wie die von Tapalguen von horizontalen, häufig klippenbegrenzten kleinen Hügeln von Tosca-Gestein umsäumt, welche höher sind, als die umgebenden Ebenen. Auch hier bot sich eine neue Erscheinung in einigen ausgedehnten und ebenen Alluvial- oder Detritusbecken von benachbarten metamorphischen Gesteinen dar; ich habe aber vernachlässigt, zu untersuchen, ob sie stratificirt waren oder nicht. Zwischen Guitrugueyu und der Sierra Ventana überschritt ich eine trockene Ebene von Tosca-Gestein, welche höher lag als die bis jetzt durchschrittene Landschaft, und mit kleinen Stücken denudirten Tafellandes derselben Formation, welche noch höher standen.

Die mergeligen oder kalkigen Schichten reichen nicht blosz nahezu horizontal bis zum nördlichen und südlichen Fusze der groszen Quarzitberge der Sierra Ventana, sondern falten sich zwischen die parallelen Züge ein. Die oberflächlichen Schichten (denn ich erhielt nirgends Durchschnitte von mehr als zwanzig Fusz Tiefe) behalten selbst dicht an den Bergen ihren gewöhnlichen Character bei: indessen enthielt die oberste Schicht an einer Stelle Rollsteine von Quarz und ruhte auf einer Masse von Detritus desselben Gesteins. Am Fusze der Gebirge fanden sich einige wenige Haufen von Detritus von Quarz und Tosca-Gestein, welche Landmuscheln enthielten; aber in der Entfernung von

nur einer halben Meile von diesen hohen zerklüfteten und zertrümmerten Bergen konnte ich zu meiner grossen Überraschung auf der unbegrenzten Ebene der kalkigen Fläche auch nicht einen einzigen Rollstein finden. Quarz-Rollsteine von beträchtlicher Grösze sind indessen in irgend einer Periode bis zur Entfernung von zwischen vierzig und fünfzig Meilen an die Ufer von Bahia Blanca transportirt worden¹.

Der höchste Gipfel der Sierra Ventana ist nach der Messung von Captain FITZROY 3340 Fusz hoch und die kalkige Ebene an seinem Fusze liegt (nach Beobachtungen einiger spanischer Officiere²) 840 Fusz über dem Meeresspiegel. An den Abhängen der Berge in einer Höhe von 300 oder 400 Fusz über der Ebene fanden sich einige wenige kleine Flecke von Conglomerat und Breccie, die durch eisenschüssige Substanz an die steile und zertrümmerte Fläche des Quarzes angekittet waren, woraus sich Spuren einer früheren Einwirkung des Meeres ergaben. Die hohe Ebene rings um diesen Gebirgszug senkt sich völlig unmerkbar für das Auge nach allen Seiten, mit Ausnahme nach Norden hin, ein, wo ihre Fläche in niedrige Klippen gebrochen ist. Rund um die Sierras Tapalguen, Guitrugueyu, und zwischen der letzteren und der Ventana haben wir gesehen (und werden es später noch um einige Berge in der Banda Oriental sehen), dasz das Tosca-Gestein niedrige, flachgipfelige, von Klippen begrenzte Hügel bildet, welche höher als die umgebenden Ebenen von ähnlicher Zusammensetzung sind. Nach der horizontalen Schichtung und dem Aussehen der durchbrochenen Klippen darf die bedeutendere Höhe der Pampas-Formation rings um diese primären Berge nicht gänzlich oder zum hauptsächlichsten Theile dem zugeschrieben werden, dasz diese verschiedenen Punkte energischer als das umgebende Land emporgehoben worden sind, sondern dem Umstande, dasz sich der thonige kalkige Lehm rings um sie angesammelt hat, als sie als Inseln oder submarine Felsen existirten und zwar in einer grösseren Höhe als auf dem Boden des benachbarten offenen Meeres; — die Klippen wurden dann später während der Erhebung der ganzen Landschaft in Masse abgerieben.

Nach Süden von der Ventana erstreckt sich die Ebene weiter als

¹ Schmidtmeier (Travels in Chile, p. 150) gibt an, dasz er zuerst sehr kleine Stückchen rothen Granits auf den Pampas bemerkte, als er fünfzig Meilen vom südlichen Ende der Gebirge von Cordova entfernt war, welche wie ein Riff im Meere auf der Ebene vorspringen.

² „La Plata“ etc. by Sir W. Parish, p. 146.

das Auge tragen kann; ihre Fläche ist nicht sehr eben, indem leichte Vertiefungen ohne Entwässerungsausgänge vorhanden sind; sie wird meist von einigen wenigen Fusz sandiger Erde bedeckt und an einigen Stellen, nach der Angabe von Mr. PARCHAPPE³, von Thonschichten von zwei Yards Mächtigkeit. An den Ufern des Sauce, vier Stunden südöstlich von der Ventana, findet sich ein unvollkommener Durchschnitt von ungefähr 200 Fusz Höhe, welcher im oberen Theile Tosca-Gestein und im unteren Theile rothen Pampas-Lehm darbietet. Bei der Niederlassung von Bahia Blanca ist die oberste Ebene aus sehr compactem stratificirten Tosca-Gestein zusammengesetzt, welches abgerundete Quarzkörner enthält, die für das blosze Auge unterscheidbar sind: die untere Ebene, auf welcher die Festung steht, beschreibt Mr. PARCHAPPE⁴ als aus solidem Tosca-Gestein gebildet; aber die Durchschnitte, welche ich untersuchte, sehen mehr aus wie eine wiederum niedergeschlagene Masse dieses Gesteins mit kleinen Rollsteinen und Fragmenten von Quarz. Ich werde sofort auf die wichtigen Durchschnitte an den Ufern von Bahia Blanca zurückkommen. Zwanzig Meilen nach Süden von diesem Orte liegt ein merkwürdiger Höhenzug, der sich von West bei Nord nach Ost bei Süd erstreckt und aus kleinen, einzeln stehenden, flachgipfeligen, steil an den Seiten abfallenden Hügeln gebildet wird, die sich zwischen 100 und 200 Fusz über die Pampas-Ebene an ihrer südlichen Basis erheben; diese Ebene ist hier ein wenig niedriger, als die nördlich gelegene. Die oberste Schicht in diesem Rücken besteht aus blassem, in hohem Grade kalkigem, compacten Tosca-Gestein, welches (wie an einem Orte zu sehen war) auf röthlichem Pampas-Lehm, und dieser wieder auf einer blässeren Art liegt. Am Fusze des Rückens findet sich ein Brunnen in röthlichem Thon oder Lehm. Ich habe kein anderes Beispiel einer zu der Pampas-Formation gehörigen Hügelkette gesehen; und da die Schichten keinerlei Zeichen von Störung darbieten und da die Richtung des Rückens dieselbe ist mit der aller metamorphischen Züge in diesem selben Gebiet, so vermuthe ich, dasz das Pampas-Sediment in diesem Falle an oder auf einem Rücken harter Gesteine angehäuft worden ist, anstatt wie in dem Falle der oben erwähnten Sierras rund um ihre submarinen Abhänge. Südlich von dieser kleinen Kette von Tosca-Gestein fällt eine Ebene von

³ D'Orbigny, Voyage, Part. Géolog., p. 47, 48.

⁴ D'Orbigny, Voyage, Part. Géolog., p. 47, 48.

Pampas-Lehm nach den Ufern des Colorado hin ab: in der Mitte ist ein Brunnen in rothen Pampas-Lehm gegraben, welcher bei zwei Fusz von weiszem, weichem, stark kalkigem Tosca-Gestein bedeckt ist, über welchem Sand mit kleinen Rollsteinen drei Fusz in Mächtigkeit liegt, — das erste Auftreten jener ungeheueren Geröll-Formation, welche im ersten Capitel beschrieben wurde. Auf dem ersten Durchschnitte nach Überschreiten des Colorado wird eine alte Tertiär-Formation, nämlich der Rio-Negro-Sandstein (der im nächsten Capitel beschrieben werden wird) angetroffen; aber nach den mir von den Gauchos gegebenen Schilderungen glaube ich, dasz an der Mündung des Colorado die Pampas-Formation sich noch ein wenig weiter nach Süden erstreckt.

Bahia Blanca. — Wir kehren zu den Ufern dieser Bucht zurück. Bei Monte Hermoso findet sich ein guter ungefähr hundert Fusz hoher Durchschnitt von vier verschiedenen Schichten, die für das Auge horizontal erscheinen, aber nach Nordwesten zu sich ein wenig verdicken. Die oberste, ungefähr zwanzig Fusz mächtige Schicht besteht aus schräg geblätterttem weichen Sandstein, welcher viele Rollstücke von Quarz enthält und an der Oberfläche in losen Sand einfällt. Die zweite nur sechs Zoll dicke Schicht ist ein harter, dunkel gefärbter Sandstein. Die dritte Schicht ist blasz gefärbter Pampas-Lehm; und die vierte ist von derselben Beschaffenheit, aber dunkler gefärbt, und enthält in ihrem unteren Theile horizontale Schichten und Linien von nicht sehr compacten röthlichen Concretionen von Tosca-Gestein. Ich will hier erwähnen, dasz der Meeresboden bis zu einer Entfernung von mehreren Meilen vom Ufer und bis zu einer Tiefe von zwischen sechzig und hundert Fusz sich durch Untersuchung der Anker als aus Tosca-Gestein und röthlichem Pampas-Lehm zusammengesetzt erwies. Prof. EHRENBERG hat für mich Handstücke der zwei unteren Schichten untersucht und findet in ihnen drei *Polygastrica* und sechs *Phytolitharien*⁵. Von

⁵ Die folgende Liste wurde in den Monatsberichten der kön. Academie zu Berlin, April 1845, mitgetheilt:

Polygastrica.

Fragilaria rhabdosoma.
Gallionella distans.

Pinnularia?

Phytolitharia.

Lithodontium Bursa.
L. furcatum.
Lithostylidium exesum.

Lithostylidium rude.
L. serra.
Spongolithis Fustis?

diesen ist nur eine (*Spongolithis Fustis?*) eine marine Form, fünf von ihnen sind mit mikroskopischen Gebilden von Brackwasser-Urprung, die später noch zu erwähnen sind, aus einem centralen Orte in der Pampas-Formation identisch. In diesen zwei Schichten, besonders in der unteren, sind Knochen ausgestorbener Säugethiere, einige in ihren betreffenden relativen Stellungen und andere einzeln, in einer kleinen Strecke der Felsenriffe sehr zahlreich. Diese Überreste bestehen zuerst aus dem Schädel von *Ctenomys antiquus*, mit der jetzt lebenden *C. brasiliensis* verwandt, zweitens aus einem Fragment der Überreste eines Nagethiers, drittens aus Backzähnen und anderen Knochen eines groszen Nagethiers, welches mit der jetzt existirenden Species von *Hydrochoerus* verwandt, aber von ihr verschieden ist, und daher wahrscheinlich ein Bewohner von Süszwasser war; viertens und fünftens aus Theilen der Wirbel, Gliedmaszen, Rippen und anderer Knochen zweier Nagethiere, und sechstens aus Extremitätenknochen eines groszen megatherioiden Säugethiers⁶. Die Anzahl der Überreste von Nagethieren gibt dieser Sammlung einen eigenthümlichen Character im Vergleich mit den an irgend einer anderen Örtlichkeit gefundenen. Alle diese Knochen sind compact und schwer, viele von ihnen sind roth gefärbt mit polirten Oberflächen; einige von den kleineren sind so schwarz wie Ruz.

Monte Hermoso liegt zwischen fünfzig und sechzig Meilen in einer südöstlichen Linie von der Ventana entfernt, das dazwischen liegende Land erhebt sich sanft nach ihm hin und das Ganze besteht aus der Pampas-Formation. In welchem Verhältnis nun stehen diese Schichten im Niveau des Meeres und unter demselben zu denen an den Seiten der Ventana in der Höhe von 840 Fusz und an den Seiten der anderen benachbarten Sierras, welche nach den bereits angeführten Gründen ihre bedeutendere Höhe nicht einer ungleichen Erhebung zu verdanken scheinen? Als das Tosca-Gestein sich rings um die Ventana anhäuften und als mit Ausnahme einiger weniger kleiner zerrissener primärer Inseln die ganzen weiten umgebenden Ebenen unter Wasser gewesen sein müssen, lagerten sich da die Schichten bei Monte Hermoso auf dem Boden eines groszen offenen Meeres zwischen 800 und 1000 Fusz tief ab? Ich bezweifle dies sehr; denn wenn dies der Fall gewesen wäre, so müssten die beinahe vollständigen Leiber der verschiedenen

⁶ s. Fossil Mammalia (p. 109) von Professor Owen in der „Zoology of the Beagle“, und Catalogue of Fossil Remains in the Museum of the Royal College of Surgeons, p. 36.

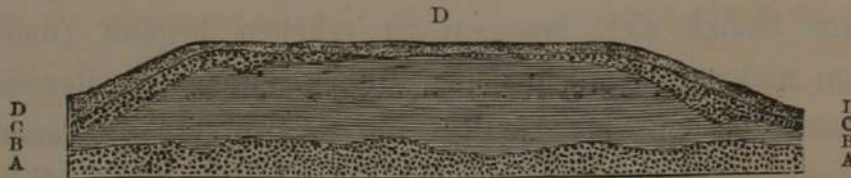
kleinen Nagethiere, deren Überbleibsel so sehr zahlreich auf einem so beschränkten Raum sind, aus der Entfernung von vielen hundert Meilen auf diesen einen Ort herabgetrieben worden sein. Es scheint mir viel wahrscheinlicher zu sein, dasz während der Pampas-Periode dieser ganze Bezirk sich langsam zu erheben begann (und in den Klippen von mehreren verschiedenen Höhen haben wir Beweise dafür, dasz das Land der Einwirkung des Meeres auf verschiedenen Höhen ausgesetzt gewesen ist), und dasz Landstriche rund um die Ventana und die anderen primären Höhenzüge auf diese Weise aus Pampas-Sediment gebildet worden sind, auf denen die verschiedenen Nagethiere und andere Säugethiere lebten, und dasz ein Strom (in welchem vielleicht der ausgestorbene, Wasser bewohnende *Hydrochoerus* lebte) ihre Körper in das benachbarte Meer hinabtrieb, in welches der Pampas-Lehm von Norden her beständig ergossen wurde. Da das Land sich zu erheben fortfuhr, so scheint diese Sedimentquelle abgeschnitten worden zu sein, und an ihrer Stelle wurden Sand und Rollsteine durch stärkere Ströme hinabgeschafft und über die Pampas-Schichten in conformer Schichtung abgelagert.

Punta Alta liegt ungefähr dreissig Meilen höher hinauf an der nördlichen Seite dieser nämlichen Bucht: sie besteht aus einer kleinen zwischen zwanzig und dreissig Fusz hohen Ebene, welche am Ufer durch eine Reihe niedriger Klippen von ungefähr einer Meile Länge abgeschnitten ist; ihr verticaler Maszstab ist in der Zeichnung nothwendig übertrieben dargestellt. Die untere Schicht (A) ist ausgedehnter als die oberen; sie besteht aus stratificirtem Geröll oder Conglomerat, von kalkiger sandiger Masse verkittet, und wird durch krummlinige Schichten eines röthlichen Mergels getheilt, einige genau so wie Tosca-Gestein, andere mehr sandig. Die Schichten sind krummlinig in Folge der Wirkung der Ströme und fallen in verschiedenen Richtungen ein; sie enthalten eine ausserordentliche Zahl von Knochen riesenhafter Säugethiere und viele Muscheln. Die Rollsteine sind von beträchtlicher Grösze und sind von hartem Sandstein und von Quarz wie die der Ventana: auch finden sich einige wenige gut abgerundete Massen von Tosca-Gestein.

Die zweite Schicht (B) ist ungefähr fünfzehn Fusz mächtig, aber nach beiden Enden der Klippe (in der Zeichnung nicht mit einbegriffen) keilt sie sich entweder aus und vergeht, oder geht unmerklich in eine darüber liegende Geröllschicht über. Sie besteht aus rothem, zähem,

thonigem Letten mit sehr kleinen linearen Höhlungen; sie ist mit schwachen, horizontalen Farbenzügen gezeichnet; sie enthält einige

Fig. 15.



Durchschnitt der Schichten mit recenten Muscheln und ausgestorbenen Säugethieren bei Punta Alta in Bahia Blanca.

wenige Rollsteine und selten ein minutiöses Muschelstückchen: an einem Orte waren der Hauptpanzer und einige wenige Knochen eines *Dasypus*-ähnlichen Säugethieres eingebettet: sie erfüllt furchenartige Vertiefungen in dem darunter liegenden Geröll. Mit Ausnahme der wenigen Rollsteine und Muschelstückchen ist diese Schicht dem echten Pampas-Lehm ähnlich; sie ist aber den thonigen (im dritten Capitel erwähnten) Schichten noch ähnlicher, welche die aufeinander folgenden aufsteigenden parallelen Züge von Sanddünen von einander scheiden.

Die Schicht (C) besteht aus stratificirtem Geröll wie die unterste; sie erfüllt Furchen in dem darunter liegenden rothen Lehm, wechselt zuweilen schichtenweise mit ihm ab, und geht zuweilen unmerklich in ihn über; in dem Maße als der rothe Lehm sich verdünnt, nimmt dieses obere Geröll an Mächtigkeit zu. Muscheln sind in dieser Schicht zahlreicher, als in dem unteren Geröll; aber die Knochen, obschon noch einige vorhanden sind, sind weniger zahlreich. An einer Stelle indessen, wo dieses Geröll und der rothe Lehm in einander übergangen, fand ich mehrere Knochen und einen ziemlich vollkommenen Schädel des *Megatherium*. Einige der groszen *Voluta*-Arten waren, obschon sie in der Geröllschicht (C) eingebettet waren, mit dem rothen Lehm erfüllt, welcher eine grosze Anzahl der kleinen recenten *Paludestrina australis* enthielt. Diese drei unteren Schichten werden in einer nicht conformen Art von einem Mantel (D) von geschichteter sandiger Erde bedeckt, welche viele Rollsteine von Quarz, Bimsstein und Phonolith, Land- und Seemuscheln enthält.

D'ORBIGNY ist so freundlich gewesen, mir die zwanzig Species von Mollusken, welche in den zwei Geröllschichten eingebettet sind, zu bestimmen; es sind die folgenden:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Volutella angulata</i> D'ORB., Voyage, Mollusq. und Paléont. 2. <i>Voluta brasiliensis</i> SOL. 3. <i>Olivancillaria brasiliensis</i> D'ORB. 4. <i>O. auricularia</i> D'ORB. 5. <i>Olivina puelchana</i> D'ORB. 6. <i>Buccinanops cochlidium</i> D'ORB. 7. <i>B. globulosum</i> D'ORB. 8. <i>Columbella sertulariarum</i> D'ORB. 9. <i>Trochus patagonicus</i> und Var. desselben, D'ORB. 10. <i>Paludestrina australis</i> D'ORB. 11. <i>Fissurella patagonica</i> D'ORB. 12. <i>Crepidula muricata</i> LAM. | <ol style="list-style-type: none"> 13. <i>Venus purpurata</i> LAM. 14. <i>V. rostrata</i> PHIL. 15. <i>Mytilus Darwinianus</i> D'ORB. 16. <i>Nucula semiornata</i> D'ORB. 17. <i>Cardita patagonica</i> D'ORB. 18. <i>Corbula patagonica</i> (?) D'ORB. 19. <i>Pecten tehuelchus</i> D'ORB. 20. <i>Ostrea puelchana</i> D'ORB. 21. Eine lebende Art <i>Balanus</i>. 22. und 23. Eine <i>Astraea</i> und eine incrustirende <i>Flustra</i>, augenscheinlich mit jetzt in der Bucht lebenden Species identisch. |
|--|---|

Alle diese Muscheln leben jetzt an dieser Küste, und die meisten von ihnen in dieser nämlichen Bucht. Mich überraschte auch die Thatsache, dasz die proportionale Anzahl der verschiedenen Arten dieselbe zu sein schien mit den jetzt auf den Strand geworfenen: in beiden Fällen sind Exemplare von *Voluta*, *Crepidula*, *Venus* und *Trochus* die häufigsten. Vier oder fünf der Species sind die nämlichen mit den emporgehobenen Muscheln auf den Pampas in der Nähe von Buenos Ayres. Alle die Exemplare haben ein sehr altes und gebleichtes Aussehen⁷ und geben bei Erhitzung keinen thierischen Geruch von sich: einige von ihnen sind durchaus in eine weisse, weiche, fibröse Substanz verwandelt, bei anderen ist der Raum zwischen den äusseren Wänden entweder hohl oder mit krystallinischem kohlen-sauren Kalk erfüllt.

Die Überreste der ausgestorbenen Säugethiere aus den zwei Geröllschichten sind von Prof. OWEN in der „Zoo-logy of the Voyage of the Beagle“ beschrieben worden: sie bestehen erstens aus einem nahezu vollkommenen Schädel und drei Fragmenten vom Schädel des *Megatherium Cuvierii*; zweitens aus einem Unterkiefer von *Megalonyx Jeffersoni*, drittens aus einem Unterkiefer von *Myiodon Darwinii*, viertens aus Schädelfragmenten eines gigantischen edentaten Säugethieres, fünftens einem beinahe vollständigen Skelet des grossen *Scelidotherium leptocephalum*, an dem die meisten Knochen, mit Ein-

⁷ Ein in der Einleitung zu den Fossil Mammalia in der „Zoo-logy of the Voyage of the Beagle“ erwähnter *Bulinus* hat ein so viel frischeres Ansehen als die marinen Arten, dasz ich vermüthe, er ist zwischen die andern hineingefallen und aus Versehen mit gesammelt worden.

schluss des Kopfes, der Wirbel, der Rippen, einiger von den Gliedmaßen bis zu den Klauenphalangen und, wie Prof. OWEN bemerkt hat, selbst die Kniescheibe, sämmtlich nahezu in ihren gehörigen relativen Stellungen sich fanden; sechstens aus Fragmenten des Unterkiefers und einem einzelnen Zahne eines *Toxodon*, welches entweder zu *T. Platensis* oder zu einer zweiten, später in der Nähe von Buenos Ayres entdeckten Species gehört; siebentens aus einem Zahne von *Equus curvidens*; achtens aus einem Zahne eines nahe mit *Palaeotherium* verwandten Pachydermen, von welchem Schädeltheile vor kurzem aus Buenos Ayres an das britische Museum geschickt worden sind; aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieses Pachyderm identisch mit der *Marcrauchenia patachonica* von Port S. Julian, welche später erwähnt werden wird. Endlich neuntens fand sich in einer Klippe der rothen thonigen Schicht (B) ein doppeltes, ungefähr drei Fusz langes und zwei Fusz breites Stück des knöchernen Panzers eines groszen *Dasypus*-artigen Säugethieres, an dem die zwei Seiten nahezu dicht aneinander gedrückt waren. Da die Klippe jetzt sehr schnell abgewaschen wird, war dieses Fossil wahrscheinlich vor kurzem noch viel vollkommener; aus dem Raume zwischen seinen aufeinander gefalteten Seiten zog ich die mittleren und Klauenphalangen eines der Füsz untereinander verbunden, und gleichfalls eine einzelne Phalanx hervor; es müssen daher eine oder mehrere der Gliedmaßen an dem Hautpanzer, als er eingeschlossen wurde, angeheftet gewesen sein. Auszer diesen verschiedenen Überresten in einem bestimmbarern Zustande fanden sich sehr viele einzelne Knochen: die gröszere Zahl derselben war in einem zweihundert Yards groszen Raume eingebettet. Das Überwiegen der edentaten Säugethiere ist merkwürdig, wie es im Gegensatz zu den Schichten des Monte Hermoso auch das Fehlen von Nagethieren ist. Die meisten der Knochen finden sich jetzt in einem weichen und zerreiblichen Zustande und geben wie die Muscheln beim Anbrennen keinen animalen Geruch aus. Der zerfallene Zustand der Knochen dürfte zum Theil dem zuzuschreiben sein, dasz sie noch neuerdings der Luft und den Gezeitenwellen ausgesetzt gewesen sind. Entenmuscheln, Serpeln und Corallinen hängen vielen der Knochen an, ich versäumte aber zu untersuchen⁸, ob diese nicht etwa auf ihnen gewachsen sein

⁸ Nachdem ich meine Sammlungen in Bahia Blanca eingepackt hatte, fiel mir dieser Punkt ein und ich notirte ihn; bei meiner Rückkehr vergasz ich ihn,

dürften seitdem sie den Einwirkungen der jetzigen Gezeiten ausgesetzt gewesen sind; ich glaube aber, dasz einige von den Cirripeden auf dem *Scelidothorium* gewachsen sein müssen, bald nachdem es abgelagert wurde, und ehe es gänzlich mit Geröll bedeckt wurde. Auszer den in dem eben beschriebenen Zustande befindlichen Überresten fand ich ein einzelnes Knochenfragment, welches sehr stark abgerollt und so schwarz wie Rusz war, so dasz es vollständig einzelnen der Reste vom Monte Hermoso ähnlich war.

Sehr viele von den Knochen waren zerbrochen, abgerieben und abgerollt worden, ehe sie eingeschlossen wurden. Andere, selbst einige von den in dem gröbsten Theil des jetzt harten Conglomerates eingeschlossenen, haben alle ihre minutiösesten Vorsprünge vollkommen erhalten, so dasz ich zu dem Schlusz gelange, dasz sie wahrscheinlich von Haut, Fleisch oder Bändern geschützt waren, während sie bedeckt wurden. Was das *Scelidothorium* betrifft, so ist es vollkommen sicher, dasz das ganze Skelet durch seine Bänder zusammengehalten wurde, als es in dem Geröll in dem ich es fand zur Ablagerung kam. Einige Halswirbel und ein Oberarmbein von entsprechender Grösze lagen so dicht zusammen, wie ebenfalls einige Rippen und die Knochen eines Beines, dasz ich glaubte sie müszten ursprünglich zu diesen zwei Skeletten gehört haben und nicht einzeln hereingewaschen worden sein; da aber die Reste hier sehr zahlreich waren, will ich auf diese zwei Fälle kein besonderes Gewicht legen. Wir haben aber gesehen, dasz der Hautpanzer des *Dasypus*-artigen Säugethieres sicher zusammen mit einigen der Fuszknochen eingebettet wurde.

Prof. EHRENBERG⁹ hat für mich Exemplare der feineren Substanz untersucht, die mit diesen Säugethierüberresten in Berührung erhalten war: er findet in ihnen zwei Polygastrica, entschieden marine Formen,

bis die Überreste gereinigt und geölt waren. Später wurde meine Aufmerksamkeit durch einige Bemerkungen d'Orbigny's wieder auf den Gegenstand gelenkt.

⁹ Monatsberichte der K. Academie zu Berlin, April 1845. Die Liste enthält folgende Formen:

Polygastrica.

Gallionella sulcata. | *Stauroptera aspera* ? Fragm.

Phytolitharia.

<i>Lithasteriscus tuberculatus.</i>		<i>Lithostylidium rude.</i>
<i>Lithostylidium Clepsammidium.</i>		<i>L. unidentatum.</i>
<i>L. quadratum.</i>		<i>Spongolithis acicularis.</i>

und sechs Phytolitharien, von denen eins wahrscheinlich eine marine, und die andern entweder Süßwasser- oder Landformen sind. Nur einer von diesen acht mikroskopischen Körpern findet sich auch unter den neun vom Monte Hermoso: aber fünf von ihnen finden sich auch unter denen aus dem Pampas-Lehm an den Ufern des Parana. Das Vorhandensein irgend welcher Süßwasser-Infusorien ist in Anbetracht der Trockenheit des umgebenden Landes merkwürdig: die wahrscheinlichste Erklärung scheint die zu sein, dasz diese mikroskopischen Organismen aus der anstosenden groszen Pampas-Formation während ihrer Denudation herabgewaschen und später wieder niedergeschlagen wurden.

Wir wollen nun sehen, was für Schlussfolgerungen sich aus den oben im Einzelnen mitgetheilten Thatsachen ziehen lassen. Es ist gewisz, dasz die Geröllschichten und der dazwischen liegende rothe Lehm innerhalb der Periode niedergeschlagen wurden, als existirende Species von Mollusken nahezu in demselben Verhältnis zu einander standen, wie sie an der jetzigen Küste es thun. Diese Schichten müssen nach der Anzahl litoraler Species in seichtem Wasser angehäuft worden sein, aber nach der Stratification des Gerölls und den Mergelschichten zu urtheilen, nicht an einem Strande. Nach der Art und Weise, in welcher der rothe Thon furchenartige Vertiefungen in dem darunter liegenden Geröll erfüllt und an einigen Stellen selbst wieder von dem darüberliegenden Geröll durchfurcht wird oder mit ihm abwechselt, können wir auf mehrere locale Veränderungen in den Strömungen schlieszen, die vielleicht durch unbedeutende Veränderungen nach oben oder nach unten in dem Niveau des Landes verursacht wurden. Durch die Erhebung dieser Schichten wurde die Ebene von Punta Alta von zwanzig bis dreiszig Fusz Höhe gebildet, zu welcher Zeit die alluviale Decke mit Bimssteingeröll, Land- und Seemuscheln gehört. In der Nähe dieses Punktes finden sich noch andere und höhere vom Meere gebildete Ebenen und Klippenlinien in der Pampas-Formation, welche durch die denudirende Wirkung der Wellen auf verschiedenen Höhen abgewaschen sind. Wir können daher leicht die Gegenwart abgerundeter Massen von Tosca-Gestein in dieser untersten Ebene verstehen, und gleichfalls auch, da die Klippen beim Monte Hermoso mit ihren Säugethierresten in einem hohen Niveau stehen, das Vorhandensein des einen stark abgerollten Knochenfragments, welches so schwarz wie Rusz war; möglicher Weise rühren einige

wenige von den andern stark abgerollten Knochen aus ähnlichen Quellen her, obschon ich nur das eine Fragment in dem nämlichen Zustande, wie die am Monte Hermoso sah. D'ORBIGNY hat die Vermuthung ausgesprochen¹⁰, dasz diese sämtlichen Säugethierüberreste aus der Pampas-Formation herausgewaschen und später zusammen mit den recenten Muscheln wieder niedergeschlagen worden sind. Unzweifelhaft ist es eine merkwürdige Thatsache, dasz diese zahlreichen gigantischen Säugethiere, welche mit Ausnahme des *Equus curvidens* zu sieben ausgestorbenen Gattungen, und eines, nämlich das *Toxodon*, in keine jetzt existirende Familie gehört, mit Mollusken zusammen gelebt haben sollen, welche sämtlich noch lebende Species sind; aber analoge Thatsachen sind in Nord-America und in Europa beobachtet worden. An erster Stelle darf nicht übersehen werden, dasz die meisten der zusammen eingebetteten Muscheln ein älteres und verändertes Aussehen haben, als die Knochen. An zweiter Stelle frage ich, ist es wohl wahrscheinlich, dasz zahlreiche, weder durch Kiesel noch irgend ein anderes Mineral erhärtete Knochen ihre zarten Vorsprünge und Oberflächenbeschaffenheiten so vollkommen erhalten könnten, wenn sie aus einem Niederschlag ausgewaschen und in einem andern wieder eingebettet worden wären, wobei dieser letztere Niederschlag aus harten groszen Rollsteinen gebildet war, welche durch die Thätigkeit der Ströme oder der Brandung in seichem Wasser in verschieden gekrümmte und geneigte Schichten angeordnet wurden? Die Knochen, welche sich jetzt in einem so vollkommenen Erhaltungszustande befinden, müssen wie ich meine frisch und gesund gewesen sein, als sie eingebettet wurden, und waren wahrscheinlich von Haut, Fleisch oder Bändern geschützt. Das Skelet des *Scelidotherium* wurde unbestreitbar ganz abgelagert: sollen wir sagen, dasz es, während es von seinem Muttergestein zusammengehalten wurde, aus einer alten Geröllschicht (im Character der Pampas-Formation gänzlich ungleich) ausgewaschen worden und in eine andere Geröllschicht wieder eingeschlossen worden sei, welche (ich spreche nach sorgfältiger Vergleichung) aus genau derselben Art von Rollsteinen in genau derselben Art von Cement zusammengesetzt war? Ich will kein Gewicht auf die zwei Fälle legen, wo mehrere Rippen und Gliedmaszenknochen augenscheinlich in ihrer richtigen relativen Stellung eingebettet

¹⁰ Voyage, Part. Géolog., p. 49.

wurden; wird aber wohl irgend Jemand so kühn sein, behaupten zu wollen, es sei möglich, dasz ein Stück des dünnen getäfelten Panzers eines *Dasypus*-artigen Säugethieres von mindestens drei Fusz Länge und zwei Fusz Breite, und von einer solchen Zartheit, dasz ich mit der äussersten Sorgfalt nicht im Stande war, ein Bruchstück von mehr als zwei oder drei Zoll im Quadrat herauszulösen, aus einer Schicht herausgewaschen und in eine andere wieder eingeschlossen worden sein könnte, zusammen mit einigen der kleineren Fuszknöchel, ohne in Atome zertrümmert worden zu sein? Wir müssen daher D'ORBIGNY's Vermuthung vollständig zurückweisen, dagegen als sicher annehmen, dasz das *Scelidotherium* und das grosze *Dasypus*-artige Säugethier, und wie im hohen Grade wahrscheinlich ist, auch das *Toxodon*, *Megatherium* etc., von denen einige Knochen vollkommen erhalten sind, zum ersten Male und in einem frischen Zustande in den Schichten eingebettet wurden, in welchen sie begraben gefunden wurden. Obgleich daher diese riesenhaften Säugethiere zu ausgestorbenen Gattungen und Familien gehörten, so lebten sie doch mit den zwanzig oben aufgezählten Mollusken, den Cirripeden und den zwei Corallinen, die jetzt an der Küste leben, zusammen. Aus dem abgerollten Fragment schwarzen Knochens und aus dem Umstand, dasz die Ebene von Punta Alta niedriger ist als die des Monte Hermoso schliesze ich, dasz die groben sublitoralen Ablagerungen von Punta Alta von späterem Ursprunge sind, als der Pampas-Lehm von Monte Hermoso; und die Schichten an diesem letzteren Orte sind, wie wir gesehen haben, wahrscheinlich wieder später entstanden, als die hohe Tosca-Ebene um die Sierra Ventana: wir werden indessen am Ende dieses Capitels zur Betrachtung dieser verschiedenen Stufen in der groszen Pampas-Formation zurückkehren.

Von Buenos Ayres nach Santa Fé Bajada in Entre Rios. — Eine Strecke lang nordwärts von Buenos Ayres tritt die Böschung der Pampas-Formation nicht sehr nahe an den Plata heran und wird von Vegetation verhüllt; aber auf Durchschnitten an den Ufern der Rios Luxan, Areco und Arrecifes beobachtete ich sowohl blassen als dunklen röthlichen Pampas-Lehm mit kleinen weiszlichen Concretionen von Tosca-Gestein; an allen diesen Stellen sind Säugethierreste gefunden worden. In den Klippen am Parana bei S. Nicolas enthält der Pampas-Lehm nur wenig Tosca-Gestein; hier fand D'ORBIGNY

die Überreste zweier Nagethiere. (*Ctenomys Bonariensis* und *Kerodon antiquus*) und den Kiefer eines *Canis*. Als ich mich auf dem Flusse befand, konnte ich an dieser schönen Klippenreihe deutlich „horizontale“ „Linien, die sowohl in der Farbe als in der Compactheit verschieden „waren“, unterscheiden.⁴¹ Die Ebene nach Norden von diesem Punkte ist sehr eben, aber mit einigen Einsenkungen und See'n; ich schätzte ihre Höhe zu von vierzig bis sechzig Fusz über dem Parana. Bei dem A. Medio enthält der hellrothe Pampas-Lehm kaum irgend welches Tosca-Gestein, während in einer geringen Entfernung davon der Strom des Pabon einen Wasserfall ungefähr zwanzig Fusz hoch über eine cavernöse Masse von zwei Varietäten des Tosca-Gesteins bildet; eine von diesen ist sehr compact und halb krystallinisch, mit Zügen von krystallisirtem kohlensauren Kalk; ähnlich compacte Varietäten trifft man am Saladillo und Seco. Die absolute Identität (ich spreche nach einer Vergleichung meiner Handstücke) zwischen einigen dieser Varietäten und denen von Tapalguen und von dem Rücken südlich von Bahia Blanca in einer Entfernung von 400 Meilen geographischer Breite ist sehr auffallend.

Bei Rosario findet sich nur wenig Tosca-Gestein: in der Nähe dieses Ortes bemerkte ich zuerst am Rande des Flusses Spuren einer darunter liegenden Formation, welche fünfundzwanzig Meilen höher hinauf in der Estancia von Gorodona aus einem blasz gelblichen Thon besteht, der äusserst zahlreiche concretionäre Cylinder eines eisen-schüssigen Sandsteins enthält. Diese Schicht, welche wahrscheinlich das Äquivalent der älteren tertiären marinen Schichten ist, die sofort in Entre Rios beschrieben werden sollen, erhebt sich nur eben über den Spiegel des Parana bei niedrigem Wasserstande. Der Rest der Klippe bei Gorodona wird aus rothem Pampas-Lehm gebildet, welcher im unteren Theile viele Concretionen von Tosca-Gestein, einige stalaktitenförmig, und im oberen Theile nur wenig davon enthält: in der Höhe von sechs Fusz über dem Flusz waren zwei gigantische Skelette des *Mastodon Andium* eingebettet; ihre Knochen waren einige wenige Fusz weit zerstreut, aber viele von ihnen fanden sich noch in ihrer

⁴¹ Ich citire diese Worte aus meinem, an Ort und Stelle geführten Notizbuche wegen des Umstandes, dasz d'Orbigny das allgemeine Fehlen einer Schichtung in der Pampas-Formation als einen Beweis dafür betont hat, dasz diese grosze Ablagerung diluvialen Ursprungs ist.

gehörigen relativen Stellung: sie waren stark zerfallen und so weich wie Käse, so dasz selbst einer der groszen Backzähne in meiner Hand in Stücke zerfiel. Wir sehen hier, dasz die Pampas-Ablagerung Säugethierreste dicht an ihrer Basis enthält. An den Ufern des Carcarana, einige wenige Meilen entfernt, war die unterste sichtbare Schicht blasser Pampas-Lehm mit Massen von Tosca-Gestein, in deren einer ich einen sehr zerfallenen Mastodonzahn fand: oberhalb dieses Bettes fand sich eine dünne beinahe ganz aus kleinen Concretionen weissen Tosca-Gesteins gebildete Schicht, aus welcher ich einen gut erhaltenen aber leicht zerbrochenen Zahn von *Toxodon platensis* herausholte: über dieser lag eine ungewöhnliche Schicht sehr weichen und unreinen Sandsteins. An dieser Stelle bemerkte ich viele einzelne eingebettete Knochen und ich hörte, dasz noch andere in einem so vollkommenen Zustande gefunden worden sind, dasz sie lange Zeit als Zaunpfosten benutzt wurden; der Jesuit FALKNER fand hier den Hautpanzer eines gigantischen edentaten Säugethieres.

In einer kleinen Partie des rothen Lehms, den ich von einem Zahne eines der *Mastodon* bei Gorodona abgekratzt hatte, fand Prof. EHRENBERG sieben Polygastrica und dreizehn Phytolitharien, welche alle, wie ich glaube, mit zwei Ausnahmen bereits bekannte Species sind.¹² Von diesen zwanzig Arten ist die überwiegende Zahl dem Süszwasser angehörig; nur zwei Species von *Coscinodiscus* und eine *Spongolithis* zeigen den directen Einfluss des Meeres; Prof. EHRENBERG kommt daher zu der bedeutungsvollen Folgerung, dasz der Nieder-

¹² Monatsberichte der K. Academie zu Berlin, April 1845. Die Liste enthält folgende Formen:

Polygastrica.

Campylodiscus clypeus.
Coscinodiscus subtilis.
C. al. sp.
Eunotia.

Gallionella granulata.
Himantidium gracile.
Pinnularia borealis.

Phytolitharia.

Lithasteriscus tuberculatus.
Lithodontium bursa.
L. furcatum.
L. rostratum.
Lithostylidium Amphiodon.
L. Clepsammidium.
L. hamus.

Lithostylidium polyedrum.
L. quadratum.
L. rude.
L. serra.
L. unidentatum.
Spongolithis Fustis.

schlag einen Brackwasserursprung gehabt haben musz. Von den dreizehn Phytolitharien finden sich neun in den zwei Ablagerungen bei Bahia Blanca, wo zwei andere Species von Polygastrica den Nachweis geben, dasz die Schichten in Brackwasser angesammelt wurden. Die Spuren von Corallen, Schwämmen und Polythalamien, welche Dr. CARPENTER im Tosca-Gestein fand (wozu ich bemerken musz, dasz die gröszere Anzahl von Exemplaren aus den oberen Schichten in den südlichen Theilen der Formation waren), weisen augenscheinlich nach auf einen ausschlieszlicher marinen Ursprung hin.

Bei St. Fé Bajada in Entre Rios bieten die zu zwischen sechzig und siebenzig Fusz Höhe geschätzten Klippen einen interessanten Durchschnitt dar: die untere Hälfte besteht aus tertiären Schichten mit Seemuscheln und die obere Hälfte aus Pampas-Formation. Die unterste Schicht ist ein schräg geblätterter, schwärzlicher, verhärteter Lehm mit deutlichen Spuren pflanzlicher Überreste.¹³ Über dieser liegt eine dicke Schicht gelblichen sandigen Thons mit vielem krystallisirten Gyps und vielen Schalen von *Ostrea*-, *Pecten*- und *Arca*-Arten: über dieser folgt allgemein ein sandiger, krystallinischer Kalkstein, dazwischen liegt aber zuweilen noch eine ungefähr zwölf Fusz dicke Schicht von dunkelgrünem seifigen Thon, der in kleine eckige Fragmente verwittert. Wo der Kalkstein am reinsten ist, ist er weisz, in hohem Grade krystallinisch und voller Höhlen: er umfasst kleine Rollsteine von Quarz, zerbrochene Muscheln, Haifischzähne und, wie mir mitgetheilt wurde, zuweilen grosze Knochen: er enthält häufig so viel Sand, dasz er in einen kalkigen Sandstein übergeht, und in solchen Stücken ist hauptsächlich die grosze *Ostrea patagonica*¹⁴ zahlreich. Im oberen Theile wechselt der Kalkstein mit Schichten feinen weissen Sandes ab. Die in diesen Schichten enthaltenen Muscheln hat mir Mr. D'ORBIGNY bestimmt; es sind dies:

¹³ d'Orbigny hat (Voyage, Partie Géolog., p. 37) eine detaillirte Beschreibung dieses Durchschnitts gegeben; da er aber diese unterste Schicht nicht erwähnt, dürfte sie, als er dort war, vom Flusse verdeckt gewesen sein. Zwischen seiner und meiner Beschreibung besteht ein beträchtlicher Widerspruch, welchen ich nur dadurch erklären kann, dasz die Schichten selbst in kurzen Entfernungen beträchtlich variiren.

¹⁴ Capt. Sullivan hat mir ein Exemplar dieser Muschel gegeben, welche er in den Klippen bei Punta Cerrito gefunden hat, zwischen zwanzig und dreiszig Meilen oberhalb des Bajada.

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Ostrea patagonica</i> D'ORB., Voyage,
Part. Pal.
2. <i>O. Alvarezii</i> D'ORB.
3. <i>Pecten paranensis</i> D'ORB. (und Taf.
IV dieses Buches, Fig. 30).
4. <i>P. Darwinianus</i> D'ORB. (u. Taf. IV
dieses Buches, Fig. 28 u. 29). | 5. <i>Venus Münsterii</i> D'ORB., Voyage,
Part. Pal.
6. <i>Arca Bonplandiana</i> D'ORB.
7. <i>Cardium platense</i> D'ORB.
8. <i>Tellina</i> , wahrscheinlich n. sp., aber
zu unvollkommen erhalten, um
bestimmt werden zu können. |
|--|---|

Diese Arten sind sämmtlich ausgestorben: die sechs ersten wurden von D'ORBIGNY und mir selbst in den Formationen des Rio Negro, S. Josef und anderen Theilen von Patagonien gefunden, und es gehören daher, wie D'ORBIGNY zuerst bemerkte, diese Schichten sicher zu der groszen patagonischen Formation, welche im folgenden Capitel beschrieben werden wird und welche, wie wir sehen werden, als eine sehr alte tertiäre Bildung angesehen werden musz. Nördlich von Bajada fand D'ORBIGNY in Schichten, welche er als unter den hier beschriebenen Schichten liegend ansieht, Überreste eines *Toxodon*, welches er als ein von dem *T. platensis* in der Pampas-Formation verschiedene Species benannt hat. An den Ufern des Parana (und gleichfalls am Uruguay) findet sich viel verkieseltes Holz, und mir wurde mitgetheilt, dasz dieses aus den unteren Schichten herrührt; viele von mir gesammelte Stücke sind Dicotyledonen.

Die obere Hälfte der Klippen besteht bis zu einer Mächtigkeit von ungefähr dreiszig Fusz aus Pampas-Lehm, dessen unterer Theil blasz gefärbt, der obere Theil heller roth ist, mit einigen unregelmässigen Schichten einer sandigen Varietät von Tosca-Gestein und einigen wenigen kleineren Concretionen der gewöhnlichen Art. Dicht über dem marinen Kalksteine liegt eine dünne Schicht mit einem concretionären Umrisz von weissem harten Tosca-Gestein oder Mergel, welche entweder als die oberste Schicht der unteren Ablagerungen oder als die unterste der Pampas-Formation betrachtet werden kann; eine Zeit lang glaubte ich, dasz diese Schicht einen Übergang zwischen den zwei Formationen bezeichne; ich habe mich aber seitdem überzeugt, dasz ich in Bezug auf diesen Punkt mich irrte. In dem Durchschnitt am Parana fand ich keinerlei Säugethierüberreste; aber in einer Entfernung von zwei Meilen am A. Tapas (einem Nebenflusse des Conchitas) waren sie in einer niedrigen Klippe von rothem Pampas-Lehm äusserst zahlreich. Die meisten der Knochen waren einzeln und stark zerfallen; ich sah aber den Hautpanzer eines riesenhaften edentaten Säugethieres, welcher eine ofenartige Höhle von vier oder fünf

Fusz im Durchmesser bildete, aus welcher, wie mir mitgetheilt wurde, das beinahe vollständige Skelet vor kurzem entfernt worden war. Ich fand einzelne Zähne des *Mastodon Andium*, *Toxodon platensis* und *Equus curvidens* dicht bei einander. Da dieser letztere Zahn sich dem des gemeinen Pferdes sehr nähert, wendete ich dem Orte seiner Einbettung besondere Aufmerksamkeit zu; denn ich wusste zu jener Zeit nicht, dass sich ein ähnlicher Zahn in derselben Matrix mit den anderen Säugethierüberresten von Punta Alta eingeschlossen fand. Es ist ein interessanter Umstand, dass Prof. OWEN findet, dass der Zahn dieses Pferdes in seiner eigenthümlichen Krümmung einem fossilen von Mr. LYELL¹⁵ von Nord-America gebrachten Exemplare viel mehr sich nähert, als dem irgend einer anderen Species von *Equus*.

Die darunter liegenden marinen tertiären Schichten erstrecken sich über ein sehr weites Gebiet: mir wurde versichert, dass sie in Schluchten in einer von Osten nach Westen gezogenen Linie quer durch Entre Rios bis nach dem Uruguay in einer Entfernung von ungefähr 135 Meilen verfolgt werden könnten. In einer südöstlichen Richtung hörte ich von ihrer Existenz am oberen Ende des R. Nankay; und bei P. Gorda in Banda Oriental, in einer Entfernung von 170 Meilen, fand ich denselben Kalkstein mit den nämlichen fossilen Muscheln in ungefähr derselben Höhe über dem Flusse liegen, wie bei Santa Fé. In einer südlichen Richtung werden diese Schichten in der Höhe niedriger, denn bei einem anderen P. Gorda in Entre Rios ist der Kalkstein in einer viel geringeren Höhe zu sehen; und es lässt sich kaum daran zweifeln, dass der gelbliche sandige Thon in einem Niveau mit dem Flusz zwischen dem Carcarana und S. Nicolas zu dieser selben Formation gehört, wie vielleicht auch die Sandschichten bei Buenos Ayres, welche am Grunde der Pampas-Formation, ungefähr sechzig Fusz unter der Oberfläche des Plata, liegen. Die südliche Neigung dieser Schichten ist vielleicht Folge nicht einer ungleichen Erhebung, sondern der ursprünglichen Form des Meeresgrundes, welcher von dem nach Norden zu gelegenen Lande abfiel; denn dass Land in keiner groszen Entfernung existirte, dafür haben wir in den pflanzlichen Überresten in der untersten Schicht bei Santa Fé Beweise, ebenso in dem verkieselten Holz und in den Knochen des *Toxodon*

¹⁵ Lyell, Travels in North-America, Vol. I, p. 164, und Proceed. Geolog. Soc. Vol. IV, p. 39.

paranensis, welche sich (nach der Angabe von D'ORBIGNY) in noch tieferen Schichten finden.

Banda Oriental. — Diese Provinz liegt an der nördlichen Seite des Plata und nach Osten vom Uruguay: sie hat eine sanfte wellige Oberfläche mit einer Basis von primären Gesteinen, und wird an den meisten Stellen von einer nicht geschichteten Masse von keiner groszen Mächtigkeit von röthlichem Pampas-Lehm bedeckt. In der östlichen Hälfte in der Nähe von Maldonado ist diese Ablagerung sandiger als in den Pampas; sie enthält viele aber kleine Concretionen von Mergel oder Tosca-Gestein und andere von stark eisenschüssigem Sandstein; an einem nur einige wenige Yards tiefen Durchschnitte lag sie auf geschichtetem Sand. In der Nähe von Montevideo scheint diese Ablagerung an einigen Stellen von groszer Mächtigkeit zu sein, und die Überreste des *Glyptodon* und anderer ausgestorbener Säugethiere sind in ihr gefunden worden. In der langen Klippenlinie zwischen fünfzig und sechzig Fusz Höhe, genannt die Barrancas de S. Gregorio, welche sich westlich vom Rio S. Lucia erstreckt, wird die untere Hälfte aus grobem Sand von Quarz und Feldspath ohne Glimmer gleich dem jetzt in der Nähe von Maldonado an den Strand geworfenen gebildet, und die obere Hälfte besteht aus Pampas-Lehm, der in der Färbung variirt und wabenartige Adern von weicher kalkiger Substanz und kleine reihenweise angeordnete Concretionen von Tosca-Gestein und gleichfalls einige wenige Rollsteine von Quarz enthält. Diese Ablagerung füllt Höhlen und Furchen in dem darunterliegenden Sande aus, so dasz es aussieht, als wenn mit Lehm beladenes Wasser einen sandigen Strand überfluthet hätte. Diese Klippen erstrecken sich weit nach Westen und in einer Entfernung von sechzig Meilen in der Nähe von Colonia del Sacramento fand ich an einigen Stellen die Pampas-Ablagerung auf diesem Sande liegen, und an anderen auf den primären Gesteinen: zwischen dem Sande und dem röthlichen Lehm schien (aber der Durchschnitt war nicht sehr gut) eine dünne Schicht von Muscheln eines jetzt lebenden *Mytilus*, die zum Theil noch ihre Färbung behalten hatten, eingeschaltet zu sein. Die Pampas-Formation in Banda Oriental kann leicht für eine alluviale Ablagerung gehalten werden: mit der der Pampas verglichen ist sie häufig sandiger und enthält kleine Quarzfragmente; die Concretionen sind viel kleiner und es finden sich keine ausgedehnten Massen von Tosca-Gestein.

In den äussersten westlichen Theilen dieser Provinz zwischen dem Uruguay und einer von Colonia nach dem R. Perdido (einem Nebenfluss des R. Negro) gezogenen Linie sind die Formationen bei weitem complicirter. Ausser primären Gesteinen treffen wir ausgedehnte Züge und viele flachgipfelige, horizontal geschichtete, von Klippen begrenzte isolirte Hügel tertiärer Schichten, welche in ihrer mineralogischen Natur auszerordentlich variiren; einige sind mit den alten marinen Schichten von S. Fé Bajada und andere mit denen der viel neueren Pampas-Formation identisch. Es finden sich auch ausgedehnte niedrige Landstrecken, welche mit einer Säugethierreste enthaltenden Ablagerung bedeckt sind, gleich der soeben in den östlicheren Theilen der Provinz beschriebenen. Obgleich ich wegen der glatten und nicht durchbrochenen Beschaffenheit des Landes niemals einen Durchschnitt dieser letzteren Ablagerung dicht am Fusze der höheren tertiären Berge erhielt, so zweifle ich doch nicht im Mindesten daran, dasz sie von einem entschieden späteren Ursprunge ist; sie wurde abgelagert, nachdem das Meer die tertiären Schichten in die von Klippen begrenzten Berge ausgewaschen hatte. Diese spätere Formation, welche sicher das Äquivalent derjenigen der Pampas ist, ist in den Thälern in der Estancia von Berquelo in der Nähe von Mercedes gut zu sehen; sie besteht hier aus röthlicher Erde voller abgerundeter Quarzkörner, mit einigen kleinen Concretionen von Tosca-Gestein, die in horizontalen Zügen angeordnet sind, so dasz sie, ausgenommen dasz sie ein wenig kalkige Substanz enthalten, der Formation in den östlichen Theilen von Banda Oriental, in Entre Rios, und an anderen Orten vollkommen ähnlich ist: auf dieser Estancia wurde das Skelet eines groszen edentaten Säugethiers gefunden. Im Thale des Sarandis, in der Entfernung von nur wenigen Meilen, hat diese Ablagerung einen etwas verschiedenen Character, indem sie weisser, weicher, feinerkörnig, und voller kleiner Höhlen, und in Folge dessen von geringerem specifischem Gewicht ist, auch enthält sie keinerlei Concretionen oder kalkige Substanz: ich verschaffte mir hier einen Schädel des *Toxodon platensis*, welcher, als er zuerst entdeckt wurde, ganz vollständig gewesen sein musz, einen anderen von einem *Myiodon*¹⁶, vielleicht *M. Darwinii*, und ein groszes Stück eines Hautpanzers, verschieden von dem des

¹⁶ Von diesem Schädel meinte Prof. Owen anfänglich (in der „Zoology of the Voyage of the Beagle“), dasz er zu einem besonderen, *Glossotherium* genannten Genus gehöre.

Glyptodon clavipes. Diese Knochen sind merkwürdig wegen ihres auszerordentlich frischen Ansehens: werden sie über eine Spiritusflamme gehalten, so hauchen sie einen starken Geruch aus und verbrennen mit einer kleinen Flamme; Mr. T. REEKS ist so freundlich gewesen, einige der Fragmente zu analysiren; er findet, dasz sie ungefähr sieben Procent thierische Substanz und acht Procent Wasser enthalten¹⁷.

Die älteren tertiären, die höheren isolirten Berge und ausgedehnten Landstriche bildenden Schichten variiren, wie ich gesagt habe, auszerordentlich in ihrer Zusammensetzung; innerhalb der Entfernung einiger weniger Meilen kam ich zuweilen über krystallinischen Kalkstein mit Achat, kalkigen Tuffen und mergeligen Gesteinen, die alle ineinander übergiengen, — rothen und blassen Lehm mit Concretionen von Tosca-Gestein, ganz gleich der Pampas-Formation, — kalkige Conglomerate und Sandstein, — hellrothe entweder in rothes Conglomerat oder in weissen Sandstein übergehende Sandsteine, — härtere kieselige Kalksteine, jaspisartige und chalcedonhaltige Gesteine, und zahlreiche andere untergeordnete Varietäten. Ich war nicht im Stande, die Beziehungen aller dieser Schichten zu ergründen und will nur einige wenige bestimmte Durchschnitte beschreiben: — an den Klippen zwischen P. Gorda am Uruguay und der A. de Vivas ist die obere Schicht krystallinischer, zelliger häufig in kalkigen Sandstein übergehender Kalkstein mit Eindrücken einiger von den nämlichen Muscheln wie bei Sta Fé Bajada: bei P. Gorda¹⁸ ruht dieser Kalkstein auf weissem Sande und wechselt in Schichten mit ihm ab, welcher wiederum eine ungefähr dreissig Fusz mächtige Schicht von blasz gefärbtem Thon mit vielen Muscheln der groszen *Ostrea patagonica* überlagert: unterhalb dieser findet sich an der verticalen Klippe nahezu in einem Niveau mit dem Flusz eine Schicht von rothem Lehm absolut gleich der Pampas-Ablagerung, mit zahlreichen häufig groszen Concretionen von vollkommen characterisirtem, weissen, compacten Tosca-Gestein. An der Mündung des Vivas strömt der Flusz über ein blasses cavernöses

¹⁷ Liebig (Agricultur-Chemie, engl. Übers., p. 194) gibt an, dasz frische trockene Knochen von zweiunddreissig bis dreiunddreissig Procent trockene Gelatine enthalten. s. auch Dr. Daubeny in: Edinb. New Philos. Journ., Vol. XXXVII, p. 293.

¹⁸ In meiner Reise (Journal etc., 1. edit., p. 171) habe ich unrichtigerweise angegeben, dasz der Pampas-Lehm, welcher auf dem östlichen Theil der Banda oriental gefunden wird, bei P. Gorda über dem Kalkstein liegt; ich hätte sagen sollen, dasz Grund zu der Annahme vorliege, dasz er eine spätere oder obere Ablagerung sei.

Tosca-Gestein, völlig gleich dem in den Pampas, und dieses schien unter dem krystallinischen Kalkstein zu liegen; aber der Durchschnitt war nicht so zweifellos wie der bei P. Gorda. Diese Schichten bilden jetzt nur einen schmalen und stark denudirten Streifen Landes; sie müssen sich aber früher einmal viel weiter erstreckt haben; denn am nächsten Strome südlich vom S. Juan fand Captain SULIVAN eine kleine, nur eben über die Fläche des Flusses sich erhebende Klippe mit zahlreichen Muscheln der *Venus Münsterii* D'ORB., eine der Species, welche bei Santa Fé vorkommen und von welcher sich bei P. Gorda Abgüsse finden: die Klippenreihe des später abgelagerten echten Pampas-Lehms erstreckt sich von Colonia bis innerhalb einer halben Meile von diesem Orte, und bedeckte ohne Zweifel früher diese denudirte marine Schicht. Ferner fand ein Franzose bei Colonia beim Grundgraben eines Hauses eine große Masse der *Ostrea patagonica* (von der ich viele Fragmente sah) dicht unter der Oberfläche zusammengepackt und direct auf dem Gneisz aufliegend. Diese Durchschnitte sind wichtig: D'ORBIGNY ist nicht geneigt anzunehmen, dass Schichten von derselben Beschaffenheit wie die Pampas-Formation jemals unter den alten marinen tertiären Schichten liegen; und ich war so überrascht wie er es nur gewesen sein konnte; aber die senkrechte Klippe bei P. Gorda schlieszt einen Irrthum aus und es sei mir die Behauptung gestattet, dass ich nach einer Untersuchung des Landes vom Colorado bis nach S. Fé Bajada in dem mineralischen Character der Pampas-Ablagerung nicht getäuscht werden konnte.

Überdies sieht man an einem steil abstürzenden Theile der Schlucht von Las Bocas einen rothen Sandstein deutlich über einer dicken Schicht von blassem Lehm liegen, auch völlig gleich der Pampas-Formation, welche äusserst zahlreiche Concretionen echten Tosca-Gesteins enthielt. Dieser Sandstein erstreckt sich über viele Meilen Landes: er ist so roth wie die hellsten vulcanischen Scorien; er geht zuweilen in ein grellrothes aus den darunter liegenden primären Gesteinen zusammengesetztes Conglomerat über, und häufig in einen weichen weissen Sandstein mit rothen Streifen. Bei der Calera de los Huerfanos, nur eine Viertelmeile südlich von dem Orte, wo ich zuerst den rothen Sandstein traf, wird der krystallinische weisse Kalkstein gebrochen; da diese Schicht die oberste ist und häufig in kalkigen Sandstein mit reinem Sand in zwischenliegenden Schichten übergeht, und da gleichfalls der rothe Sandstein in weichen, weissen Sandstein übergeht und auch die oberste

Schicht ist, so glaube ich, dasz diese zwei Schichten, obschon sie so verschieden sind, gleichwerthig sind. Einige wenige Stunden südwärts von diesen zwei Orten, auf beiden Seiten des niedrigen primären Höhenzuges von S. Juan finden sich einige flachgipfelige, klippenbegrenzte, einzeln stehende kleine Berge, sehr ähnlich denen, welche die primären Höhenzüge in der groszen Ebene südlich von Buenos Ayres umsäumen: sie werden gebildet 1) aus kalkigem Tuff mit vielen Quarzstückchen, zuweilen in ein grobes Conglomerat übergehend; 2) aus einem Steine, welcher bei der sorgfältigsten Inspection von den compacteren Varietäten des Tosca-Gesteins nicht zu unterscheiden ist, und 3) aus halbkrySTALLINISCHEM Sandsteine, welcher Achatknoten einschlieszt: diese drei Varietäten gehen unmerklich ineinander über, und da sie die oberste Schicht in diesem Districte bilden, so glaube ich, dasz sie auch das Äquivalent des rein krystallinischen Kalksteins und des rothen und weissen Sandsteins und der Conglomerate sind.

Zwischen diesen Punkten und Mercedes am Rio Negro finden sich kaum irgend welche gute Durchschnitte, da die Strasse über Kalkstein, Tosca-Gestein, kalkige und hellrothe Sandsteine, und in der Nähe der Quelle des S. Salvador über eine weite Strecke von Jaspis-Gesteinen mit vielem milchigen Achat, gleich dem in dem Kalkstein in der Nähe von S. Juan, führt. In der Estancia von Berquelo sind die einzelnen flachgipfeligen klippenumgebenen Berge eher höher als in anderen Theilen des Landes; sie ziehen sich in einer nordöstlich-südwestlichen Linie hin; ihre obersten Schichten bestehen aus dem nämlichen hellrothen Sandstein, der zuweilen in ein Conglomerat, und im unteren Theile in weichen weissen Sandstein und selbst in losen Sand übergeht: unterhalb dieses Sandsteins* sah ich an zwei Stellen Schichten von kalkigen und mergeligen Gesteinen, und an einer Stelle rothe Pampas-ähnliche Erde; am Fusze dieser Durchschnitte fand sich ein harter, geschichteter, weisser Kalkstein mit Chalcedonschichten. In der Nähe von Mercedes sind Schichten von der nämlichen Beschaffenheit und augenscheinlich von dem nämlichen Alter mit compactem, weissem krystallinischen Sandstein verbunden, welcher viele Traubenachate und eigenthümliche Massen, wie Porzellan, aber in Wirklichkeit aus einer kalkigkiesigen Paste gebildet, enthält. Beim Graben von Brunnen in diesem Districte scheinen die Chalcedon führenden Schichten die untersten zu sein. Schichten, sowie die hier beschriebenen, kommen über die ganze Strecke in der Nähe dieses Ortes vor:

aber zwanzig Meilen weiter den Rio Negro hinauf an den Klippen von Perika, welche ungefähr fünfzig Fusz hoch sind, ist die oberste Schicht ein hübsch gefleckter Chalcedon, der mit einem reinen weissen talgigen Kalkstein untermischt ist; unter dieser liegt ein Conglomerat von Quarzit und Granit, unter diesem viele Sandsteine, einige in hohem Grade kalkig, und die ganzen unteren zwei Drittel der Klippe bestehen aus erdigen kalkigen Schichten von verschiedenem Grade von Reinheit, mit einer Schicht röthlichen Pampas-ähnlichen Lehmes.

Als ich die Achate, die Chalcedone und jaspisartigen Gesteine, einige von den Kalksteinen und selbst die hellrothen Sandsteine untersuchte, fiel mir ihre Ähnlichkeit mit in der Nähe vulcanischer Herde gebildeten Ablagerungen sehr stark auf. Ich fand nun, dasz ISABELLE in seiner „Voyage à Buenos Ayres“ sehr ähnliche Schichten am Itapuy und Ibicuy (welche eine Strecke weit nördlich vom Rio Negro in den Uruguay münden) beschrieben hat, und diese Schichten enthalten Fragmente von rothen zersetzten echten Scorien, die durch Zeolith und schwarzen Retinit gehärtet sind: wir haben daher hierin einen guten Beweis vulcanischer Thätigkeit während unserer Tertiärperiode. Noch weiter nördlich, in der Nähe von Santa Anna¹⁹, wo der Parana eine merkwürdige Biegung macht, hat BONPLAND einige eigenthümliche amygdaloïde Gesteine gefunden, welche vielleicht derselben Epoche angehören. Ich will bemerken, dasz nach der Grösze und dem gut abgerundeten Zustande der Steinblöcke in den oben beschriebenen Conglomeraten zu urtheilen, Massen von Primär-Formation in dieser Tertiärperiode wahrscheinlich über Wasser existirten: auch findet sich nach ISABELLE viel Conglomerat noch weiter nördlich bei Salto.

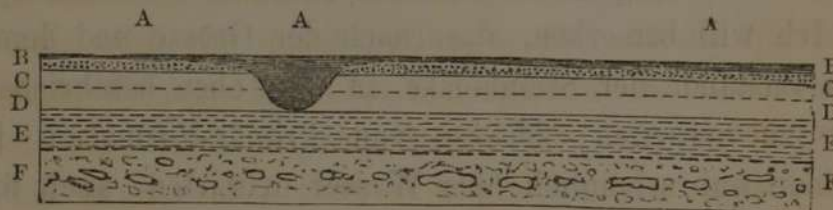
Aus welcher Quelle und durch welcherlei Mittel die grosze Pampas-Formation auch immer entstanden ist, hier haben wir, wie ich wiederholen musz, unzweideutige Beweise einer ähnlichen Thätigkeit in einer Zeit, welche der der Ablagerung der marinen tertiären Schichten mit ausgestorbenen Muscheln bei Santa Fé und Punta Gorda vorausgieng. Auch während der Ablagerung dieser Schichten haben wir in den zwischeneingeschalteten Schichten rothen Pampas-ähnlichen Lehmes und Tosca-Gesteins, und in dem sich in der Nähe von San Juan findenden Übergang der halbkrySTALLINISCHEN Kalksteine mit Achat in Tosca-Gestein, welches von dem der Pampas nicht zu unterscheiden ist, Be-

¹⁹ D'Orbigny, Voyage, Part. Géolog., p. 39.

weise derselben Thätigkeit, obschon sie nur in Intervallen und in geringem Grade fort dauerte. Wir haben ferner gesehen, dass in diesem Districte, in einer Zeit, welche nicht nur der Ablagerung der tertiären Schichten, sondern auch ihrer Emporhebung und äusserst hochgradigen Denudation folgte, echter Pampas-Lehm mit seinen gewöhnlichen Characteren, und Säugethierüberreste einschliessend, ringsum und zwischen die Berge oder Inseln, die aus diesen tertiären Schichten gebildet wurden, und über die ganzen östlichen und tieferen primären Districte von Banda Oriental abgelagert wurde.

Erdige Masse mit ausgestorbenen Säugethierresten über dem Porphyr-Geröll bei S. Julian, in $49^{\circ} 14'$ s. Br. in Patagonien. — Dieser Fall, obschon streng genommen nicht zu der Pampas-Formation gehörig, mag am zweckmässigsten hier beschrieben werden. Auf der Südseite des Hafens findet sich eine nahezu horizontale Ebene (im ersten Capitel erwähnt) von ungefähr sieben Meilen Länge und drei oder vier Meilen Breite, die der Schätzung nach neunzig Fusz hoch und von senkrechten Klippen begrenzt ist, von welcher ein Durchschnitt hier gegeben wird.

Fig. 16.



AA Oberflächliche Schicht röthlicher Erde mit den Überresten der *Macrauchenia* und mit recenten Seemuscheln an der Oberfläche.

B Geröll porphyritischer Gesteine.

C und D Bimssteinhaltige Schieferletten } alte Tertiär-Formation.
E und F Sandstein und thonige Schichten }

Durchschnitt der untersten Ebene bei Port S. Julian.

Die unteren alten tertiären Schichten (die im nächsten Capitel beschrieben werden sollen) werden von dem gewöhnlichen Gerölllager bedeckt; und dies von einer unregelmässigen, erdigen, zuweilen sandigen Masse von selten mehr als zwei oder drei Fusz Mächtigkeit, ausgenommen da, wo sie Furchen oder Schluchten erfüllt, die nicht bloss durch das darunter liegende Geröll, sondern selbst durch die oberen tertiären Schichten ausgewaschen worden sind. Diese erdige Masse

ist von einer blaszröthlichen Färbung, ähnlich den weniger reinen Varietäten von Pampas-Lehm in Banda Oriental; sie enthält kleine kalkige Concretionen, wie die von Tosca-Gestein, aber sandiger, und andere Concretionen von einer grünlichen erhärteten thonigen Substanz: auch einige wenige Rollsteine aus der darunter liegenden Geröllschicht sind in ihr eingeschlossen, und diese zeigen, da sie gelegentlich in horizontalen Schichten angeordnet sind, dasz die Masse unter Wasser ihren Ursprung genommen hat. Auf der Oberfläche und in die oberflächlichen Theile eingeschlossen finden sich zahlreiche Muscheln, zum Theil ihre Farben noch zeigend, von drei oder vier der jetzt häufigsten litoralen Arten. In der Nähe des Bodens einer tiefen Furche (die im Durchschnitt dargestellt ist), die mit diesem erdigen Niederschlage erfüllt war, fand ich einen groszen Theil des Skelets der *Macrauchenia patachonica*, eines gigantischen und ganz ausserordentlichen Pachyderms, welches nach Prof. OWEN mit *Palaeotherium* verwandt ist, dabei aber Beziehungen zu den Ruminanten, besonders zu der americanischen Abtheilung der Cameliden darbietet. Mehrere der Wirbel in einer Reihe und nahezu alle Knochen einer der Gliedmaszen selbst bis auf die kleinsten Fuszknöchen waren in ihrer gehörigen relativen Lage eingeschlossen: es war daher das Skelet sicher von seinem Fleisch oder von seinen Bändern zusammengehalten als es im Lehm eingehüllt wurde. Diese erdige Masse mit ihren Concretionen und Säugethierresten, welche Furchen in dem darunter liegenden Geröll erfüllt, bietet sicher eine sehr auffallende Ähnlichkeit mit einigen von den Durchschnitten in der Pampas-Formation dar (z. B. bei P. Alta in Bahia Blanca oder bei den Barrancas de San Gregorio); ich darf aber annehmen, dasz diese Ähnlichkeit nur zufällig ist; ich vermuthe, dasz der Schlamm, welcher heutigen Tages sich in tiefen und schmalen Rinnen am oberen Ende des Hafens ansammelt, nach seiner Erhebung ein sehr ähnliches Ansehen darbieten würde. Der allersüdlichste Punkt echter Pampas-Formation, nämlich am Colorado, liegt 560 Meilen geographischer Breite nach Norden von diesem Punkte²⁰.

Was das Alter der *Macrauchenia* betrifft, so beweisen die Muschelshalen an der Oberfläche, dasz die Masse, in welche das Skelet ein-

²⁰ Im nächsten Capitel werde ich ein groszes Lager ausgestorbener Säugethierreste zu erwähnen haben, welches vor Kurzem Capt. Sullivan an einem noch weiter südlich gelegenen Punkte, nämlich am Rio Gallegos entdeckt hat; ihr Alter musz für jetzt zweifelhaft bleiben.

gehüllt war, innerhalb der Neuzeit über das Meer emporgehoben worden ist: ich habe keinerlei von den Muscheln in einer hinreichenden Tiefe eingeschlossen gesehen, um mich (obschon es in hohem Grade wahrscheinlich ist) zu versichern, dasz die ganze Dicke der Masse mit diesen individuellen Exemplaren gleichalterig war. Dasz die *Macrauchenia* nach der Zeit lebte, in welcher das Geröll sich auf dieser Ebene verbreitete, ist sicher; und dasz dieses Geröll in einer Höhe von neunzig Fusz lange nach der Existenz recenter Muscheln ausgebreitet wurde, ist kaum weniger gewisz. Denn im ersten Capitel wurde gezeigt, dasz dieser Küstenstrich mit merkwürdiger Gleichmäszigkeit emporgehoben worden ist und dasz über einen ungeheueren Bezirk sowohl nördlich als südlich von S. Julian recente Schalthierspecies über die Oberfläche der 250-Fusz-Ebene und der 350-Fusz-Ebene bis hinauf zu einer Höhe von 400 Fusz verstreut (oder darin eingeschlossen) waren. Diese weiten stufenförmigen Ebenen sind durch die denudirende Wirkung der Küstenwellen auf die alten tertiären Schichten gebildet worden; und als daher die Oberfläche der 350-Fusz-Ebene mit den Muscheln auf ihr zuerst über das Niveau des Meeres emporstieg, existirte die 250-Fusz-Ebene noch nicht und ihre Bildung musz ebenso wie die Verbreitung des Gerölls auf ihrer Höhe später stattgefunden haben. So musz auch die Denudation und die Geröllbedeckung der 90-Fusz-Ebene später nach der Erhebung der 250-Fusz-Ebene stattgefunden haben, auf welcher recente Muscheln gleichfalls verstreut liegen. Es kann daher daran kein Zweifel sein, dasz die *Macrauchenia*, welche sicherlich im frischen Zustande begraben wurde und welche nach der Ausbreitung des Gerölls auf der 90-Fusz-Ebene gelebt haben musz, nicht blosz später als die emporgehobenen Muscheln an der Oberfläche der 250-Fusz-Ebene, sondern auch als die auf der 350- bis 400-Fusz-Ebene existirt hat: diese Muscheln, acht an der Zahl (nämlich drei Species von *Mytilus*, zwei *Patella* und je ein *Fusus*, *Voluta* und *Balanus*), sind unzweifelhaft recente Species und die gemeinsten jetzt an diesem Theile der Küste lebenden Arten. Bei P. Alta in Bahia Blanca bemerkte ich, wie wunderbar es war, dasz das *Toxodon*, ein allen bekannten Gattungen so unähnliches Säugethier, mit dreiundzwanzig noch lebenden Seethieren gleichzeitig existirt haben sollte; und nun finden wir, dasz die *Macrauchenia*, ein Säugethier, welches nur um ein Geringes weniger abnorm ist als das *Toxodon*, gleichfalls mit acht anderen noch immer existirenden Mollusken zusammenlebte: es ist überdies nicht zu vergessen, dasz

ein Zahn eines pachydermen Säugethieres mit den anderen Überresten bei Punta Alta gefunden wurde, von welchem Prof. OWEN beinahe sicher annimmt, dasz er der *Macrauchenia* angehörte.

LYELL²¹ ist zu einem im hohen Grade bedeutungsvollen Schlusse in Bezug auf das Alter der nordamericanischen ausgestorbenen Säugethiere gekommen (von denen viele denen der Pampas-Formation nahe verwandt oder selbst mit ihnen identisch sind), nämlich, dasz sie in einer Zeit lebten, welche der Periode folgte, in der erratische Blöcke durch die Thätigkeit von Treibeis in temperirte Breiten transportirt wurden. Nun liegen in dem Thale des Santa Cruz, nur fünfzig Meilen geographischer Breite nach Süden von dem Orte wo die *Macrauchenia* begraben wurde, ungeheuere Mengen von gigantischen eckigen erratischen Blöcken, welche von der Cordillera auf Eisbergen herabtransportirt worden sein müssen, über die Ebene bis zu einer Höhe von 1400 Fusz über dem Spiegel des Meeres zerstreut. Bei dem Hinaufsteigen bis zu dieser Höhe müssen mehrere stufenartige Ebenen überschritten werden, welche sämmtlich nothwendiger Weise eine lange Zeit zu ihrer Bildung erforderten; es musz daher die niedrigste oder Neunzig-Fusz-Ebene, deren oberflächliche Schichten die Reste der *Macrauchenia* enthielten, sehr lange nach der Zeit gebildet worden sein, wo sich die 1400-Fusz-Ebene unter dem Meere befand und wo erratische Blöcke von schwimmenden Eismassen auf sie herabfielen.²² LYELL's Folgerung wird daher in so weit in der südlichen Hemisphäre bestätigt; und dies ist um so bedeutungsvoller, als man naturgemäsz versucht wird eine so einfache Erklärung anzunehmen, dasz es die Eiszeit war, welche das Aussterben der zahlreichen groszen Säugethiere verursachte, welche in noch so später Zeit über die beiden Hälften von America schwärmten.

Zusammenfassung und Schlussbemerkungen über die Pampas-Formation. — Einer der auffallendsten Züge ist ihre grosze Ausdehnung; ich fand sie auf meinem Wege vom Colorado nach Santa Fé Bajada continuirlich in einer Entfernung von fünf-

²¹ Geologic. Proceedings, Vol. IV, p. 36.

²² Es darf aus diesen Bemerkungen nicht gefolgert werden, dasz die Eis-thätigkeit in Süd-America zu dieser vergleichsweise alten Periode aufhörte; denn im Feuerlande wurden erratische Blöcke wahrscheinlich gleichzeitig, wenn nicht noch später, mit der Bildung der Neunzig-Fusz-Ebene bei S. Julian und an anderen Stellen der Küste von Patagonien transportirt.

hundert geographischen Meilen, und D'ORBIGNY verfolgte sie noch 250 Meilen weiter nach Norden. In der Breite des Plata untersuchte ich diese Formation in Intervallen auf einer von Osten nach Westen reichenden Linie von 300 Meilen, von Maldonado bis zum Flusz Carcarana; und D'ORBIGNY glaubt, dasz sie sich noch hundert Meilen weiter landeinwärts erstreckt. Nach CALDCLEUGH's Reisen hätte ich indessen meinen sollen, dasz sie sich südlich von dem Höhenzuge von Cordova bis in die Nähe von Mendoza erstreckte, und ich will hinzufügen, dasz ich von groszen Knochen gehört habe, die hoch oben am Flusse Quinto gefunden worden sind. Es ist daher die Ausdehnung der Pampas-Formation, wie D'ORBIGNY bemerkt hat, wahrscheinlich mindestens der von Frankreich gleich, und vielleicht sogar zwei- oder dreimal so grosz. In einem von Geröllklippen (in einer Höhe von nahezu 3000 Fusz) umgebenen Becken in der Nähe von Mendoza findet sich, wie im dritten Capitel beschrieben wurde, eine der Pampas-Ablagerung sehr ähnliche, die mit anderer Substanz schichtenweise durchsetzt ist, und ferner enthält bei S. Julian in Patagonien, 560 Meilen südlich vom Colorado, eine kleine unregelmässige Schicht von nahezu ähnlicher Beschaffenheit wie wir eben gesehen haben Säuge-thierüberreste. In den Provinzen von Moxos und Chiquitos (1000 Meilen nach Norden von den Pampas) und in Bolivia in einer Höhe von 4000 Meter hat D'ORBIGNY ähnliche Ablagerungen beschrieben, von welchen er annimmt, dasz sie durch dieselben Kräfte gleichzeitig mit der Pampas-Formation gebildet worden sind. In Anbetracht des ungeheueren Abstandes zwischen diesen verschiedenen Punkten und ihren verschiedenen Höhen scheint es mir unendlich wahrscheinlicher zu sein, dasz diese Ähnlichkeit nicht das Resultat eines gleichzeitigen Ursprungs ist, sondern der Ähnlichkeit des Gesteingerüstes des Continentes: bekanntlich besteht in Brasilien ein ungeheurer Bezirk aus Gneiszgesteinen, und wir werden später sehen, über eine wie lange Strecke die plutonischen Gesteine der Cordillera, die darüber liegenden purpurnen Porphyre und die trachytischen Auswürflinge in ihrer Beschaffenheit beinahe identisch sind.

Über den Ursprung der Pampas-Formation sind drei Theorien vorgebracht worden: — erstens die einer groszen Überschwemmung von D'ORBIGNY; es scheint dieselbe hauptsächlich auf das Fehlen von Schichtung und auf die Anzahl eingebetteter Reste von Landsäugethieren gegründet zu sein. Obgleich die Pampas-Formation (wie so

viele thonige Ablagerungen) nicht in deutliche und getrennte Schichten getheilt ist, so haben wir doch gesehen, dasz sie in einem guten Durchschnitte mit horizontalen Farbenzonen gestreift war, und dasz an mehreren speciell angeführten Orten die oberen und unteren Theile nicht nur beträchtlich in der Färbung, sondern auch bedeutend in der Constitution von einander verschieden waren. In dem südlichen Theile der Pampas besteht die obere Masse (in einer gewissen Ausdehnung geschichtet) allgemein aus hartem Tosca-Gestein, und der untere Theil aus rothem Pampas-Lehm, der selbst in zwei oder drei in der Färbung und in der Quantität eingeschlossener kalkiger Substanz variirende Massen getheilt ist. In der westlichen Banda Oriental liegen Schichten ähnlicher Beschaffenheit, aber von höherem Alter conform unter den regelmässig geschichteten Tertiärbildungen, und sind zwischen sie eingeschaltet. Der allgemeinen Regel nach sind die mergeligen Concretionen in horizontalen Linien angeordnet, zuweilen zu unregelmässigen Schichten verbunden: wenn der Lehm in stürmischer Weise in Masse abgelagert worden wäre, so würde sich sicherlich die eingeschlossene kalkige Masse unregelmässig vertheilt und nicht in Knötchen gezeigt haben, die in horizontalen Linien angeordnet sind, eine über der andern und häufig weit von einander; diese Anordnung scheint mir zu beweisen, dasz Lehm, der unbedeutend in seiner Zusammensetzung verschieden war, nach einander und ruhig zum Niederschlag kam. Nach der Theorie einer groszen Überschwemmung wird angenommen, dasz eine ungeheuere Masse von Lehm ohne einen einzigen Rollstein über die ganze weite Fläche der Pampas, als sie noch unter Wasser war, fortgetragen worden ist: andererseits wird angenommen, dasz über ganz Patagonien dieselbe oder eine andere Überschwemmung nichts als Geröll geschafft hat; das Geröll und der feine Lehm in der Nähe des Rio Negro und des Rio Colorado wären dann in gleiche Entfernungen von der Cordillera oder von einer andern vermeintlichen Störungslinie aus geschafft worden: sicher dürften direct entgegenstehende Wirkungen nicht einer und derselben Kraft zugeschrieben werden. Wo konnte ferner eine Masse feinen Sediments, welches mit kalkiger Substanz in einem zur chemischen Trennung passenden Zustande durchdrungen war und dessen Menge hinreichend war, einen Bezirk von mindestens 750 Meilen Länge und 400 Meilen Breite bis zu einer Tiefe von zwanzig oder dreissig Fusz bis zu hundert Fusz zu bedecken, angehäuft worden sein, bereit von der ver-

meintlichen Überschwemmung fortgeschafft zu werden? Für mich ist es beinahe bewiesen, dass ein grosser Zeitraum nothwendig war für die Erzeugung und Ablagerung der enormen lehmartigen Masse, welche die Pampas bildet; ich würde auch die Theorie der Überschwemmung nicht erwähnt haben, wäre sie nicht von einem so ausgezeichneten Naturforscher wie D'ORBIGNY vorgebracht worden.

Eine zweite Theorie, die wie ich glaube zuerst Sir W. PARISH aufgestellt hat, ist die, dass die Pampas-Formation auf niedrige und marschige Ebenen von den Flüssen dieses Landes niedergeschlagen wurde, ehe dieselben ihren jetzigen Lauf einnahmen. Das Ansehen und die Zusammensetzung des Niederschlags, die Art und Weise, in welcher er um die Hauptgebirgszüge sich erhebt, die Beschaffenheit der darunterliegenden marinen Schichten, die Aestuarien- und Meeresmuscheln an der Oberfläche, die darüberliegenden Sandsteinschichten bei M. Hermoso, Alles dieses steht dieser Ansicht vollkommen entgegen. Auch glaube ich nicht, dass ein einziges Beispiel bekannt ist, wo ein Skelet eines der ausgestorbenen Säugethiere in einer aufrechten Stellung so als wenn es im Schlamm versunken wäre gefunden worden ist.

Die dritte Theorie, über deren Wahrheit ich nicht den geringsten Zweifel hegen kann, ist die, dass die Pampas-Formation langsam an der Mündung des früheren Aestuarium des Plata und in dem daranstosenden Meere angehäuft wurde. Ich bin zu dieser Folgerung aus den gegen die zwei vorhergehenden Theorien angeführten Gründen und aus einfachen geographischen Betrachtungen gekommen. Aus den zahlreichen Muscheln der *Azara labiata*, welche lose auf der Oberfläche der Ebenen liegen und in der Nähe von Buenos Ayres im Tosca-Gestein eingebettet sind, wissen wir, dass diese Formation nicht nur früher von dem Brackwasser des alten La Plata bedeckt wurde, sondern dass die obersten Theile derselben in demselben abgelagert wurden. Südwärts von Buenos Ayres wurden die Ebenen aus Wasser emporgehoben, welches von echt marinen Muscheln bewohnt war. Wir wissen ferner aus Prof. EHRENBURG'S Untersuchungen jener zwanzig mikroskopischen Organismen in der Erde um den *Mastodon*-Zahn hoch oben im Verlauf des Parana, dass der tiefste Theil dieser Formation von Brackwasserursprung war. Ein ähnlicher Schluss musz auf die Schichten gleicher Zusammensetzung im Niveau des Meeres und unter demselben bei M. Hermoso in Bahia Blanca ausgedehnt werden. Dr. CARPENTER findet, dass die harten hauptsächlich nach Süden zu

gesammelten Varietäten von Tosca-Gestein marine schwammähnliche Körper, minutiöse Muschelfragmente, Corallen und Polythalamien enthalten; diese können vielleicht von Gezeiten aus den offeneren Theilen des Meeres landeinwärts getrieben worden sein. Das Fehlen von Muscheln durch diese ganze Ablagerung, mit Ausnahme der obersten Schichten bei Buenos Ayres ist eine merkwürdige Thatsache: kann sie durch den brackischem Zustand des Wassers oder durch den tiefen Schlamm auf dem Grunde erklärt werden? Ich habe angegeben, dasz sowohl der röthliche Lehm als auch die Concretionen von Tosca-Gestein häufig von minutiösen linearen Höhlungen durchbohrt werden, so wie sie häufig in Süzwasserablagerungen von Kalk beobachtet werden: sind diese das Product von Bohrungen kleiner Würmer? Nur nach dieser Ansicht, wonach die Pampas-Formation eine Aestuarienbildung ist, kann die auszerordentliche Zahl (die sofort erwähnt werden soll) der eingeschlossenen Säugethierreste erklärt werden.²³

In Bezug auf das erste Entstehen des rothen Lehms will ich nur bemerken, dasz das ungeheure Gebiet von Brasilien zum hauptsächlichsten Theile aus gneisartigen und anderen granitischen Gesteinen besteht, welche einer Zersetzung unterlagen und in eine rothe, sandige, thonartige Masse verwandelt worden sind, und zwar in einer grösseren Mächtigkeit als in irgend einem anderen von mir gesehenen Lande. Die Mischung von abgerundeten Körnern und selbst von kleinen Fragmenten und Rollsteinen von Quarz in dem Pampas-Lehm von Banda Oriental ist offenbar von den benachbarten und darunterliegenden primären Gesteinen abhängig. Der Aestuarienschlamm wurde während der Pampas-Periode von einer viel südlicheren Quelle aus weiter getrieben als der Schlamm des Plata gegenwärtig, wahrscheinlich in Folge davon, dasz die östlichen und westlichen primären Höhenzüge südlich vom Plata damals noch nicht erhoben waren; denn er wurde früher südlich bis zum Colorado abgelagert. Die Quantität kalkiger Masse in dieser Formation, besonders in jenen groszen Districten wo

²³ Es ist beinahe überflüssig, die zahlreichen Fälle anzuführen (z. B. auf Sumatra, s. Lyell's Principles, Vol. III, p. 325, 6. edit.), wo Thierleiber von angeschwollenen Flüssen nach dem Meere hinabgeführt wurden; ich will aber eine neuere Schilderung von Bettington erwähnen (Asiatic Society, 1845, 21. Juni), wo Ochsen, Hirsche und Bären in den Golf von Cambray geschafft wurden; s. auch die Beschreibung in meiner Reise (Übers. p. 152) von der groszen Zahl von Thieren, welche während der groszen häufig wiederkehrenden Zeiten der Dürre im Plata ertrinken.

die ganze Masse in Tosca-Gestein übergeht, ist sehr bedeutend: ich habe bereits auf die grosse Ähnlichkeit im äusseren und mikroskopischen Ansehen zwischen diesem Tosca-Gestein und den Schichten bei Coquimbo, welche sicher die Folge des Zerfallens und Zerreibens recenter Muscheln sind, hingewiesen²⁴: ich darf indessen diese Folgerung nicht auf die kalkigen Gesteine der Pampas ausdehnen, besonders da die darunter liegenden tertiären Schichten in der westlichen Banda Oriental zeigen, dass zu jener Zeit eine reichliche Ausscheidung von kohlensaurem Kalk im Zusammenhang mit vulkanischer Thätigkeit stattfand.

Nach der ähnlichen Zusammensetzung, nach der allem Anscheine nach absoluten specifischen Identität einiger ihrer Säugethierreste und nach der generischen Ähnlichkeit anderer gehört die Pampas-Formation über das ungeheuere von ihr eingenommene Gebiet — durch die ganze Banda Oriental, Entre Rios und die grosse Ausdehnung der Pampas südlich bis zum Colorado — derselben geologischen Epoche an. Die Säugethierreste kommen in allen Tiefen von dem Gipfel bis zum Boden der Ablagerung vor; und ich will hinzufügen, dass nirgends in den Pampas irgend welche Erscheinung von bedeutender oberflächlicher Denudation vorkommt: einige Knochen, welche ich in der Nähe der Guardia del Monte fand, waren dicht unter der Oberfläche eingeschlossen: und dies scheint auch mit vielen von den in Banda Oriental entdeckten der Fall gewesen zu sein: auf den Matanzas, zwanzig Meilen südlich von Buenos Ayres, war ein *Glyptodon* fünf Fusz unter der Oberfläche eingeschlossen; zahlreiche Reste wurden von Señor MUNIZ in der Nähe von Luxan in einer mittleren Tiefe von achtzehn Fusz gefunden; in Buenos Ayres wurde ein Skelet in sechzig Fusz Tiefe aus-

²⁴ Ich will hinzufügen, dass ganz ähnliche oberflächliche kalkige Ablagerungen am King George's Sund in Australien vorkommen; diese sind zweifelsohne durch Zersetzung mariner Thierreste gebildet worden (s. Vulkanische Inseln, Übers. p. 147). Indessen ist die Häufigkeit oberflächlicher dünner Schichten von erdiger kalkiger Substanz in Districten, wo die umgebenden Gesteine nicht kalkig sind, doch sehr merkwürdig. Major Charters gibt in einem von der R. Geographical Society gelesenen (13. Apr. 1840, und im Athenaeum, p. 317 im Auszuge mitgetheilten) Aufsätze an, dass dies in Theilen von Mexico der Fall ist und dass er ähnliche Erscheinungen an vielen Stellen von Süd-Africa beobachtet hat. Die Thatsache, dass die oberste Schicht rings um die zerklüftete Sierra Ventana aus kalkiger oder mergeliger Masse besteht ohne irgend eine Decke von alluvialer Masse, fällt mir als sehr eigenthümlich auf, in welcher Weise wir auch die Ablagerung und Erhebung der Pampas-Formation betrachten mögen.

gegraben und am Parana habe ich zwei Skelette von *Mastodon* beschrieben, welche nur fünf oder sechs Fusz oberhalb der Basis der ganzen Ablagerung lagen. In Bezug auf das Alter dieser Formation, wenn wir dieselbe nach dem gewöhnlichen Maszstabe der Existenz von Mollusken beurtheilen, wird der einzige Beleg innerhalb der Grenzen der echten Pampas, welcher überhaupt zuverlässig ist, von der noch lebenden *Azara labiata* dargeboten, welche in der Nähe von Buenos Ayres in Tosca-Gestein eingeschlossen ist. Bei Punta Alta indessen haben wir gesehen, dasz mehrere der ausgestorbenen für die Pampas-Formation äusserst charakteristischen Säugethiere mit zwanzig Species von Mollusken, einer Entenmuschel und zwei Corallen, welche alle noch an dieser nämlichen Küste leben, zusammenexistirten; — denn wenn wir uns erinnern, dasz die Muscheln ein älteres Ansehen haben als die Knochen, dasz viele der Knochen, obschon sie in einem groben Conglomerat eingebettet sind, vollkommen erhalten sind, dasz beinahe alle Theile des Skelets des *Scelidotherium* selbst bis zur Kniescheibe in ihrer gehörigen relativen Lage sich fanden, und dasz ein groszes Stück des zerbrechlichen Hautpanzers eines *Dasypus*-artigen Säugethiers in Verbindung mit einigen Fuszknochen in einem Zustande begraben war, welcher es gestattet hatte, dasz die beiden Seiten zusammengefaltet wurden, so musz ganz sicher zugegeben werden, dasz diese Säugethierreste in frischem Zustande eingebettet wurden und dasz daher die lebenden Thiere mit den zusammen eingebetteten Muscheln existirten. Überdies ist durch befriedigende Belege einer andern Art gezeigt worden, dasz die *Macrauchenia patachonica* (von welcher nach Prof. OWEN auch in den Pampas von Buenos Ayres und bei Punta Alta Reste vorkommen) auf den Ebenen von Patagonien lange nach der Periode gelebt hat als das benachbarte Meer zuerst von seinen jetzigen gemeinsten Mollusken bewohnt wurde. Wir müssen daher schlieszen, dasz die Pampas-Formation in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes zur recen ten Periode gehört²⁵.

Bei St. Fé Bajada liegt die Aestuarium-Formation der Pampas mit ihren Säugethierresten conform über den marinen tertiären Schichten, welche, wie d'ORBIGNY zuerst gezeigt hat, gleichalterig mit denen von Patagonien sind und welche, wie wir hernach sehen werden, einer

²⁵ d'Orbigny glaubt (Voyage, Part. Géolog., p. 81), dasz diese Formation, obgleich „très voisine de la nôtre, est néanmoins de beaucoup antérieure à notre création“.

sehr alten tertiären Stufe angehören. Als ich die Verbindung zwischen diesen zwei Formationen untersuchte, glaubte ich, dasz die concretionäre Schicht von Mergel einen Übergang zwischen den marinen und Aestuariumstufen bezeichnede. D'ORBIGNY bestreitet diese Ansicht (wie ich sie in meiner Reise dargestellt habe) und ich gebe zu, dasz sie irrig ist, obschon sie in einem gewissen Grade entschuldbar ist, da die Schichten conform liegen und beide an kalkiger Substanz äusserst reich sind. Es würde in der That eine grosze Anomalie gewesen sein, wenn ein wirklicher Übergang zwischen einer Ablagerung, welche mit existirenden Molluskenarten gleichalterig ist und einer anderen, in welcher alle Mollusken ausgestorben zu sein scheinen, bestanden hätte. Nach Norden von Santa Fé traf D'ORBIGNY eisenschüssigen Sandstein, mergeliges Gestein und andere Schichten, welche er für eine besondere und tiefere Formation ansah; die Beweise indessen, dasz sie nicht Theile einer und derselben Schicht mit einem veränderten mineralogischen Character sind, erscheinen mir nicht völlig befriedigend zu sein.

In der westlichen Banda Oriental fanden, während die marinen tertiären Schichten angehäuft wurden, vulcanische Ausbrüche statt; es wurde viel Kiesel und Kalk aus Lösungen niedergeschlagen, grobe Conglomerate wurden gebildet, die wahrscheinlich von dem benachbarten Lande herrührten, ebenso wurden die Schichten rothen Lehms und mergeliger Gesteine gleich denen der Pampas-Formation gelegentlich abgelagert. Die echte Pampas-Ablagerung mit Säugethierüberresten sieht man hier, anstatt wie bei Santa Fé conform die tertiären Schichten zu überlagern, in einem niedrigeren Niveau und sich rund um und zwischen die flachgipfeligen, klippenbegrenzten Hügel falten, welche sich durch die Erhebung und Denudation dieser nämlichen tertiären Schichten gebildet hatten. Der Umstand, dasz die Emporhebung hier zeitiger eingetreten ist, als bei Santa Fé, kann naturgemäss durch die gleichzeitige vulcanische Thätigkeit erklärt werden. Bei den Barrancas de San Gregorio liegt die Pampas-Ablagerung, wie wir gesehen haben, über grobem Sand und erfüllt Furchen in demselben, genau dem gleich, welcher sich jetzt an den Ufern in der Nähe der Mündung des Plata anhäuft. Ich kann kaum glauben, dasz dieser lose und grobe Sand gleichalterig mit den älteren tertiären und häufig krystallinischen Schichten der westlicheren Theile der Provinz ist, und ich werde zu der Vermuthung geführt, dasz er späteren Ursprungs ist.

Wenn man sich auf den Durchschnitt bei Colonia ruhig verlassen könnte, in welchem in einer Höhe von nur fünfzehn Fusz über dem Plata eine Schicht frisch aussehender Miesmuscheln von einer jetzt existirenden litoralen Art zwischen dem Sande und dem Pampas-Lehme zu liegen schien, so würde ich schlieszen, dasz Banda Oriental, als der grobe Sand sich anhäufte, nur wenig unter ihrem jetzigen Niveau gestanden haben musz und dann gesunken ist, wodurch dem Aestuarium-Pampas-Lehm gestattet wurde, weit und breit ihre Oberfläche bis zur Höhe von einigen hundert Fusz zu bedecken, und dasz nach dieser Senkung die Provinz auf ihr jetziges Niveau emporgehoben worden ist.

In der westlichen Banda Oriental wissen wir aus zwei unzweideutigen Durchschnitten, dasz dort eine von der echten Pampas-Ablagerung absolut ununterscheidbare Masse unter den älteren tertiären Schichten vorhanden ist. Diese untere Masse musz sehr viel älter sein, als die obere Ablagerung mit ihren Säugethierresten, denn sie liegt unter den tertiären Schichten, in welchen alle Muscheln ausgestorben sind. Trotzdem sind die unteren und oberen Massen ebenso wie einige dazwischen liegende in ihrem mineralogischen Character so ähnlich, dasz ich daran nicht zweifeln kann, dasz sie Alle eines Aestuarium-Ursprungs sind und aus derselben groszen Quelle herzu-leiten sind. Zuerst erschien es mir äusserst unwahrscheinlich, dasz Lehm von derselben Beschaffenheit auf nahezu demselben Fleck während eines ungeheueren Zeitverlaufs, nämlich von einer Periode, die vielleicht dem europäischen Eocen äquivalent ist, bis zu der der Pampas-Formation, abgelagert worden sei. Da aber gleich am Anfang der Periode, wenn nicht in einer noch früheren Periode, die Sierra Ventana eine Schranke nach Süden, — die Cordillera oder die Ebene vor derselben nach Westen, — die ganze Provinz Corrientes wahrscheinlich nach Norden bildete — denn nach D'ORBIGNY ist sie nicht von der Pampas-Ablagerung bedeckt, — und da Brasilien, wie aus den Höhlenresten bekannt ist, die Grenze nach Nordosten bildete, und da ferner während der älteren tertiären Periode bereits Land in der westlichen Banda Oriental und bei Santa Fé Bajada existirte, wie aus den pflanzlichen Resten, aus den Mengen von verkieseltem Holz und aus den Überresten eines *Toxodon*, die nach D'ORBIGNY in noch tieferen Schichten gefunden wurden, geschlossen werden kann, so können wir folgern, dasz in dieser alten Periode eine grosze Wasserfläche von dem näm-

lichen Felsengerüst umgeben wurde, welches jetzt die Ebene der Pampas-Formation begrenzt. Ist dies der Fall gewesen, so erscheint der Umstand, dasz ein Niederschlag derselben Beschaffenheit in demselben Gebiet während eines ungeheuer langen Zeitverlaufs abgelagert wurde, wenn schon in hohem Grade merkwürdig, doch nicht unglaublich.

Die Erhebung der Pampas, wenigstens der südlichen Theile, ist langsam und von mehreren Ruheperioden unterbrochen gewesen, wie aus den in verschiedenen Höhen sich findenden Ebenen, Klippen und Zügen von Sanddünen (mit Muscheln und Bimssteingeröll) gefolgert werden kann. Ich glaube auch, dasz der Pampas-Lehm noch fort-dauernd abgelagert wurde, nachdem Theile dieser Formation bereits erhoben worden waren, in derselben Weise wie Schlamm in dem Aestuarium des Plata noch weiter abgelagert werden würde, wenn die Schlamm-bänke an seinen Ufern jetzt emporgehoben und in Ebenen verwandelt würden: ich glaube hieran wegen der Unwahrscheinlichkeit, dasz so viele Skelette und Knochen an einem Orte, wo M. Hermoso jetzt steht, in einer Tiefe von zwischen achthundert und tausend Fusz und in einer ungeheuern Entfernung von jedem Lande, ausgenommen kleiner Felseninselchen, angehäuft worden wären, wie es der Fall gewesen sein müszte, wenn die hohe Tosca-Ebene um die Ventana und die benachbarten Sierras nicht bereits emporgehoben und in Säugethiere tragendes Land umgewandelt worden wäre. Bei Punta Alta haben wir gute Beweise dafür, dasz die Geröllschichten, welche sicher zu der echten Pampas-Periode gehören, nach der Emporhebung des Haupttheils der Pampas-Ablagerung in jener Gegend angehäuft wurden, aus welcher die abgerundeten Massen von Tosca-Gestein und jenes abgerollte Fragment schwarzen Knochens in demselben eigenthümlichen Zustande wie die Reste bei Monte Hermoso herrühren.

Die Anzahl der in den Pampas eingebetteten Säugethierreste ist, wie ich bemerkt habe, wunderbar: man musz im Auge behalten, dasz sie beinahe ausschlieszlich in den Klippen und steilen Ufern von Flüssen gefunden worden sind, und dasz sie bis vor kurzem unter den Einwohnern keine Aufmerksamkeit erregten: ich bin fest überzeugt, dasz kein tiefer Durchschnitt in irgend einer Richtung quer durch die Pampas ausgeführt werden könnte, ohne auf die Reste irgend eines Säugethieres zu stozzen. Es ist sehr schwer, sich darüber eine Mei-

nung zu bilden, in welchem Theile der Pampas sie am zahlreichsten sind; an einem beschränkten Orte können sie nicht wohl zahlreicher gewesen sein als sie bei Punta Alta waren; indesz ist die Zahl, welche vor kurzem Señor F. MUNIZ in der Nähe von Luxan in einem centralen Theile der Pampas gefunden hat, auszerordentlich grosz: am Ende dieses Capitels will ich eine Liste aller der Localitäten geben, wo Reste soweit ich es gehört habe entdeckt worden sind. Sehr häufig bestehen die Reste aus beinahe vollkommenen Skeletten; es finden sich aber auch zahlreiche einzelne Knochen, wie z. B. bei Santa Fé. Ihr Erhaltungszustand variirt bedeutend, selbst wenn sie nahe bei einander eingebettet sind: ich habe keine anderen so vollkommen erhalten gesehen, wie die Schädel des *Toxodon* und *Mylodon* aus der weichen, weissen erdigen Schicht an dem Sarandis in Banda Oriental; es ist merkwürdig, dasz ich in zwei beschränkten Durchschnitten nicht weniger als fünf Zähne einzeln eingeschlossen gefunden habe, und ich habe von Zähnen gehört, die an anderen Orten in ähnlicher Weise gefunden wurden: dürfen wir annehmen, dasz die Skelette oder Schädel eine lange Zeit hindurch sanft von Strömungen über den weichen schlammigen Boden getrieben wurden und dasz die Zähne gelegentlich hier und da ausfielen?

Man kann natürlich fragen, wo diese zahlreichen Thiere lebten. Aus den merkwürdigen Entdeckungen von LUND und CLAUSEN geht hervor, dasz einige von den in den Pampas gefundenen Species die Hochlande von Brasilien bewohnten: das *Mastodon Andium* ist in bedeutenden Höhen in der Cordillera von nördlich vom Äquator²⁶ bis südlich mindestens so weit wie Tarija eingebettet, und da dort kein höheres Land existirt, so läsz sich daran nur wenig zweifeln, dasz dieses *Mastodon* auf den Ebenen und in den Thälern jenes groszen Gebirgszuges gelebt haben musz. Diese Länder erscheinen indessen viel zu entfernt, als dasz die in den Pampas begrabenen Individuen dort hätten wohnen sollen: wir müssen uns wahrscheinlich nach näheren Punkten umsehen, z. B. die Provinz Corrientes, welche wie bereits bemerkt wurde nicht von der Pampas-Formation bedeckt

²⁶ Humboldt gibt an, dasz das *Mastodon* in Neu-Granada entdeckt worden ist: es ist in Quito gefunden worden. Als ich in Lima war, sah ich einen *Mastodon*-Zahn im Besitze des Don M. Rivero, welcher bei Playa Chica am Maranon in der Nähe des Guallaga gefunden war. Jedermann hat von den zahlreichen *Mastodon*-Resten in Bolivia gehört.

sein soll und daher in der Periode ihrer Ablagerung als trockenes Land existirt haben kann. Ich habe bereits meine Gründe für die Annahme angeführt, dasz die bei Monte Hermoso und Punta Alta in Bahia Blanca eingeschlossenen Thiere auf dem benachbarten aus Theilen der bereits emporgehobenen Pampas-Ablagerung gebildeten Lande gelebt haben. In Bezug auf die Nahrung dieser vielen groszen ausgestorbenen Säugethiere will ich nicht die in meiner Reise gegebenen Thatsachen wiederholen (Übers. pag. 96), welche beweisen, dasz zwischen der Üppigkeit der Vegetation eines Landes und der Grösze seiner Säugethierbewohner keine Beziehung besteht. Ich bezweifle es nicht, dasz grosze Thiere, soweit die Menge, nicht die Art der Vegetation in Betracht kommt, auf den sterilen Ebenen von Bahia Blanca und des Rio Negro ebenso gut existiren könnten, wie auf den gleich, wenn nicht noch sterileren Ebenen des südlichen Africa. Indesz kann sich das Clima vielleicht etwas verschlechtert haben, seitdem die bei Bahia Blanca begrabenen Säugethiere dort lebten; denn wir dürfen aus der fortdauernden Existenz der nämlichen Muscheln an den jetzigen Küsten nicht folgern, dasz keine Veränderung im Clima eingetreten ist; denn mehrere dieser Muscheln reichen jetzt nordwärts den Küsten von Brasilien entlang, wo die üppigste Vegetation in einer tropischen Temperatur gedeiht. Was das Aussterben der vielen grösseren und kleinen Säugethiere dieser Periode betrifft, welches zuerst Erstaunen erregt, so will ich auch auf das oben erwähnte Werk verweisen (Übers. pag. 199) in welchem ich zu zeigen versucht habe, dasz, so unfähig wir auch sind die genauen Ursachen anzugeben, wir eigentlich doch nicht mehr darüber überrascht sein sollten, dasz eine Species ausstirbt, als dasz eine selten ist, und doch sind wir gewöhnt, die Seltenheit irgend einer besonderen Species als ein gewöhnliches Ereignis anzusehen, welches keine ausserordentliche Thätigkeit zur Erklärung fordert.

Die verschiedenen in der Pampas-Formation eingeschlossenen Säugethiere, welche meist zu ausgestorbenen Gattungen und einige selbst zu ausgestorbenen Familien oder Ordnungen gehören und welche nahezu wenn nicht vollständig so weit von lebenden Säugethiern abweichen wie die Eocen-Säugethiere von Europa, welche gleichzeitig mit Mollusken existirt haben, die sämtlich noch jetzt das benachbarte Meer bewohnen, bieten sicher eine äusserst auffallende Thatsache dar. Es ist indessen durchaus keine einzeln dastehende; denn während der späteren tertiären Perioden von Grosz-Britanien lebte

ein Elephant, ein *Rhinoceros* und *Hippopotamos* mit vielen recenten Land- und Süßwassermuscheln zusammen; und in Nord-America haben wir die besten Beweise dafür, dasz ein *Mastodon*, Elephant, *Megatherium*, *Megalonyx*, *Myiodon*, ein ausgestorbenes Pferd und ein Ochs gleichfalls mit zahlreichen Land-, Süßwasser- und marinen recenten Muscheln zusammen existirten.²⁷ Die Aufzählung dieser ausgestorbenen nordamericanischen Thiere führt mich naturgemäsz dazu, die frühere nähere Beziehung der die beiden Hälften Americas bewohnenden Säugethiere zu erwähnen, welche ich in meinem Reisejournal erörtert habe, und gleichfalls auch die ungeheure Ausdehnung von Land über welche einige derselben reichten: so erstreckten sich die nämlichen Species von *Megatherium*, *Megalonyx*, *Equus* (so weit es der Zustand ihrer Überreste gestattet, die Arten zu identificiren) von den südlichen Vereinigten Staaten von Nord-America bis Bahia Blanca in 39° s. Br. an der Küste von Patagonien. Die Thatsache, dasz diese Thiere tropische und temperirte Regionen bewohnten, scheint mir keine grosze Schwierigkeit darzubieten, wenn man sieht, dasz am Vorgebirge der guten Hoffnung mehrere Säugethiere, wie der Elephant und der Hippopotamos von dem Äquator bis zu 35° s. Br. reichen. Der Fall mit dem *Mastodon Andium* ist ein schwierigerer, denn es wird von 36° s. Br. wie ich anzunehmen Ursache habe, beinahe über ganz Brasilien und an der Cordillera hinauf bis zu Gegenden, welche nach D'ORBIGNY an den ewigen Schnee reichen und welche beinahe gänzlich vegetationslos sind, gefunden: unzweifelhaft musz das Clima der Cordillera, als das *Mastodon* sie bewohnte, verschieden gewesen sein; wir dürfen aber den Fall des sibirischen Mammuths und Rhinoceros nicht vergessen, welcher beweist, welch' ein strenges Clima die gröszeren Pachydermen ertragen können, ebenso wenig dürfen wir die Thatsache übersehen, dasz das Guanaco gegenwärtig die heissen niederen Wüsten von Peru, die hohen Zinnen der Cordillera und das feuchte mit Wald bekleidete Land des südlichen Feuerlandes bewohnt; auch das Puma wird vom Äquator bis zur Magellan-Strasze gefunden, und ich habe seine Fährten nur wenig unter der Grenze des ewigen Schnees in der Cordillera von Chile gesehen.

²⁷ Viele Originalbeobachtungen und eine Zusammenfassung über diesen Gegenstand sind in Lyell's Aufsatz in: Proceed. Geolog. Soc. Vol. IV, p. 3, und in seinen Travels in North America, Vol. I, p. 164, und Vol. II, p. 60, gegeben. Wegen der analogen Fälle in Europa s. Lyell's Principles of Geology (6. edit.) Vol. I, p. 137.

In der im geologischen Sinne so neuen Periode, in welcher diese ausgestorbenen Säugethiere existirten, müssen in den beiden Americas Säugethiere, und viele von ihnen von gigantischer Grösze, äusserst zahlreich gewesen sein: denn ausser den besonders in diesem Capitel erwähnten müssen wir jene wunderbar zahlreichen Reste, von denen einige specifisch und andere generisch mit denen der Pampas verwandt sind, welche LUND und CLAUSEN in den Höhlen von Brasilien entdeckt haben, in diese selbe Periode verlegen. Endlich zeigen uns die hier mitgetheilten Thatsachen, wie vorsichtig wir sein müssen das Alter einer Formation selbst nach einer so hochgradigen Verschiedenheit zwischen den ausgestorbenen und lebenden Species in irgend einer Thierklasse zu beurtheilen — wir müssen selbst vorsichtig sein den allgemeinen Satz anzunehmen, dasz Wechsel der organischen Formen und Verlauf von Zeit überhaupt nothwendig in Correlation stehen.

Supplement.

Über die Mächtigkeit der Pampas-Formation in der Nähe von Buenos Ayres.

(Aus den Proceed. of the Geological Soc., 3. Dec. 1862.)

Die Herren SOURDEAUX und J. COGHLAN haben die Freundlichkeit gehabt, mir durch Mr. E. B. WEBB einige ausgezeichnete Durchschnitte und Handstücke aus zwei artesischen Brunnen zu schicken, die vor kurzem in Buenos Ayres gegraben wurden. Ich bitte um Erlaubnis, diese Handstücke der geologischen Gesellschaft vorlegen zu dürfen, da sie mir von beträchtlichem Nutzen für einen Jeden, der die Geologie jenes Landes untersuchen will, zu sein scheinen. Die Pampas-Formation ist in mehreren Beziehungen, deshalb weil sie eine ausserordentliche Anzahl der Überreste verschiedener ausgestorbener Säugethiere, wie *Megatherium*, *Myiodon*, *Mastodon*, *Toxodon* etc., enthält, und wegen ihrer groszen Ausdehnung, indem sie sich in einer nord-südlichen Linie mindestens 750 geographische Meilen weit ausdehnt und ein Gebiet bedeckt, welches völlig so grosz ist wie das von Frankreich, so interessant, dasz nach meiner Meinung eine Schilderung dieser Bohrungen aufbewahrt werden sollte. Nach Süden, beim Rio Colorado, stöszt die

Pampas-Formation an die grosse Tertiärperiode von Patagonien, und nach Norden, bei Santa Fé Bajada, liegt sie über dieser nämlichen Formation mit ihren verschiedenen ausgestorbenen Muschelschalen.

In der centralen Region in der Nähe von Buenos Ayres ergibt kein natürlicher Durchschnitt ihre Mächtigkeit; aber aus den dort in zwei artesischen Brunnen gemachten Bohrungen (Figur 17 und 18) sieht man, dasz der Pampas-Lehm mit dem Tosca-Gestein sich von dem Niveau des Rio Plata bis zu einer Tiefe von einundsechzig Fusz hinab erstreckt, und hierzu müssen dann noch fünfundfünfzig Fusz oberhalb des Niveaus des Flusses hinzugerechnet werden. Diese thonigen Schichten liegen über grobem Sand, welcher die *Azara labiata* enthält (eine für die Pampas-Formation charakteristische Muschel) und erreichen eine Mächtigkeit von ungefähr dreiundneunzig Fusz²⁸. Es beträgt daher die ganze Mächtigkeit der grossen Aestuarium- oder Pampas-Formation in der Nähe von Buenos Ayres nahezu 210 Fusz.

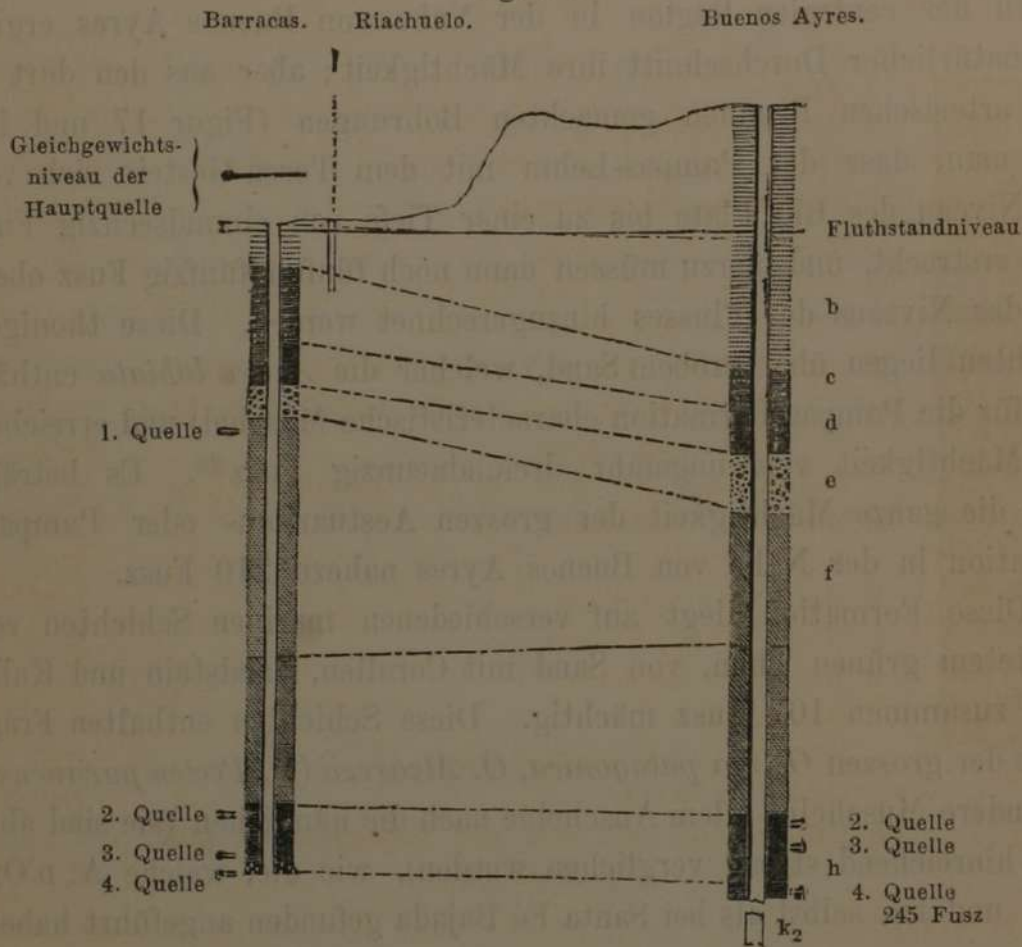
Diese Formation liegt auf verschiedenen marinen Schichten von erhärtetem grünen Thon, von Sand mit Corallen, Sandstein und Kalkstein, zusammen 107 Fusz mächtig. Diese Schichten enthalten Fragmente der grossen *Ostrea patagonica*, *O. Alvarezii* (?), *Pecten paranensis* und andere Muscheln, allem Anscheine nach die nämlichen (sie sind aber nicht hinreichend streng verglichen worden), wie die, welche A. D'ORBIGNY und ich selbst als bei Santa Fé Bajada gefunden angeführt haben,

²⁸ Der folgende Auszug aus dem Rapport der Bohrung bezieht sich auf diese Schicht: — „die Schicht gelben beweglichen Sandes zwischen 18 m 60 und 47 m 20 unter dem Boden enthält einen unterirdischen aufsteigenden Strom, dessen Niveau drei Jahre lang nicht um einen Centimeter geschwankt hat. Das Niveau ist 0 m 60 (2 Fusz über dem Niveau der Brunnen in Barracas). Diese Schicht („napa“) ist mächtig absorbirend. Bei 68 m 30 traf man auf eine zweite unterirdische Strömung („überfließend“), welche in Barracas einen Fusz über die Oberfläche des Bodens stieg. Der Ausfluss betrug ungefähr 50 Pipen täglich, das Wasser war aber salzig und untrinkbar. Bei 73 m 30 wurde ein dritter unterirdischer Strom vorgefunden („überfließend“), welcher mit Schwierigkeit das Niveau des Bodens erreichte. Der Ausfluss kann auf 100 Pipen täglich berechnet werden. Das Wasser war sehr salzig und absorbirte das des ersten überfließenden Stromes. Die grosse Quelle wurde bei 77 m 65 getroffen.

Was die Qualität und die Menge des Wassers betrifft, so bemerkt Mr. Coghlan, dasz „die Menge von Wasser, welche in einer Stunde durch eine Röhre „von ungefähr 4½ Zoll Durchmesser in einem Niveau von 6 Fusz über der Fluthgrenze ausfloss, 2658 Gallonen betrug. Seine Temperatur war 21° C.; sein Geschmack war in geringem Grade unangenehm, da es mit Kalk- und Magnesia-Salzen imprägnirt war und eine geringe Menge Schwefelwasserstoff enthielt.“

und welche gleichfalls an verschiedenen Punkten an der Küste von Patagonien vorkommen. Die bereits enorme continuirliche Verbreitung

Fig. 17.



	Mächtigkeit bei Barracas. Fusz	Mächtigkeit bei Buenos Ayres. Fusz
a Thone und Tosca	—	57
b Sand	13	51
c Sehr sandiger Thon	47	52
d Dunkelblauer plastischer Thon		
e Tosca mit kalkigen Knollen	94	45
f Gelbe Sande, sehr fein und flüssig		
g Grüner Sand	66	62
h Tertiärer Thon und Sandstein (wegen Details s. Fig. 18)	34	33
k Harter Sandstein am Boden des Barracas-Brunnen	4 ¹ / ₂	—
k ₂ Sehr kalkiger rother Thon, der darunter mergeliger wird, durchbohrt bei einer Tiefe von	—	225

Vergleichende Durchschnitte der artesischen Brunnen von Barracas und Buenos Ayres (Entfernung 3³/₄ Meilen).

der patagonischen Tertiär-Formation wird hierdurch bedeutend vergrößert. Unterhalb dieser Schichten wurde eine Masse von rothem

kalkigen Thon, welcher in dem unteren Theile mehr und mehr mergelig wurde und Schichten von Sand enthielt und eine Mächtigkeit von

Fig. 18.



Detaillirter Durchschnitt des artesischen Brunnens in Barracas.

213 Fusz hat, bis zu einer Tiefe von 470 Fusz vom Niveau des Rio Plata an durchbohrt. Diese untere Masse enthält keine Fossilien und ihr Alter ist natürlich unbekannt²⁹; ich will aber hinzufügen, dasz ich an zwei Stellen in der westlichen Banda Oriental unterhalb der marinen tertiären Lager Schichten von rothem Thon mit mergeligen Concretionen gesehen habe, welche mir wegen ihrer mineralogischen Ähnlichkeit mit der darüber liegenden Pampas-Formation anzudeuten schienen, dasz in einer alten Zeit der Rio Plata eine Aestuarium-Formation abgelagert hat, welche später von den marinen tertiären Schichten, und diese wieder von der neueren Aestuarium-Formation mit ihren zahlreichen Resten riesenhafter Säugethiere bedeckt wurde, und dasz endlich das Ganze erhoben wurde, um die gegenwärtigen Ebenen der Pampas zu bilden.

²⁹ Burmeister vermuthete, dasz sie silurisch sei.

**Örtlichkeiten innerhalb der Region der Pampas, wo grosse
Knochen gefunden worden sind.**

Die folgende Liste, welche jede Beschreibung enthält, die ich bis jetzt von der Entdeckung fossiler Säugethierreste in den Pampas gefunden habe, dürfte später für eine geologische Untersuchung dieser Region nützlich sein und weist ihre ausserordentliche Häufigkeit nach. Ich habe von vielen Fossilien gehört und dergleichen gesehen, deren ursprüngliche Lage ich nicht ermitteln konnte; auch habe ich viele Angaben erhalten, die zu unbestimmt waren, um hier aufgeführt zu werden. Ich beginne im Süden: — hier haben wir die zwei Stationen in Bahia Blanca, welche in diesem Capitel beschrieben wurden, wo bei Punta Alta *Megatherium*, *Megalonyx*, *Scelidotherium*, *Myiodon*, *Holophractus* (oder eine verwandte Gattung) *Toxodon*, *Macrauchenia* und ein *Equus* gesammelt wurden, und beim Monte Hermoso ein *Ctenomys*, *Hydrochoerus*, einige andere Nagethiere und die Knochen eines grossen megatherioiden Säugethieres. Dicht nach Nordosten von der Sierra Tapalguen haben wir den Rio »Huesos« (das heisst: »Knochen«), welcher wahrscheinlich seinen Namen von grossen fossilen Knochen erhalten hat. In der Nähe von Villa Nuevo und bei Las Averias, nicht weit vom Salado, wurden drei beinahe vollkommene Skelette, eins von *Megatherium*, eins von *Glyptodon clavipes* und eins von irgend einem grossen *Dasypus*-ähnlichen Säugethier vom Agenten des Sir W. PARISH gefunden (siehe seine Schrift: Buenos Ayres etc. p. 171). Ich habe den Zahn eines *Mastodon* vom Salado gesehen; ein wenig nach Norden von diesem Fluss an den Ufern eines See's in der Nähe der Guardia del Monte habe ich viele Knochen und ein grosses Stück eines Hautpanzers gesehen; höher hinauf am Salado findet sich ein Ort, welcher Monte »Huesos« genannt wird. Bei den Matanzas, ungefähr zwanzig Meilen südlich von Buenos Ayres, wurde das Skelet (s. p. 178 von: »Buenos Ayres« etc., von Sir W. PARISH) eines *Glyptodon* ungefähr fünf Fusz unter der Oberfläche gefunden; hier wurden auch (s. Catalogue of Royal College of Surgeons) Reste von *Glyptodon clavipes*, *G. ornatus* und *G. reticulatus* gefunden. Signor ANGELIS erwähnt in einem Briefe, den ich gesehen habe, einige grosse in Buenos Ayres in einer Tiefe von zwanzig Varas unter der Oberfläche gefundene Reste. Sieben Stunden nördlich von dieser Stadt fand derselbe Schriftsteller die Skelette von *Myiodon robustus* und *Glyptodon ornatus*. Aus der nämlichen Umgebung hat er vor kurzem die folgenden Fossile an das Britische Museum geschickt: — Reste von drei oder vier Individuen von *Megatherium*, von drei Species von *Glyptodon*, von drei Individuen des *Mastodon Andium*, von *Macrauchenia*, von einer zweiten Species von *Toxodon*, verschieden von *T. platensis*, und endlich von *Machairodus*, ein wunderbar grosses carnivores Säugethier. D'ORBIGNY hat vor kurzem vom Reolate in der Nähe von Buenos Ayres (Voyage, Paléont., p. 144) einen Zahn von *Toxodon platensis* erhalten.

Gehen wir nach Norden dem westlichen Ufer des Parana entlang, so kommen wir zum Rio Luxan, wo zwei Skelette des *Megatherium* gefunden

worden sind; und vor kurzem hat innerhalb acht Stunden von der Stadt Luxan Dr. F. X. MUNIZ (British Packet, Buenos Ayres, 25. Sept. 1841) aus einer mittleren Tiefe von achtzehn Fusz sehr zahlreiche Reste von nicht weniger als wie er glaubt neun verschiedenen Säugethierspecies gesammelt. Bei Areco sind grosze Knochen gefunden worden, von welchen die Einwohner glauben, dasz sie durch das Fluszwasser aus kleinen Knochen verwandelt worden sind! Bei Arrecifes wurde das an das College of Surgeons geschickte *Glyptodon* gefunden, und ich habe zwei *Mastodon*-Zähne aus dieser Gegend gesehen. Bei S. Nicolas hat D'ORBIGNY Reste eines *Canis*, *Ctenomys* und *Kerodon* gefunden, und ISABELLE (Voyage, p. 332) erwähnt einen riesenhaften hier gefundenen Armadillo. Bei S. Carlos hörte ich von groszen Knochen. Ein wenig unterhalb der Mündung des Carcarana wurden die beiden Skelette von *Mastodon* gefunden; an den Ufern dieses Flusses in der Nähe von S. Miguel fand ich Zähne des *Mastodon* und *Toxodon*, und FALKNER (p. 55) beschreibt den Knochenpanzer irgend eines groszen Thieres; auch habe ich von vielen anderen Knochen in dieser Gegend gehört. Ich will hinzufügen, dasz ich im Besitz von Mr. CALDCLEUGH den Zahn eines *Mastodon Andium* gesehen habe, welcher in Paraguay gefunden worden sein soll; auch will ich hier eine Angabe in den Reisen dieses Herrn (Vol. I, p. 48) von einem groszen in der Provinz von Bolivia in Brasilien am Rio de las Contas gefundenen Skelet erwähnen. Der weiteste Punkt nach Westen in den Pampas, von welchem ich von fossilen Knochen gehört habe, war hoch oben an den Ufern des Rio Quinto.

In Entre Rios erhielt ich auszer den Resten von *Mastodon*, *Toxodon*, *Equus* und einem groszen *Dasypus*-ähnlichen Säugethiere in der Nähe von Santa Fé Bajada noch einen Bericht über Knochen, welche ein wenig südöstlich von Punta Gorda (am Parana) und von einem ganzen Skelet, welches bei Matanzas am Arroyo del animal gefunden worden ist.

In Banda Oriental wurden die Reste von *Toxodon*, *Mylodon* und zwei Skelette groszer Thiere mit Knochenpanzer (verschieden von dem des *Glyptodon*) an dem Arroyos Sarandis und Berquelo gefunden, und auszerdem sagt Mr. ISABELLE (Voyage, p. 322), dasz viele Knochen in der Nähe des Rio Negro und am Rio Arapey, einem Nebenflusse des Paraguay, in 30° 40' s. Breite gefunden worden seien. Ich habe von Knochen in der Nähe der Quelle des A. Vivoras gehört. Ich habe die Reste eines *Dasypus*-artigen Säugethiers vom Arroyo Seco dicht bei Montevideo gesehen, und D'ORBIGNY erwähnt (Voyage, Géolog. p. 24) ein anderes, welches am Pedernal, einem Nebenflusz des Santa Lucia, gefunden worden ist, und Signor ANGELIS gibt in einem Briefe an, dasz ein drittes Skelet dieser Familie in der Nähe von Canelones gefunden worden ist. Ich habe einen Zahn des *Mastodon* vom Talas, einem anderen Nebenflusse des Santa Lucia, gesehen. Der östlichste Punkt, von dem ich gehört habe, dasz grosze Knochen daselbst gefunden worden sind, war bei Solis Grande zwischen Montevideo und Maldonado.

Fünftes Capitel.

Über die älteren Tertiärformationen von Patagonien und Chile.

Rio Negro. — S. Josef. — Port Desire, weisser bimssteinhaltiger Schieferletten mit Infusorien. — Port S. Julian. — Santa Cruz, basaltische Lava von. — P. Gallegos. — Östliches Feuerland; Blätter ausgestorbener Buchen. — Zusammenfassung über die patagonischen Tertiärformationen. — Tertiärformationen der Westküste. — Chonos- und Chiloë-Gruppe, vulcanische Gesteine. — Concepcion. — Navidad. — Coquimbo. — Zusammenfassung. — Alter der tertiären Formationen. — Erhebungslinien. — Verkieseltes Holz. — Vergleichsweise Verbreitung der ausgestorbenen und lebenden Mollusken an der Westküste von Süd-America. — Klima der Tertiärperiode. — Über die Ursachen des Fehlens recenter muschelführender Ablagerungen an den Küsten von Süd-America. — Über die gleichzeitige Ablagerung und Erhaltung sedimentärer Formationen.

Rio Negro. — Ich kann den von D'ORBIGNY ¹ mitgetheilten Details über die Sandsteinformation dieses Districtes nur wenig hinzufügen. Die Felsen nach Süden vom Flusse sind ungefähr zweihundert Fusz hoch und aus Sandstein verschiedener Färbungen und verschiedener Härtegrade zusammengesetzt. Eine Schicht, welche sich an beiden Enden ausdünnte, bestand aus erdiger Substanz von einer blasröthlichen Färbung mit etwas Gyps, und dem Pampas-Lehm sehr ähnlich (ich spreche nach Vergleichung der nach Hause gebrachten Handstücke): oberhalb dieser fand sich eine Schicht von compactem mergeligen Gestein mit dendritischem Mangan. Viele in hartem Sandstein eingeschlossene Conglomeratblöcke von Bimssteingeröll waren am Fusz der Klippen hingestreut und waren offenbar von oben herabgefallen. Einige wenige Meilen nordöstlich von der Stadt fand ich tief unten im Sandstein eine wenige Zoll mächtige Schicht eines weissen, zerreib-

¹ Voyage, Part. Géolog., p. 57—65.

lichen, sich harsch anfühlenden Sediments, welches der Zunge anhieng, leicht schmelzbar war und ein geringes specifisches Gewicht hatte; unter dem Mikroskop untersucht, ergab es sich als Bimssteintuff, aus zerbrochenen durchscheinenden Krystallen gebildet. In den Klippen südlich vom Flusz findet sich auch eine dünne Schicht nahezu ähnlicher Natur, aber von feinerem Korn und nicht weisz; man hätte sie leicht für einen kalkigen Tuff halten können, sie enthält aber keinen Kalk: diese Substanz ist einer äusserst weit verbreiteten und mächtigen Formation im südlichen Patagonien, welche später beschrieben werden soll, ähnlich, welche deshalb merkwürdig ist, weil sie zum Theil aus Infusorien gebildet wird. Diese Schichten sind in Verbindung mit dem Bimsstein-Conglomerat interessant, da sie die Natur der vulcanischen Thätigkeit in der Cordillera während dieser alten tertiären Periode nachweisen.

In einer Schicht an der Basis der südlichen Klippen fand D'ORBIGNY zwei ausgestorbene Süzwassermuscheln, nämlich einen *Unio* und eine *Chilina*. Diese Schicht lag auf einer mit Knochen eines ausgestorbenen Nagethieres, nämlich der *Megamys patagoniensis*, und diese wiederum auf einer andern mit ausgestorbenen Seemuscheln. Die von D'ORBIGNY in verschiedenen Theilen dieser Formation gefundenen Species waren:

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Ostrea patagonica</i> D'ORB., Voyage, Pal. (auch bei Sta. Fé und an der ganzen Küste von Patagonien).
2. <i>Ostrea Ferrarisi</i> D'ORB. | 3. <i>Ostrea Alvarezii</i> D'ORB., Voyage, Pal. (auch bei Sta. Fé u. S. Josef).
4. <i>Pecten patagoniensis</i> D'ORB.
5. <i>Venus Münsterii</i> D'ORB. (auch Sta. Fé).
6. <i>Arca Bonplandiana</i> D'ORB. (ebenso). |
|--|--|

Nach der Angabe D'ORBIGNY's erstreckt sich der Sandstein westlich der Küste entlang bis nach Port San Antonio und den Rio Negro hinauf weit in das Innere: nach Norden verfolgte ich ihn bis zur südlichen Seite des Rio Colorado, wo er eine niedrige denudirte Ebene bildet. Obgleich diese Formation mit der des übrigen Patagonien gleichalterig ist, so ist sie doch in mineralogischer Zusammensetzung ganz verschieden, in dem sie mit ihr nur durch eine dünne weisse Schicht zusammenhängt. Diese Verschiedenheit lässt sich rationeller Weise dem zuschreiben, dass das Sediment in alten Zeiten vom Rio Negro herabgeführt worden ist; aus diesem Vorgang können wir auch das Vorhandensein der Süzwassermuscheln und der Knochen von Landsäugethieren verstehen. Nach der Identität von vielen der

obigen Muscheln zu urtheilen ist diese Formation (wie D'ORBIGNY bemerkt hat) mit derjenigen unter der Pampas-Ablagerung in Entre Rios und in Banda Oriental gleichalterig. Das die Sandsteinebenen bedeckende Geröll mit seinem kalkigen Cement und seinen Gypsknollen ist aus den im ersten Capitel angeführten Gründen wahrscheinlich mit den obersten Schichten der Pampas-Formation auf der oberen Ebene nördlich vom Colorado gleichalterig.

San Josef. — Meine Untersuchung war hier sehr kurz: die Klippen sind ungefähr hundert Fusz hoch, das untere Drittel besteht aus gelblich braunem, weichem, unbedeutend kalkigem lehmigen Sandstein; werden Stücke abgeschlagen, so entwickeln sie einen fauligen Geruch. In dieser Schicht war die große *Ostrea patagonica*, häufig mit dendritischem Mangan und kleinen Corallinen gezeichnet, ausserordentlich zahlreich. Ich fand hier die folgenden Muscheln:

1. *Ostrea patagonica* D'ORB., Voyage, Paléont. (auch bei Sta. Fé und an der ganzen Küste von Patagonien).
2. *Ostrea Alvarezii* D'ORB., Voyage, Pal. (auch Sta. Fé und Rio Negro).
3. *Pecten paranensis* D'ORB., Voyage, Pal., und Taf. III, Fig. 30 dieser Schrift (auch bei Sta. Fé, S. Julian und Port Desire).
4. *Pecten Darwinianus* D'ORB., Voyage, Pal., und Taf. III, Fig. 28 und 29 (auch Sta. Fé).
5. *Pecten actinodes* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 33.
6. *Terebratula patagonica* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 26 und 27 (auch S. Julian).
7. Abgüsse einer *Turritella*.

Die ersten vier von diesen Arten kommen bei Santa Fé in Entre Rios, und die zwei ersten im Sandstein des Rio Negro vor. Oberhalb dieser Fossile führenden Masse liegt eine Schicht von sehr feinkörnigem, blassem braunen Schieferletten, welcher zahlreiche Selenitblättchen enthält. Alle Schichten erscheinen horizontal; verfolgt man sie aber mit dem Auge für eine lange Strecke, so sieht man, dass sie sich unbedeutend nach Osten senken. Auf der Oberfläche haben wir das porphyritische Geröll und auf ihm Sand mit recenten Muscheln.

Nuevo Gulf. — Aus Handstücken und Notizen, welche mir Lieut. STOKES gegeben hat, geht hervor, dass die untere Schicht aus weichem lehmigen Sandstein wie der von San Josef besteht, mit vielen unvollkommenen Muscheln, mit Einschlusz des *Pecten paranensis* D'ORB.,

mit Abgüssen einer *Turritella* und *Scutella*. Auf dieser liegen zwei Schichten des blassen braunen Schieferletten, gleichfalls dem von San Josef ähnlich, welche durch eine dunkler gefärbte thonigere Varietät, welche die *Ostrea patagonica* enthält, getrennt sind. Prof. EHRENBURG hat diesen Schieferletten für mich untersucht: er findet in ihm drei bereits bekannte mikroskopische Organismen in einen feinkörnigen Bimssteintuff eingehüllt, den ich sofort im Detail zu beschreiben haben werde. Handstücke, die mir aus der obersten Schicht in der Nähe von Rio Chupat gebracht worden sind, bestehen aus dieser nämlichen Substanz, aber von einer weiszeren Farbe.

Tertiäre Schichten, so wie sie hier beschrieben wurden, erstrecken sich augenscheinlich der ganzen Küste zwischen dem Rio Chupat und Port Desire entlang, ausgenommen wo sie von dem darunter liegenden Tosca-Gestein, Porphyr und von einigen metamorphischen Gesteinen unterbrochen werden; ich will noch hinzufügen, dasz diese harten Gesteine in Zwischenräumen über einen Raum von ungefähr fünf Breitengraden von Point Union bis zu einem Punkte zwischen Port San Julian und Santa Cruz gefunden werden; sie werden im folgenden Capitel beschrieben. Viele riesenhafte Exemplare der *Ostrea patagonica* wurden im Golf von Saint George gesammelt.

Port Desire. — Ein guter Durchschnitt der untersten Fossile führenden Schicht, ungefähr vierzig Fusz mächtig, welche auf Thonsteinporphyr liegt, bietet sich einige wenige Meilen südlich vom Hafen dar. Die Muscheln, welche hinreichend vollkommen waren, um wieder erkannt zu werden, waren:

1. *Ostrea patagonica* D'ORB. (auch Sta. Fé und die ganze Küste von Patagonien).
2. *Pecten paranensis* D'ORB., Voyage, Pal., und Taf. III, Fig. 30 dieser Schrift (auch Sta. Fé, S. Josef, S. Julian).
3. *Pecten centralis* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 31 (auch S. Julian und Santa Cruz).
4. *Cucullaea alta* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 22, 23 (auch Santa Cruz).
5. *Nucula ornata* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 19.
6. *Turritella patagonica* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 48.

Die Fossile führenden Schichten werden, wo sie nicht denudirt sind, conform in beträchtlicher Mächtigkeit von dem feinkörnigen Bimsstein haltigen Schieferletten, welcher in zwei Massen getheilt ist, bedeckt: die untere Hälfte ist sehr feinkörnig, unbedeutend fettig, und

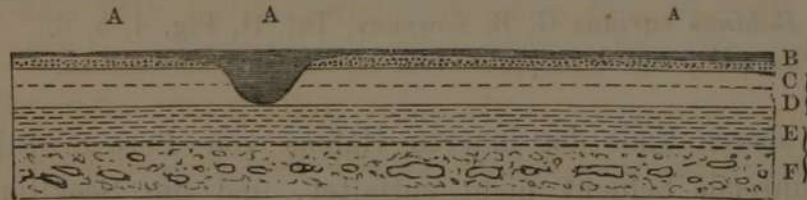
so compact, dasz sie mit einem halbmuscheligen Bruch bricht, ob-
schon sie dem Nagel nachgibt; sie enthält Selenitblätter. Die obere
Hälfte ist der einen Schicht am Rio Negro und mit Ausnahme, dasz
sie weisser ist, den oberen Schichten bei S. Josef und Nuevo Gulf
ähnlich. In keiner der beiden Massen findet sich eine Spur orga-
nischer Formen für das blosze Auge. Nimmt man die ganze Ab-
lagerung zusammen, so ist sie meist völlig weisz, oder gelblich, oder
schwach mit Grün gefärbt; sie ist entweder beinahe unter dem Finger
zerreiblich oder so hart wie Kreide; sie ist von leichter Schmelz-
barkeit, von geringem specifischen Gewicht, ist für das Gefühl nicht
harsch, hängt an der Zunge und haucht einen starken thonigen
Geruch aus, wenn man auf sie haucht; sie enthält zuweilen sehr
wenig kalkige Substanz und (auszer den eingeschlossenen Blättern)
Spuren von Gyps. Unter dem Mikroskop besteht sie nach Prof. EHREN-
BERG² aus minutiösen, zerriebenen, zelligen, glasigen Bimssteinfrag-
menten mit einigen zerbrochenen Krystallen. In den minutiösen
glasigen Fragmenten erkennt Prof. EHRENBERG organische Gebilde,
welche durch vulcanische Hitze afficirt worden sind: in den Hand-
stücken von diesem Orte und von Port S. Julian findet er sechzehn
Polygastrica und zwölf Phytolitharien. Von diesen Organismen sind
sieben neue Formen, die andern waren früher schon bekannt: alle
sind von marinem und hauptsächlich von oceanischem Ursprung. Diese
Ablagerung ist für das blosze Auge der Kruste ähnlich, welche häufig
auf verwitterten Oberflächen feldspathiger Gesteine erscheint: sie ist
gleichfalls jenen Schichten von erdiger feldspathiger Substanz ähnlich,
die zuweilen mit porphyritischen Gesteinen schichtenweise abwechseln,
wie es in diesem nämlichen Districte mit dem darunterliegenden pur-
purnen Thonstein-Porphyr der Fall ist. Nach Untersuchung von
Handstücken unter einem gewöhnlichen Mikroskop und nach Ver-
gleichung derselben mit anderen Exemplaren von unzweifelhaft vul-
canischem Ursprung war ich zu dem nämlichen Schlusz gekommen
wie Prof. EHRENBERG: nämlich, dasz diese grosze Ablagerung ihrem
ersten Ursprunge nach vulcanischer Natur ist.

Port S. Julian. — Auf der südlichen Seite des Hafens zeigt
der folgende Durchschnitt, welchen ich hier wiederhole, die Beschaffen-

² Monatsberichte der K. Academie zu Berlin, April 1845.

heit der an den Klippen der 90-Fusz-Ebene sichtbaren Schichten. Um am Gipfel zu beginnen: erstens die erdige Masse (A A), welche die Überreste der *Macrauchenia* enthält und an deren Oberfläche

Fig. 19.



Durchschnitt der Schichten, welche die Klippen der 90-Fusz-Ebene bei Port S. Julian darbieten.

recente Muscheln liegen; zweitens das porphyritische Geschiebe (B), welches in seinem unteren Theile (wie ich glaube in Folge des Wiederniederschlagens während der Denudation) mit den weissen bimssteinartigen Schieferlettschichten abwechselt; drittens dieser weisse Schieferlettschichten, ungefähr zwanzig Fusz mächtig und in zwei Varietäten (C und D) geschieden, welche beide der unteren feinkörnigen, fettigen und compacten Art bei Port Desire sehr ähnlich sind und wie an jenem Ort viel Selenit enthalten; viertens eine Fossile führende Masse, welche in drei Hauptschichten geschieden ist, von denen die oberste dünn ist und aus eisenschüssigem Sandstein besteht, mit vielen Schalen der groszen Auster und von *Pecten paranensis*; die mittlere Schicht (E) ist ein gelblicher erdiger Sandstein, in dem Scutellen auszerordentlich zahlreich sind, und die unterste Schicht (F) ist ein verhärteter grünlicher sandiger Thon, welcher grosze Concretionen von kalkigem Sandstein, viele Schalen der groszen Auster enthält und stellenweise beinahe ganz aus Balaniden-Fragmenten besteht. Aus diesen drei Schichten erhielt ich die folgenden zwölf Species, von denen die zwei ersteren an Individuen äusserst zahlreich waren, wie es die Terebrateln und Turritellen in gewissen Schichten sind:

1. *Ostrea patagonica* D'ORB., Voyage, Pal. (auch Santa Fé und die ganze Küste von Patagonien).
2. *Pecten paranensis* D'ORB., ebenda, und Taf. III, Fig. 30 dieser Schrift (Sta. Fé, S. Josef, Port Desire).
3. *Pecten centralis* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 31 (auch Port Desire und Sta. Cruz).
4. *Pecten geminatus* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 24.
5. *Terebratula patagonica* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 26 und 27 (auch S. Josef).

6. *Struthiolaria ornata* G. B. SOWERBY, Taf. IV, Fig. 62 (auch Sta. Cruz).
7. *Fusus patagonicus* G. B. SOWERBY, Taf. IV, Fig. 60.
8. *Fusus Noachinus* G. B. SOWERBY, Taf. IV, Fig. 58 u. 59.
9. *Scalaria rugulosa* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 42 u. 43.
10. *Turritella ambulacrum* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 49 (auch Sta. Cruz).
11. *Pyrula*, Steinkern, der *P. ventricosa* SOWERBY ähnlich, Tank Cat.
12. *Balanus varians* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 4, 5, 6.
13. *Scutella*, von der Species vom Nuevo Gulf verschieden.

Am oberen Ende des inneren Hafens von Port S. Julian ist die Fossile führende Schicht nicht entfaltet, und die Seeklippen werden vom Wasserrande an bis in eine Höhe von zwischen hundert und zweihundert Fusz aus dem weissen bimssteinhaltigen Schieferletten gebildet, welcher hier unzählige weit ausgedehnte, zuweilen horizontale, zuweilen geneigte oder verticale Lamellen durchsichtigen Gypses, häufig ungefähr einen Zoll dick enthält. Weiter landeinwärts scheint mit Ausnahme des oberflächlichen Gerölls die ganze Mächtigkeit der abgestutzten Berge, welche eine früher zusammenhängende 950 Fuss hohe Ebene darstellen, aus diesen weissen Schieferletten gebildet zu werden. Hier und da sind indessen auf verschiedenen Höhen dünne erdige Schichten, welche die grosse Auster, *Pecten paranensis* und *Turritella ambulacrum* enthalten, in Schichten zwischeneingeschaltet; es geht hieraus hervor, dass die ganze Masse zu der nämlichen Epoche gehört. Ich habe nirgends auch nur ein Fragment einer Muschel in der weissen Ablagerung selbst gefunden, und nur einen einzigen Abgusz einer *Turritella*. Unter den achtzehn mikroskopischen von EHRENBERG in den Handstücken von diesem Orte entdeckten Organismen sind zehn derselben Ablagerung bei Port Desire gemeinsam. Ich will hinzufügen, dass Exemplare dieser weissen Schieferletten mit identisch denselben Characteren mir von zwei Punkten gebracht wurden, einem zwanzig Meilen nördlich von San Julian, wo eine weite mit Geröll bedeckte 350 Fusz hohe Ebene so zusammengesetzt ist und der andere vierzig Meilen südlich von San Julian, wo auf den alten Karten die Berge als „Chalk-Hills“ bezeichnet sind.

Santa Cruz. — Die mit Geröll bedeckten Klippen an der Mündung des Flusses sind 355 Fusz hoch: der untere Theil besteht bis zu einer Mächtigkeit von fünfzig oder sechzig Fusz aus einem mehr oder weniger erhärteten, dunklen, lehmigen oder thonigen Sand-

stein (gleich der untersten Schicht von Port Desire), welcher sehr viele Muscheln enthält, einige verkieselt und einige in gelben Kalkspath umgewandelt. Die grosse Auster ist hier schichtenweise zahlreich; auch die *Trigonocelia* und *Turritella* sind sehr zahlreich; es ist merkwürdig, dass der *Pecten paranensis*, der an allen anderen Stellen der Küste so gemein ist, hier fehlt. Die Muscheln sind folgende:

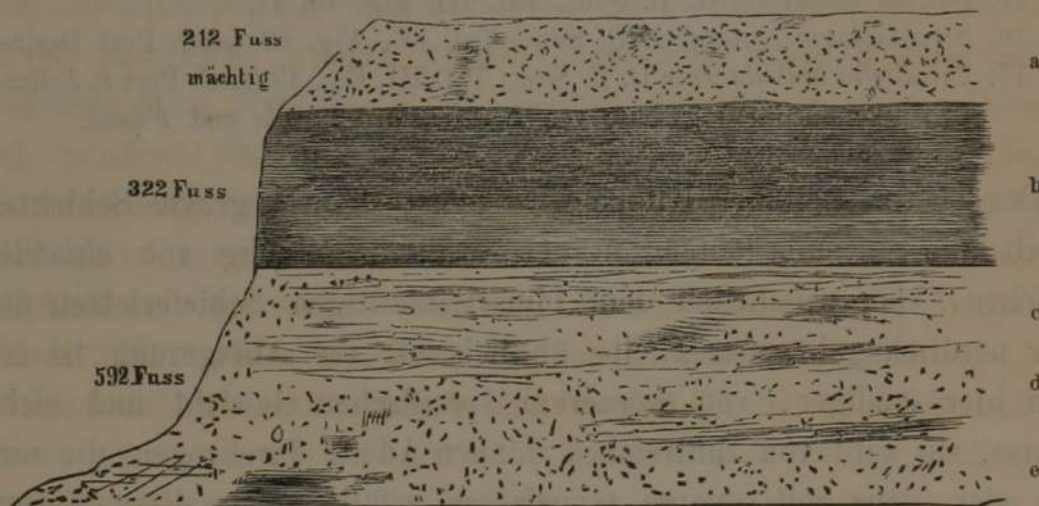
1. *Ostrea patagonica* D'ORB., Voyage, Paléont. (auch bei Sta. Fé und an der ganzen Küste von Patagonien).
 2. *Pecten centralis* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 31 (auch P. Desire und S. Julian).
 3. *Venus meridionalis* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 13.
 4. *Crassatella Lyellii* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 10.
 5. *Cardium puelchum* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 15.
 6. *Cardita patagonica* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 17.
 7. *Maetra rugata* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 8.
 8. *Maetra Darwinii* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 9.
 9. *Cucullaea alta* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 22, 23 (auch Port Desire).
 10. *Trigonocelia insolita* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 20, 21.
 11. *Nucula* (?) *glabra* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 18.
 12. *Crepidula gregaria* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 34.
 13. *Voluta alta* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 75.
 14. *Trochus collaris* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 44, 45.
 15. *Natica solida* (?) G. B. Sow., Taf. III, Fig. 40, 41.
 16. *Struthiolaria ornata* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 62 (auch Port Desire).
 17. *Turritella ambulacrum* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 49 (auch Port S. Julian).
- Unvollkommene Fragmente von *Byssoarca*, *Artemis* und *Fusus*.

Der obere Theil der Klippe wird meist in drei grosse Schichten getheilt, die nur unbedeutend in der Zusammensetzung von einander abweichen, aber wesentlich dem bimssteinhaltigen Schieferletten der weiter nördlich gelegenen Theile ähnlich ist; die Ablagerung ist indessen hier sandiger, von grösserem specifischen Gewicht und nicht so weisz, sie wird von zahlreichen dünnen Adern durchzogen, die zum Theil oder ganz mit queren Gypsfasern erfüllt sind; diese Fasern waren zu kurz, um quer durch die Adern zu reichen, ihre Enden sind daher gekrümmt oder gebogen: in den nämlichen Adern mit dem Gyps und gleichfalls in besonderen Adern, ebenso in kleinen Nestern, findet sich viel pulverige, schwefelsaure Magnesia (wie Mr. REEKS ermittelt hat), und zwar in einer nicht comprimierten Form: ich glaube, dass dieses Salz früher noch nicht in Adern gefunden worden ist. Von den drei Schichten ist die centrale die compacteste und mehr

wie gewöhnlicher Sandstein; sie enthält zahlreiche abgeplattete sphärische Concretionen, die häufig rosenkranzartig verbunden sind, aus hartem kalkigen Sandstein bestehen und einige wenige Muscheln enthalten: einige dieser Concretionen waren vier Fusz im Durchmesser und lagen in einer horizontalen Linie neun Fusz von einander, woraus hervorgeht, dasz die kalkige Substanz aus einer Entfernung von vier und einem halben Fusz auf beiden Seiten nach gewissen Attractionspunkten hingezogen worden sein musz. In der oberen und unteren feinkörnigen Schicht fanden sich andere Concretionen von einer grauen Färbung, welche kalkige Substanz enthielten und so feinkörnig und compact waren, dasz sie beinahe Porzellanerde glichen: ich habe genau ähnliche Concretionen in einem vulcanischen Tufflager in Chilöë gesehen. Obgleich in diesen oberen feinkörnigen Schichten organische Reste sehr selten waren, so bemerkte ich doch einige wenige Exemplare der grossen Auster und in einer darinliegenden weichen, eisenhaltigen Schicht fanden sich einige Exemplare der *Cucullaea alta* (bei Port Desire in der unteren Fossile führenden Masse gefunden) und der *Mactra rugata*, welche letztere Muschel theilweise in Gyps umgewandelt worden ist.

Fig. 20.

Oberfläche der Ebene mit erratischen Blöcken; 1416 Fusz über dem Meere.



Flusz Santa Cruz; hier 280 Fusz über dem Meere.

a Geröll und erratische Blöcke. b Basaltische Lava.

c Sedimentäre Schichten. d Schicht kleiner Rollsteine. e Sockel.

Durchschnitt der Ebenen von Patagonien, am Ufer des S. Cruz.

Das Thal des Santa Cruz hinauf sind die oberen Schichten der Küstenberge mit nahezu den nämlichen Characteren fünfzig Meilen lang ausgedehnt. Ungefähr an diesem Punkte fangen sie in der

allmählichsten und kaum bemerkbaren Weise an mit weissen Linien gestreift zu werden, und ist man zehn Meilen weiter hinauf gestiegen, so begegnet man deutlichen dünnen Schichten weiszlicher, grünlicher, und gelblicher feinkörniger, schmelzbarer Sedimente. Achtzig Meilen von der Küste entfernt³ fanden sich in einer so zusammengesetzten Klippe einige wenige Schichten eisenschüssigen Sandsteins und eines thonigen Sandsteins mit Mergelconcretionen, gleich denen in den Pampas. Hundert Meilen von der Küste an einem centralen Punkte zwischen dem atlantischen Ocean und der Cordillera fanden wir den vorstehenden Durchschnitt.

Die obere Hälfte der sedimentären Masse unter der basaltischen Lava besteht aus unzähligen Zonen vollkommen weisser, hellgrüner, gelblicher und bräunlicher, feinkörniger, zuweilen unzusammenhängender sedimentärer Substanz. Die weissen, bimssteinartigen, trachytischen, tuffartigen Varietäten sind von etwas grösserem specifischen Gewicht, als der bimssteinhaltige Schieferletten an der Küste nach Norden hin, einige von den Schichten, besonders die braunerer sind gröber, so dasz die zerbrochenen Krystalle mit einer schwachen Linse zu unterscheiden sind. Die Schichten variiren auf kurzen Entfernungen in ihrem Character. Mit Ausnahme einiger weniger Exemplare von *Ostrea patagonica*, welche von dem Berge darüber herabgerollt zu sein schienen, wurden keine organischen Reste gefunden. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen diesen Schichten, als ein Ganzes betrachtet, und den oberen Schichten sowohl an der Mündung des Flusses als an der Küste nach Norden scheint in dem gelegentlichen Vorkommen stärkerer färbender Substanz und darin zu liegen, dasz die Bildung intermittirend gewesen ist; diese Characterere verschwinden wir wir gesehen haben beim Aufsteigen im Thale sehr allmählich und diese Thatsache dürfte dadurch erklärt werden, dasz die Strömungen

³ An dieser Stelle hat auf einem Raume von drei Viertel Meilen der nördlichen Seite des Flusses entlang und in einer Breite einer halben Meile eine grosse Senkung stattgefunden, welche zwischen 60 und 70 Fusz hohe Hügel gebildet und die Schichten in stark geneigte und selbst verticale Stellungen aufgerichtet hat. Die Schichten fielen allgemein unter einem Winkel von 45 Grad nach den Klippen hin, von denen sie herabgeglitten waren. Ich habe an Erdrutschen, sowohl in kleinem als in groszem Maszstabe beobachtet, dasz dieses Einfallen nach innen sehr allgemein ist. Ist es eine Folge des hydrostatischen Druckes des Wassers, welches mit Schwierigkeit durch die Schichten durchsickert, der am Fusze der Masse mit grösserer Gewalt wirkt als gegen den obern Theil?

eines offeneren Meeres den Niederschlag von einer entfernten und intermittirenden Quelle her durch einander gemischt haben.

Die gefärbten Schichten in dem vorstehenden Durchschnitt liegen auf einer Masse, anscheinend von groszer Mächtigkeit (aber von dem unteren Sockel sehr verdeckt), von weichem Sandstein der beinahe ganz aus sehr kleinen von einem bis zwei Zehntel Zoll im Durchmesser haltenden Rollsteinen von den Gesteinsarten (mit gänzlicher Ausnahme der basaltischen Lava) zusammengesetzt ist, welche die groszen erratischen Blöcke an der Oberfläche der Ebene zusammensetzen und wahrscheinlich auch die benachbarte Cordillera bilden. Fünf Meilen im Thale höher hinauf und dann wieder dreissig Meilen höher hinauf⁴ (d. h. also zwanzig Meilen von dem nächsten Höhenzug der Cordillera) wird die untere in den oberen Böschungen eingeschlossene Ebene, wie man an den Ufern des Flusses sieht, von einem nahezu ähnlichen, aber feiner gekörnten, erdigeren blätterigen Sandstein gebildet, der mit thonigen Letten abwechselt und zahlreiche mäszig grosze Rollsteine der nämlichen Gesteinsarten und einige Muscheln der groszen *Ostrea patagonica* enthält. Da die meisten dieser Muscheln abgerollt waren ehe sie hier eingeschlossen wurden, so beweist ihre Gegenwart nicht, dasz der Sandstein zu der groszen patagonischen Tertiärformation gehört, denn sie können in ihr von Neuem abgelagert worden sein, als das Thal eine Meerenge bildete; da sich aber unter den Rollsteinen keine von Basalt fanden, obgleich die Klippen auf beiden Seiten des Thales aus diesem Gestein bestehen, so glaube ich, dasz der Sandstein doch zu dieser Formation gehört. Auf dem höchsten Punkte bis zu welchem wir emporstiegen, zwanzig Meilen von dem nächsten Abhange der Cordillera entfernt, konnte ich sehen, dasz die horizontal gebänderten weissen Schichten, die sich unter der schwarzen basaltischen Lava hinzogen bis dicht hinauf an die Berge reichen, so dasz das Thal des Santa Cruz eine ziemlich gute Idee von der geologischen Constitution der ganzen Breite von Patagonien gibt.

Basaltische Lava des Santa Cruz. — Man findet diese Formation siebenundsechzig Meilen vor der Mündung des Flusses;

⁴ Ich fand an beiden Orten, aber nicht in situ, Mengen von verkieseltem Holz, Coniferen und gewöhnliche Dicotyledonen, welches Rob. Brown für mich untersucht hat.

von da an erstreckt sie sich ununterbrochen meist, wenn auch nicht ausschliesslich an der nördlichen Seite des Thales bis dicht hinauf an die Cordillera. Der Basalt ist meist schwarz und feinkörnig, zuweilen aber grau und blätterig; er enthält etwas Olivin, und hoch im Thale hinauf viel glasigen Feldspath, wo er auch häufig mandelsteinartig ist; er ist nirgends in bedeutendem Grade blasig, ausgenommen an den Seiten von Spalten und an den unteren und oberen sphärisch geblättern Oberflächen. Er ist häufig säulig, und an einem Orte sah ich prachtvolle Säulen, jede Fläche zwölf Fusz breit und ihre Zwischenräume mit kalkigem Tuff erfüllt. Die Ströme liegen conform auf den weissen sedimentären Schichten, ich habe aber nirgends die wirkliche Verbindung gesehen; auch habe ich nirgends gesehen, dass die weissen Schichten factisch auf der Lava darauf lägen; aber eine Strecke im Thale hinauf am Fusze der obersten Böschungen müssen sie in dieser Weise darüber gelegen haben. Überdies sind an dem untersten Punkte im Thale abwärts, wo die Ströme sich ausdünnen und in unregelmässigen Vorsprüngen enden, die Räume oder Lücken zwischen diesen Vorsprüngen bis zum Niveau der jetzt denudirten und mit Geröll bedeckten Oberfläche der Ebenen mit den weiszgebänderten sedimentären Schichten erfüllt, was beweist, dass diese Substanz noch fortdauernd abgelagert wurde, nachdem die Ströme geflossen waren. Wir können hieraus schliessen, dass der Basalt gleichalterig mit den oberen Theilen der groszen Tertiärformation ist.

Wo man die Lava zuerst findet, ist sie 130 Fusz mächtig: sie besteht hier aus zwei, drei, oder vielleicht noch mehr Strömen, die von einander durch blasige Sphäroide getrennt werden, wie die an der Oberfläche. Da die Ströme wie es scheint sich bis in verschiedene Entfernungen erstreckt haben, so sind die Endspitzen von ungleichen Höhen. Meist ist die Oberfläche des Basaltes glatt; aber an einem Orte hoch im Thal hinauf war sie so uneben und höckerig, dass ich so lange bis ich später sah, dass die Ströme sich continuirlich auf beiden Seiten des Thales bis zu einer Höhe von ungefähr 3000 Fusz dicht an der Cordillera hinauf erstreckten, der Meinung war, dass die Eruptionskratere wahrscheinlich dicht in der Nähe seien. Diese höckerige Oberfläche ist wie ich glaube dadurch verursacht worden, dass verschiedene Ströme sich kreuzten und aufthürmten. An einem Orte fanden sich mehrere abgerundete Rücken von ungefähr zwanzig Fusz Höhe, einige von ihnen waren so breit wie hoch, und einige breiter,

welche sicherlich sich gebildet hatten, während die Lava flüssig war; denn auf queren Durchschnitten zeigte sich jeder Rücken concentrisch geblättert und aus unvollkommenen, von gemeinsamen Centren ausstrahlenden Säulen gebildet, wie die Speichen der Räder.

Die basaltische Masse ist, wo sie zuerst angetroffen wird, wie ich gesagt habe, 130 Fusz mächtig und fünfunddreiszig Meilen höher im Thale hinauf wächst sie bis auf 322 Fusz an. In den ersten vierzehn und ein halb Meilen von dieser Strecke fällt die obere Fläche der Lava, nach drei oberhalb des Niveau's des Flusses genommenen Messungen zu urtheilen (dessen sehr gleichförmige Neigung nach seiner totalen Höhe an einem 135 Meilen von der Mündung entfernten Punkte berechnet worden ist), nach dem atlantischen Ocean in einem Winkel von nur $0^{\circ} 7' 20''$ ab. Dies darf nur als eine annähernde Messung betrachtet werden, sie kann aber nicht sehr falsch sein. Nimmt man die ganzen fünfunddreiszig Meilen, so fällt die obere Fläche unter einem Winkel von $0^{\circ} 10' 53''$; dieses Resultat ist aber von keinem Werthe um die Neigung eines bestimmten Stromes zu zeigen, denn halbwegs zwischen den beiden Messungspunkten erhebt sich die Oberfläche plötzlich zwischen hundert und zweihundert Fusz, augenscheinlich dadurch verursacht, dasz einige der obersten Ströme sich nur so weit und nicht weiter erstreckt haben. Nach den an diesen zwei, fünfunddreiszig Meilen von einander entfernten Punkten gemachten Messungen beträgt die mittlere Neigung der sedimentären Schichten, über welche die Lava geflossen ist, jetzt (nach der Erhebung von unter dem Meeresspiegel) nur $0^{\circ} 7' 52''$; zum Zwecke der Vergleichung mag erwähnt werden, dasz der Grund des gegenwärtigen Meeres in einer Linie von der Mündung des Santa Cruz nach den Falkland-Inseln von einer Tiefe von siebzehn Faden bis zu einer von fünfundachtzig Faden unter einem Winkel von $0^{\circ} 1' 22''$ abfällt; zwischen dem Strande und der Tiefe von siebzehn Faden ist die Neigung grösser. Von einem Punkte aus ungefähr halbwegs im Thale hinauf erhebt sich die basaltische Masse plötzlich nach dem Fusze der Cordillera zu, nämlich von einer Höhe von 1204 Fusz bis zu ungefähr 3000 Fusz über dem Meeresspiegel.

Diese grosze Lavafloth ist in ihren Dimensionen des groszen Continents, zu dem sie gehört, würdig. Die aggregirten Ströme sind von der Cordillera bis in eine Entfernung (wie ich glaube von keinem bis jetzt bekannten Falle betroffen) von ungefähr 100 geographischen

Meilen geflossen. In der Nähe ihres weitesten Endes beträgt ihre totale Mächtigkeit 130 Fusz, welche fünfunddreiszig Meilen weiter landeinwärts, wie wir eben gesehen haben, bis zu 322 Fusz sich erhöht. Die geringste von ELIE DE BEAUMONT angegebene Neigung der oberen Fläche eines Lavastroms, nämlich $0^{\circ} 30'$, ist die der groszen subaërischen Eruption im Jahre 1783 aus dem Skaptar Jökul in Island; und ELIE DE BEAUMONT zeigt,⁵ dasz sie eine mittlere Neigung von weniger als $0^{\circ} 20'$ hinabgeflossen sein musz. Wir sehen aber jetzt, dasz unter dem Druck des Meeres aufeinanderfolgende Ströme über einen glatten Boden mit einer mittleren Neigung von nicht mehr als $0^{\circ} 7' 52''$ geflossen sind, und dasz die obere Fläche der Endportion (über einen Raum von vierzehn und einer halben Meile) eine Neigung hat von nicht mehr als $0^{\circ} 7' 20''$. Wenn die Erhebung von Patagonien in der Nähe der Cordillera gröszter gewesen ist als in der Nähe des atlantischen Oceans (wie es wahrscheinlich ist), dann sind diese Winkel jetzt alle zu grosz. Ich musz wiederholen, dasz, obgleich die vorstehenden Messungen, welche sämmtlich sorgfältig mit dem Barometer gemacht wurden, nicht absolut correct sein dürften, sie doch nicht grosze Fehler enthalten können.

Nach Süden von dem Santa Cruz erstrecken sich die Klippen der 840-Fusz-Ebene bis zum Coy Inlet, und wegen der nackten Flecke des weissen Sediments wird auf den Karten angegeben, dasz sie „den Küsten von Kent“ ähnlich seien. Bei Coy Inlet wendet sich die hohe Ebene landeinwärts und lässt flachgipfelige Ausläufer zurück. Bei Port Gallegos ($51^{\circ} 35'$ s. Br. und neunzig Meilen südlich vom Santa Cruz) findet sich wie mir Captain SULIVAN mitgetheilt hat, eine mit Geröll bedeckte Ebene von 200 bis 300 Fusz Höhe, welche aus zahlreichen Schichten gebildet wird, einigen feinkörnigen und blasz gefärbten, gleich den oberen Schichten an der Mündung des Santa Cruz, und anderen im Ganzen dunkleren und gröbereren, so dasz sie Sandsteinen oder Tuffen ähnlich sind: diese letzteren enthalten ziemlich grosze Fragmente von allem Anscheine nach zersetzten, vulcanischen Gesteinsarten; es finden sich auch Geröllschichten eingeschlossen. Diese Formation ist im hohen Grade merkwürdig, weil sie Säugethierreste äusserst zahlreich enthält, welche bis jetzt Prof. OWEN noch nicht untersucht hat, welche aber einige grosze, meistens aber kleine Species von Pachydermen, Edentaten und Nagethieren enthalten. Nach der

⁵ Mémoires pour servir etc., p. 178 und 217.

Erscheinung der blasz gefärbten feinkörnigen Schichten war ich geneigt anzunehmen, dasz sie den oberen Schichten des Santa Cruz entsprächen; Prof. EHRENBERG aber, welcher einige von den Handstücken untersucht hat, theilt mir mit, dasz die eingeschlossenen mikroskopischen Organismen gänzlich verschieden sind, indem sie Süszwasser- und Brackwasserformen sind. Es ist daher die 200- bis 300-Fusz-Ebene bei Port Gallegos von unbekanntem Alter, aber wahrscheinlich von späterem Ursprung als die grosze patagonische Tertiärformation.

Östliches Feuerland. — Nach der Höhe, der allgemeinen Erscheinung und der weissen Farbe der auf den Bergabhängen sichtbaren Flecke zu urtheilen gehört die oberste Ebene sowohl an der nördlichen und westlichen Seite der Magellanstrasse als auch der östlichen Küste des Feuerlandes südlich bis in die Nähe von Port S. Polycarp wahrscheinlich zur groszen patagonischen Tertiärformation. Diese höheren Tafelländer sind von niedrigen unregelmässigen ausgedehnten Ebenen umsäumt, welche zur erratischen Formation gehören⁶ und aus groben und nicht stratificirten, blätterigen, lehmigen Sandsteinen zusammengesetzt sind. Die Klippen in Sebastian-Bay sind 200 Fusz hoch, und sind aus feinem Sandstein zusammengesetzt, häufig in krummlinigen Schichten, welche harte Concretionen kalkigen Sandsteins und Geröllschichten einschlieszen. In diesen Schichten finden sich Fragmente von Holz, Krabbenfüsse, Entenmuscheln mit Corallinen incrustirt und zum Theil noch ihre Farbe zeigend, unvollkommene Fragmente einer *Pholas*, von allen bekannten Species verschieden, und einer *Venus*, welche der *V. lenticularis*, einer an der Küste von Chile lebenden Species, sehr nahe kommt, aber unbedeutend in der Form von ihr abweicht. Blätter von Bäumen sind zwischen den Schichten des lehmigen Sandsteins zahlreich; sie gehören, wie mir Dr. J. D. HOOKER⁷ mitgetheilt hat, zu drei Arten Blätter abwerfender Buchen, verschieden von den zwei Arten, welche die Hauptmasse der Bäume in diesem waldbedeckten Lande bilden. Nach diesen Thatsachen ist es schwer eine Vermuthung zu äuszern, ob wir hier einen basalen Theil der groszen patagonischen Formation oder irgend eine spätere Ablagerung vor uns haben.

⁶ Beschrieben in den Geological Transactions, Vol. VI, p. 415. (Übers. dies. Bd., Abth. II, p. 57.)

⁷ „Botany of the Antarctic Voyage“, p. 212.

Zusammenfassung über die patagonische Tertiärformation. — Vier von den sieben fossilen Muscheln von Santa Fé in Entre Rios hat D'ORBIGNY in dem Sandsteine des Rio Negro und ich selbst bei San Josef gefunden. Drei unter den sechs von San Josef sind mit denen von Port Desire und San Julian identisch, welche zwei Plätze zusammen fünfzehn Species besitzen, von welchen drei beiden gemeinsam sind. Santa Cruz hat siebzehn Species, von denen fünf Port Desire und San Julian gemeinsam zukommen. In Anbetracht der Verschiedenheit der Breite zwischen diesen verschiedenen Orten und der kleinen Anzahl von Species, die im Ganzen gesammelt wurden, nämlich nur sechsunddreißig, meine ich, dasz die obige proportionale Zahl der gemeinsam vorkommenden Species genügt um zu zeigen, dasz die untere Fossile führende Masse nahezu, ich sage aber nicht absolut, zu derselben Epoche gehört. Welches diese Epoche gewesen sein mag im Vergleich mit den europäischen Tertiärbildungen will D'ORBIGNY nicht zu bestimmen wagen. Die sechsunddreißig Species (mit Einschluß der von mir selbst und von D'ORBIGNY gesammelten) sind alle ausgestorben oder mindestens unbekannt; man muß sich aber daran erinnern, dasz die gegenwärtige Küste aus Gesehieben besteht und dasz, wie ich glaube, noch Niemand hier nach Muscheln mit dem Schleppnetz gesucht hat; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dasz einige von den Arten später noch als lebendig gefunden werden. Einige wenige von den Species sind mit jetzt existirenden nahe verwandt; dies ist nach D'ORBIGNY und Mr. SOWERBY besonders der Fall mit dem *Fusus patagonicus* und nach Mr. SOWERBY mit der *Pyrula*, der *Venus meridionalis*, der *Crepidula gregaria*, der *Turritella ambulacrum* und *T. patagonica*. Wenigstens drei von den Gattungen, nämlich *Cucullaea*, *Crassatella* und (nach der Bestimmung des Mr. SOWERBY) *Struthiolaria*, finden sich nicht in diesem Theile der Welt und *Trigonocelia* ist ausgestorben. Alles zusammen genommen weisen die Belege darauf hin, dasz diese grosze Tertiärformation von beträchtlichem Alter ist; wo ich aber von den chilenischen Schichten spreche, werde ich auf diesen Gegenstand noch einmal zurück zu kommen haben.

Der weisze bimssteinhaltige Schieferletten mit seinen reichen Gypsmassen gehört zu derselben allgemeinen Epoche mit der darunter liegenden Fossile führenden Masse, wie man aus den in den eingeschalteten Schichten bei Nuevo Gulf, San Julian und Santa Cruz

enthaltenen Muscheln schlieszen kann. Unter den siebenundzwanzig marinen mikroskopischen Gebilden, welche Prof. EHRENBURG in den Handstücken von S. Julian und Port Desire gefunden hat, sind zehn diesen beiden Plätzen gemeinsam: die drei bei Nuevo Gulf gefundenen sind verschieden. Ich habe diese Ablagerung wegen ihrer merkwürdigen Charactere und ihrer weiten Ausdehnung eingehend beschrieben. Von Coy Inlet bis nach Port Desire, eine Entfernung von 230 Meilen, ist sie sicher continuirlich; und ich habe Grund zu glauben, dasz sie sich gleichfalls bis zum Rio Chupat, Nuevo Gulf, und San Josef, eine Entfernung von 570 Meilen, erstreckt; wir haben auch gesehen, dasz eine einzelne Schicht am Rio Negro vorkommt. Bei Port San Julian ist sie von 800 bis 900 Fusz mächtig, und bei Santa Cruz erstreckt sie sich mit einem unbedeutend veränderten Character bis zur Cordillera hinauf. Nach ihrer mikroskopischen Structur und nach ihrer Analogie mit anderen Formationen in vulcanischen Districten musz sie als ursprünglich vulcanischen Ursprunges betrachtet werden: sie kann sich durch die lange andauernde Reibung ungeheurer Bimssteinmassen gebildet haben, oder, nach der Art, in welcher die Masse beim Aufsteigen des Thales von Santa Cruz in verschieden gefärbte Schichten getheilt wird, zu urtheilen, durch lange fortgesetzte Eruption von Wolken feiner Asche. In beiden Fällen müssen wir schlieszen, dasz die südlichen vulcanischen Mündungen der Cordillera, die jetzt ruhen, ungefähr um diese Periode über eine weite Strecke und für eine beträchtliche Zeit in Thätigkeit waren. Für diese Thatsache haben wir Belege: in der Breite des Rio Negro in dem Sandsteinconglomerat mit Bimsstein, und einen demonstrativen Beweis bei Santa Cruz in den ungeheuren Überschwemmungen basaltischer Lava. Es finden sich auch in der westlichen Banda Oriental deutliche Belege von vulcanischer Thätigkeit in dieser selben tertiären Periode.

Die patagonische Tertiärperiode erstreckt sich continuirlich, nur nach den Fossilien zu urtheilen, von Santa Cruz bis in die Nähe des Rio Colorado, eine Entfernung von über 600 Meilen, und erscheint über ein sehr groszes Gebiet in Entre Rios und Banda Oriental wieder, was eine totale Entfernung von 1100 Meilen ergibt; diese Formation erstreckt sich aber unzweifelhaft (obschon keine Fossile gesammelt wurden) weit nach Süden vom Santa Cruz und nach D'ORBIGNY 120 Meilen nördlich von Santa Fé. Bei Santa Cruz haben wir ge-

sehen, dass sie sich quer über den Continent erstreckt, an der Küste ist sie ungefähr 800 Fusz mächtig (bei San Julian eher mehr) und erhebt sich mit den gleichzeitigen Lavaströmen an der Basis der Cordillera bis zu einer Höhe von ungefähr 3000 Fusz. Sie liegt, wo nur immer irgend eine darunter liegende Formation gesehen werden kann, auf plutonischen und metamorphischen Gesteinen. Mit Einschlusz der neueren Pampas-Ablagerung und jener Schichten im östlichen Feuerland von zweifelhaftem Alter, ebenso wie der erratischen Formation, haben wir eine Linie von mehr als siebenundzwanzig Breitengraden, also gleich der Entfernung von der Strasse von Gibraltar bis nach dem Süden von Island, welche continuirlich aus Tertiärformationen zusammengesetzt ist. Über diesen ganzen Raum ist das Land emporgehoben worden, ohne dass die Schichten in einem einzigen Falle, soweit meine Beobachtung geht, ungleichmässig gestürzt oder durch eine Verwerfung dislocirt worden wären.

Tertiär-Formationen der Westküste.

Chonos-Archipel. — Die zahlreichen Inseln dieser Gruppe bestehen mit Ausnahme von Lemus und Ypun aus metamorphischen Schiefen; diese beiden Inseln sind aus weichen, grauen und braunen schmelzbaren, häufig geblättern Sandsteinen gebildet, welche einige wenige Geschiebe, Fragmente von schwarzer Braunkohle und zahlreiche warzige Concretionen von hartem kalkigen Sandstein enthalten. Aus diesen Concretionen auf Ypun (40° 30' s. Br.) holte ich die vier folgenden ausgestorbenen Muschelarten hervor:

1. *Turritella suturalis* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 50 (auch Navidad).
2. *Sigaretus subglobosus* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 36, 37 (ebenso).
3. *Cytheraea* (?) *sulculosa* (?) G. B. Sow., Taf. II, Fig. 14 (auch Chiloë und Huafo?).
4. *Voluta*, Fragmente.

In den nördlichen Theilen dieser Gruppe finden sich einige aus Geröll und aus der erratischen Formation bestehende Felsen. Im südlichen Theile (bei P. Andres auf Tres montes) findet sich eine vulcanische Formation wahrscheinlich tertiären Ursprungs. Die Laven erreichen eine Mächtigkeit von 200 bis 300 Fusz; sie sind in der Färbung und Beschaffenheit äusserst variabel, sind bald compact bald breccienartig oder zellig, oder amygdaloid mit Zeolith, Achat und Bolus oder Porphyroid mit glasigem, albitischen Feldspath. Auch

findet sich viel unvollkommener bröckeliger Pechstein, dessen Lücken mit pulverigem kohlensauren Kalk allem Anscheine nach von gleichalterigem Ursprung erfüllt sind. Diese Laven sind conform mit Schichten von Breccien und von braunem, Lignit enthaltenden Tuff verbunden. Die ganze Masse ist aufgebrochen und unter einem Winkel von 45° aufgerichtet worden, und zwar durch eine Reihe groszer vulcanischer Gänge, von denen einer dreissig Yards breit war. Diese vulcanische Formation ist einer in Chiloë ähnlich, welche sofort beschrieben werden soll.

Huafu. — Diese Insel liegt zwischen den Chonos und Chiloëgruppen: sie ist ungefähr 800 Fusz hoch und hat vielleicht einen Kern von metamorphischen Gesteinen. Die Schichten, welche ich untersucht habe, bestanden aus feinkörnigen lehmigen Sandsteinen mit Fragmenten von Lignit und Concretionen von kalkigem Sandstein. Ich sammelte die folgenden ausgestorbenen Muscheln, von denen sich die *Turritella* in groszer Anzahl fand:

1. *Bulla cosmophila* G. B. SOWERBY, Taf. III, Fig. 35.
2. *Pleurotoma subaequalis* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 52.
3. *Fusus cleryanus* D'ORB., Voyage, Pal. Pl. XII, Fig. 6, 7 (auch bei Coquimbo).
4. *Triton leucostomoides* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 64.
5. *Turritella chilensis* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 51 (auch Mocha).
6. *Venus*, wahrscheinlich eine besondere Species, aber sehr unvollkommen.
7. *Cytheraea* (?) *sulculosa* (?) G. B. Sow., Taf. II, Fig. 14.
8. *Dentalium majus* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 3.

Chiloë. — Diese schöne Insel ist ungefähr hundert Meilen lang. Der ganze südliche Theil und die ganze westliche Küste besteht aus Glimmerschiefer, welcher auch in den Schluchten im Innern zu sehen ist. Die centralen Berge erheben sich zu einer Höhe von 3000 Fusz und sollen zum Theil aus Granit und Grünstein gebildet sein. Es finden sich zwei kleine vulcanische Districte. Die östliche Küste und grosze Theile des nördlichen Endes der Insel sind aus Geröll der erratischen Formation und darunterliegenden horizontalen Schichten zusammengesetzt. Die letzteren sind zwanzig Meilen lang südlich und nördlich von Castro deutlich entwickelt: sie variiren im Character von gewöhnlichem Sandstein zu feinkörnigem blättrigen Schieferletten: alle die Exemplare, welche ich untersuchte, sind leicht schmelzbar und einige von den Schichten könnte man vulcanische Sandsteine nennen.

Diese letzteren Schichten stehen vielleicht mit einer Masse säuligen Trachyts in Beziehung, welche hinter Castro vorkommt. Der Sandstein enthält gelegentlich Geschiebe und viele Fragmente und Schichten von Lignit; der letztere besteht zuweilen aus Holz, andere Arten aus Blättern: eine Schicht an der Nordwestseite von Lemuy ist nahezu zwei Fusz mächtig. Es findet sich viel verkieseltes Holz, sowohl gewöhnliche Dicotyledonen als Coniferen: ein Durchschnitt eines Exemplares in der Richtung der Markstrahlen zeigt, wie mir R. BROWN mitgetheilt hat, die Scheiben in einer doppelt abwechselnd gestellten Reihe und nicht entgegengesetzt wie in den echten Araucarien. Marine fossile Reste fand ich nur an einem Orte in einigen Concretionen harten kalkigen Sandsteins: in mehreren anderen Districten habe ich beobachtet, dasz organische Reste ausschlieszlich auf derartige Concretionen beschränkt waren; haben wir diese Thatsache durch die Annahme zu erklären, dasz die Muscheln nur an diesen Punkten lebten, oder ist es nicht wahrscheinlicher, dasz ihre Reste nur da erhalten wurden, wo Concretionen gebildet wurden? Die Muscheln finden sich hier in einem schlechten Zustande, sie bestehen aus:

1. *Tellinides* (?) *oblonga* G. B. SOWERBY, Taf. II, Fig. 12 (nach D'ORBIGNY'S Meinung eine *Solenella*).
2. *Natica striolata* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 39.
3. *Natica* (?) *pumila* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 38.
4. *Cytheraea* (?) *sulculosa* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 14 (auch Ypun und Huafo?).

Am nördlichen Ende der Insel in der Nähe von S. Carlos findet sich eine grosze vulcanische Formation von zwischen 500 und 700 Fusz Mächtigkeit. Die gewöhnlichste Lava ist schwärzlich-grau oder braun, entweder blasig oder amygdaloid mit Kalkspath und Bolus: die meisten, selbst die dunkelsten Varietäten schmelzen zu einem blaszgefärbten Glase. Die nächstgemeine Varietät ist ein bröckeliger, selten gut characterisirter Pechstein (der in ein weiszes Glas schmilzt), welcher in der unregelmässigsten Art und Weise in steinige graue Laven übergeht. Dieser Pechstein ebenso wie ein purpurner Thonstein-Porphyr ist sicher in der Form von Strömen ausgeflossen. Diese verschiedenen Laven gehen häufig in einer beträchtlichen Tiefe von der Oberfläche in der plötzlichsten und eigenthümlichsten Weise in Wacke über. Grosze Massen des soliden Gesteins sind in Breccie zerfallen und es war meist unmöglich, nachzuweisen, ob der Procesz des später von

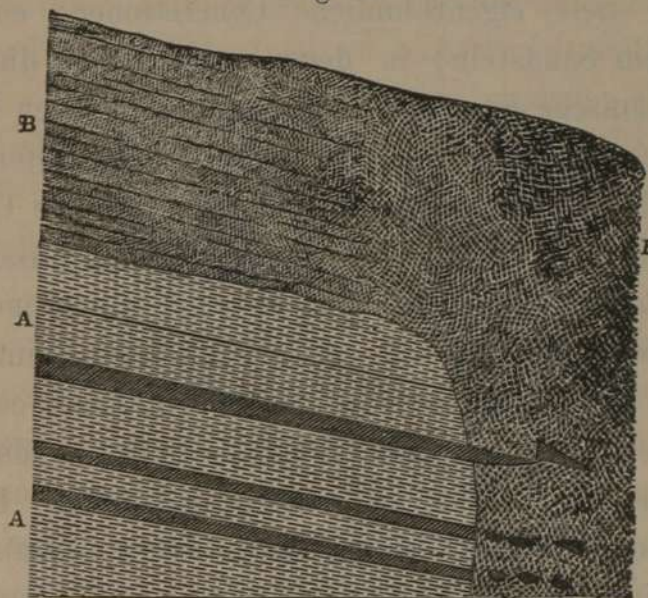
Neuem eingetretenen Cementirens auf feurigem oder flüssigem Wege vor sich gegangen ist⁸. Die Schichten sind undeutlich von einander getrennt; sie sind zuweilen durch Züge von Tuff und Geschiebschichten von einander getheilt. An einer Stelle lagen sie auf Tuffen und Sandsteinen, allem Anscheine nach von submarinem Ursprung, und an einer andern Stelle wurden sie von solchen bedeckt.

Die benachbarte Halbinsel von Lacuy wird beinahe gänzlich aus tuffigen Ablagerungen gebildet, welche wahrscheinlich ihrem Ursprunge nach mit den oben beschriebenen Bergen im Zusammenhang stehen. Die Tuffe sind blasz gefärbt, wechseln mit blätterigen Schieferletten und Sandsteinen (sämmtlich leicht schmelzbar) ab, und gehen zuweilen in feinkörnige weisse Schichten, welche in auffallender Weise der groszen Infusorien-Ablagerung von Patagonien ähnlich sind, und zuweilen in Breccien mit Bimssteinstücken im letzten Stadium des Zerfalls über; diese wiederum gehen in gewöhnliche grobe Breccien und Conglomerate harter Gesteine über. Innerhalb sehr kleiner Entfernungen giengen einige von den feineren Tuffen häufig in einer eigenthümlichen Weise ineinander über, nämlich dadurch, dasz unregelmässige polygone Concretionen der einen Varietät so stark und so plötzlich an Grösze zunahmen, dasz die zweite Varietät, anstatt noch länger die ganze Masse zu bilden, bloss in dünnen Adern zwischen den Concretionen übrig blieb. An einer geraden Felsenkette bei Point Tenuy untersuchte ich den folgenden merkwürdigen Durchschnitt: auf der linken Seite besteht der untere Theil (A A) aus regelmässigen, abwechselnden Schichten von braunen Tuffen und grünem blätterigen Schieferletten, welche sanft nach rechts geneigt waren und conform von einer Masse einer weissen tuffartigen und breccienartigen Ablagerung (B links) bedeckt waren. Auf der rechten Seite besteht der ganze Felsen (B B rechts) aus derselben weissen, tuffartigen Substanz, welche auf dieser Seite kaum eine Spur von Schichtung darbietet, aber nach links sehr allmählich und

⁸ In einem Felsen der härtesten fragmentären Masse fand ich mehrere gewundene, verticale Adern, in ihrer Dicke von wenigen Zehnteln bis zu anderthalb Zoll variirend, von einer Substanz, von welcher ich keine Beschreibung gesehen habe. Sie ist glänzend und von brauner Farbe; sie ist dünn geblättert, die Blätter sind durchscheinend und elastisch; sie ist ein wenig härter als Kalkspath; vor dem Löthrohr ist sie unschmelzbar, decrepitirt zuweilen, gibt Wasser ab, rollt sich auf, wird schwarz und magnetisch. Borax löst leicht eine beträchtliche Menge davon auf und gibt ein grün gefärbtes Glas. Ich habe keine Idee, was eigentlich ihre Natur ist. Als ich sie zuerst sah, hielt ich sie fälschlich für Lignit.

im Ganzen undeutlich in Schichten getheilt wird, welche mit den darunterliegenden Schichten (A A) völlig conform sind: überdies sind einige wenige Hundert Yards weiter nach links, wo die Oberfläche weniger denudirt worden ist, die tuffigen Schichten (B links) conform von einer andern Reihe von Schichten bedeckt, gleich den darunterliegenden (A A) des Durchschnitts. In der Mitte der Zeichnung sieht man die Schichten (A A) plötzlich abgeschnitten und gegen die tuffartige, nicht geschichtete Masse anstoszen; aber die Verbindungslinie ist zufällig nicht steil genug dargestellt, denn ich bemerkte besonders, dasz, ehe die Schichten nach rechts hin aufgerichtet worden sind, diese Linie nahezu vertical gewesen sein musz. Allem Anscheine nach hat

Fig. 21.



Meeresspiegel.

ein Wasserstrom sich einen tiefen und steilen submarinen Canal ausgewaschen und ist zu derselben Zeit oder später mit der tuffartigen und brecciolirten Masse ausgefüllt worden und hat dieselbe über die umgebenden submarinen Schichten ausgebreitet; die Masse wird nämlich in diesen entfernteren und weniger gestörten Theilen stratificirt und überdies später von andern nicht im Durchschnitte gezeichneten Schichten bedeckt (gleich denen A A). Es ist eigenthümlich, dasz drei von den Schichten (von A A) in ihrer gehörigen Richtung über die Verbindungslinie mit der weissen tuffigen Masse, wie es in der Zeichnung dargestellt ist, verlängert worden sind: die verlängerten Theile von zweien der Schichten sind abgerundet, an der dritten ist das Endfragment nach oben gehoben worden: wie diese Schichten in dieser

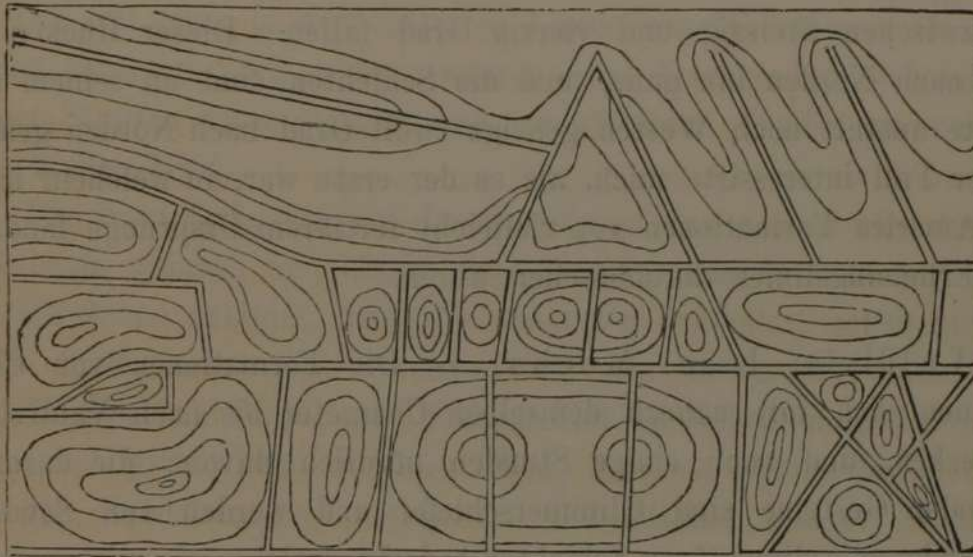
Weise verlängert erhalten worden sein können, will ich nicht zu erklären wagen. In einem anderen Durchschnitt auf der entgegengesetzten Seite eines Vorgebirges fand sich am Fusze dieser nämlichen Verbindungslinie, d. h. im Grunde des alten submarinen Canals ein Haufen von Fragmenten der Schichten (A A), deren Zwischenräume mit der weissen tuffigen Masse erfüllt waren: dies ist genau das, was sich unter solchen Bedingungen hätte erwarten lassen.

Die verschiedenen tuffartigen und andern Schichten an diesem nördlichen Ende von Chiloë gehören wahrscheinlich zu dem nämlichen Alter, wie die in der Nähe von Castro, und sie enthalten wie dort viele Fragmente von schwarzer Braunkohle und von verkieseltem und pyritartigem Holz, die häufig dicht bei einander eingebettet sind. Sie enthalten auch viele eigenthümliche Concretionen: einige sind von hartem kalkigem Sandstein, in denen es scheinen dürfte als wären gebrochene vulcanische Krystalle und Glimmerblättchen besser erhalten worden (wie in dem Falle mit den organischen Resten in der Nähe von Castro), als in der umgebenden Masse. Andere Concretionen in der weissen Breccie sind von einer harten, eisenschüssigen und doch schmelzbaren Beschaffenheit; sie sind so rund wie Kanonenkugeln und variiren von zwei oder drei Zoll bis zu zwei Fusz im Durchmesser; innen bestehen sie meist entweder aus feinem kaum cohärentem vulcanischen Sande⁹ oder aus einem thonigen Tuff; in diesem letzteren Falle war die äuszere Kruste ganz dünn und hart. Einige von den sphärischen Kugeln waren in der Linie ihres Äquators von einer perlenschnurartigen Reihe kleinerer Concretionen eingefasst. Ferner fanden sich andere unregelmässig geformte und aus einem harten compacten aschenfarbigen Steine bestehende Concretionen mit einem beinahe porcellanartigen Bruch, welche der Zunge anhiengen und ohne irgend welche kalkige Substanz waren. Diese Schichten werden auch von vielen Adern durchzogen, welche Gyps, eisenschüssige Masse, Kalkspath und Achat enthalten. Man konnte hier mit merkwürdiger Deutlichkeit sehen, wie innig die Bildung von Concretionen und das Entstehen von Spalten und Adern zu einander in Beziehung stehen. Der folgende Durchschnitt ist eine genaue Darstellung einer horizontalen Stelle von Tuff, die ungefähr vier Fusz lang und zwei und einen

⁹ Die häufig vorkommende Neigung des Eisens, incohärente Substanz enthaltende hohle Concretionen oder Schalen zu bilden ist eigenthümlich; d'Aubuisson (Traité de Géogn., Tom. I, p. 318) macht hierüber Bemerkungen.

halben Fusz breit war: die doppelten Linien stellen die theilweise mit Eisenoxyd und Achat erfüllten Spalten dar, die gebogenen Linien zeigen den Verlauf der unzähligen concentrischen concretionären Zonen

Fig. 22.



Grundrisz, um die Beziehung zwischen Adern und concretionären Zonen in einer Tuffmasse zu zeigen.

von verschiedenen Farbenschattirungen und von verschiedenen Graden der Grobheit in den Tuffpartikeln. Die Symmetrie und Complexität der Anordnung geben der Fläche ein elegantes Ansehen. Man kann sehen, wie augenfällig die Spalten die Gestalt zuweilen der ganzen Concretion und zuweilen nur ihrer centralen Theile bestimmen (oder von dieser bestimmt sind). Die Spalten bestimmen auch die Krümmungen der langen wellenartigen Zonen concretionärer Thätigkeit. Nach der verschiedenen Zusammensetzung der Adern und Concretionen ist der Betrag chemischer Einwirkung, welcher die Masse unterlegen ist, überraschend grosz; und es dürfte auch aus der Verschiedenheit in der Grösze der Stückchen in den concretionären Zügen hervorgehen, dasz die Masse inneren mechanischen Bewegungen ausgesetzt gewesen ist.

Auf der Halbinsel von Lacuy sind die Schichten auf einer Breite von vier Meilen in drei deutlichen und einigen anderen undeutlichen Erhebungslinien, welche fast genau von Norden nach Süden gehen, emporgehoben worden. Die eine ungefähr zweihundert Fusz hohe Linie ist regelmäszig antiklinisch, die Schichten fallen nach beiden Seiten hin unter einem Winkel von 15° von einem centralen Er-

hebungsthale von ungefähr 300 Yards Breite ab. Ein zweiter schmaler steiler Rücken von nur sechzig Fusz Höhe ist monoklinisch, die Schichten fallen sämmtlich nach Westen hin ab; diejenigen an beiden Seiten sind unter einem Winkel von zehn bis fünfzehn Grad geneigt, während diejenigen an dem Rücken in derselben Richtung unter einem Winkel von zwischen dreißig und vierzig Grad fallen. Dieser Rücken vergeht nach Norden hin ganz, und die Schichten sind an seinem Endpunkte anstatt nach Westen geneigt zwölf Grad nach Norden geneigt. Dieser Fall interessirte mich, als es der erste war, in welchem ich in Süd-America Formationen von vielleicht tertiärem Ursprunge fand, die von Erhebungslinien durchbrochen waren.

Valdivia: Insel Mocha. — Die Formationen von Chiloë scheinen sich mit nahezu demselben Character bis nach Valdivia zu erstrecken, und noch einige Stunden nördlich davon: die darunterliegenden Gesteine sind Glimmerschiefer und werden von Sandstein und anderen sedimentären Schichten bedeckt, welche, wie mir versichert wurde, an vielen Orten Braunkohlenschichten enthalten. Ich landete nicht auf der Insel Mocha ($38^{\circ} 20'$ s. Br.), aber Mr. STOKES brachte mir Handstücke des grauen feinkörnigen leicht kalkigen Sandsteins, genau gleich dem von Huafo, welcher Lignit und zahlreiche Turritellen enthielt. Die Insel ist flachgipfelig, 1240 Fusz hoch und erscheint wie ein einzelnes vorliegendes Stück der sedimentären Schichten auf dem Festlande. Die wenigen hier gesammelten Muscheln sind:

1. *Turritella chilensis* G. B. SOWERBY, Taf. IV, Fig. 51 (auch in Huafo).
2. *Fusus*, sehr unvollkommen, etwas dem *F. subreflexus* von Navidad ähnlich (Taf. IV, Fig. 57), aber wahrscheinlich verschieden.
3. *Venus*, Bruchstücke.

Concepcion. — Segelt man von Valdivia nach Norden, so sieht man, dasz die Küstenberge zuerst in der Nähe des Rio Tolten den nämlichen mineralogischen Character annehmen, und ihn dann für 150 Meilen nach Norden beibehalten, wie er sofort bei Concepcion beschrieben werden soll. Ich hörte an vielen Orten von Braunkohlenschichten, von denen einige schön glänzend sein sollen, und gleichfalls von verkieseltem Holz: in der Nähe des Tolten sind die Klippen niedrig, aber bald nehmen sie an Höhe zu; und die horizontalen Schichten sind mit einer nahezu ebenen Oberfläche verlängert, bis sie an einen Höhenzug zwischen P. Rumena und Lavapie anstoszen. Hier

sind die Schichten von mindestens acht oder neun parallelen Erhebungszügen, welche von Osten oder Ost-Nord-Ost nach Westen oder West-Süd-West hinziehen, aufgebrochen worden. Diese Linien können mit dem Auge viele Meilen weit in's Innere verfolgt werden: sie sind Alle monoklinische, die Schichten in jeder fallen zwischen Süden und Süd-Süd-Ost mit einer in den centralen Linien ungefähr vierzig Grad und in den äusseren noch unter zwanzig Grad betragenden Neigung ein. Dieser Streifen eines symmetrisch erschütterten Landes ist ungefähr acht Meilen breit.

Die Insel Quiriquina in der Bucht von Concepcion wird aus verschiedenen weichen und häufig eisenschüssigen Sandsteinen mit Zügen von Geschiebe gebildet, und die untersten Schichten gehen zuweilen in ein Conglomerat über, welches auf den darunterliegenden metamorphischen Schiefen liegt. Diese Schichten enthalten untergeordnete Lager von grünlichem, unreinen Thon, weichem glimmerhaltigen und kalkigen Sandstein und röthlicher, zerreiblicher erdiger Masse mit weissen Flecken wie zersetzte Feldspathkrystalle; sie enthalten auch harte Concretionen, Fragmente von Muscheln, Braunkohle und verkieseltes Holz. Im oberen Theile gehen sie in weisse, weiche Sedimente und Breccien über, denen sehr ähnlich die von Chiloë beschrieben wurden, wie überhaupt die ganze Formation jener sehr ähnlich ist. Bei Lirguen und an anderen Orten auf der östlichen Seite der Bucht finden sich gute Durchschnitte der unteren Sandsteine, welche meist eisenhaltig sind, aber im Character variiren und selbst in eine thonige Beschaffenheit übergehen; sie enthalten harte Concretionen, Braunkohlenfragmente, verkieseltes Holz und Geschiebsteine (von den nämlichen Gesteinsarten wie die Geschiebe in den Sandsteinen von Quiriquina) und sie wechseln mit zahlreichen, häufig sehr dünnen Lagen von unvollkommener Kohle meist von geringem specifischen Gewicht ab. Die Hauptschicht ist hier drei Fusz mächtig; und nur die Kohle dieser einen Schicht hat einen glänzenden Bruch. Eine andere unregelmässige krummlinige Schicht von brauner compacter Braunkohle ist merkwürdig, weil sie in einer Masse groben Gerölls eingeschlossen ist. Diese unvollkommenen Steinkohlen entzündeten sich von selbst, wenn sie auf einen Haufen zusammengelegt werden. Die Klippen an dieser Seite der Bucht ebenso wie auf der Insel Quiriquina sind mit rother zerreiblicher Erde bedeckt, welche, wie im zweiten Capitel angegeben wurde, neuerer Bildung ist. Die Schichtung in der Umgebung dieser

Örtlichkeiten ist meist horizontal; aber in der Nähe von Lirguen fallen die Schichten nordwestlich unter einem Winkel von 23° ; auch bei Concepcion sind sie geneigt; am nördlichen Ende von Quiriquina sind sie unter einem Winkel von 30° , und am südlichen Ende unter Winkeln, welche von 15 bis 40° variiren, emporgerichtet worden; diese Dislocationen müssen unter dem Meere stattgefunden haben.

Eine Sammlung von Muscheln von der Insel Quiriquina ist von D'ORBIGNY beschrieben worden: sie sind alle ausgestorben und aus ihren generischen Merkmalen schloz D'ORBIGNY, dasz sie tertiären Ursprungs seien; es sind dies die folgenden:

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Scalaria chilensis</i> D'ORB. Voyage, Part. Pal. | 8. <i>Cardium acuticostatum</i> D'ORB Voyage, Pal. |
| 2. <i>Natica araucana</i> D'ORB. | 9. <i>Venus auca</i> D'ORB. |
| 3. <i>Natica australis</i> D'ORB. | 10. <i>Mactra Cecileana</i> D'ORB. |
| 4. <i>Fusus difficilis</i> D'ORB. | 11. <i>Mactra araucana</i> D'ORB. |
| 5. <i>Pyrula longirostra</i> D'ORB. | 12. <i>Arca araucana</i> D'ORB. |
| 6. <i>Pleurotoma araucana</i> D'ORB. | 13. <i>Nucula Largillierti</i> D'ORB. |
| 7. <i>Cardium auca</i> D'ORB. | 14. <i>Trigonia Hanetiana</i> D'ORB. |

Während eines zweiten Besuches des Beagle in Concepcion sammelte Mr. KENT für mich etwas verkieseltes Holz und Muscheln aus den Concretionen im Sandstein von Tome, eine kurze Strecke nördlich von Lirguen gelegen; sie bestehen aus:

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Natica australis</i> D'ORB. Voyage, Pal. | kommen, um beschrieben zu werden. |
| 2. <i>Mactra araucana</i> D'ORB. | 5. <i>Baculites vagina</i> E. FORBES, Taf. V, Fig. 3. |
| 3. <i>Trigonia Hanetiana</i> D'ORB. | 6. <i>Nautilus d'Orbignyianus</i> E. FORBES, Taf. V, Fig. I (a) und I (b). |
| 4. <i>Pecten</i> , Fragmente wahrscheinlich zweier Species, aber zu unvoll- | |

Auszer diesen Muscheln fand Captain BELCHER¹⁰ hier einen Ammoniten, nahezu drei Fusz im Durchmesser, und so schwer, dasz er ihn nicht fortbringen konnte; Fragmente davon sind im Haslar Hospital niedergelegt: er fand auch die verkieselten Wirbel irgend eines sehr groszen Thieres. Nach der Identität in der mineralogischen Beschaffenheit der Gesteine, und nach Captain BELCHER's minutiöser Beschreibung der Küste zwischen Lirguen und Tome gehören die Fossile führenden Concretionen dieses letzteren Ortes sicher zu derselben Formation wie die von mir selbst bei Lirguen untersuchten Schichten; und diese wieder

¹⁰ „Zoology of Capt. Belcher's Voyage“, p. 163.

sind ohne Zweifel die nämlichen wie die Schichten von Quiriquina; überdies sind die ersten drei von den Muscheln von Tome, obschon sie in den nämlichen Concretionen mit dem Baculiten zusammen vorkommen, identisch mit den Species von Quiriquina. Es gehören daher der sämmtliche Sandstein und die Braunkohlen führenden Schichten in dieser Nähe sicher zu einer und derselben Formation. Obschon die Gattungscharacterere der Quiriquina-Fossilien D'ORBIGNY naturgemäsz zu der Annahme führten, dasz sie tertiären Ursprungs seien, so müssen wir, da wir sie jetzt mit dem *Baculites vagina* und mit einem Ammoniten in Gesellschaft finden, nach der Meinung von D'ORBIGNY und wenn wir uns durch die Analogie der nördlichen Hemisphäre leiten lassen, dieselben zum System der Kreide rechnen. Überdies ist der *Baculites vagina*, welcher in einem leidlichen Erhaltungsstande ist, wie Prof. E. FORBES bemerkt, allem Anscheine nach sicher mit einer Species identisch, welche er aus Pondicherry so genannt hat, wo sie mit zahlreichen, entschieden der Kreide angehörigen Species vergesellschaftet ist, welche am meisten den Formen aus dem unteren Grünsand oder Neocom sich nähern: diese Thatsache ist in Anbetracht der ungeheuern Entfernung zwischen Chile und Indien wirklich überraschend. Ferner ist der *Nautilus d'Orbignyanus*, soweit sein unvollkommener Erhaltungsstand einen Vergleich zulässt, wie mir Prof. FORBES mitgetheilt hat, sowohl in seiner allgemeinen Form als in der seiner Kammern zwei Arten vom obern Grünsand ähnlich. Es mag hinzugefügt werden, dasz eine jede von den oben genannten Gattungen von Quiriquina, welche einen augenscheinlich tertiären Character haben, in den Schichten von Pondicherry gefunden wird. Es bestehen indessen einige Schwierigkeiten bei dieser Ansicht, dasz die Formation bei Concepcion der Kreide angehöre, welche ich später erwähnen werde; ich will hier nur angeben, dasz das *Cardium auca* auch bei Coquimbo gefunden wird, an welchem Orte die Schichten, wie nicht bezweifelt werden kann, tertiär sind.

Navidad⁴¹. — Die Formation von Concepcion erstreckt sich eine Strecke nach Norden, wie weit aber, weisz ich nicht; denn der nächste Punkt, an dem ich landete, war Navidad, 160 Meilen nördlich von Concepcion und sechzig Meilen südlich von Valparaiso. Die Klippen

⁴¹ Ich wurde durch den Rapport über Gay's geologische Untersuchungen in den Annales des Sciences natur. (1. Sér.) Tom. 28 auf diese Localität hingeführt.

sind hier ungefähr 800 Fusz hoch: sie bestehen, wo ich sie nur immer untersuchen konnte, aus feinkörnigem gelblichen erdigen Sandstein mit eisenschüssigen Adern und mit Concretionen von hartem kalkigen Sandstein. An einer Stelle fanden sich viele Geschiebe von den gemeinen metamorphischen Porphyrarten der Cordillera, und in der Nähe der Basis der Klippen beobachtete ich einen einzelnen abgerundeten erratischen Block von Grünstein, nahezu einen Yard im Durchmesser. Ich verfolgte diese Sandsteinformation unter der oberflächlichen Decke von Geröll eine Strecke weit landeinwärts: die Schichten sind unbedeutend von der See nach der Cordillera zu geneigt, was augenscheinlich dadurch verursacht worden ist, dasz sie gegen oder rund um vorliegende Massen von Granit angehäuft worden sind, von dem einige Spitzen in der Nähe der Küste vorspringen. Der Sandstein enthält Fragmente von Holz entweder im Zustande der Braunkohle oder theilweise verkieselt, Haifischzähne und Muscheln in groszer Anzahl, sowohl hoch oben als tief unten an den Meeresklippen. *Pectunculus* und *Oliva* waren den Individuen nach am zahlreichsten, ihnen zunächst kamen *Turritella* und *Fusus*. Ich sammelte in einer kurzen Zeit, obgleich ich von Unwohlsein zu leiden hatte, die folgenden einunddreissig Species, welche sämmtlich ausgestorben sind und von denen mehrere Gattungen gegenwärtig (wie wir später sehen werden) auch nicht annähernd so weit nach Süden reichen:

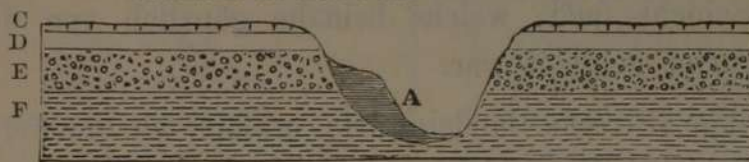
1. *Gastridium cepa* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 68, 69.
2. *Monoceros*, Fragmente, von D'ORBIGNY für eine neue Species gehalten.
3. *Voluta alta* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 75 (von D'ORBIGNY für verschiedene von der *V. alta* von Santa Cruz gehalten).
4. *Voluta triplicata* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 74.
5. *Oliva dimidiata* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 76, 77.
6. *Pleurotoma discors* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 54.
7. *P. turbinelloides* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 53.
8. *Fusus subreflexus* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 57.
9. *F. pyruliformis* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 56.
10. *Fusus*, mit *F. vulgaris* verwandt, Taf. IV, Fig. 55 (von D'ORBIGNY für eine verschiedene Species gehalten).
11. *Turritella suturalis* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 50.
12. *T. patagonica* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 48 (Fragmente).
13. *Trochus laevis* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 46, 47.
14. *Tr. collaris* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 44, 45 (von D'ORBIGNY für Jugendform von *Tr. laevis* gehalten).
15. *Cassis monilifer* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 65.
16. *Pyrula distans* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 61.
17. *Triton verruculosus* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 63.

18. *Sigaretus subglobosus* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 36, 37.
19. *Natica solida* G. B. Sow., Taf. III, Fig. 40, 41 (es ist zweifelhaft, ob die *N. solida* von Santa Cruz dieselbe Species wie diese ist).
20. *Terebra undulifera* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 72, 73.
21. *T. costellata* G. B. Sow., Taf. IV, Fig. 70, 71.
22. *Bulla*, Fragmente.
23. *Dentalium giganteum* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 1.
24. *D. sulcosum* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 2.
25. *Corbis* (?) *laevigata* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 11.
26. *Cardium multiradiatum* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 16.
27. *Venus meridionalis* G. B. Sow., Taf. II, Fig. 13.
28. *Pectunculus dispar* (?) DESH. (VON D'ORBIGNY FÜR EINE VERSCHIEDENE SPECIES GEHALTEN).
29. 30. *Cytheraea* und *Maetra*, Fragmente (VON D'ORBIGNY FÜR NEUE SPECIES GEHALTEN).
31. *Pecten*, Fragmente.

Coquimbo. — Auf mehr als zweihundert Meilen nach Norden von Navidad besteht die Küste aus plutonischen und metamorphischen Gesteinsarten mit Ausnahme einiger völlig unbedeutender oberflächlicher Schichten von recentem Ursprunge. Bei Tonguay, fünfundzwanzig Meilen südlich von Coquimbo, beginnen wieder tertiäre Schichten. Ich habe bereits im zweiten Capitel die stufenförmigen Ebenen von Coquimbo minutiös beschrieben, ebenso die oberen kalkigen Schichten (von zwanzig bis dreiszig Fusz Mächtigkeit), welche Muscheln recenter Species enthalten, aber in verschiedenen Verhältniszahlen von den jetzt am Strande vorkommenden. Es bleiben nur die darunterliegenden alten tertiären Schichten zu beschreiben übrig, die in der folgenden Zeichnung (hier wieder abgedruckt) durch die Buchstaben F und E bezeichnet werden:

Fig. 23.

Oberfläche der Ebene 253 Fusz über dem Meere.



Meeresspiegel.

- | | | |
|---|---|---|
| <p>F Unterer Sandstein mit Concretionen und verkieselten Knochen,</p> <p>E Oberer eisenschüssiger Sandstein mit zahlreichen Balanen</p> <p>C und D Kalkige Schichten mit recenten Muscheln.</p> <p>A Geschichteter Sand in einer Schlucht, gleichfalls mit recenten Muscheln.</p> | } | <p>mit fossilen, sämtlich oder beinahe alle, ausgestorbenen Muscheln.</p> |
|---|---|---|

Durchschnitt der Tertiärformation bei Coquimbo.

Ich erhielt gute Durchschnitte der Schicht F nur in der Herradura-Bucht: sie besteht aus weichem weiszlichen Sandstein, mit eisenhaltigen Adern, einigen Granitgeschieben und concretionären Schichten von hartem kalkigen Sandstein. Diese Concretionen sind merkwürdig wegen der groszen Anzahl groszer verkieselter Knochen, augenscheinlich von walfischartigen Thieren, welche sie enthalten, und gleichfalls von Zähnen eines Haifisches, welche denen des *Carcharias megalodon* sehr ähnlich sind. Muscheln der folgenden Species, von denen die riesenhafte Auster und *Perna* die augenfälligsten sind, sind in den Concretionen zahlreich eingeschlossen:

1. *Bulla ambigua* D'ORB., Voyage, Pal.
2. *Monoceros Blainvillii* D'ORB.
3. *Cardium auca* D'ORB.
4. *Panopaea coquimbensis* D'ORB.
5. *Perna Gaudichaudii* D'ORB.
6. *Artemis ponderosa*; MR. SOWERBY kann kein Merkmal finden, welches diese fossile Art von der recenten *A. ponderosa* unterscheidet; es ist sicher eine *Artemis*, wie es der Manteleindruck ergibt.
7. *Ostrea patagonica* (?) MR. SOWERBY kann kein Unterscheidungsmerkmal zwischen dieser und der für die patagonische Formation so eminent charakteristischen Art nachweisen; er will aber nicht zu behaupten wagen, dasz sie identisch sind.
8. Fragmente einer *Venus* und *Natica*.

Die Klippen an der einen Seite der Herradura-Bucht sind mit einer Masse von geschichteten Geröllsteinen bedeckt, welche ein wenig kalkige Substanz enthalten, und ich zweifelte zuerst nicht daran, dasz sie zu der nämlichen neueren Formation gehörten wie das Geröll auf den umgebenden Ebenen, welches gleichfalls durch kalkige Substanz cementirt ist, bis ich zu meiner Überraschung in der Mitte ein einzelne dünne Schicht fand, welche beinahe gänzlich von der obigen riesenhaften Auster gebildet war.

Eine geringe Strecke landeinwärts erhielt ich mehrere Durchschnitte der Schicht (E), welche, obschon sie im Ansehen von der unteren Schicht (F) verschieden ist, doch zu der nämlichen Formation gehört: sie besteht aus einer in hohem Grade eisenschüssigen sandigen Masse, die beinahe ganz, wie die unterste Schicht bei Port S. Julian, aus Balaniden-Fragmenten zusammengesetzt ist; sie enthält einige Rollsteine und Schichten gelblich-braunen Schieferlettens. Die eingeschlossenen Muscheln bestehen aus:

1. *Monoceros Blainvillii* D'ORB., Voyage, Pal.
2. *M. ambiguus* G. B. SOW., Taf. IV, Fig. 66, 67.
3. *Anomia alternans* G. B. SOW., Taf. II, Fig. 25.
4. *Pecten rudis* G. B. SOW., Taf. III, Fig. 32.
5. *Perna Gaudichaudii* D'ORB., Voyage, Pal.
6. *Ostrea patagonica* (?) id.
7. *Ostrea*, eine kleine Art in unvollkommenem Erhaltungszustande; sie erschien mir einer kleinen jetzt in der Bucht lebenden, aber sehr seltenen Art gleich.
8. *Mytilus chiloënsis*: Mr. SOWERBY kann, soweit der nicht sehr vollkommene Erhaltungszustand eine Vergleichung gestattet, kein Unterscheidungsmerkmal zwischen dieser fossilen und der recenten Species finden.
9. *Balanus coquimbensis* G. B. SOW., Taf. II, Fig. 7.
10. *Balanus psittacus* KING (?). Er scheint Mr. SOWERBY und mir selbst mit einer sehr groszen und häufigen, jetzt an der Küste lebenden Art identisch zu sein.

Die obersten Schichten dieser eisenhaltigen sandigen Masse werden von der kalkigen Substanz der Schicht (D), Losa genannt, conform bedeckt und bis zur Tiefe von mehreren Zollen imprägnirt: ich bildete mir eine Zeit lang ein, dasz ein allmählicher Übergang zwischen ihnen stattfinde; da aber sämmtliche Species in der Schicht (D) recent sind, während die charakteristischsten Muscheln der obersten Schichten von (E) die ausgestorbenen *Perna*, *Pecten* und *Monoceros* sind, so stimme ich mit D'ORBIGNY überein, dasz diese Ansicht irrig ist, und dasz nur ein mineralogischer Übergang zwischen ihnen besteht, und kein allmählicher Übergang in der Natur ihrer organischen Reste. Auszer den vierzehn aus diesen zwei unteren Schichten aufgezählten Species hat D'ORBIGNY noch zehn andere ihm aus dieser Örtlichkeit gegebene Species beschrieben, nämlich:

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Fusus Cleryanus</i> D'ORB., „Voyage, Pal.“ | 6. <i>Venus Petitiana</i> D'ORB., „Voyage, Pal.“ |
| 2. <i>F. Petitianus</i> D'ORB. | 7. <i>Venus chilensis</i> D'ORB. |
| 3. <i>Venus Hanetiana</i> D'ORB. | 8. <i>Solecurtus Hanetianus</i> D'ORB. |
| 4. <i>V. incerta</i> (?) D'ORB. | 9. <i>Maetra auca</i> D'ORB. |
| 5. <i>V. Cleryana</i> D'ORB. | 10. <i>Oliva serena</i> D'ORB. |

Diese vierundzwanzig Muscheln sind sämmtlich ausgestorben, mit Ausnahme nach Mr. SOWERBY von *Artemis ponderosa*, *Mytilus chiloënsis*, und wahrscheinlich des groszen *Balanus*.

Von Coquimbo bis Copiapo. — Einige wenige Meilen nördlich von Coquimbo traf ich auf die eisenhaltige, Balanen führende

Masse (E) mit vielen verkieselten Knochen; mir wurde mitgetheilt, dasz diese verkieselten Knochen auch bei Tonguay südlich von Coquimbo vorkommen: ihre Anzahl ist sicher merkwürdig und sie scheinen die Stelle des verkieselten Holzes einzunehmen, welches an den Küstenformationen des südlichen Chile so gemein ist. In dem Thale von Chañeral sah ich wiederum die nämliche Formation mit den neueren kalkigen Schichten bedeckt. Ich verliesz hier die Küste und sah nichts mehr von den tertiären Formationen bis ich bei Copiapo wieder an das Meer herabstieg; hier fand ich an einer Stelle verschieden gefärbte Schichten von Sand und weichem Sandstein, mit Säumen von Gyps, und an einer andern Stelle eine zerbröckelte muschelige Masse mit Schichten von Tripel und Säumen von Gyps, welche viele ausgestorbene gigantische Austern enthielten: Schichten mit diesen Austern sollen auch bei English Harbor einige wenige Meilen nördlich von Copiapo vorkommen.

Küste von Peru. — Mit Ausnahme der recente Muscheln enthaltenden Ablagerungen von völlig unbedeutenden Dimensionen sind an dieser Küste keine tertiären Bildungen auf einer Strecke von zweiundzwanzig Breitengraden nördlich von Copiapo beobachtet worden, bis man nach Payta kommt, wo eine beträchtliche kalkige Ablagerung vorhanden sein soll: einige wenige Fossile sind von D'ORBIGNY von diesem Orte beschrieben worden:

1. *Rostellaria Gaudichaudii* D'ORB. „Voyage, Pal.“
2. *Pectunculus paytensis* D'ORB.
3. *Venus Petitiiana* D'ORB.
4. *Ostrea patagonica*? Diese grosze Auster (von der mir Exemplare gegeben wurden) kann Mr. SOWERBY von einigen der Varietäten von Patagonien nicht unterscheiden, obgleich es gewagt sein würde, behaupten zu wollen, dasz sie mit dieser Species oder mit der von Coquimbo identisch sei.

Schlussbemerkungen. — Die in diesem Capitel beschriebenen Formationen sind, was Chiloë betrifft und wahrscheinlich auch bei Concepcion und Navidad, augenscheinlich in von submarinen Rücken, welche den alten Ufern des Continents sich parallel erstreckten, gebildeten Trögen angesammelt worden; was die Inseln Mocha und Huafo betrifft, so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, und in Bezug auf Ypun und Lemus beinahe sicher, dasz sie rund um isolirte felsige

Centren oder Kerne in derselben Art und Weise angehäuft wurden, wie Schlamm und Sand sich jetzt rund um die auszen vorliegenden Inselchen und Riffe im westindischen Archipel ansammelt. Es folgt daher, wie ich bemerken will, hieraus nicht, dasz die vorliegenden tertiären Massen von Mocha und Huafo jemals in demselben Niveau mit den Formationen auf dem Festlande continuirlich verbunden waren, obschon sie von gleichzeitigem Ursprunge gewesen und später bis zu derselben Höhe emporgehoben worden sein können. In den mehr nach Norden gelegenen Theilen von Chile scheinen die tertiären Schichten getrennt in Buchten angehäuft worden zu sein, welche jetzt die Mündungen von Thälern bilden.

Die Beziehung zwischen diesen verschiedenen Ablagerungen an den Ufern des Stillen Oceans ist nicht nahezu so deutlich wie bei den tertiären Bildungen auf den atlantischen Küsten. Nach der Form und der Höhe des Landes zu urtheilen (ein Beweismaterial, welches meiner Ansicht nach hier viel zuverlässiger ist, als es auf solchen durchbrochenen Continenten wie dem von Europa sein kann), nach der Identität der mineralogischen Zusammensetzung, nach dem Vorhandensein von Bruchstücken von Braunkohle und von verkieseltem Holz und reichlich eingeschalteten Schichten unvollkommener Steinkohle musz ich glauben, dasz die Küstenbildungen von dem centralen Chiloë an bis nach Concepcion auf einer Entfernung von 400 Meilen desselben Alters sind: aus nahezu ähnlichen Gründen vermuthe ich, dasz die Schichten von Mocha, Huafo und Ypun gleichfalls der nämlichen Periode angehören. Die gemeinste Muschel in Mocha und Huafo ist dieselbe Species von *Turritella*, und ich glaube eine und dieselbe *Cytherea* wird auf den Inseln Huafo, Chiloë und Ypun gefunden; aber mit diesen unbedeutenden Ausnahmen sind die an diesen Orten gefundenen organischen Reste verschieden. Die zahlreichen Muscheln von Navidad, mit Ausnahme von zweien, nämlich dem bei Ypun gefundenen *Sigaretus* und *Turritella*, sind gleichfalls von den auf irgend einem anderen Theile dieser Küste gefundenen verschieden. Coquimbo hat *Cardium auca* mit Concepcion gemeinsam und *Fusus Cleryanus* mit Huafo; ich will hinzufügen, dasz Coquimbo *Venus Petitiana* und eine riesenhafte *Auster* (welche nach D'ORBIGNY auch etwas südlich von Concepcion gefunden werden soll) mit Payta gemeinsam hat, obschon dieser letztere Ort zweiundzwanzig Grad nach Norden von 27° s. Br. gelegen ist, bis zu welchem Punkte die Formation von Coquimbo sich erstreckt.

Nach diesen Thatsachen und nach der Gattungsübereinstimmung der Fossilien von den verschiedenen Localitäten kann ich die Vermuthung nicht vermeiden, dasz sie alle zu nahezu derselben Epoche gehören, welche Epoche, wie wir sofort sehen werden, eine sehr alte tertiäre sein musz. Da aber der *Baculites*, besonders in Anbetracht seiner augenscheinlichen Identität mit der Species von Pondicherry aus der Kreide, und das Vorhandensein eines *Ammonites* und die Ähnlichkeit des *Nautilus* mit zwei Arten aus dem oberen Grünsande zusammen sehr starke Belege dafür darbieten, dasz die Formation bei Concepcion eine secundäre ist, so will ich in meinen Bemerkungen über die Fossilien von den anderen Localitäten besonders betrachten diejenigen von Concepcion und vom östlichen Chiloë, welche, was auch immer ihr Alter sein mag, mir zu einer Gruppe zu gehören scheinen. Ich musz indessen wiederum auf die Thatsache aufmerksam machen, dasz das *Cardium auca* sowohl bei Concepcion als auch in den unzweifelhaft tertiären Schichten von Coquimbo gefunden wird; auch darf die Möglichkeit nicht übersehen werden, dasz, ebenso wie *Trigonia*, obschon sie in der nördlichen Hemisphäre nur als ein secundäres Genus bekannt ist, lebende Repräsentanten in den australischen Meeren hat, auch ein *Baculites*, *Ammonites* und eine *Trigonia* in diesem entfernten Theile des südlichen Oceans bis zu einer etwas späteren Periode leben geblieben sein können, als nördlich vom Äquator.

Ehe ich die Fossilien von den anderen Localitäten durchmustere, verdienen noch zwei Punkte in Bezug auf die Formation zwischen Concepcion und Chiloë Erwähnung. Zuerst, dasz sie, obschon die Schichten meist horizontal sind, in Chiloë in einer Reihe von parallelen antiklinischen und monoklinischen Linien, die von Norden nach Süden ziehen, emporgehoben worden sind, — in dem Districte bei P. Rumena durch acht oder neun weit sich ausdehnende äusserst symmetrische monoklinische Linien, die nahezu von Osten nach Westen ziehen, — und in der Umgebung von Concepcion in weniger regelmässigen einzelnen Linien, die sowohl von Nordosten nach Südwesten als von Nordwesten nach Südosten ziehen. Diese Thatsache ist von einigem Interesse, da sie zeigt, dasz innerhalb einer Periode, welche in Bezug auf die Geschichte des Continents nicht als sehr alt angesehen werden kann, die Schichten zwischen der Cordillera und dem stillen Ocean in derselben verschieden gerichteten Art und Weise durchbrochen worden sind, wie es die alten plutonischen und metamorphischen Gesteine in dem näm-

lichen District sind. Der zweite Punkt ist, dasz der Sandstein zwischen Concepcion und dem südlichen Chiloë überall Braunkohlen führend ist und viel verkieseltes Holz enthält, während die Formationen im nördlichen Chiloë keine Schichten von Braunkohle oder Steinkohle enthalten und an Stelle der Fragmente von verkieseltem Holz dort verkieselte Knochen vorhanden sind. Nun ist heutigen Tages das Land vom Cap Horn bis in die Nähe von Concepcion gänzlich von Wäldern verhüllt, welche bei Concepcion dünner werden und im centralen und nördlichen Chile gänzlich verschwinden. Dieses Zusammentreffen in der Vertheilung des fossilen Holzes und der lebenden Wälder mag völlig zufällig sein; ich bin aber geneigt, hierüber eine verschiedene Ansicht zu vertreten. Denn da die Verschiedenheit im Clima, von welcher das Vorhandensein von Wäldern abhängt, hier offenbar zum hauptsächlichsten Theile Folge der Form des Landes ist und da die Cordillera ohne Zweifel existirte als die Braunkohlen führenden Schichten angehäuft wurden, so stelle ich es mir als nicht unwahrscheinlich vor, dasz das Clima während der Braunkohlen führenden Periode an verschiedenen Theilen der Küste in einer etwas ähnlichen Art und Weise variirte, wie es dies jetzt thut. Blicken wir auf eine frühere Periode, wo sich die Schichten der Cordillera ablagerten, so fanden sich Inseln, welche selbst in der Breite des nördlichen Chiloë, wo jetzt Alles unfruchtbare Wüste ist, grosze Coniferenwälder trugen.

In dem vorliegenden Bande und in dem paläontologischen Theile von D'ORBIGNY'S „Voyage“ sind neunundsiebenzig Species von fossilen Muscheln in einem erträglich erkennbaren Zustande von der Küste von Chile und Peru beschrieben worden: wenn wir auf die eine Seite die zwanzig Species legen, welche ausschliesslich bei Concepcion und Chiloë gefunden sind, so bleiben neunundfünfzig Species von Navidad und den andern speciell angeführten Örtlichkeiten übrig. Von diesen neunundfünfzig Species sind nur eine *Artemis*, ein *Mytilus* und ein *Balanus*, sämmtlich von Coquimbo (nach der Meinung von Mr. SOWERBY, aber nicht nach der von D'ORBIGNY), mit lebenden Muscheln identisch, und es würde sicher eine bessere Reihe von Exemplaren erfordern, um diese Folgerungen sicher zu stellen. Nur die *Turritella chilensis* von Huafo und Mocha, die *T. patagonica* und *Venus meridionalis* von Navidad kommen recenten südamericanischen Muscheln nahe, nämlich die beiden Turritellen der *T. cingulata* und die Venus der *Venus exalbida*: einige wenige andere Species kommen weniger nahe, und

einige wenige sind Formen in den älteren europäischen Tertiärablagerungen ähnlich: keine von den Species sind secundären Formen ähnlich. Ich bin daher der Meinung, dasz man darüber nicht zweifeln kann, dasz diese Formationen tertiär sind, ein Punkt, den man nach dem Falle von Concepcion nothwendig in Betracht ziehen musz. Die neunundfünfzig Species gehören zu zweiunddreiszig Gattungen, von

Gattungen mit lebenden und tertiären Species an der Westküste von Süd-America ¹² .	Breiten, in welchen sie fossil an den Küsten von Chile und Peru gefunden worden sind.	Südlichste Breite, in der sie lebend an der Westküste von Süd-America gefunden worden sind.
<i>Bulla</i>	30° bis 43° 30'	12° in der Nähe von Lima
<i>Cassis</i>	34°	1° 37'
<i>Pyrula</i>	34° (und 36° 30' bei Concepcion)	5° Payta
<i>Fusus</i> :	30° bis 43° 30'	23° Mexillones; erscheint in der Magellan-Strasze wieder
<i>Pleurotoma</i>	34° bis 43° 30'	2° 18' St. Elena
<i>Terebra</i>	34°	5° Payta
<i>Sigaretus</i>	34° bis 44° 30'	12° Lima
<i>Anomia</i>	30°	7° 48'
<i>Perna</i>	30°	1° 23' Xixappa
<i>Cardium</i>	30° bis 34° (und 36° 30' bei Concepcion)	5° Payta
<i>Artemis</i>	30°	5° Payta
<i>Voluta</i>	34 bis 44° 30'	Mr. CUMING kennt keine Species, welche an der Westküste zwischen dem Äquator und 43° s. Br. lebt; von dieser Breite an wird eine Art südwärts bis zum Feuerlande gefunden.

diesen ist *Gastridium* ausgestorben, und drei oder vier von den Gattungen (nämlich *Panopaea*, *Rostellaria*, *Corbis*? und ich glaube *Solecurtus*) werden gegenwärtig an der Westküste von Süd-America nicht gefunden. Fünfzehn von den Gattungen haben an dieser Küste lebende Repräsentanten in ungefähr denselben Breiten wie die fossilen Arten; aber zwölf Gattungen haben jetzt eine sehr verschiedene Verbreitung

¹² d'Orbigny gibt an, dasz die Gattung *Natica* nicht an der Küste von Chile gefunden wird; aber Mr. Cuming fand sie bei Valparaiso. *Scalaria* wurde bei Valparaiso, *Arca* bei Iquique in 20° s.Br. von Mr. Cuming gefunden. *Arca* fand auch Capt. King bei Juan Fernandez in 33° 30' s. Br.

von ihrer früheren. Die Idee zu der Tabelle auf der gegenüberstehenden Seite, auf welcher die Verschiedenheit zwischen der Verbreitung in geographischer Breite der fossilen und jetzt lebenden Species gezeigt wird, ist aus D'ORBIGNY's Werk entnommen, aber die Verbreitung der lebenden Muscheln wird nach der Autorität von Mr. CUMING mitgetheilt, dessen lange fortgesetzte Untersuchungen über die Conchologie von Süd-America bekannt sind.

Wenn wir betrachten, dasz sehr wenig, wenn überhaupt welche, von den neunundfünfzig fossilen Muscheln identisch mit lebenden Species sind oder ihnen überhaupt nahe kommen, wenn wir betrachten, dasz einige von den Gattungen jetzt nicht an der Westküste von Süd-America existiren, und dasz nicht weniger als zwölf Gattungen unter den zweiunddreiszig früher eine sehr verschiedene Verbreitung von der existirenden Species derselben Gattungen hatten, so müssen wir annehmen, dasz diese Ablagerungen von beträchtlichem Alter sind und dasz sie wahrscheinlich auf den Beginn der tertiären Zeit hinweisen. Dürfen wir nicht die Annahme wagen, dasz sie von nahezu gleichalterigem Ursprunge sind mit den eocenen Formationen der nördlichen Hemisphäre?

Vergleichen wir die fossilen Reste von der Küste von Chile (wobei wir, wie früher, Concepcion und Chiloë weglassen) mit denen von Patagonien, so können wir aus ihrer allgemeinen Ähnlichkeit und aus der kleinen Anzahl derjenigen Species, welche von beiden Küsten den lebenden Formen sehr nahe kommen, schlieszen, dasz die Formationen von beiden Örtlichkeiten, nahezu derselben Epoche angehören, und dies ist auch die Meinung von D'ORBIGNY. Wäre nicht ein einziges Fossil den zwei Küsten gemeinsam zugehörig, so hätte man nicht folgern können, dasz die Formationen verschiedenen Altern angehörten; denn die Herren CUMING und HINDS haben nach der Vergleichung von nahezu zweitausend lebenden Species von den entgegengesetzten Seiten von Süd-America nur eine, nämlich die *Purpura lapillus*, beiden Seiten des Isthmus von Panama gemeinsam gefunden: selbst die von mir selbst zwischen den Chonos-Inseln und an der Küste von Patagonien gesammelten Muscheln sind nicht ähnlich, und wir müssen bis zur Spitze des Continents hinabgehen, bis zum Feuerlande, um die zwei groszen conchologischen Provinzen sich in eine vereinen zu sehen. Es ist daher merkwürdig, dasz vier oder fünf von den fossilen Muscheln von Navidad, nämlich *Voluta alta*, *Turritella patagonica*,

Trochus collaris, *Venus meridionalis*, vielleicht *Natica solida* und vielleicht die grosse Auster von Coquimbo, von Mr. SOWERBY für identisch mit Species von Santa Cruz und Port Desire angesehen werden. D'ORBIGNY gibt indessen die vollständige Identität nur für den *Trochus* zu.

Über die Temperatur der Tertiärperiode. — Da die Anzahl der fossilen Arten und Gattungen von den westlichen und östlichen Küsten beträchtlich ist, wird es interessant sein, die wahrscheinliche Beschaffenheit des Clima's zu betrachten, unter welchem sie lebten. Wir wollen zuerst den Fall von Navidad in 34^o s. Br. nehmen, wo einunddreissig Species gesammelt wurden, welche wie wir sofort sehen werden, seichtes Wasser bewohnt haben müssen und daher nothwendiger Weise die Wirkungen der Temperatur darbieten werden. Wenn wir uns zu der auf der vorigen Seite gegebenen Tabelle wenden, so finden wir, dass die jetzt existirenden Species der Gattungen *Cassis*, *Pyrula*, *Pleurotoma*, *Terebra* und *Sigaretus*, welche allgemein (wenn auch durchaus nicht ausnahmslos) für wärmere Breiten charakteristisch sind, heutigen Tages auch nicht annähernd so weit nach Süden an dieser Küstenlinie reichen, wie es die fossilen Species früher thaten. Schlieszen wir Coquimbo mit ein, so findet sich Peru in derselben Lage. Der erste Eindruck, den diese Thatsache macht, ist, dass das Clima früher wärmer gewesen sein musz, als es jetzt ist. Wir müssen aber, wenn wir dies zugeben vorsichtig sein; denn *Cardium*, *Bulla* und *Fusus* (und, wenn wir Coquimbo mit einschlieszen, *Anomia* und *Artemis*) reichten früher gleichfalls weiter nach Süden als sie es jetzt thun; und da diese Gattungen bei Weitem nicht charakteristisch für heisse Climate sind, könnte ihre frühere beträchtlicher südliche Verbreitung von Ursachen herrühren, die vom Clima vollständig verschieden sind: obschon ferner *Voluta* allgemein eine so tropische Gattung ist, ist sie gegenwärtig an der westlichen Küste auf kältere oder südlichere Breiten beschränkt, als sie während der Tertiärperiode war. Überdiesz reichten *Trochus collaris* und, wie wir soeben nach der Angabe Mr. SOWERBY's gesehen haben, zwei oder drei andere Species früher von Navidad so weit südlich, wie Santa Cruz, in 50^o s. Br. Wenn wir, anstatt die Fossilen von Navidad, wie wir es bis jetzt gethan haben, mit den jetzt an der Westküste von Süd-America lebenden Muscheln zu vergleichen, dieselben mit den

in anderen Theilen der Welt unter nahezu ähnlichen Breitengraden gefundenen vergleichen, wie z. B. in den südlicheren Theilen des mittelländischen Meeres oder von Australien, so finden wir keine Belege dafür, dasz das Meer auf der Höhe von Navidad früher wärmer war, als es seiner Breite nach hätte erwartet werden können, selbst wenn es etwas wärmer wäre, als es jetzt ist, wo es durch den groszen südlichen Polarstrom abgekühlt wird. Mehrere der am meisten tropischen Gattungen haben bei Navidad keine Repräsentanten unter den Fossilien; und es finden sich nur einzelne Species von *Cassis*, *Pyrgula* und *Sigaretus*, zwei von *Pleurotoma* und zwei von *Terebra*, aber keine von diesen Species sind von einer auffallenden Grösze. In Patagonien finden sich selbst noch weniger Beweise in dem Character der Fossilien dafür, dasz das Clima früher wärmer gewesen wäre.¹³ Da nach den verschiedenen bereits angeführten Gründen daran nur wenig gezweifelt werden kann, dasz die Formationen von Patagonien und wenigstens von Navidad und Coquimbo in Chile die Äquivalente einer älteren Stufe in den Tertiärformationen der nördlichen Hemisphäre sind, so scheint mir die Schlussfolgerung, dasz das Clima der südlichen Meere in dieser Periode nicht wärmer war, als sich nach der Breite eines jeden Ortes hätte erwarten lassen, in hohem Grade bedeutungsvoll zu sein; denn wir müssen in Übereinstimmung mit den Ansichten von LYELL annehmen, dasz die Ursachen, welche den älteren tertiären Erzeugnissen der vollständig temperirten Zonen von Europa einen tropischen Character gaben, von einem localen Character waren und nicht die ganze Erde afficirten. Andererseits habe ich in den „Geological Transactions“ zu zeigen versucht, dasz in einer viel späteren Periode Europa und Nord- und Süd-America nahezu gleichzeitig der Wirkung des Eises ausgesetzt waren und in Folge dessen einem kälteren oder mindestens einem gleichmässigeren Clima als dem gegenwärtig für dieselben Breiten charakteristischen.

Über das Fehlen ausgedehnter neuerer, Muscheln führender Ablagerungen in Süd-America, und über das

¹³ Es dürfte der Erwähnung werth sein, dasz die heutigen Tages an dieser östlichen Seite von Süd-America in 40° s. Br. lebenden Muscheln vielleicht einen tropischeren Character haben, als die in den entsprechenden Breiten an den Küsten von Europa lebenden; denn bei Bahia Blanca und S. Blas finden sich zwei schöne Species von *Voluta* und vier von *Oliva*.

gleiche Alter der älteren Tertiärablagerungen an verschiedenen Punkten als Folge gleichzeitiger Senkungs-
bewegungen. — Da wir nach den Untersuchungen von Professor E. FORBES wissen, dass Mollusken hauptsächlich in einer Tiefe von 100 Faden und darunter reichlich leben, und wenn wir im Auge behalten, wie viele Tausend Meilen an beiden Küsten von Süd-America innerhalb der recenten Periode durch eine langsame, lange fortdauernde, intermittirende Bewegung emporgehoben worden sind, — wenn wir die Verschiedenartigkeit in der Beschaffenheit der Küsten und die Anzahl von gegenwärtig an ihnen lebenden Muscheln bemerken, — wenn wir auch betrachten, dass das Meer in der Höhe von Patagonien und von vielen Theilen von Chile während der Tertiärperiode der Anhäufung von Sediment in hohem Grade günstig war, so ist das Fehlen ausgedehnter Ablagerungen, welche recente Muschelschalen einschlieszen, an diesen ungeheuren Küstenstrecken in hohem Grade merkwürdig. Die Muscheln führenden kalkigen Schichten bei Coquimbo und bei einigen wenigen isolirten Stellen weiter nördlich bieten die auffallendsten Ausnahmen von dieser Angabe dar, denn diese Schichten haben eine Mächtigkeit von zwanzig bis dreissig Fusz, und sie erstrecken sich einige Meilen der Küste entlang, erreichen indessen nur eine sehr unbedeutende Breite. Bei Valdivia findet sich etwas Sandstein mit unvollkommenen Abgüssen von Muscheln, welche möglicher Weise der recenten Periode angehören könnten: Theile der erratischen Formation und die Geschiebschichten auf den unteren Ebenen von Patagonien gehören wahrscheinlich dieser nämlichen Periode an, aber keine von ihnen sind Fossile führend: es trifft sich auch so, dass die grosse Pampas-Formation, mit Ausnahme der *Azara*, keinerlei Mollusken einschlieszt. Es lässt sich nicht im Geringsten daran zweifeln, dass die emporgehobenen Muscheln den Küsten des Atlantischen und Stillen Oceans entlang, mögen sie auf der nackten Oberfläche liegen oder in Erde, oder in Sandhügel eingeschlossen sein, im Laufe der Zeit durch alluviale Thätigkeit zerstört werden: dies wird wahrscheinlich selbst mit den kalkigen Schichten von Coquimbo der Fall sein, welche der Auflösung durch Regenwasser so zugänglich sind. Wenn wir die Wahrscheinlichkeit von Niveauschwankungen und die davon abhängende Thätigkeit der Gezeitenwellen auf verschiedenen Höhen in Betracht ziehen, so wird ihre Zerstörung beinahe sicher erscheinen. Wenn wir auf eine andere Periode blicken, welche in der Zukunft so weit ent-

fernt liegt, wie wir jetzt von der vergangenen Miocenperiode entfernt sind, so scheint mir kaum irgend eine Wahrscheinlichkeit vorhanden zu sein, dass unter den jetzt existirenden Bedingungen die zahlreichen gegenwärtig in diesen an Lebensformen so fruchtbaren Tiefenzonen lebenden Muscheln, welche ausschliesslich an der westlichen und süd-östlichen Küste von Süd-America gefunden werden, bis zu dieser imaginären Epoche der Zukunft erhalten werden. Ein ganze conchyliologische Reihe wird mit der Zeit zerstört werden, ohne dass Zeichen ihrer Existenz in der Erdrinde erhalten würden.

Kann auf dieses merkwürdige Fehlen recenter, Muscheln führender Ablagerungen an diesen Küsten, an welchen in einer alten tertiären Epoche mit organischen Überresten so ausserordentlich reich versehene Schichten in grosser Ausdehnung angehäuft wurden, irgend welches Licht geworfen werden? Ich glaube, dass dies möglich ist, nämlich durch Betrachtung der zur Erhaltung einer Formation bis in eine entfernte Zeit nothwendigen Bedingungen. Betrachtet man die enorme Ausdehnung der Denudation, welche rings um uns her überall bewirkt worden ist, — wie durch die hohen Felsen bewiesen wird, an welchen an so vielen Küsten horizontale und einst weit ausgedehnte Schichten von keinem hohen Alter (wie in dem Falle von Patagonien) abgeschnitten erscheinen, — wie durch die ebene Oberfläche des Bodens auf beiden Seiten grösserer Verwerfungen und Dislocationen bewiesen wird, — ferner durch landeinwärts gelegene Böschungslinien, durch einzelne hinausliegende Gesteinsreste und zahllose andere Thatsachen, und durch jenes Argument von grosser Allgemeinheit, welches LYELL vorgebracht hat, nämlich dass jede sedimentäre Formation, was auch ihre Mächtigkeit sein mag und über wie viele Hunderte von Quadratmeilen sie sich auch erstrecken mag, das Resultat und das Mass eines gleichmässigen Betrags von Abnutzung früher existirender Formationen ist: ich sage in Anbetracht dieser Thatsachen müssen wir folgen, dass der gewöhnlichen Regel nach eine Formation, um solchen ungeheuern zerstörenden Gewalten zu widerstehen und bis in eine entfernte Epoche noch bestehen zu bleiben, von grosser Ausdehnung und entweder in sich selbst oder zusammen mit darüberliegenden Schichten von grosser Mächtigkeit sein muss. Bei dieser Erörterung betrachten wir nur Formationen, welche die Reste von Seethieren enthalten, welche, wie früher erwähnt wurde, mit einigen Ausnahmen innerhalb (die meisten von ihnen sehr stark inner-

halb) einer Tiefe von hundert Faden leben. Wie kann nun eine dicke und weit ausgedehnte Formation angehäuft werden, welche derartige organische Reste enthalten soll? Wir wollen zuerst den Fall annehmen, wo der Meeresgrund lange auf einem stationären Niveau blieb: unter diesen Umständen ist es offenbar, dass Muscheln führende Schichten sich nur bis zu der nämlichen Mächtigkeit anhäufen können, wie die Tiefe beträgt, bis zur welcher die Muscheln leben können; nur an sanft geneigten Küsten können sie sich bis zu irgend einer beträchtlichen Breite anhäufen, und wegen des Mangels eines darüberliegenden Druckes ist es wahrscheinlich, dass die sedimentäre Masse selten stark consolidirt sein wird: solche Formationen haben keine grosse Wahrscheinlichkeit, dann, wenn sie im Laufe der Zeit emporgehoben werden, der Thätigkeit der Denudation lange zu widerstehen. Die Wahrscheinlichkeit wird noch geringer sein, wenn die submarine Fläche, anstatt stationär geblieben zu sein, sich fortdauernd langsam während der Ablagerung der Schichten emporhob, denn in diesem Falle muss ihre totale Mächtigkeit geringer sein, und jeder Theil wird, ehe er consolidirt oder dick von der darüberliegenden Masse bedeckt wurde, nach und nach der Einwirkung des Strandes ausgesetzt gewesen sein; und an den meisten Küsten werden die Wellen am Strande dazu neigen, jeden ihrer Thätigkeit exponirten Gegenstand abzunagen und zu zerstreuen. Wir haben nun sowohl an der süd-östlichen als westlichen Küste von Süd-America klare Beweise dafür gehabt, dass das Land langsam sich erhoben hat, und in den langen Zügen hoher Klippen haben wir gesehen, dass die Neigung des Meeres beinahe überall die ist in das Land hineinzufressen. In Anbetracht dieser Thatsachen hört es meine ich auf überraschend zu sein, dass ausgedehnte recente, Muscheln führende Niederschläge an den südlichen und westlichen Küsten von America gänzlich fehlen.

Wir wollen nun den einen noch übrigen Fall annehmen, wo der Meeresgrund während einer gewissen Zeit langsam sinkt, während gleichzeitig Sedimente fortdauernd abgelagert werden. Offenbar werden hierdurch Schichten bis zu jeder Mächtigkeit angehäuft, eine jede Lage wird in seichtem Wasser abgelagert, und in Folge dessen an denjenigen Muscheln auszerordentlich reich sein, welche nicht in grossen Tiefen leben können: auch wird, wie ich bemerken will, der Druck jeder frischen Lage die Consolidirung aller tieferen unterstützen. Selbst an einer im Ganzen steilen Küste, obschon eine solche immer

weit ausgedehnten Ablagerungen ungünstig sein musz, werden die Formationen immer dazu neigen, der Breite nach zuzunehmen, weil das Wasser nach dem Lande vordringt. Wir können daher annehmen, dasz Perioden langsamen Sinkens gewöhnlich für Anhäufungen von Muscheln führenden Ablagerungen, von hinreichender Mächtigkeit, Ausdehnung und Härte um der mittleren Gewalt der Denudation zu widerstehen, am günstigsten sein werden.

Wir haben gesehen, dasz in einer alten tertiären Zeit Fossile führende Ablagerungen in ausgedehnter Weise an den Küsten von Süd-America abgelagert wurden, und es ist eine sehr interessante Thatsache, dasz wir dafür Belege haben, dasz diese alten tertiären Schichten während einer Senkungsperiode abgelagert wurden. So sind bei Navidad die Schichten ungefähr 800 Fusz mächtig, und die fossilen Muscheln sind sowohl im Niveau des Meeres als auch eine Strecke an den Klippen hinauf äusserst zahlreich; ich habe eine Liste dieser Fossile an Professor E. FORBES geschickt, und er glaubt, dasz sie in Wasser gelebt haben müssen zwischen einem und zehn Faden Tiefe: es musz daher der Boden des Meeres, auf welchem diese Muscheln einst lebten, mindestens 700 Fusz gesunken sein, um der darauf liegenden Substanz die Ablagerung zu gestatten. Ich musz hier bemerken, dasz, da alle diese und die folgenden fossilen Muscheln ausgestorbene Species sind, Professor FORBES nothwendiger Weise die Tiefen, in welchen sie lebten, nur nach ihrem Gattungscharacter beurtheilte und nach der analogen Verbreitung der Muscheln in der nördlichen Hemisphäre; aber es gibt keine giltige Ursache, deshalb an den allgemeinen Resultaten zu zweifeln. Bei Huafo haben die Schichten ungefähr dieselbe Mächtigkeit, nämlich 800 Fusz, und Professor FORBES meint, dasz die dort gefundenen Fossile in keiner grösseren Tiefe als fünfzig Faden oder 300 Fusz gelebt haben können. Diese zwei Punkte, nämlich Navidad und Huafo, liegen 570 Meilen von einander, aber nahezu halbwegs zwischen ihnen liegt Mocha, eine 1200 Fusz hohe Insel, welche augenscheinlich bis zu ihrem ebenen Gipfel aus tertiären Schichten gebildet wird und viele Muscheln, mit Einschluß der nämlichen *Turritella*, welche auch bei Huafo gefunden wurde, bis dicht an das Niveau des Meeres eingeschlossen enthält. In Patagonien sind Muscheln bei Santa Cruz zahlreich am Fusze der 350-Fusz-Ebene, welche sicher durch die Denudation der 840-Fusz-Ebene gebildet worden ist und daher ursprünglich mit Schichten be-

deckt war, die bis zu jener Zahl von Fuszen an Mächtigkeit emporragten; und diese Muscheln lebten nach Prof. FORBES wahrscheinlich in einer Tiefe von zwischen sieben und fünfzehn Faden: bei Port San Julian, sechzig Meilen nach Norden, sind Muscheln am Fusze der 90-Fusz-Ebene (durch die Denudation der 950-Fusz-Ebene gebildet) zahlreich und gleichfalls gelegentlich in der Höhe von mehreren Hundert Fusz in den oberen Schichten; diese Muscheln müssen in Wasser gelebt haben, welches irgend wie zwischen fünfundfünfzig Faden tief gewesen ist. Obgleich ich an anderen Stellen von Patagonien keine directen Beweise dafür gefunden habe, dasz Muscheln aus seichtem Wasser unter darüber liegenden submarinen Schichten, von beträchtlicher Mächtigkeit begraben wurden, so musz man doch im Auge behalten, dasz die untern Fossile führenden Schichten mit mehreren von den nämlichen Species von Mollusken, die oberen tuffartigen Schichten und die hohe Gipfelebene sich eine beträchtliche Strecke weit nach Süden und Hunderte von Meilen nach Norden ausdehnten; im Hinblick auf diese Gleichförmigkeit der Structur meine ich, ist es ein richtiger Schluss, dasz das Sinken, durch welches die Muscheln bei Santa Cruz und San Julian hinabgeführt und bedeckt wurden, nicht auf diese zwei Punkte beschränkt war, sondern in gleicher Ausdehnung mit einem beträchtlichen Theile der patagonischen Tertiärformation gleichzeitig eintrat. In einem der folgenden Capitel wird sich zeigen, dasz wir zu einer ähnlichen Folgerung auch in Bezug auf die secundären Fossile führenden Schichten der Cordillera geführt werden, nämlich, dasz auch sie während einer lang andauernden und groszen Senkungsperiode abgelagert wurden.

Nach den vorstehenden Erörterungen und nach den eben mitgetheilten Thatsachen glaube ich, müssen wir die Wahrscheinlichkeit des folgenden Satzes zugeben: nämlich, dasz, wenn der Grund des Meeres entweder stationär oder in der Hebung begriffen ist, die Umstände bei weitem weniger, als wenn das Niveau sinkt, günstig sind, für die Anhäufung Muscheln führender Ablagerungen von hinreichender Mächtigkeit und Ausdehnung, um bei späterer Erhebung der mittleren ungeheuern Ausdehnung der Denudation zu widerstehen. Dieses Resultat erscheint mir in mehreren Beziehungen sehr interessant: Jedermann ist zuerst geneigt anzunehmen, dasz auf zahlreichen Punkten, wo nur immer eine Zufuhr von Sediment sich findet, Fossile führende Schichten sich bilden, welche in irgend einer künftigen fernen Epoche

emporgehoben und erhalten werden; aber nach den oben gegebenen Ansichten müssen wir folgern, dass dies bei weitem nicht der Fall ist; im Gegentheil, wir bedürfen 1) eine lange andauernde Zufuhr von Sediment, 2) einen ausgedehnten seichten Bezirk, und 3) dass dieser Bezirk langsam bis in eine große Tiefe sinke, so dass er die Anhäufung einer weit ausgedehnten dicken Masse von darüber liegenden Schichten gestatte. In wie wenigen Theilen der Welt werden wahrscheinlich diese Bedingungen heutigen Tags vereint vorkommen! Wir können auch hieraus den allgemeinen Mangel jener genauen Aufeinanderfolge in den Fossile führenden Formationen verstehen, welche wir nach der Theorie im Voraus angenommen haben; denn ohne dass wir annehmen, dass eine Senkungsbewegung an demselben Orte während einer enormen Periode von einer geologischen Aera bis zu einer andern fort dauere, und dass während dieser ganzen Periode Sediment sich mit der gehörigen Geschwindigkeit anhäufe, so dass die Tiefe nie zu groß für die fort dauernde Existenz von Mollusken werden kann, ist es kaum möglich, dass eine vollkommene Aufeinanderfolge an dem nämlichen Orte in den fossilen Muscheln der zwei geologischen Formationen eintritt¹⁴. Es ist eine sehr lange andauernde Senkung so wenig wahrscheinlich, dass im Gegentheil viele Thatsachen uns zu der Annahme führen, dass die Oberfläche der Erde auf und nieder schwankt; und wir haben gesehen, dass während der Hebungsbewegung nur eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass dauerhafte, Fossile führende Ablagerungen sich anhäufen.

Endlich scheinen diese nämlichen Betrachtungen auch auf die Thatsache etwas Licht zu werfen, dass gewisse Perioden für die Ablagerung oder mindestens für die Erhaltung gleichalteriger Formationen an weit von einander entfernten Punkten günstig gewesen sind. Wir

¹⁴ Prof. H. D. Rogers macht in seiner ausgezeichneten Adresse vor der Association of American Geologists (Silliman's Journal, Vol. XLVII, p. 277) die folgende Bemerkung: „Ich frage, ob wir nur überhaupt wissen, wie vollständig „die ganze Geschichte der ganzen vergangenen Zeit unauslöschlich mit der grössten Ausführlichkeit im Detail in den aufeinanderfolgenden Sedimenten der Erde „niedergelegt ist, wie wirksam, in andern Worten, jede Zeitperiode ihre eigene „Geschichte geschrieben hat, sorgfältig jede erschaffene Form und jede „Spur von Thätigkeit bewahrend.“ Ich meine, die Richtigkeit derartiger Bemerkungen ist mehr als zweifelhaft, selbst wenn wir (wie ich glaube, dass er es thun wird) alle jene zahlreichen organischen Formen ausnehmen, welche keine harten Theile enthalten.

haben gesehen, dasz in Süd-America ein ungeheurer Bezirk innerhalb der recenten Periode emporgestiegen ist, und in andern Theilen der Erde scheinen ungeheure Strecken gleichzeitig gestiegen zu sein. Nach meiner Untersuchung der Corallenriffe der groszen Oceane bin ich zu der Folgerung geführt worden, dasz der Boden des Meeres innerhalb der gegenwärtigen Aera über in Wahrheit ungeheure Bezirke fortdauernd langsam gesunken sei: dies ist in der That an sich schon wahrscheinlich wegen der einfachen Thatsache, dasz die Hebungsbzirke so grosz gewesen sind. Wir haben in Süd-America deutliche Beweise dafür, dasz in nahezu der nämlichen tertiären Periode der Meeresgrund Theilen der Küsten von Chile und von Patagonien gegenüber in der Senkung begriffen war; obschon diese Gegenden sehr weit von einander entfernt liegen. Wenn es daher als allgemeine Regel gilt, dasz in dem nämlichen Theile der Erde die Erdrinde gleichzeitig über ungeheure Räume sich zu senken und zu erheben neigt, so sehen wir sofort, dasz wir an verschiedenen Punkten in der nämlichen Periode diese Bedingungen wirklich vor uns haben, welche für die Anhäufung Fossile führender Massen von hinreichender Ausdehnung, Mächtigkeit und Härte um der Denudation zu widerstehen und folglich bis zu einer weit in der Zukunft entfernt liegenden Epoche bestehen zu bleiben, erforderlich sind ¹⁵.

¹⁵ Prof. Forbes macht einige ausgezeichnete Bemerkungen über diesen Gegenstand in seinem ‚Report on the Shells of the Aegean Sea‘. In einem Briefe an Mr. Maclaren (Edinburgh New Philos. Journ., Jan., 1843) gieng ich theilweise in diese Erörterung ein und bemühte mich zu zeigen, wie es in hohem Grade unwahrscheinlich sei, dasz emporgehobene Atolls oder Barrièren-Riffe, obschon von groszer Mächtigkeit, wegen ihrer geringen Ausdehnung oder Breite bis in eine entfernte zukünftige Zeit erhalten werden würden.

Sechstes Capitel.

Plutonische und metamorphische Gesteine. — Spaltung und Blätterung.

Brasilien, Bahia, Gneisz mit verschobenen metamorphisirten Gängen. — Streichen der Blätterung. — Rio Janeiro, Gneiszgranit, Zersetzung eines darin eingeschlossenen Fragments. — La Plata, metamorphische und alte vulcanische Gesteine. — Sierra Ventana. — Thonsteinporphyr-Formation von Patagonien; eigenthümliche metamorphische Gesteine; falsche Gänge. — Falkland-Inseln, paläozoische Fossile. — Feuerland, Thonschieferformation, Kreide-Fossile; Spaltung und Blätterung; Form des Landes. — Chonos-Archipel, Glimmerschiefer, Blätterung durch granitische Achse gestört; Gänge. — Chiloë. — Concepcion, successive Bildung von Gängen. — Centrales und nördliches Chile. — Schlussbemerkungen über Spaltung und Blätterung. — Ihre enge Analogie und ähnlicher Ursprung. — Schichtung metamorphischer Schiefer. — Blätterung intrusiver Gesteine. — Beziehung der Spaltung und Blätterung zu den Spannungsrichtungen während der Metamorphose.

Die metamorphischen und plutonischen Formationen der verschiedenen vom „Beagle“ besuchten Districte sollen hier hauptsächlich behandelt werden; aber nur derartige Fälle, welche mir neu zu sein scheinen oder welche irgend ein specielles Interesse darbieten, werden im Einzelnen beschrieben werden; am Ende des Capitels will ich alle die Thatsachen über Spaltung und Blätterung, denen ich besonders Aufmerksamkeit geschenkt habe, zusammenfassen.

Bahia, Brasilien: 13^o s. Br. — Das vorherrschende Gestein ist Gneisz, welcher häufig durch das Verschwinden des Quarzes und des Glimmers und dadurch, dass der Feldspath seine rothe Farbe verliert, in einen glänzend grauen primitiven Grünstein übergeht. Nicht selten sind der Quarz und die Hornblende in Schichten in beinahe amorphem Feldspath angeordnet. Es findet sich etwas feinkörniger

syenitischer Granit, welcher kreisförmig mit eisenschüssigen Linien gezeichnet ist und in verticalen cylindrischen, sich einander beinahe berührenden Höhlen verwittert. Im Gneisz kommen Concretionen von körnigem Feldspath und andere von Granat mit Glimmer vor. Der Gneisz wird von zahlreichen Gängen durchsetzt, die aus schwarzem, fein krystallisirtem, hornblendigem Gestein zusammengesetzt sind, welches etwas glasigen Feldspath und zuweilen Glimmer enthält, und in seiner Mächtigkeit von bloszen Fäden bis zu zehn Fusz schwankt: diese Fäden, welche häufig krummlinig sind, konnten zuweilen in die stärkeren Gänge auslaufend beobachtet werden. Einer dieser Gänge war deshalb merkwürdig, weil er an zwei oder drei Stellen seitlich verschoben war, mit dazwischen liegendem nicht durchbrochenem Gneisz zwischen den abgebrochenen Enden, und an einer Stelle mit einem Stück von Gneisz, welches augenscheinlich, während er noch in einem weichen Zustande war, in seine Seite oder Wandung eingetrieben worden war. An mehreren benachbarten Stellen enthielt der Gneisz eckige, scharf umschriebene, zuweilen gebogene Massen von Hornblendegesteine, die vollständig mit Ausnahme, dasz sie vollkommener krystallisirt waren, jener Hornblende glichen, welche die Gänge bildete, und wenigstens in einem Falle (wie Professor MILLER bestimmt hat) Augit ebenso wie Hornblende enthielten. In einem der zwei Fälle waren diese winkeligen Massen, obschon sie jetzt durch den soliden Gneisz vollständig von einander getrennt waren, ihrer genauen Übereinstimmung in Grösze und Gestalt nach offenbar einst vereinigt gewesen; ich kann daher nicht daran zweifeln, dasz die meisten oder alle Fragmente von dem Zerbrechen der Gänge herrühren, von dem wir die erste Stufe in den oben erwähnten seitlichen Verschiebungen sehen. Der Gneisz enthielt dicht bei den Fragmenten meist grosze Hornblendekrystalle, welche an andern Stellen gänzlich fehlen oder selten sind: seine Blätter oder Blättchen waren sanft um die Fragmente herum gebogen, in derselben Weise wie sie zuweilen um Concretionen gebogen sind. Es ist daher der Gneisz sicher erweicht, seine Zusammensetzung modificirt und seine Blättchen geordnet worden, nachdem die Gänge aufgebrochen worden waren¹, während zu derselben Zeit auch diese Letzteren gebogen und erweicht worden sind.

¹ Prof. Hitchcock (Geology of Massachusetts, Vol. II, p. 673) führt einen sehr ähnlichen Fall von einem Grünsteingange in Syenit an.

Ich musz hier die Gelegenheit nehmen vorzuschicken, dasz ich unter dem Ausdruck Spaltung jene Theilungsebenen verstehe, welche ein für das bloße Auge vollkommen oder nahezu homogenes Gestein spaltbar machen. Unter dem Ausdruck Blätterung meine ich die Schichten oder Platten verschiedener mineralogischer Beschaffenheit, aus denen die meisten metamorphischen Schiefer zusammengesetzt sind; es sind auch häufig in solchen Massen abwechselnd homogene spaltbare Schichten oder Blätter eingeschlossen, und in diesem Falle ist das Gestein sowohl blätterig als auch spaltbar. Unter Schichtung verstehe ich in ihrer Anwendung auf diese Formationen jene abwechselnden parallelen groszen Massen verschiedener Zusammensetzung, welche für sich selbst häufig entweder blätterig oder spaltbar sind, — wie die abwechselnden sogenannten Schichten von Glimmerschiefer, Gneisz, glänzendem Thonschiefer und Marmor.

Die Blätter des Gneiszes streichen innerhalb einiger weniger Meilen rund um Bahia meist unregelmäszig, sind häufig krummlinig und fallen nach allen Richtungen hin in verschiedenen Winkeln ein: wo sie am besten bestimmt sind, erstrecken sie sich am häufigsten in einer Linie von Nordost bei Nord (oder Ost 50° Nord) und Südwest bei Süd, entsprechen daher nahezu der Küstenlinie nördlich von der Bucht. Ich will hinzufügen, dasz Mr. GARDNER² an mehreren Stellen der Provinz von Ceara, welche zwischen 400 und 500 Meilen nördlich von Bahia liegt, Gneisz gefunden hat, dessen Blätter sich nach Ost 45° Nord ausbreiteten, und in Guyana streicht nach der Angabe von Sir R. SCHOMBURGK dasselbe Gestein Ost 57° Nord. Ferner beschreibt HUMBOLDT den Gneiszgranit über einen ungeheuern Bezirk in Venezuela und selbst in Columbia als nach Ost 50° Nord streichend und nach Nordwest unter einem Winkel von 50° einfallend. Alle bis jetzt angestellten Beobachtungen neigen daher dahin, zu zeigen, dasz die gneiszartigen Gesteine über diesen ganzen Theil des Continents mit ihren Blättern meist innerhalb beinahe desselben Punktes des Compasses in derselben Richtung hin gerichtet sind³.

² Geological Section of the Brit. Association, 1840. Wegen Sir R. Schomburgk's Beobachtungen s. Geograph. Journal, 1842, p. 190. s. auch Al. v. Humboldt's Erörterung über Loxodromie in den „Personal Narrative“.

³ Ich bin nur an einer Stelle nördlich von Bahia gelandet, nämlich in Pernambuco. Ich fand dort nur weiche horizontal geschichtete Massen, welche aus zeretzten granitischen Gesteinen und etwas gelblichem unreinen Kalkstein wahrschein-

Rio de Janeiro. — Dieser ganze District wird beinahe ausschliesslich aus Gneisz gebildet, der ausserordentlich reich an Granaten und porphyritisch ist, mit groszen Krystallen, selbst drei und vier Zoll an Länge, von Orthoclas-Feldspath: in diesen Krystallen sind häufig Glimmer und Granaten eingeschlossen. An dem westlichen Fusze des Corcovado findet sich ein eisenhaltiges cariöses Quarzitgestein, und in dem Tijeuka-Gebirgszug viel feinkörniger Granit. Ich beobachtete erratische Blöcke von Grünstein an mehreren Stellen, und auf der Insel von Villegagnon und gleichfalls an der Küste einige Meilen nach Norden zwei grosze Trappgänge. Der porphyritische Gneisz, oder der Gneiszgranit, wie ihn HUMBOLDT genannt hat, ist nur in so weit blätterig, dasz die constituirenden Mineralien mit einem gewissen Grade von Regelmässigkeit angeordnet sind, und, wie man sagen kann, eine Art „Korn“ haben, sie sind aber nicht in bestimmte Blätter oder Blättchen gesondert. Es sind indessen mehrere andere Varietäten von Gneisz vorhanden, welche regelmässig geblättert sind und in sogenannten Schichten miteinander abwechseln. Die Schichtung und Blätterung des gewöhnlichen Gneiszes und die Blätterung oder das Korn des Gneiszgranits sind einander parallel und streichen meist nahe bei Nordost und Südwest, und fallen in einem hohen Winkel (zwischen 50 und 60 Grad) meist nach Südosten hin, so dasz wir auch hier auf dasselbe Streichen treffen, welches über den nördlicheren Theil des Continentes vorherrschend ist. Die Berge von Gneiszgranit sind in einem merkwürdigen Grade abrupt kegelförmig, welches dadurch verursacht zu sein scheint, dasz das Gestein sich in dicken, conischen,

lich einer tertiären Epoche zusammengesetzt war. Ich habe eine höchst eigenthümliche natürliche Barre von hartem Sandstein, welche den Hafen schützt, im Anhang zu meiner Schrift „Über den Bau und die Verbreitung der Corallenriffe“, Übers. p. 217, beschrieben.

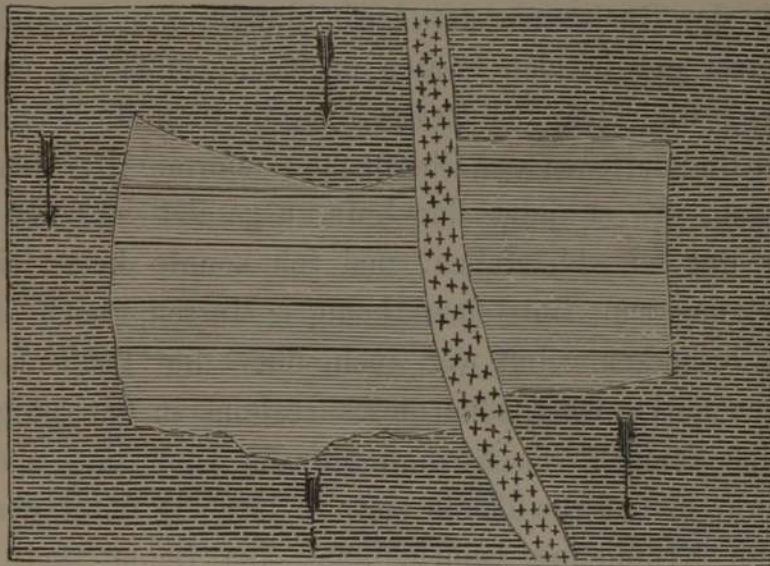
Abrolhos-Inseln, 18^o s. Br., der Küste von Brasilien gegenüber. — Obschon streng genommen nicht recht am Orte, weisz ich doch nicht, wo ich diese kleine Gruppe von Inselchen zweckmässiger beschreiben kann. Die unterste Schicht ist ein Sandstein mit eisenhaltigen Adern; er verwittert zu einer ausserordentlichen wabenartigen Masse; über ihm liegt ein dunkelfarbiger thoniger Schiefer; über diesem ein gröberer Sandstein, — eine totale Mächtigkeit von ungefähr sechzig Fusz ausmachend; endlich findet sich oberhalb dieser sedimentären Schichten eine feine conforme Masse von Grünstein, an einigen Stellen eine säulige Structur darbietend. Alle Schichten, ebenso wie die Oberfläche des Landes, fallen unter einem Winkel von ungefähr 12^o nach N. bei W. ein. Einige von den Inselchen sind gänzlich aus den sedimentären, andere aus den trappartigen Gesteinen gebildet, meist stehen aber die Sandsteine an den südlichen Ufern an.

concentrischen Schichten zu exfoliiren neigt: diese Gipfel sind in ihrer Gestalt denen von Phonolith und andern injicirten Gesteinsarten auf vulcanischen Inseln ähnlich; auch bietet das Korn oder die Blätterung (wie wir später sehen werden) für die Annahme keine Schwierigkeit dar, dasz der Gneiszgranit vielmehr eine eingetriebene als eine metamorphische Bildung ist. Die Gebirgszüge, aber nicht immer jeder einzelne Berg, ziehen nahezu in derselben Richtung mit der Blätterung und sogenannten Schichtung hin, im Ganzen aber mehr nach Osten.

An einer nackten sanft geneigten Fläche des porphyritischen Gneiszes in Botofogo Bay beobachtete ich die hier dargestellte Erscheinung.

Ein sieben Yards langes und zwei Yards breites Fragment mit eckigen und scharf bestimmten Rändern, welches aus einer eigenthümlichen Varietät von Gneisz mit dunkeln Schichten von Glimmer und Granaten zusammengesetzt ist, wird auf allen Seiten von dem gewöhn-

Fig. 24.



Gneiszfragment in eine andere Varietät des nämlichen Gesteins eingebettet.

lichen Gneiszgranit umgeben; beide sind durch eine granitische Ader dislocirt worden. Die Blätter in dem Fragment und in dem umgebenden Gestein streichen in derselben nordnordöstlichen und südsüdwestlichen Richtung, aber in dem Fragment sind sie senkrecht, während sie in dem Gneiszgranit unter einem geringen Winkel, wie durch die Pfeile angedeutet ist, nach Südsüdosten einfallen. Dieses Fragment ist

in Anbetracht seiner bedeutenden Grösze, seiner solitären Lage und seiner blätterigen Structur, welche der des umgebenden Gesteins parallel ist, soweit mir bekannt ist, ein einzig dastehender Fall, und ich will keine Erklärung seines Ursprungs zu geben versuchen.

Die zahlreichen Reisenden⁴ in diesem Lande sind alle über die Tiefe bedeutend überrascht, bis zu welcher der Gneisz und andere granitische Gesteine, ebenso wie die kalkigen Schiefer des Inneren zersetzt worden sind. In der Nähe von Rio ist jedes Mineral mit Ausnahme des Quarzes vollständig erweicht worden, und zwar an einigen Stellen bis zu einer Tiefe die nur unbedeutend geringer als hundert Fusz ist⁵. Die Mineralien behalten ihre Lage in Blättern, die in der gewöhnlichen Richtung streichen, und zerbrochene Quarzadern können von dem soliden Gestein eine Strecke weit in die erweichte, gefleckte, stark gefärbte thonige Masse hinein verfolgt werden. Es wird angegeben, dasz diese zersetzten Gesteine sehr reich an Edelsteinen verschiedener Arten sind, häufig in einem zerbrochenen Zustande, und zwar, wie Einige vermuthet haben, in Folge des Zusammenfalls von Geoden, und dasz diese Gold und Diamanten enthalten. Bei Rio schien es mir, dasz der Gneisz vor der Aushöhlung (ohne Zweifel durch das Meer) der jetzt existirenden breiten flachsohligen Thäler erweicht worden ist, denn die Tiefe der Zersetzung erschien durchaus nicht mit den jetzigen Undulationen der Oberfläche conform. Der porphyritische Gneisz scheint, wo er jetzt der Luft ausgesetzt ist, der Zersetzung merkwürdig gut zu widerstehen, und ich konnte keinerlei Anzeichen für eine Neigung zum Entstehen thoniger Massen gleich den hier beschriebenen bemerken. Ich war auch über die Thatsache erstaunt, dasz, wo eine nackte Oberfläche dieses Gesteins in die ruhigen Buchten abfällt, keine Zeichen von Erosion auf der Höhe des Wasserspiegels vorhanden waren, und die Theile sowohl über als unter derselben eine gleichmässige Krümmung beibehielten. Bei Bahia sind die Gneiszgesteine ähnlich zersetzt, die oberen Theile verlieren unmerkbar ihre Blätterung und gehen ohne irgend eine bestimmte Trennungslinie in

⁴ Spix und Martius haben in einem Anhang zu ihren „Reisen“ die grösste Menge von Thatsachen über diesen Gegenstand gesammelt. s. auch einige Bemerkungen von Lund in seinen Mittheilungen an die Akademie in Kopenhagen, und andere von Gaudichaud in „Freycinet's Reise“.

⁵ Dr. Benza beschreibt granitisches Gestein in den Neelgherries (Madras Journal of Lit. etc., Oct. 1836, p. 246), welches bis zu einer Tiefe von vierzig Fusz zersetzt ist.

eine hellrothe thonige Erde über, welche zum Theil abgerundete Fragmente von Quarzit und Granit enthält. Aus diesem Umstande, und weil die Gesteine der Zersetzung vor der Aushöhlung der Thäler unterlegen zu sein scheinen, vermuthe ich, dasz hier wie bei Rio die Zersetzung unter dem Meere stattfand. Der Gegenstand schien mir ein merkwürdiger zu sein und dürfte wahrscheinlich eine sorgfältige Untersuchung durch einen competenten Mineralogen wohl lohnen.

Die nördlichen Provinzen von La Plata. — Nach einigen mir von Mr. Fox mitgetheilten Beobachtungen scheint die Küste von Rio de Janeiro bis zur Mündung des Plata überall granitisch zu sein, mit einigen wenigen Trappgängen. Bei Porto Alegre in der Nähe der Grenze von Brasilien finden sich Porphyre und Diorite⁶. An der Mündung des Plata untersuchte ich das Land fünfundzwanzig Meilen weit nach Westen und ungefähr siebzig Meilen weit nördlich von Maldonado; in der Nähe dieser Stadt findet sich etwas gewöhnlicher Gneisz, und in allen Theilen des Landes viel grobkörnige Mischung von Quarz und röthlichem Feldspath, welche indessen häufig ein wenig dunkelgrüne unvollkommene Hornblende aufnimmt und dann sofort geblättert wird. Die steilen hieraus gebildeten Hügel ebenso wie die stark geneigten Blätter der gewöhnlichen Varietäten von Gneisz streichen nach Nordnordost oder wenig östlicher, und nach Südsüdwest. Gelegentlich trifft man Thonschiefer und in der Nähe des L. del Potrero findet sich weisser Marmor, der durch die Gegenwart von Hornblende, Glimmer und Asbest spaltbar gemacht ist; die Spaltung dieser Gesteine und ihre Schichtung, d. h. die abwechselnden so zusammengesetzten Massen, streichen von Nordnordost nach Südsüdwest, wie der geblätterte Gneisz, und haben einen beinahe senkrechten Einfallswinkel. Die Sierra Larga, ein niedriger Höhenzug, fünf Meilen westlich von Maldonada, besteht aus häufig eisenhaltigem Quarzit, welcher ein sandiges Gefühl hat und in äusserst dünne, beinahe senkrechte Blättchen oder Blätter in Folge mikroskopischer minutiöser Schüppchen, augenscheinlich von Glimmer, getheilt ist, und in der gewöhnlichen Richtung von Nordnordost und Südsüdwest streicht. Der Höhenzug selbst wird aus einem Hauptzug mit einigen untergeordneten gebildet, und er erstreckt sich mit merkwürdiger Gleich-

⁶ Isabelle, Voyage à Buenos Ayres, p. 479.

förmigkeit weit nach Norden (man sagt sogar bis selbst an die Grenze von Brasilien) in derselben Richtung mit dem senkrecht gebänderten Quarzitgestein aus dem er zusammengesetzt ist. Die Sierra de las Animas ist der höchste Gebirgszug in dem Lande; ich schätzte ihn zu 1000 Fusz hoch, er läuft von Norden nach Süden und wird aus feldspathigem Porphyr gebildet; in der Nähe seines Fusztes findet sich ein nordnordwestlicher und südsüdöstlicher Rücken von einem Conglomerat in einem bedeutend porphyritischen Grundgestein.

Nördlich von Maldonado und südlich von Las Minas findet sich ein ost-westlicher hügeliger Streifen von Land, der einige Meilen breit aus kieseligem Thonschiefer zusammengesetzt ist, mit etwas Quarzit und Kalkstein, der eine unregelmäßig gewundene Spaltung darbietet und meist nach Ost und West streicht. Nach Osten und Südosten von Las Minas liegt ein verworrener District von unvollkommenem Gneisz und geblätterttem Quarzit, dessen Berge in verschiedenen Richtungen ziehen, wo aber jeder einzelne Berg meist in derselben Linie verläuft, wie die Blätter der Gesteine, aus denen er zusammengesetzt ist: die Confusion scheint durch das Kreuzen ost-westlicher und nordnordost-südsüdwestlicher Streichungslinien verursacht worden zu sein. Nach Norden von Las Minas herrschen die regelmäsigeren nördlichen Höhenzüge vor: von diesem Orte bis in die Nähe von Polanco treffen wir auf die grobkörnige Mischung von Quarz und Feldspath häufig mit der unvollkommenen Hornblende, welche dann in einer nordsüdlichen Richtung geblättert wird, — auf unvollkommenen Thonschiefer, welcher Blättchen von rothem krystallisirtem Feldspath einschlieszt, — auf weissen oder schwarzen Marmor, der zuweilen Asbest und Gypskrystalle enthält, — auf Quarzitgestein, — auf Syenit und endlich auf viel Granit. Der Marmor und Granit wechseln wiederholt in augenscheinlich senkrechten Massen ab: einige Meilen nach Norden von Polanco sollen grosze Districte ganz und gar aus Marmor bestehen. Es ist merkwürdig, wie selten in dem ganzen Bereiche des Landes nördlich und westlich von Maldonado Glimmer vorkommt. Über diesen ganzen District fallen die Spaltung des Thonschiefers und Marmors, — die Blätterung des Gneiszes und Quarzits, — die Schichtung oder die abwechselnden Massen dieser verschiedenen Gesteinsarten — und der Zug der Berge sämtlich in ihrer Richtung zusammen; und obgleich das Land nur hügelig ist, sind die Theilungsebenen beinahe überall sehr stark geneigt oder selbst vertical.

Einige alte submarine vulcanische Gesteine sind der Erwähnung werth wegen ihrer Seltenheit auf dieser östlichen Seite des Continents. In dem Thale des Tapas (fünfzig oder sechzig Meilen nördlich von Maldonado) findet sich ein drei oder vier Meilen langer Zug, der aus verschiedenen Trappgesteinen mit glasigem Feldspath, — aus augenscheinlich metamorphischen Sandsteinen, — aus purpurnen Mandelsteinen mit groszen Kernen von kohlen saurem Kalk⁷, und zu einem groszen Theile aus einem rauhen Gestein mit glasigem Feldspath, das im Character zwischen Thonsteinporphyr und Trachyt in der Mitte steht, zusammengesetzt ist. Diese letztere Gesteinsart war an einem Punkte merkwürdig, weil sie voll von drusigen Höhlungen war, die mit Quarzkrystallen ausgekleidet und in Ebenen angeordnet waren, die unter einem Winkel von 50 Grad nach Osten einfielen und parallel zu der Blätterung eines benachbarten, aus der gewöhnlichen Mischung von Quarz, Feldspath und unvollkommener Hornblende zusammengesetzten Berges strichen; diese Thatsache deutet vielleicht darauf hin, dasz diese vulcanischen Gesteine metamorphosirt worden sind, und dasz ihre constituirenden Bestandtheile von Neuem zu derselben Zeit und nach denselben Gesetzen angeordnet worden sind, wie die granitischen und metamorphischen Formationen dieser ganzen Gegend. In dem Thale des Marmaraya, wenige Meilen südlich von dem Tapas, ist ein Streifen von Trapp und mandelsteinartigem Gestein zwischen einem Berg von Granit und einer ausgedehnten ihn umgebenden Formation von rothem Conglomerat eingeschaltet, welche (wie die am Fusze der Sierra de las Animas) eine porphyritische Basis mit Krystallen von Feldspath hat und welche daher sicher eine Metamorphose erlitten hat.

Montevideo. — Die Gesteine bestehen hier aus mehreren Varietäten von Gneisz, in dem der Feldspath häufig gelblich, körnig und unvollkommen krystallisirt ist, und welche mit Schichten von einigen wenigen Yards bis nahezu einer Meile an Mächtigkeit von feinem oder grobkörnigem dunkelgrünen Hornblendeschiefer abwechseln und unmerkbar in solche übergehen; dieser geht wiederum häufig in Chloritschiefer über. Diese Übergänge scheinen hauptsächlich eine Folge von Veränderungen im Glimmer und seiner Ersetzung durch andere Mineralien

⁷ In der Nähe des Pan de Azucar findet sich etwas grünlicher Porphyr, an einer Stelle mit Achat amygdaloid.

zu sein. Auf der Ratten-Insel untersuchte ich eine Masse von Chloritschiefer nur einige wenige Yards im Geviert, welche unregelmäßig auf allen Seiten vom Gneisz umgeben und verworren von vielen krummlinigen Quarzadern durchsetzt war, welche allmählich in den Gneisz übergiengen: die Spaltung des Chloritschiefers und die Blätterung des Gneiszes waren genau parallel. Nach Osten von der Stadt findet sich viel feinkörniger dunkel gefärbter Gneisz, der beinahe den Character von Hornblendeschiefer annimmt, und in dünnen Blättchen mit Quarzblättchen abwechselt, während die ganze Masse von zahlreichen groszen Quarzadern quer durchsetzt ist: ich beobachtete besonders, dasz diese Adern mit den abwechselnden Quarzblättchen absolut continuirlich waren. In diesem Falle und auf der Ratten-Insel schien der Übergang des Gneiszes in unvollkommene Hornblende- oder in Chloritschiefer mit der Ausscheidung der Quarzadern in Zusammenhang zu stehen⁸.

Der Mount, ein zu 450 Fusz Höhe angenommener Hügel, von welchem der Platz seinen Namen erhalten hat, ist in dieser Gegend weitaus das höchste Land: er besteht aus Hornblendeschiefer, welcher (ausgenommen am östlichen, gestörten Fusze) eine ostwestliche nahezu verticale Spaltung zeigt; die längere Axe des Berges läuft gleichfalls in dieser selben Linie. In der Nähe des Gipfels wird der Hornblendeschiefer allmählich immer gröber und gröber krystallisirt und weniger deutlich geblättert, bis er in einen schweren, klingenden Grünstein mit einem schieferigen muscheligen Bruche übergeht; die Blättchen an den nördlichen und südlichen Seiten in der Nähe des Gipfels fallen nach einwärts, als wenn dieser obere Theil ausgedehnt oder nach auszen übergefallen wäre. Dieser Grünstein musz meiner Vorstellung nach als metamorphosirter Hornblendeschiefer betrachtet werden. Der Cerrito, der nächsthöchste aber viel weniger erhobene Punkt ist beinahe ähnlich zusammengesetzt. In den westlicheren Theilen der Provinz findet sich auszer Gneisz Quarzitgestein, Syenit und Granit; und bei Colla hörte ich von Marmor.

In der Nähe von Montevideo war die Strecke, welche ich genauer untersuchte, ungefähr fünfzehn Meilen in einer ostwestlichen Linie

⁸ Greenough bemerkt (Critical Examination etc., p. 78), dasz Quarz in Glimmerschiefer zuweilen in Schichten und zuweilen in Adern erscheint. Auch L. von Buch bemerkt in seinen Reisen in Norwegen (p. 236), dasz abwechselnde Blättchen von Quarz und Hornblendeschiefer den Glimmerschiefer ersetzen.

grosz, und hier fand ich die Blätterung des Gneiszes und die Spaltung der Schiefer meist gut entwickelt und in einer zu den abwechselnden, aus Gneisz, Hornblende und Chloritschiefer zusammengesetzten Schichten parallelen Richtung entwickelt. Diese Theilungsebenen ziehen sämtlich fast genau von Ost nach West, häufig Ost bei Süd nach West bei Nord; ihr Einfall ist meist beinahe senkrecht und der Winkel kaum irgendwo unter 45 Grad: in Anbetracht des Umstandes, dasz die Oberfläche des Landes unbedeutend wellig ist, verdient diese Thatsache Beachtung. Westwärts von Montevideo nach dem Uruguay zu, wo der Gneisz exponirt ist, sieht man die stark geneigten Blätter in derselben Richtung streichen; doch musz ich einen Fleck ausnehmen, wo die Streichlinie Nordwest bei Nord war. Die kleine Sierra de San Juan, die aus Gneisz und blätterigem Quarzit besteht, musz gleichfalls ausgenommen werden; denn sie zieht zwischen Nord zu Nordost und Süd zu Südwest, und scheint zu demselben System zu gehören, wie die Berge im Maldonado-District. Endlich haben wir gesehen, dasz für viele Meilen nördlich von Maldonado und fünfundzwanzig Meilen westlich davon bis zur Sierra de las Animas die Blätterung, Spaltung, die sogenannte Schichtung und die Richtungslinie der Berge sämtlich nordnordöstlich und südsüdwestlich hinziehen, welche Richtung nahezu mit der benachbarten Küste des atlantischen Oceans zusammenfällt. Nach Westen von der Sierra de las Animas, selbst so weit bis zum Uruguay, ziehen die Blätterung, Spaltung und Schichtung (aber nicht die Bergzüge, denn es finden sich hier keine bestimmten) sämtlich ungefähr von Ost bei Süd nach West bei Nord, welches nahezu mit der Richtung des nördlichen Ufers des Plata übereinstimmt: in dem confundirten Landstrich in der Nähe von Las Minas, wo diese zwei groszen Systeme einander zu durchschneiden scheinen, fallen die Spaltung, Blätterung und Schichtung, welche in verschiedenen Richtungen laufen, doch meistens mit der Zuglinie eines jeden besonderen Berges überein.

Südliches La Plata. — Der erste Rücken südlich vom Plata, welcher durch die Pampas-Formation emporspringt, ist die Sierra Tapalguen und Vulcan, welche 20 Meilen südlich von dem eben beschriebenen Districte gelegen ist. Dieser Rücken ist nur einige wenige Hundert Fusz hoch, und läuft vom Cap Corrientes in einer westnordwestlichen Linie mindestens 150 Meilen nach dem Innern: bei

Tapalguen ist er aus nicht geschichtetem, körnigem Quarzit zusammengesetzt, welcher deshalb merkwürdig ist, weil er tafelförmige Marmor Massen und kleine von steilen Klippen umgebene Ebenen bildet: andere Theile des Rücken sollen, wie man sagt, aus Granit bestehen, und Marmor findet sich in der Sierra Tinta. Aus Mr. PARCHAPPE's Beobachtungen⁹ geht hervor, dasz bei Tandil sich ein Höhenzug von quarzigem Gneisz findet, sehr ähnlich den Gesteinen der Sierra Larga in der Nähe von Maldonado, der in derselben nordnordöstlichen und südsüdwestlichen Richtung verläuft, so dasz das feste Gerüst des Landes hier dem vom nördlichen Ufer des Plata sehr ähnlich ist.

Die Sierra Guitru-Gueyu liegt sechzig Meilen südlich von der Sierra Tapalguen: sie besteht aus zahlreichen parallelen, zuweilen zusammen verschmolzenen Rücken, ungefähr dreiundzwanzig Meilen breit und 500 Fusz hoch über der Ebene, und erstreckt sich in einer nordwestlichen und südöstlichen Richtung. Nachdem ich das äusserste südöstliche Ende umgangen hatte, bestieg ich nur einige wenige Punkte, welche aus einem feinkörnigen Gneisz zusammengesetzt waren, der beinahe aus Feldspath mit ein wenig Glimmer bestand und in den oberen Theilen der Berge in einen im Ganzen compacten, purpurnen, thonigen Schiefer übergieng. Die Spaltung war nahezu vertical, das Streichen in einer nordwestlichen bei westlichen und südöstlichen bei östlichen Linie, nahezu, wenn auch nicht ganz, mit der Richtung der parallelen Rücken zusammenfallend.

Die Sierra Ventana liegt dicht nach Süden von der von Guitru-Gueyu; sie ist merkwürdig, weil sie eine auf dieser Seite des Continents sehr ungewöhnliche Höhe erreicht, nämlich 3340 Fusz. Sie besteht bis hinauf zu ihrem Gipfel aus meist reinem und weissem, aber zuweilen röthlichem und in dicke Blättchen oder Schichten getheilten Quarzit: an einer Stelle findet sich ein wenig glänzender Thonschiefer mit einer gewundenen Spaltung. Die dicken Schichten von Quarzit streichen in einer Linie West 30° Nord, und fallen nach Süden unter einem Winkel von 45 Grad, und darüber, ein. Die hauptsächlichste Gebirgslinie mit einigen vollständig untergeordneten parallelen Rücken zieht ungefähr von West 45° Nord: aber an ihrem südöstlichen Ende

⁹ d'Orbigny, Voyage, Part. Géolog., p. 46. Ich habe eine kurze Schilderung der eigenthümlichen Formen der in einer metamorphischen Formation so ungewöhnlichen Quarzit-Berge von Tapalguen in meiner „Reise eines Naturforschers“ (Übers. p. 132) gegeben.

nur West 25° Nord. Diese Sierra soll sich, wie man sagt, zwischen zwanzig und dreiszig Stunden weit in das Innere erstrecken.

Patagonien. — Vielleicht mit Ausnahme des Berges von San Antonio (600 Fusz hoch) im Golf von San Matias, welcher noch niemals von einem Geologen besucht worden ist, trifft man keine krystallinische Gesteine an der Küste von Patagonien auf einer Strecke von 380 Meilen südlich von der Sierra Ventana. An dieser Stelle ($43^{\circ} 50'$ s. Br.), an den Point Union und Tombo, sollen, wie man sagt, plutonische Gesteinsarten auftreten, und finden sich in im Ganzen weiten Zwischenräumen unterhalb der patagonischen Tertiärformation auf einer Strecke von ungefähr 300 Meilen nach Süden bis in die Nähe von Bird Island in $48^{\circ} 56'$ s. Br. Nach Handstücken zu urtheilen, die Mr. STOKES freundlich für mich gesammelt hat, ist die vorherrschende Gesteinsart bei Port Sta Elena, Camerones, Malaspina, und südlich bis nach den Paps of Pineda ein purpurröthlicher oder bräunlicher Thonsteinporphyr, der zuweilen blätterig, zuweilen unbedeutend blasig ist, mit Krystallen von opakem Feldspath, und mit einigen wenigen Quarzkörnern; es sind daher diese Porphyre den unmittelbar zu beschreibenden aus Port Desire ähnlich, und gleichzeitig auch einer Reihe, welche ich in der Nähe von Porto Allegre an den südlichen Grenzen von Brasilien gesehen habe. Diese Porphyrformation ist ferner in einer eigenthümlich nahen Weise der tiefsten geschichteten Formation der Cordillera von Chile ähnlich, welche, wie wir später sehen werden, eine ungeheuere Ausdehnung hat und eine grosze Mächtigkeit erreicht. Im Grunde des Golfs von St. George scheinen nur tertiäre Ablagerungen vorhanden zu sein. Bei Cap Blanco findet sich Quarzitgestein, dem von den Falkland-Inseln sehr ähnlich, und etwas harter blauer kieseliger Thonschiefer.

Bei Port Desire ist eine sehr ausgedehnte Formation des Thonsteinporphyrs zu finden, die sich mindestens fünfundzwanzig Meilen weit in das Innere erstreckt: sie ist denudirt und tief in Rinnsale ausgewaschen worden, ehe sie von den tertiären Ablagerungen bedeckt wurde, durch welche sie hier und da in Bergen vorspringt; diejenigen nördlich von der Bucht sind 440 Fusz hoch. Die Schichten sind an mehreren Stellen unter geringen Winkeln meist entweder nach Nordnordwest oder Südsüdost aufgerichtet worden. Durch allmähliche Übergänge und Abwechselungen verändern die Porphyre unablässig ihre Beschaffenheit. Ich will nur einige der hauptsächlichsten mineralogischen

Veränderungen beschreiben, welche im hohen Grade instructiv sind und welche ich sorgfältig untersucht habe. Das vorherrschende Gestein hat eine compacte purpurne Basis mit Krystallen von erdigem oder opakem Feldspath und häufig mit Quarzkörnern. Es finden sich andere Varietäten mit einer beinahe rein trachytischen Grundmasse, die voll von kleinen winkeligen Blasen und Krystallen von glasigem Feldspath sind, und es gibt auch Schichten von schwarzem vollkommenen Pechstein ebenso wie solche von einer unvollkommenen concretionären Varietät. Bei einer oberflächlichen Betrachtung würde man die ganze Reihe für von der nämlichen plutonischen oder vulcanischen Natur halten, wie die trachytischen Varietäten und den Pechstein; aber das ist durchaus nicht der Fall, da ein großer Theil des Porphyrs sicher metamorphischen Ursprungs ist. Auszer den echten Porphyren finden sich noch viele Schichten von erdiger, gänzlich weisser oder gelblicher, zerreiblicher, leicht schmelzbarer Masse, welche der Kreide ähnlich ist, aber unter dem Mikroskop sich als aus minutiösen, zerbrochenen Krystallen bestehend erweist, und welche, wie in einem früheren Capitel bemerkt wurde, den oberen tuffartigen Schichten der patagonischen Tertiärformation ähnlich ist. Diese erdige Substanz wird häufig gröber und enthält sehr kleine abgerundete Porphyrfragmente und rundliche Quarzkörner, und in einem Falle so viele von letzteren, dass sie einem gewöhnlichen Sandsteine ähnlich wird. Diese Schichten sind zuweilen durch Linien von wässerigem Niederschlag gezeichnet, welche Stückchen von verschiedenem Grade grober Beschaffenheit von einander trennen; in andern Fällen finden sich parallele eisenhaltige Linien, nicht von echtem Niederschlag, wie durch die Anordnung der Partikeln erwiesen wird, aber solchen doch in eigenthümlicher Weise ähnlich. Die stärker verhärteten Varietäten enthalten häufig viele kleine und einige gröszere winkelige Höhlen, welche Folge der Entfernung erdiger Substanz zu sein scheinen; einige Varietäten enthalten Glimmer. Alle diese erdigen und im Allgemeinen weissen Steinarten gehen unmerklich in härtere klingende Varietäten über, welche mit einem muscheligen Bruch brechen, jedoch von geringem specifischen Gewicht sind; viele von diesen letzteren Varietäten nehmen eine blaszpurpurne Färbung an, sie sind eigenthümlich in verschiedenen Schattirungen gebändert und geadert, und werden häufig deutlich porphyritisch mit Feldspathkrystallen. Die Bildung dieser Krystalle konnte äusserst deutlich durch minutiöse und häufig theilweise hohle Flecken erdiger Substanz

verfolgt werden, welche zuerst eine faserige Structur annehmen, dann in opake unvollkommen gestaltete Krystalle, und endlich in vollkommen glasige Krystalle übergehen. Wenn diese Krystalle auftraten, und wenn die Grundmasse compact geworden war, konnte das Gestein an vielen Stellen nicht von einem echten Thonsteinporphyr ohne eine Spur einer mechanischen Structur unterschieden werden.

An einigen Stellen gehen diese erdigen oder tuffartigen Schichten in Jaspis und in sehr schön gefleckte und gebänderte Porzellangesteine über, welche in Splitter zerbrechen, die an den Rändern durchscheinend und hart genug sind, Glas zu ritzen, und zu weissen durchscheinenden Perlen schmelzen: in den porzellanartigen Varietäten eingeschlossene Quarzkörner sieht man in die umgebende teigartige Masse verschmelzen. An andern Stellen gehen die erdigen oder tuffartigen Schichten entweder unmerklich in Breccien über, oder wechseln mit solchen ab, welche aus groszen und kleinen Fragmenten verschiedener purpurner Porphyre mit einer meist porphyritischen Grundsubstanz zusammengesetzt sind: diese Breccien gehen gleichfalls, obschon ihr Ursprung unter Wasser an vielen Stellen sowohl durch die Anordnung ihrer kleineren Theilchen als durch eine schräge oder durchlaufende Blätterung nachzuweisen ist, in Porphyre über, in welchen jede Spur eines mechanischen Ursprungs und einer Schichtung obliterirt ist.

Einige in hohem Grade porphyritische, obschon grobkörnige Massen von offenbar sedimentärem Ursprung, und in dünne von einander hauptsächlich in der Zahl der eingeschlossenen Quarzkörner abweichende Schichten getheilt, interessirten mich sehr wegen der eigenthümlichen Weise, in welcher hier und da einige von den Schichten in abrupten Spitzen endigten, denen vollkommen ungleich, welche durch eine Sedimentschicht gebildet werden, die naturgemäsz sich verdünnt, und offenbar das Resultat eines späteren Processes einer metamorphischen Aggregation. In einer andern gewöhnlichen Varietät von einer feineren Textur war der Aggregationsprocesz noch weiter gegangen, denn die ganze Masse bestand aus ganz kurzen, parallelen, häufig unbedeutend gekrümmten Lagen oder Flecken von weisser oder röthlicher, feinkörniger, krystallinischer, feldspathiger Substanz, meist an beiden Enden in stumpfe Spitzen ausgehend; diese Lagen oder Flecken neigten ferner dazu, in Keile oder mandelförmige kleine Massen überzugehen, und diese endlich wieder in echte Krystalle von Feldspath, deren Centren häufig leicht drusig waren: die Reihe war so vollkommen, dasz ich

nicht daran zweifeln konnte, dass die grossen Krystalle, deren längere Axen parallel zu einander gestellt waren, ursprünglich während der Metamorphose und der Aggregation abwechselnder Tuffschichten entstanden waren; und es musz daher ihre parallele Stellung (so unerwartet der Schlusz auch sein mag) nicht den Gesetzen chemischer Thätigkeit, sondern den ursprünglichen Ebenen des Niederschlags zugeschrieben werden. Ich werde versucht, kurz drei andere eigenthümlich verwandte Varietäten von Gesteinen zu beschreiben; die erste würde ohne Untersuchung für eine stratificirte porphyritische Breccie gegangen sein, aber alle die eingeschlossenen eckigen Fragmente bestanden aus einem Saum von röthlicher, krystallinischer, feldspathiger Substanz, welche ein dunkles, durchscheinendes, kieseliges Centrum umgab, in dem Quarzkörner, die nicht vollständig in die Grundmasse verschmolzen waren, unterschieden werden konnten; diese Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit der Fragmente zeigt, dass sie nicht von mechanischem, sondern von concretionärem Ursprunge, und vielleicht das Resultat des Aufbrechens und Wiederaggregirens von Schichten verhärteten Tuffes sind, welcher zahlreiche Quarzkörner enthielt, — in welchen in der That die ganze Masse an einer Stelle übergieng. Die zweite Varietät ist ein röthlicher, nicht porphyritischer Thonstein, der ganz voll von sphärischen Höhlen ist, von ungefähr einem halben Zoll im Durchmesser, jede mit einer collabirten aus Quarzkrystallen gebildeten Kruste ausgekleidet. Die dritte Varietät besteht auch aus einem blaszpurpurnen nicht porphyritischen Thonstein, der beinahe ganz aus concretionären undeutlich in Lagen angeordneten Kugeln von einem weniger compacten und blasser gefärbten Thonstein besteht; jede Kugel ist an der einen Seite zum Theil hohl und mit Quarzkrystallen ausgekleidet.

Falsche Gänge. — Einige Meilen den Hafen hinauf beobachtete ich an einer aus unbedeutend metamorphosirten tuffartigen und porphyritischen Thonsteinschichten gebildeten Klippenreihe drei senkrechte Gänge, die im allgemeinen Ansehen gewöhnlichen vulcanischen Gängen so bedeutend ähnlich waren, dass ich bis zur näheren Untersuchung ihrer Zusammensetzung nicht daran zweifelte, dass sie von unten injicirt worden seien. Der erste ist gerade, mit parallelen Seiten, und ungefähr vier Fusz breit; er besteht aus weiszlicher, verhärteter, tuffartiger Substanz, genau gleich einigen der von ihm durch-

setzten Schichten. Der zweite Gang ist merkwürdig; er ist unbedeutend gewunden, ungefähr achtzehn Zoll dick, und kann eine beträchtliche Strecke dem Strande entlang verfolgt werden; er ist von einer purpurröthlichen oder braunen Farbe und wird hauptsächlich aus abgerundeten Quarzkörnern mit zerbrochenen Krystallen von erdigem Feldspath, Schuppen schwarzen Glimmers und minutiösen Fragmenten von Thonsteinporphyr gebildet, welche alle fest in einer harten spärlichen Grundmasse mit einander vereint sind. Die Structur dieses Ganges zeigt augenfällig, dasz er von mechanischem und sedimentärem Ursprung ist; doch dünnte er sich nach oben aus und durchschnitt nicht die obersten Schichten an den Klippen. Diese Thatsache scheint auf den ersten Blick anzudeuten, dasz diese Substanz nicht von oben her hineingewaschen worden sein konnte¹⁰; wenn wir aber über die Saugkraft nachdenken, welche dann eintreten würde, wenn sich eine tief liegende Spalte bildete, so können wir annehmen, dasz, wenn die Spalte an einer Stelle an der Oberfläche sich öffnete, Schlamm und Wasser ihrem ganzen Verlauf nach eingezogen werden würde. Der dritte Gang bestand aus hartem, rauhem, weiszem Gestein, beinahe ganz aus zerbrochenen Krystallen glasigen Feldspaths mit zahlreichen Schuppen schwarzen Glimmers zusammengesetzt, welche in einer spärlichen Grundmasse eingekittet waren; in der Erscheinung dieses Gesteins lag nur wenig, was die Idee, dasz es ein echter injicirter feldspathiger Gang sei, ausschloz. Die diese drei falschen Gänge zusammensetzende Substanz, besonders des zweiten, scheint wie die umgebenden Schichten einen gewissen Grad metamorphischer Einwirkung erlitten zu haben, und dies hat das täuschende Ansehen bedeutend unterstützt. Bei Bahia in Brasilien haben wir gesehen, dasz ein echter injicirter Hornblendegang nicht bloz Metamorphose erlitten hat, sondern dislocirt und selbst in den umgebenden Gneisz diffundirt worden ist, und zwar unter der Form von einzelnen Krystallen und von Fragmenten.

Falkland-Inseln. — Ich habe diese Inseln in einem im dritten Bande des „Geological Journal“ veröffentlichten Aufsatz beschrieben

¹⁰ Erfüllte Spalten kommen bekanntermassen sowohl in vulcanischen als in gewöhnlichen sedimentären Formationen vor. Auf dem Galapagos-Archipel finden sich einige auffallende Beispiele von aus hartem Tuff zusammengesetzten falschen Gängen (s. Vulcanische Inseln, Cap. V.).

(s. diesen Band, Abth. II, p. 1). Die Gebirgsrücken bestehen aus Quarzit und das tiefere Land aus Thonschiefer und Sandstein, welcher letztere paläozoische Fossilien enthält. Diese Fossilien sind besonders von den Mrs. MORRIS und SHARPE beschrieben worden; einige von ihnen sind silurischen und andere devonischen Formen ähnlich. Im östlichen Theile der Gruppe erstrecken sich die verschiedenen parallelen Quarzitrücken in einer west-östlichen Linie; aber weiter westlich zieht die Linie westnordwestlich und ost-südöstlich, und selbst noch mehr nördlich. Die Spaltungsebenen des Thonschiefers sind in hohem Grade geneigt, meist unter einem Winkel von über 50 Grad und häufig vertical; sie streichen beinahe ausnahmslos in derselben Richtung mit den Quarzitzügen. Die Umrisse der eingeschnittenen Ufer der zwei Hauptinseln und die relativen Lagen der kleineren Inselchen stimmen mit dem Streichen sowohl der Haupterhebungssaxen als auch der Spaltungsebenen des Thonschiefers überein.

Feuerland. — Meine Notizen über die Geologie dieses Landes sind zahlreich; da sie aber nicht wichtig sind, und Fossile nur in einem Districte gefunden wurden, wird hier eine kurze Skizze genügen. Die östliche Küste von der Magellan-Strasze (wo die erratische Formation reichlich entwickelt ist) bis zur St. Polycarp's-Bucht wird aus horizontalen tertiären Schichten gebildet, welche eine Strecke weit nach dem Innern zu von einem breiten bergigen Streifen von Thonschiefer begrenzt werden. Diese grosze Thonschieferformation erstreckt sich von St. Le Maire nach Westen 140 Meilen weit, beiden Seiten des Beagle-Canals entlang, bis in die Nähe seiner Gabelung. Südlich von diesem Canal bildet sie die ganze Navarin-Insel, und die östliche Hälfte von Hoste-Insel und von der Hardy-Halbinsel; nördlich vom Beagle-Canal erstreckt sie sich in einer nordwestlichen Richtung auf beiden Seiten des Admiralitäts-Sundes bis zur Halbinsel Braunschweig in der Magellan-Strasze, und ich habe Grund zu der Vermuthung, dasz sie sich an der östlichen Seite der Cordillera weit hinauf erstreckt. Die westliche und durchbrochene Seite des Feuerlandes nach dem „Stillen Ocean“ zu wird aus metamorphischem Schiefer, Granit und verschiedenen trappartigen Gesteinsarten gebildet; die Trennungslinie zwischen der krystallinischen und Thonschiefer-Formationen kann meistens, wie Captain KING¹¹ bemerkte, durch den in den Thonschiefer-

¹¹ Geographical Journal, Vol. I, p. 155.

Districten vorhandenen Parallelismus der Ufer und Canäle, welche in einer Richtung angeordnet sind, die zwischen West 20° bis 40° Nord und Ost 20° bis 40° Süd schwankt, unterschieden werden.

Der Thonschiefer ist meist spaltbar, zuweilen kieselig oder eisenhaltig, mit Adern von Quarz und Kalkspath; er nimmt häufig, besonders auf den höheren Bergen, einen veränderten feldspathigen Character an und geht in feldspathigen Porphyry über: gelegentlich ist er mit Breccien und Grauwacke verbunden. Bei der Good-Success-Bay findet sich ein wenig zwischeneingeschalteter schwarzer krystallinischer Kalkstein. Bei Port Famine ist ein groszer Theil des Thonschiefers kalkig und geht entweder in einen Schieferletten oder in Grauwacke über, welche merkwürdig gestaltete Concretionen eines dunklen thonigen Kalksteins einschlieszt. Nur hier am Ufer, einige wenige Meilen nördlich von Port Famine und auf dem Gipfel von Mount Tarn (2600 Fusz hoch) fand ich organische Überreste; sie bestehen aus:

- | | |
|--|--------------|
| 1. <i>Ancyloceras simplex</i> D'ORB., „Pal. France“ (Taf. V, Fig. 2) | Mount Tarn. |
| 2. <i>Fusus</i> (in unvollkommenem Zustande), | ebenda. |
| 3. <i>Natica</i> ebenso, | ebenda. |
| 4. <i>Pentacrinus</i> ebenso, | ebenda. |
| 5. <i>Lucina excentrica</i> G. B. Sow. (Taf. V, Fig. 21), | Port Famine. |
| 6. <i>Venus</i> (in unvollkommenem Zustande), | ebenda. |
| 7. <i>Turbinolia</i> ? ebenso | ebenda. |
| 8. <i>Hamites elatior</i> G. B. Sow., | ebenda. |

D'ORBIGNY gibt an,¹² dass HOMBRON und GRANGE in dieser Gegend einen *Ancyloceras*, vielleicht *A. simplex*, einen Ammoniten, eine *Plicatula* und eine *Modiola* fanden. D'ORBIGNY glaubt nach dem allgemeinen Character dieser Fossile, und weil der *Ancyloceras* (so weit dessen unvollkommener Erhaltungszustand einen Vergleich gestattete) mit dem *A. simplex* Europa's identisch ist, dass die Bildung einer frühen Stufe des Kreidesystems angehört. Professor E. FORBES, welcher nur nach meinen Handstücken urtheilt, stimmt der Wahrscheinlichkeit dieser Schlussfolgerung zu. Der *Hamites elatior* der obigen Liste, von welchem eine Beschreibung von SOWERBY im Anhange gegeben wird, und welcher seiner bedeutenden Grösze wegen merkwürdig ist, ist weder von D'ORBIGNY noch von Professor E. FORBES gesehen worden, da seit meiner Rückkehr nach England die Exemplare verloren worden sind. Dass die grosze Thonschieferformation des Feuerlandes

¹² Voyage, Part. Géolog., p. 242.

der Kreidezeit angehört, ist sicher eine sehr interessante Thatsache, mögen wir das Ansehen des ganzen Landes in Betracht ziehen, welches ohne die durch Fossilien dargebotenen Beweise nach der Analogie der meisten bekannten Districte wahrscheinlich als der paläozoischen Reihe angehörig betrachtet worden sein würde, oder mögen wir es als einen Beweis dafür ansehen, dasz das Alter dieser Endparthie der groszen Axe von Süd-America das nämliche ist (wie später gezeigt werden wird), wie das der Cordillera von Chile und Peru.

Der Thonschiefer wird an vielen Stellen des Feuerlandes durch Gänge durchbrochen¹³ und durch grosze Massen von Grünstein, die oft in hohem Grade hornblendig sind: beinahe alle die kleineren Inseln innerhalb der Thonschieferdistricte sind in dieser Weise zusammengesetzt. Der Schiefer in der Nähe der Gänge wird meist blasser gefärbt, härter, weniger spaltbar, von feldspathiger Beschaffenheit, und geht in Porphyr oder Grünstein über: in einem Fall indessen wurde er spaltbarer, von rother Färbung, und enthielt minutiöse Glimmerblättchen, welche in dem unveränderten Gestein fehlten. Auf der Ostseite von Ponsonby-Sund waren einige aus einem blassen, klingenden, feldspathigen Gestein zusammengesetzte Gänge, die porphyritisch mit ein wenig Feldspath waren, ihrer Anzahl wegen merkwürdig, — es fanden sich innerhalb des Raumes von einer Meile mindestens hundert, — sie waren ferner merkwürdig wegen des Umstandes, dasz sie an Mächtigkeit nahezu dem dazwischen liegenden Schiefer glichen, — und besonders wegen der excessiven Feinheit (gleich der feinsten eingelegten Tischlerarbeit) und dem vollkommenen Parallelismus ihrer Verbindung mit den beinahe verticalen Schichten des Thonschiefers. Ich war nicht im Stande mich zu überreden, dasz diese groszen parallelen Massen injicirt worden seien, bis ich einen Gang fand, welcher sich plötzlich zur Hälfte seiner Mächtigkeit verdünnte, und dessen eine Seitenwand nur mit Fragmenten des Schiefers durchsetzt war.

Im südlichen Feuerland wird der Thonschiefer nach seiner südwestlichen Grenze hin sehr verändert und feldspathig. So kann man auf der Wollaston-Insel Schiefer und Grauwacke deutlich in feldspathige Gesteine und Grünstein übergehen sehen, welche Schwefel-

¹³ In einem Grünsteingang im Magdalenen-Canal spaltete der Feldspath mit dem Winkel des Albit. Dieser Gang wurde, ebenso wie der umgebende Schiefer von einer groszen Quarzader durchsetzt, ein Umstand von ungewöhnlichem Vorkommen.

kiese und Epidot enthalten, aber noch immer Spuren von Spaltbarkeit mit dem gewöhnlichen Streichen und Fallen darbieten. Eine derartige metamorphosirte Masse wurde von groszen, Adern ähnlichen Massen einer wundervollen Mischung (wie Professor MILLER ermittelt hat) von grünem Epidot, Granaten und weiszem Kalkspath durchsetzt. An der nördlichen Spitze dieser nämlichen Inseln fanden sich verschiedene alte submarine vulcanische Gesteine, welche aus Amygdaloiden mit dunklem Bolus und Achat, — aus Basalt mit zersetztem Olivin, — aus compacter Lava mit glasigem Feldspath, — und aus einem groben Conglomerat von rothen Schlacken, die zum Theil Amygdaloide mit kohlsaurem Kalk waren, bestanden. Der südliche Theil von der Wollaston-Insel und das Ganze von Hermite und Horn-Insel scheint aus Grünsteinkegeln gebildet zu sein: die weiter abliegenden Inseln Il Defenso und D. Ramez bestehen, wie angegeben wird,¹⁴ aus porphyritischer Lava. Bei dem Durchkreuzen der Halbinsel Hardy geht der noch immer Spuren seiner gewöhnlichen Spaltbarkeit behaltende Schiefer in säulige feldspathige Gesteinsarten über, denen ein unregelmässiger Zug von Trapp- und Basaltgesteinen folgt, welche glasigen Feldspath und viel Schwefelkies enthalten: es findet sich auch etwas harscher rother Thonsteinporphyr, und ein beinahe reiner Trachyt mit Hornblendenadeln, und an einer Stelle ein merkwürdig schieferiges Gestein, welches in viereckige Säulen getheilt ist, mit einer Basis die beinahe dem Trachyt gleicht, mit drüsigen, mit Krystallen erfüllten Höhlen, welche aber nach Professor MILLER zu unvollkommen sind, um gemessen zu werden, aber Zeagonit ähnlich sind.¹⁵ Mitten zwischen diesen merkwürdigen Gesteinsarten, die ohne Zweifel von altem submarinen vulcanischen Ursprunge sind, sprang ein hoher Berg von feldspathigem Thonschiefer empor, der seine gewöhnliche Spaltung neigte. In der Nähe dieses Punktes fand sich ein kleiner Hügel, der das Ansehen von Granit hatte, aber aus weiszem Albit, glänzenden Hornblendekrystallen (beides durch das Reflexionsgoniometer ermittelt) und Glimmer gebildet wurde, aber ohne Quarz. Kein neuer vulcanischer District ist in irgend einem Theile des Feuerlandes beobachtet worden.

¹⁴ Von Professor Jameson bestimmt. s. Weddell's Voyage, p. 169.

¹⁵ s. Brooke's Aufsatz in: London Philos. Magaz., Vol. X. Dieses Mineral kommt in einem alten vulcanischen Gestein in der Nähe von Rom vor.

Fünf Meilen westlich von der Gabelung des Beagle-Canals geht die Schieferformation, anstatt wie in den südlicheren Theilen des Feuerlandes feldspathig und mit Trapp oder alten vulcanischen Gesteinen vergesellschaftet zu werden, in abwechselnder Reihe in eine graue darunter liegende Masse von feinem Gneisz und glänzendem Thonschiefer über, welcher in keiner groszen Entfernung eine groszartige Formation von Glimmerschiefer, der Granaten enthält, folgt. Die Blätter dieser metamorphischen Schiefer streichen parallel zu den Spaltungsebenen des Thonschiefers, welche eine sehr gleichförmige Richtung über diesen ganzen Theil des Landes haben: indessen sind die Blätter wellig und gewunden, während die Spaltungsblätter des Schiefers gerade sind. Diese Schiefer setzen die Hauptgebirgsketten des südlichen Feuerlandes zusammen, die sich der nördlichen Seite des nördlichen Armes des Beagle-Canals entlang in einer kurzen west-nord-westlichen und ost-süd-östlichen Linie erstrecken, mit zwei sich bis zu den Höhen von 6800 und 6900 Fusz erhebenden Spitzen (Mount Sarmiento und Darwin). Auf der südwestlichen Seite dieses nördlichen Armes des Beagle-Canals sieht man den Thonschiefer mit seinen Schichten von der groszen Bergkette abfallend, so dass die metamorphischen Schiefer hier einen auf beiden Seiten von Thonschiefer begrenzten Rücken bilden. Weiter nördlich indessen nach Westen von diesem groszen Rücken findet sich kein Thonschiefer, sondern nur Gneisz, Glimmer und Hornblendeschiefer, welche auf groszen kahlen Bergen von echtem Granit ruhen und einen ungefähr sechzig Meilen breiten Zug bilden. Wieder nach Westen von diesen Gesteinen sind die äussersten Inseln von Trappformation, welche nach den während der Reise der Adventure und Beagle¹⁶ erhaltenen Informationen in Verbindung mit Granit hauptsächlich der westlichen Küste entlang von Norden bis zum Eingang in die Magellanstrasse vorzuherrschen scheint: ein wenig mehr landeinwärts auf der östlichen Seite von Clarence-Insel und S. Desolation scheinen Granit, Grünstein, Glimmerschiefer und Gneisz vorzuherrschen. Ich werde versucht anzunehmen, dass wo der Thonschiefer in grossen Tiefen unter der Oberfläche metamorphosirt worden ist, Gneisz, Glimmerschiefer und andere verwandte

¹⁶ s. den Aufsatz des Capt. King in dem Geographical Journal; auch einen Brief an Dr. Fitton in: Geolog. Proceed., Vol. I, p. 29; auch einige Bemerkungen von Capt. FitzRoy, Voyage, Vol. I, p. 375. Ich bin auch Mr. Lyell für eine Reihe von Handstücken verbunden, welche Lieut. Graves gesammelt hat.

Gesteinsarten gebildet worden sind, dasz aber da, wo die Einwirkung näher an der Oberfläche stattgefunden hat, feldspathige Porphyre, Grünstein u. s. w. das Resultat gewesen sind, häufig begleitet von submarinen vulcanischen Eruptionen.

Nur ein anderes Gestein, welches man in beiden Armen des Beagle-Canals antrifft, verdient irgend eine Erwähnung, nämlich eine körnige, krystallinische Mischung von weissem Albit, schwarzer Hornblende (durch Messung der Krystalle ermittelt und von Professor MILLER bestätigt) und mehr oder weniger von braunem Glimmer, aber ohne irgend welchen Quarz. Dieses Gestein kommt in groszen Massen vor, welche in der äusseren Form Granit oder Syenit sehr ähnlich sind: im südlichen Arme des Canals liegt eine solche Masse unter dem Glimmerschiefer, auf welcher Thonschiefer aufgelagert ist: dieses eigenthümliche plutonische Gestein, welches wie wir gesehen haben auch in Hardy-Halbinsel vorkommt, ist deshalb interessant, weil es dem (später häufig unter dem Namen von Andesit zu erwähnenden) Gestein vollkommen ähnlich ist, welches die groszen injicirten Axen der Cordillera von Chile bildet.

Die Schichtung des Thonschiefers ist meist sehr undeutlich, während die Spaltung merkwürdig gut bestimmt ist: um mit dem äussersten östlichen Theile des Feuerlandes zu beginnen: die Spaltungsebenen in der Nähe der Strasse von Le Maire streichen entweder westlich oder östlich, oder West-Süd-West und Ost-Nord-Ost, und sind stark geneigt; die Form des Landes mit Einschluss von Staaten-Inseln deutet an, dasz die Erhebungssaxen in dieser nämlichen Linie laufen, obgleich ich nicht im Stande war, die Schichtungsebenen zu unterscheiden. Beim Fortschreiten nach Westen untersuchte ich genau die Spaltung des Thonschiefers auf der nördlichen, östlichen und westlichen Seite (fünfunddreiszig Meilen von einander entfernt) von Navarin-Insel, und fand überall die Blätter mit äusserster Regelmässigkeit West-Nord-West und Ost-Süd-Ost ziehend, selten mehr als einen Punkt des Compasses von dieser Richtung variirend.¹⁷ Sowohl an der östlichen als westlichen Küste kreuzte ich unter rechten Winkeln die Spaltungsebenen auf einer Strecke von ungefähr acht Meilen, und

¹⁷ Der Thonschiefer wurde auf dieser Insel an vielen Stellen von glatten parallelen Fugen durchsetzt. Unter fünf Fällen war der Durchschneidungswinkel zwischen dem Streichen dieser Fugen und dem der Spaltungsblätter in zwei Fällen 45° und in zwei andern 70°.

fand sie unter einem Winkel von zwischen 45 und 90° meist nach Süd-Süd-West, zuweilen nach Nord-Nord-Ost, und häufig ganz vertical streichen. Dem südsüdwestlichen Einfall folgte zuweilen ganz plötzlich ein nordnordöstlicher Fall, und diesem wieder eine senkrechte Spaltung, oder wieder ein südsüdwestlicher Fall; da an einem hohen Felsen am östlichen Ende der Insel die Blätter des Schiefers in sehr grosse steile Curven gefaltet zu sehen waren, die in der gewöhnlichen westnordwestlichen Richtung liefen, so vermuthe ich, dasz die variirenden und entgegengesetzten Einfallswinkel möglicher Weise dadurch erklärt werden können, dasz die Spaltungsblätter, obschon sie für das blosze Auge gerade erscheinen, Theile von grossen, abgebrochenen Curven sind, deren Gipfel abgeschnitten und fortgewaschen worden sind.

An mehreren Stellen fiel mir ganz besonders die Thatsache auf, dasz die feinen Blätter des Thonschiefers, wo sie gerade durch die Schichtungsbänder durchschnitten und daher unbestreitbar echte Spaltungsebenen bildeten, unbedeutend in den grauen und grünlichen Schattirungen ihrer Färbung, in der Compactheit, und darin von einander abwichen, dasz einige Blätter eine jaspisartigere Erscheinung darboten, als andere. Ich habe keine Schilderung dieser Thatsache gesehen und sie scheint mir von Bedeutung zu sein, da sie zeigt, dasz eine und die nämliche Ursache welche die in hohem Grade spaltbare Structur erzeugt hat, in einem unbedeutenden Grade den mineralogischen Character des Gesteins in denselben Ebenen verändert hat. Die eben erwähnten Schichtungsbänder können an vielen Stellen, besonders auf Navarin-Insel, unterschieden werden, aber nur an den verwitterten Flächen des Schiefers; sie bestehen aus leicht welligen Zonen verschiedener Farbenschattirungen und verschiedener Mächtigkeit und sind den Zeichnungen ähnlich (und zwar ähnlicher als irgend etwas Anderem mit dem ich sie vergleichen könnte), welche auf der Innenseite eines Gefäßes übrig bleiben, wenn man irgend eine schmutzige, leicht gestörte Flüssigkeit abzieht: auf frisch gebrochenen Flächen war in der Zusammensetzung kein Unterschied zu bemerken, welcher diesen Zonen entsprach. In den ebeneren Theilen von Navarin-Insel waren diese Schichtungsbänder nahezu horizontal; aber an den Seiten der Berge waren sie von ihnen ab geneigt, aber in keinem Falle unter den von mir gesehenen unter einem so hohen Winkel. Ich glaube es läßt sich daran nicht zweifeln, dasz diese Zonen welche nur auf

den verwitterten Flächen erscheinen, die letzten Spuren der ursprünglichen Schichtungsebenen sind, welche durch die in hohem Grade spaltbare und veränderte Natur, die die Masse angenommen hat, beinahe verwischt sind.

Der Thonschiefer spaltet in der nämlichen westnordwestlichen und ostsüdöstlichen Richtung, wie auf Navarin-Insel, auf beiden Seiten des Beagle-Canals, auf der östlichen Seite von Hoste-Insel, auf der nordöstlichen Seite der Hardy-Halbinsel und auf der nördlichen Seite von Wollaston-Insel, obschon an diesen zwei letzteren Örtlichkeiten die Spaltung durch den metamorphischen und feldspathigen Zustand des Schiefers bedeutend verwischt ist. Innerhalb des Bezirkes dieser verschiedenen Inseln, mit Einschluß von Navarin-Insel, ist die Richtung der Schichtung und der Bergketten sehr dunkel, obschon die Berge an mehreren Stellen in der nämlichen westnordwestlichen Linie wie die Spaltung geordnet zu sein schienen: die Umrisse der Küste entsprechen indessen dieser Linie nicht. In der Nähe der Gabelung des Beagle-Canals sind die darunter liegenden metamorphischen Schiefer, wo sie zuerst zu sehen sind, in dieser nämlichen westnordwestlichen Linie, und wie früher angegeben wurde mit der Hauptgebirgsaxe dieses Theils des Landes parallel geblättert (mit einigen Unregelmäßigkeiten). Westlich von diesem Hauptzuge sind die metamorphischen Schiefer, wenn schon weniger deutlich, in derselben Richtung geblättert, welche gleichfalls der Zone alter eruptiver Trappgesteine zukommt, welche die äussersten Inselchen bilden. Es ist daher der Bezirk, über welchen die Spaltung des Schiefers und die Blätterung der metamorphischen Schiefer sich mit einem mittleren Streichen von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost erstrecken, ungefähr vierzig Meilen in einer nordsüdlichen Linie und neunzig Meilen in einer ostwestlichen Linie grosz.

Weiter nach Norden in der Nähe von Port Famine ist die Schichtung des Thonschiefers und der damit verbundenen Gesteine gut bestimmt, und nur dort sind die Spaltung und die Schichtungsebenen parallel. Ein wenig nördlich von diesem Hafen findet sich eine antiklinische Axe von Nordwesten (oder ein wenig mehr nach Westen) nach Südosten sich erstreckend. Südlich vom Hafen bis zum Admiraltäts-Sund und Gabriel-Canal deutet der Umrisz des Landes deutlich die Existenz verschiedener Erhebungslinien in dieser nämlichen nordwestlichen Richtung an, welche, wie ich hinzufügen will, auf der

westlichen Hälfte der Magellan-Strasze so gleichförmig ist, dasz, wie Capitain KING bemerkt hat¹⁸, „ein Parallel-Lineal auf der Karte auf die „vorspringenden Punkte des südlichen Ufers und quer über die Strasze „gelegt auch die Vorgebirge der gegenüberliegenden Küste treffen wird.“ Es dürfte aus Capitain KING's Beobachtungen hervorgehen, dasz über diesen ganzen Bezirk hin die Spaltung sich in derselben Richtung ausdehnt. Indessen haben Tiefwassercanäle in allen Theilen des Feuerlandes sowohl die Schichtungs- als Spaltungszüge durchbrochen; die meisten von ihnen dürften während der Erhebung des Landes durch lange fortgesetzte Erosion gebildet worden sein, andere aber, wie z. B. der Beagle-Canal, welcher sich wie ein enger Canal 120 Meilen lang schräg durch die Gebirge erstreckt, können kaum in dieser Weise entstanden sein.

Endlich haben wir gesehen, dasz an dem äussersten östlichen Punkte des Feuerlandes die Spaltung und die Küstenlinien sich von Westen nach Osten oder selbst West-Süd-West und Ost-Nord-Ost erstrecken: über ein groszes Gebiet nach Westen hin streichen der Hauptgebirgszug und einige untergeordnete Züge, aber nicht die Küstenumrisse, von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost: in den centralen und westlichen Theilen der Magellan-Strasze laufen die Schichtung, die Gebirgszüge, die Umrisse der Küste und die Spaltung sämmtlich nahezu Nord-West und Süd-Ost. Nördlich von der Strasze ziehen die Umrisse der Küste und die Gebirge auf dem Festlande nahezu von Norden nach Süden. Wir sehen daher an diesem südlichen Punkte des Continents, wie allmählich die Cordillera sich von ihrem nordsüdlichen Verlaufe von so vielen Tausend Meilen Länge in eine östliche und selbst ostnordöstliche Richtung umbiegt.

Westküste, von den südlichen Chonos-Inseln bis zum nördlichen Chile. — Der erste Ort, wo wir nördlich von der Magellan-Strasze landeten, war in der Nähe von Cap Tres Montes in 47° s. Br. Zwischen diesem Punkte und den nördlichen Chonos-Inseln, eine Entfernung von 200 Meilen, besuchte der Beagle mehrere Punkte, und es wurden von Lieutenant STOKES Handstücke für mich von den zwischenliegenden Punkten gesammelt. Das vorherrschende Gestein ist Glimmerschiefer, mit dicken Quarzblättern, welche sehr häufig in

¹⁸ Geographical Journal, Vol. I, p. 170.

einen chloritischen oder in einen schwarzen, glänzenden, häufig gestreiften, leicht anthracitischen Schiefer übergangen und mit solchem abwechselten, welcher Papier beschmutzt und bei groszer Hitze weisz wird und dann schmilzt. Zuweilen sind dünne Schichten von Feldspath, welche streckenweise zu gut kystallisirten Kernen anschwellen, in diesem schwarzen Schiefer eingeschlossen, und ich beobachtete, wie eine Masse der gewöhnlichen schwarzen Varietät unmerklich ihre spaltbare Structur verlor und in eine eigenthümliche Mischung von Chlorit, Epidot, Feldspath und Glimmer übergieng. Grosze Quarzadern sind im Glimmerschiefer zahlreich vorhanden; wo nur immer solche vorkommen, sind die Blätter stark gewunden. In dem südlichen Theile der Halbinsel von Tres Montes ist ein compactes verändertes feldspathiges Gestein mit Feldspathkrystallen und Quarzkörnern die gewöhnlichste Varietät; dieses Gestein¹⁹ bietet gelegentlich Spuren einer ursprünglich breccienartigen Structur dar, und zeigt häufig (wie der unveränderte Schiefer des Feuerlandes) Spuren von Spaltungsebenen, welche in derselben Richtung streichen wie die Blätter des Glimmerschiefers weiter nach Norden. Bei Inchemo-Insel werden ähnliche Gesteine allmählich körnig-krystallinisch und enthalten Glimmerblättchen; diese Varietät wird bei S. Estevan in hohem Grade blätterig und geht, obschon sie noch immer einige abgerundete Quarzkörner darbietet, in einen schwarzen, glänzenden, unbedeutend anthracitischen Schiefer über, welcher, wie wir gesehen haben, wiederholt mit dem Glimmer- und Chloritschiefer abwechselt und in diese übergeht. Es gehören daher alle Gesteine an dieser Küstenstrecke zu einer Reihe und variiren unmerkbar von einem veränderten feldspathigen Thonschiefer in stark blätterigen echten Glimmerschiefer.

Die Spaltung der homogenen Schiefer, die Blätterung der aus mehr oder weniger deutlichen Mineralien in Schichten zusammengesetzten, und die Ebenen, wo die verschiedenen Varietäten abwechseln, oder die sogenannte Schichtung sind sämmtlich parallel und bewahren über diese 200 Meilen der Küste einen merkwürdigen Grad von Gleichförmigkeit in der Richtung. An dem nördlichen Ende der Gruppe bei Low's Hafen war das Streichen der sehr deutlichen Blätter des Glimmerschiefers innerhalb acht Grad (oder weniger als ein Punkt des

¹⁹ Die eigenthümliche, abrupt conische Form der Berge in dieser Gegend dürfte Jedermann zuerst auf die Vermuthung geführt haben, dasz sie aus injicirten oder intrusiven Gesteinen gebildet wären.

Compasses) von Nord 19° West und Süd 19° Ost, und selbst der Einfall variierte sehr wenig, da er immer nach Westen und meist unter einem Winkel von 40° Grad gerichtet war: ich musz noch erwähnen, dasz ich hier sehr gute Gelegenheit zur Beobachtung hatte, denn ich verfolgte das nackte Gestein am Strande, quer auf das Streichen, eine Strecke von vier und einer halben Meile lang und achtete den ganzen Weg auf das Fallen. Den äusseren Inseln entlang, 100 Meilen nach Süden von Low's Hafen, beobachtete Lieut. STOKES während seiner Bootaufnahme freundlichst das Streichen der Blätterung für mich und er versicherte mich, dasz es ausnahmslos nördlich war, und das Fallen mit einer einzigen Ausnahme nach Westen. Weiter nach Süden bei Vallenar Bay war das Streichen beinahe ganz allgemein Nord 25° West, und das Fallen meist unter einem Winkel von ungefähr 40° Grad nach West 25° Süd, aber an einigen Stellen beinahe senkrecht. Noch weiter nach Süden in der Nähe der Häfen von Anna Pink, San Estevan und San Andres und (aus der Entfernung beurtheilt) dem südlichen Theil von Tres Montes entlang war die Blätterung und die Spaltung in einer Richtung zwischen Nord 11° — 22° West und Süd 11° — 22° Ost; und die Ebenen fielen meist westlich ein, aber oft auch östlich unter verschiedenen Winkeln von einer sanften Neigung bis zum Verticalen. Bei Anna Pink-Hafen, wo die Schiefer meist östlich einfielen, wurde, wo nur immer der Winkel ein groszer wurde, das Streichen von Nord 11° West geändert bis selbst zu Nord 45° West: in einer analogen Art und Weise strichen bei Vallenar Bay, wo das Fallen westlich war (nämlich im Mittel nach West 25° Süd gerichtet), so bald der Winkel sehr hoch wurde, die Ebenen in einer Linie von mehr als 25° West von Norden. Das mittlere Resultat aus allen Beobachtungen an diesen 200 Meilen der Küste ist ein Streichen von Nord 19° West und Süd 19° Ost. In Anbetracht dessen, dasz ich an jedem speciell angeführten Orte meine Untersuchung über einen Bezirk von mehreren Meilen erstreckte und dasz sich Lieut. STOKES' Beobachtungen auf eine Länge von 100 Meilen beziehen, glaube ich, dasz diese merkwürdige Gleichförmigkeit ziemlich sicher ermittelt ist. Das über die ganze nördliche Hälfte dieser Küstenstrecke beobachtete Vorherrschen eines Einfallens in einer Richtung, d. h. nach Westen anstatt zuweilen westlich und zuweilen östlich zu sein, ist nach dem, was ich an anderen Orten gesehen habe, ein ungewöhnlicher Umstand. In Brasilien, La Plata, den Falkland-Inseln und dem Feuerlande besteht meist eine offenbare Be-

ziehung zwischen den Erhebungsaxen, den Küstenumrissen und dem Streichen der Spaltung oder Blätterung: indessen stimmen im Chonos-Archipel weder die untergeordneten Details der Küstenlinie noch die Kette der Cordillera, noch die untergeordneten queren Gebirgs-Axen mit dem Streichen, der Blätterung und Spaltung überein: die nach dem Meere gewendete Seite der zahlreichen diesen Archipel zusammensetzenden Inseln und augenscheinlich die Reihe der Cordillera ziehen in einer Richtung von Nord 11° Ost, während, wie wir oben gesehen haben, das mittlere Streichen der Blätter Nord 19° West ist.

Es besteht eine interessante Ausnahme von der Gleichförmigkeit im Streichen der Blätterung. An der nördlichen Spitze von Tres Montes ($45^{\circ} 52'$ s. Br.) läuft eine kühne Kette von Granit zwischen 2000 und 3000 Fusz Höhe von der Küste weit in das Innere²⁰, in einer ost-südöstlichen Linie oder strenger gesprochen Ost 28° Süd und West 28° Nord. In einer Bucht an dem nördlichen Fusze dieses Zuges liegen einige wenige Inselchen von Glimmerschiefer, deren Blätter an einigen Stellen horizontal sind, aber meist unter einem mittleren Winkel von 20 Grad nach Norden geneigt sind. An dem nördlichen steilen Abhange des Zuges finden sich einige wenige Flecke (einige ganz isolirt und nicht gröszer als ein halbes Kronenstück) des Glimmerschiefers mit demselben nördlichen Einfallswinkel geblättert. Auf dem breiten Gipfel bis zum südlichen Kamm findet sich viel Glimmerschiefer, an einigen Stellen selbst 400 Fusz an Mächtigkeit, dessen Blätter sämtlich nach Norden einfallen, unter einem Winkel, der von 5—20 Grad variirt, aber zuweilen sich bis auf 30 Grad erhebt. Der südliche Abhang besteht aus nacktem Granit. Der Glimmerschiefer wird von kleinen Adern von Granit durchbohrt, die aus dem Hauptkörper sich abzweigen²¹. Vernachlässigt man das vorherrschende Streichen der

²⁰ In der Entfernung waren Berge zu sehen, welche augenscheinlich von Nordnordwest nach Südsüdwest zogen, unter rechtem Winkel auf diesen Zug. Ich will hinzufügen, dasz sich nicht weit von Vallenar-Bay ein schöner Zug findet, augenscheinlich von Granit, welcher in einer nordost- bei östlichen und südwest- bei südlichen Linie durch den Glimmerschiefer durchgebrochen ist.

²¹ Der Granit innerhalb dieser Adern ist ebenso wie meistens an der Verbindungsstelle mit dem Glimmerschiefer quarzhaltiger als anderswo. Ich will hinzufügen, dasz der Granit von Gängen durchsetzt wird, welche eine sehr bedeutende Strecke lang in der Richtung der Berge verlaufen; sie sind aus einem etwas geblätterten Eurit zusammengesetzt und enthalten Krystalle von Feldspath, Hornblende und Octagone von Quarz.

Blätter an andern Stellen dieses Archipels, so hätte sich erwarten lassen, dasz sie hier einen Einfallswinkel von Nord 28° Ost gehabt hätten, d. h. direct von dem Rücken weg und in Anbetracht seiner Steilheit unter einer starken Neigung; aber das wirkliche Fallen ist, wie wir oben gesehen haben, sowohl am Fusze, als auf dem nördlichen Abhange und über den ganzen Gipfel nur unter einem kleinen Winkel, und nahezu rein nach Norden gerichtet. Nach diesen Betrachtungen kam mir der Gedanke, dasz wir hier vielleicht den neuen und merkwürdigen Fall vor uns haben, dasz bereits geneigte Blätter in einer späteren Periode durch die granitische Axe schräg aufgerichtet worden wären. Mr. HOPKINS, der durch seine mathematischen Untersuchungen so wohl bekannt ist, hat mit groszer Freundlichkeit das folgende Problem berechnet: der ihm übersandte Satz war: — man nehme einen aus Blättern zusammengesetzten District, welche unter einem Winkel von 40° nach West 19° Süd einfallen, und lasse eine Erhebungsaxe denselben in einer Ost 28° südlichen Linie durchschneiden, was wird die Stellung der Blätter an dem nördlichen Abhange sein nach einer Aufrichtung von, wir wollen zuerst annehmen, 45 Grad? Mr. HOPKINS theilt mir mit, dasz der Einfallswinkel $28^{\circ} 31'$ und seine Richtung nach Norden $30^{\circ} 33'$ West sein werde²². Durch Abändern des angenommenen Aufrichtungswinkels können unsere vorher geneigten Blätter in jeden Winkel zwischen 26° , welches der gewöhnlichste kleinste Winkel ist, und 90° geworfen werden. Wenn ihnen aber in dieser Weise eine geringe Neigung gegeben wird, so wird ihr Einfallspunkt weit vom Norden sich entfernen und daher nicht mit der factischen Lage der Blätter des Glimmerschiefers auf unserem granitischen Gebirgszuge übereinstimmen. Es erscheint daher sehr schwierig, ohne beträchtlich die Elemente des Problems abzuändern, in dieser Weise das anomale Streichen und Fallen der blätterigen Glimmerschiefer zu erklären, besonders in denjenigen Theilen, nämlich an der Basis des Gebirgszugs, wo die Blätter beinahe horizontal sind. Mr. HOPKINS fügt indessen hinzu, dasz in jeder groszen Erhebungslinie bedeutende

²² Auf der südlichen Seite der Axe (wo ich indessen keinen Glimmerschiefer gesehen habe) würde das Fallen der Blätter unter einem Winkel von $77^{\circ} 55'$ nach West $35^{\circ} 33'$ Süd gerichtet sein. Statt dasz die Fallrichtung auf den entgegengesetzten Seiten des Höhenzugs wie in gewöhnlichen Fällen einander unter einem Winkel von 180° direct entgegengesetzt wäre, würde sie hier nur um $86^{\circ} 50'$ auseinander liegen.

Unregelmäßigkeiten und seitliche Stösze zu erwarten sein dürften und dasz diese die bedenklichen Abweichungen von den berechneten Resultaten erklären würden: bedenkt man, dasz die granitische Axe, wie sich aus den Adern zeigt, unbestreitbar nach der vollkommenen Bildung des Glimmerschiefers injicirt worden ist, und betrachtet man die Gleichförmigkeit des Streichens der Blätter über den ganzen übrigen Archipel, so kann ich nicht anders als immer noch meinen, dasz ihre anomale Lage an diesem einen Punkte in irgend welcher Weise direct und mechanisch zu der Eintreibung dieser westnordwestlichen und ost-südöstlichen Gebirgskette von Granit in Beziehung steht.

Gänge sind in dem metamorphischen Schiefer der Chonos-Inseln häufig und scheinen in einem geringen Grade jenen groszen Zug von Trapp und alten vulcanischen Gesteinen auf der südwestlichen Küste des Feuerlandes zu repräsentiren. Bei St. Andres beobachtete ich auf einer Strecke von einer halben Meile sieben breite parallele Gänge, die aus drei Varietäten von Trapp bestanden und in einer nordwestlichen und südöstlichen Linie verliefen, parallel mit den benachbarten Gebirgszügen von verändertem Thonschiefer; sie müssen aber von viel späterem Ursprunge als diese Gebirge sein, denn sie durchschnitten die im letzten Capitel beschriebene vulcanische Formation. Nördlich von Tres Montes bemerkte ich drei in ihrer Zusammensetzung von einander abweichende Gänge, der eine hatte eine euritische Basis, welche grosze Octagone von Quarz enthielt; diese Gänge ebenso wie mehrere Gänge von porphyritischem Grünstein bei Vallenar Bay erstreckten sich nordöstlich und südwestlich, nahezu unter rechten Winkeln zu der Blätterung der Schiefer, aber in der Richtung ihrer Verbindungen. Bei Low's Hafen indessen ist eine Gruppe groszer paralleler Gänge, einer neunzig Yards und ein anderer sechzig Yards breit durch die Blätterung des Glimmerschiefers geleitet worden und ist daher nach Westen unter einem Winkel von 45° geneigt: diese Gänge sind aus verschiedenen porphyritischen Trappgesteinen gebildet, von denen einige merkwürdig sind, weil sie zahlreiche abgerundete Quarzkörner enthalten. Ein porphyritischer Trapp dieser letzteren Art gieng an einem der Gänge in einen äusserst merkwürdigen Hornstein über, der vollkommen weisz war, einen wächsernen Bruch und durchscheinende Ränder hatte, schmelzbar war, und viele Quarzkörner und Schwefelkiesflecke enthielt. In dem Gange von neunzig Yards waren mehrere grosze augenscheinlich jetzt ganz isolirte Fragmente von Glimmer-

schiefer eingebettet; da aber ihre Blätterung der des umgebenden soliden Gesteins genau parallel war, so bildeten ohne Zweifel diese jetzt getrennten Fragmente früher keilförmig herabhängende Partien eines continuirlichen Gewölbes oder einer Kruste, welche sich früher über den Gang erstreckte, aber seitdem abgewaschen und denudirt worden ist.

Chiloë, Valdivia, Concepcion. — In Chiloë ist eine grozse Formation von Glimmerschiefer der der Chonos-Inseln auffallend ähnlich. Für eine Strecke von elf Meilen an der südöstlichen Küste waren die Blätter sehr deutlich, obschon unbedeutend gewunden, und strichen innerhalb eines Punktes von Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost, wobei sie entweder ostnordöstlich oder noch gewöhnlicher west-süd-westlich unter einem mittleren Winkel von 22° (an einer Stelle indessen von 60°) und daher entschieden mit einer geringeren Neigung einfielen, als auf den Chonos-Inseln. An der westlichen und nordwestlichen Küste war die Blätterung häufig undeutlich, obschon sie, wo sie am besten ausgesprochen war, innerhalb eines Punktes von Nord bei West und Süd bei Ost strich und entweder östlich oder westlich unter variirenden und meist sehr kleinen Winkeln einfiel. Wir haben daher von dem südlichen Theile von Tres Montes bis zum nördlichen Ende Chiloë's in einer Entfernung von 300 Meilen sehr nahe verwandte Gesteine, deren Blätter im Mittel in derselben Richtung streichen, nämlich zwischen Nord 11° und 22° West. Ferner treffen wir bei Valdivia den nämlichen Glimmerschiefer, welcher nahezu dieselben mineralogischen Übergänge darbietet wie im Chonos-Archipel, indessen häufig eisenhaltig wird und so viel Feldspath enthält, dasz er in Gneisz übergeht. Die Blätter waren meist sehr deutlich; aber nirgends anders in Süd-America habe ich sie so viel in ihrer Richtung variiren sehen: dies schien hauptsächlich dadurch verursacht worden zu sein, dasz sie, wie ich zuweilen deutlich verfolgen konnte, Theile groszer flacher Curven bildeten: nichtsdestoweniger schien sowohl in der Nähe der Niederlassung als nach dem Innern zu ein nordwestliches und südöstliches Streichen häufiger als irgend eine andere Richtung zu sein; der Fallwinkel war meist klein. Bei Concepcion war die Spaltung eines im hohen Grade glänzenden Thonschiefers häufig unbedeutend krummlinig, und zwar selten unter einem hohen Winkel, aber nach verschiedenen Punkten des Compasses ge-

neigt²³; es schien aber hier wie bei Valdivia ein nordwestliches und südöstliches Streichen die häufigste Richtung zu sein. An gewissen Stellen waren grosze Quarzadern zahlreich und in ihrer Nähe wurde die Spaltung, wie es mit der Blätterung der Schiefer im Chonos-Archipel der Fall war, äusserst gewunden.

Am nördlichen Ende der Insel Quiriquina in der Bucht von Concepcion kommen mindestens acht ungefähr parallele Gänge innerhalb des Raumes von einer Viertelmeile vor, welche in einer gewissen Ausdehnung durch die Spaltung des Schiefers geleitet worden sind. Sie variiren bedeutend in ihrer Zusammensetzung und sind in vielen Beziehungen den Gängen von Low's Harbour ähnlich: die gröszere Zahl besteht aus feldspathigen Porphyren, zuweilen Quarzkörner enthaltend: einer indessen war schwarz und glänzend wie ein augitisches Gestein, wurde aber factisch aus Feldspath gebildet; andere von einer feldspathigen Beschaffenheit waren vollkommen weisz, entweder mit einem erdigen, oder mit einem krystallinischen Bruche, und enthielten Körner und regelmäsziige Octagone von Quarz; diese weissen Varietäten giengen in gewöhnlichen Grünstein über. Obgleich sowohl hier als bei Low's Harbour die Beschaffenheit des Gesteins beträchtlich in einem und demselben Gange variirte, so kann ich doch nicht umhin zu meinen,

²³ Ich beobachtete an einigen Stellen, dasz die Spitzen der Blätter des Thonschiefers (b des Holzschnitts) unter dem oberflächlichen Detritus und Erdboden (a) gebogen waren, zuweilen ohne gebrochen zu sein, wie in der beistehenden Zeichnung dargestellt ist, welche nach einer von Sir Henry de la Beche gegebenen von einer genau ähnlichen Erscheinung in Devonshire (Geological Manual, p. 42) copirt ist. Auch R. A. C. Austen hat in seinem ausgezeichneten Aufsätze über Südost-Devonshire (Geolog. Transact., Vol. VI, p. 437) diese Erscheinung beschrieben; er schreibt sie der Wirkung der Fröste zu, zweifelt aber gleichzeitig, ob die Fröste heutigen Tags bis zur genügenden Tiefe eindringen. Da es bekannt ist, dasz Erdbeben den Boden eigenthümlich afficiren, so kam mir der Gedanke, dasz diese Erscheinung, wenigstens bei Concepcion, deren häufigem Vorkommen zuzuschreiben sein dürfte; die oberflächlichen Detrituslager würden da entweder während jeder starken Schwingung in einer Richtung geworfen oder, wo die Fläche geneigt war, ein wenig nach unten gestoszen. In Nord-Wales habe ich eine etwas analoge aber weniger regelmäsziige Erscheinung gesehen, obschon sie in 'gröszerem Maszstabe vorkommt (London Philos. Magaz., Vol. XXI., p. 184, Übers., dieser Band, Abth. II, p. 81) und durch eine völlig verschiedene Ursache, nämlich durch das Stranden der Eisberge hervorgebracht worden ist; diese letztere Erscheinung ist auch in Nord-America beobachtet worden.

Fig. 25.



dasz an diesen beiden Stellen und an anderen Theilen der Chonos-Gruppe, wo die Gänge, obschon sie dicht bei einander und parallel verlaufen, von verschiedener Zusammensetzung sind, dieselben doch zu verschiedenen Perioden gebildet worden sein müssen. Wenn wir die Insel Quiriquina betrachten, so ist dies eine ziemlich interessante Folgerung, denn diese acht parallelen Gänge durchschneiden die metamorphischen Schiefer in einer nordwestlichen und südöstlichen Linie und seit ihrer Injection sind die darüber liegenden der Kreide angehörigen oder tertiären Schichten (während sie noch unter dem Meere lagen) aus einer nordwest-bei-nördlichen und südost-bei-südlichen Linie, aufgerichtet worden; ferner wurde während des groszen Erdbebens vom Februar 1835 der Boden in dieser Gegend in nordwestlichen und südöstlichen Linien gespalten; und aus der Art und Weise, in welcher Gebäude niedergeworfen wurden, gieng offenbar hervor, dasz die Oberfläche in dieser selben Richtung wellenförmig schwankte²⁴.

Centrales und nördliches Chile. — Nach Norden von Concepcion hinauf bis nach Copiapo bestehen die Ufer des stillen Oceans mit Ausnahme einiger kleiner tertiärer Becken aus Gneisz, Glimmerschiefer, verändertem Thonschiefer, Granit, Grünstein und Syenit: es ist daher die Küste von Tres Montes bis nach Copiapo in einer Entfernung von 1200 Meilen, — und ich habe Grund zu glauben für eine bedeutend gröszere Strecke — beinahe gleich zusammengesetzt.

In der Nähe von Valparaiso ist das vorherrschende Gestein Gneisz, welcher meist viel Hornblende enthält: aus Feldspath, Hornblende und Glimmer gebildete concretionäre Ballen von zwei bis drei Fusz im Durchmesser sind an sehr vielen Stellen von dem geblättern Gneisz conform umfaltet: Adern von Quarz und Feldspath, welche schwarzen Schörl und gut krystallisirten Epidot enthalten, sind zahlreich. Epidot kommt gleichfalls im Gneisz in dünnen Lagen parallel mit der Blätterung der Masse vor. Eine grosze Ader von einer grobgranitischen Beschaffenheit war deshalb merkwürdig, weil sie an einer Stelle ihren Character vollständig änderte und unmerklich in einen schwärzlichen Porphyry übergieng, der spieszige Krystalle von glasigem

²⁴ Geolog. Transact. Vol. V, p. 602 und 617 (Übers., dieser Band, Abth. II, p. 15 und 35, 51). Reise eines Naturforschers, Übers. p. 347.

Feldspath und von Hornblendeschiefer einschloz: ich habe niemals irgend einen andern derartigen Fall gesehen.²⁵

Ich werde mich in den wenigen folgenden Bemerkungen über die Gesteine von Chile ausschliesslich auf ihre Blätterung und Spaltung beziehen. In dem Gneisz rings um Valparaiso ist das Streichen der Blätter sehr variabel, ich glaube aber ungefähr Nord bei West und Süd bei Ost ist die häufigste Richtung; dies gilt gleichfalls für die Spaltung der veränderten feldspathigen Thonschiefer, die gelegentlich an der Küste auf einer Strecke von neunzig Meilen nördlich von Valparaiso getroffen werden. Etwas feldspathiger Schiefer, der mit Schichten von Thonsteinporphyr in dem Glockenberge von Quillota und bei Jajuel abwechselt und daher vielleicht einer späteren Periode als die metamorphischen Schiefer an der Küste angehört, spaltete in der nämlichen Richtung. In der östlichen Cordillera im Portillo-Pasz findet sich eine grosze Masse von Glimmerschiefer, welcher in einer nord-westlichen Linie geblättert ist mit einem stark westlichen Fallwinkel: in der Uspallata-Kette haben Thonschiefer und Grauwacke eine stark geneigte, nahezu nördliche und südliche Spaltung, ob schon an einigen Stellen das Streichen unregelmässig ist: in der Hauptkette oder dem Cumbre-Zug ist die Richtung der Spaltung in dem feldspathigen Thonschiefer Nord-West und Süd-Ost.

Zwischen Coquimbo und Guasco finden sich zwei beträchtliche Formationen von Glimmerschiefer, in deren einer das Gestein zuweilen in gewöhnlichen Thonschiefer und zuweilen in eine glänzend schwarze Varietät, der im Chonos Archipel sehr ähnlich, übergeht. Die Blätter und die Spaltung dieser Gesteine bewegten sich zwischen Nord und Nord-West bei Nord und Süd und Süd-West bei Süd. In der Nähe des Hafens von Guasco haben mehrere Varietäten veränderten Thonschiefers eine gänzlich unregelmässige Spaltung. Zwischen Guasco und Copiapo finden sich einige kieselige und kalkartige Schiefer, welche in einer nordsüdlichen Linie spalten, mit einem östlichen Fall von zwischen 60 und 70 Grad: auch findet sich hoch oben im Hauptthale von Copiapo Glimmerschiefer mit einem bedeutenden östlichen Ein-

²⁵ Humboldt (Personal Narrative, Vol. IV, p. 60) hat mit groszer Überraschung concretionäre Kugeln mit concentrischen Abtheilungen, aus theilweise glasigem Feldspath, Hornblende und Granaten zusammengesetzt und innerhalb groszer Gneisadern eingeschlossen, beschrieben, welche Adern bei Venezuela quer durch den Glimmerschiefer durchschnitten.

fallswinkel. Auf dem ganzen Raume zwischen Valparaiso und Copiapo ist ein östlicher Einfall viel häufiger, als ein entgegengesetzter oder westlicher.

Schlussbemerkungen über Spaltung und Blätterung.

In diesem südlichen Theile der südlichen Hemisphäre haben wir gesehen, dasz die Spaltungsblätter sich über weite Bezirke mit merkwürdiger Gleichförmigkeit erstrecken, sie schneiden gerade durch die Schichtungsebenen durch²⁶ und sind doch im Streichen den Haupterhebungsaxen und meistens auch den Umrissen der Küste parallel. Das Einfallen indessen ist sowohl in Betreff des Winkels als auch der Richtung (d. h. indem sie zuweilen nach der einen Seite und zuweilen nach der direct entgegengesetzten Seite geneigt sind) ebenso variabel wie das Streichen gleichförmig ist. In allen diesen Beziehungen besteht eine nahe Übereinstimmung mit den von Professor SEDGWICK in seiner berühmten Abhandlung in den „Geological Transactions“ und von Sir R. J. MURCHISON in seinen verschiedenen ausgezeichneten Erörterungen über diesen Gegenstand mitgetheilten Thatsachen. Die Falkland-Inseln und ganz besonders das Feuerland bieten auffallende Beispiele davon dar, dasz die Spaltungslinien, die Haupterhebungsaxen und die Küstenumrisse allmählich zusammen ihren Verlauf ändern. Die Richtung, welche über das ganze Feuerland und die Falkland-Inseln vorherrscht, nämlich von Westen, mit einer geringen Abweichung nach Norden, nach Osten, mit einer geringen Abweichung nach Süden hin, ist auch für die verschiedenen Bergrücken im nördlichen Patagonien und in den westlichen Theilen der Banda Oriental die gewöhnliche; in dieser letzteren Provinz, in der Sierra Tapalguen, und in der westlichen Falkland-Insel werden die West bei Nord oder West-Nord-West- und Ost-Süd-Ost-Rücken unter rechten Winkeln von andern, die Nord-Nord-Ost und Süd-Süd-West ziehen, gekreuzt.

Die Thatsache, dasz die Spaltungslamellen im Thonschiefer des Feuerlandes wo man sie gerade durch die Schichtungsebenen durch-

²⁶ In meinem Aufsätze über die Falkland-Inseln (Geological Journal, Vol. III, p. 267, Übers., dieser Band, Abth. II, p. 1) habe ich nach der Autorität des Capt. Sullivan einen merkwürdigen Fall von stark gefalteten Schichten von Thonschiefer angeführt; in einigen derselben ist die Spaltung senkrecht zum Horizont, und in andern senkrecht zu jeder Krümmung oder Falte der Schicht: dies scheint ein neuer Fall zu sein.

schneiden sieht und wo in Folge dessen kein Zweifel über ihre Natur bestehen konnte, unbedeutend in der Farbe, Textur und Härte verschieden sind, scheint mir sehr interessant zu sein. In einer dicken Masse von blättrigem, feldspathigem, und veränderten Thonschiefer, welcher zwischen zwei groszen Schichten eines porphyritischen Conglomerates im centralen Chile eingeschaltet war und wo über die Schichtenfolge nur geringer Zweifel bestehen konnte, beobachtete ich ähnliche unbedeutende Verschiedenheiten in der Zusammensetzung, und gleichfalls einige deutliche dünne Lager von Epidot, welche der im hohen Grade geneigten Spaltung der Masse parallel waren. Ferner bemerkte ich beiläufig in Nord-Wales,²⁷ wo Gletscher über die abgeschnittenen Ränder der in hohem Grade geneigten Blätter des Thonschiefers weggegangen waren, dasz die Oberfläche obschon glatt doch in kleine parallele Wellenlinien ausgearbeitet war, dadurch verursacht, dasz die zusammensetzenden Blätter unbedeutend verschiedene Härtegrade darboten. Was die Schiefer von Nord-Wales betrifft, so beschreibt Professor SEDGWICK die Spaltungsebenen als „mit Chlorit und halb-„krystallinischer Substanz überzogen, welche nicht bloz die in Rede „stehenden Ebenen markiren, sondern in parallelen Schichten die ganze „Gesteinsmasse durchsetzen.“²⁸ In einigen dieser glänzenden und harten Varietäten von Thonschiefer, welche man häufig in Glimmerschiefer übergehen sieht, schien es mir, als wenn die Spaltungsebenen aus äusserst dünnen meist unbedeutend gewundenen Blättern gebildet wären, die aus mikroskopisch minutiösen Glimmerschuppen zusammengesetzt sind. Nach diesen verschiedenen Thatsachen und ganz besonders nach dem Fall mit dem Thonschiefer im Feuerlande, musz man glaube ich schlieszen, dasz die nämliche Kraft, welche dem Schiefer seine spaltbare Structur und Spaltung gegeben hat, auch dahin gestrebt hat, seinen mineralogischen Character in parallelen Ebenen zu modificiren.

Wir wollen uns nun zu der Blätterung der metamorphischen Schiefer wenden, ein Gegenstand welcher viel weniger Beachtung gefunden hat. Wie in dem Falle der Spaltungsblätter bewahren die Blätter über sehr grosze Bezirke ein gleichförmiges Streichen: so

²⁷ London Philos. Magaz., Vol. XXI, p. 182. Übers., dieser Band, Abth. II, p. 83.

²⁸ Geological Transactions, Vol. III, p. 471.

fand HUMBOLDT²⁹ über eine Entfernung von dreihundert Meilen in Venezuela, und factisch über einen viel grösseren Raum, Gneisz, Granit, Glimmer und Thonschiefer sehr gleichförmig nord-östlich und süd-westlich streichend, und unter einem Winkel von zwischen 60 und 70° nach Nord-Westen einfallend: aus den in diesem Capitel mitgetheilten Thatsachen dürfte selbst hervorgehen, dasz die metamorphischen Gesteine über den ganzen nord-östlichen Theil von Süd-America meist innerhalb zweier Punkte von Nord-Ost und Süd-West geblättert sind. Über die östlichen Theile der Banda Oriental streichen die Blätter mit einer hohen Neigung sehr gleichförmig von Nord-Nord-Ost nach Süd-Süd-West, und über die westlichen Theile in einer West-bei-Nord- und ost-bei-südlichen Linie. Über einen Raum von dreihundert Meilen an den Ufern der Chonos und Chiloë-Inseln haben wir gesehen, dasz die Blätterung selten mehr als einen Punkt des Compasses von einem Nord-19°-West- und Süd-19°-Ost-Streichen abweicht; wie in Bezug auf die Spaltung so ist auch der Winkel des Fallens bei geblätternen Gesteinen meist hoch, aber variabel und wechselt von einer Seite der Streichungslinie nach der andern Seite ab, wobei er zuweilen vertical ist: indessen sind auf den nördlichen Chonos-Inseln die Blätter beinahe immer nach Westen geneigt; in nahezu derselben Weise fallen die Spaltungslamellen im südlichen Feuerlande sicherlich viel häufiger nach Süd-Süd-West als nach dem entgegengesetzten Punkte. In der östlichen Banda Oriental, in Theilen von Brasilien, und in einigen andern Districten läuft die Blätterung in derselben Richtung wie die Bergkette und die benachbarten Küstenlinien: bei den Chonos-Inseln indessen fehlt dieses Zusammentreffen, und ich habe meine Gründe für die Vermuthung angeführt, dasz eine granitische Axe durchgebrochen ist und die bereits geneigten Blätter des Glimmerschiefers aufgerichtet hat: was die Spaltung betrifft³⁰, so scheint das Zusammentreffen zwischen ihrem Streichen und dem der vorwaltenden Schichtung zuweilen zu fehlen. Blätterung und Spaltung sind einander darin ähnlich, dasz die Ebenen sich um Concretionen herumwinden und da gewunden werden, wo Quarzadern häufig vorkommen.³¹

²⁹ Personal Narrative, Vol. IV, p. 591 u. flgde.

³⁰ Jukes hat in seiner Geology of Newfoundland, p. 130, Fälle angeführt.

³¹ Ich habe in Brasilien und Chile in dieser Weise von geblätternem Gneisz umfaltete Concretionen gesehen; und Macculloch hat (Highlands, Vol. I, p. 64) einen ähnlichen Fall beschrieben. Wegen analoger Fälle in Thonschiefer s. Prof.

Auf den Abhängen der Berge sowohl im Feuerlande als in anderen Ländern habe ich beobachtet, dass die Spaltungsebenen häufig unter einem hohen Winkel einfallen, und dies wurde schon vor langer Zeit von VON BUCH in Norwegen beobachtet. Diese Thatsache ist vielleicht mit der gefalteten fächerartigen oder strahligen Structur in den metamorphischen Schiefen der Alpen analog,³² in denen die Blätter in den centralen Kämmen vertical und an den zwei Abhängen nach innen geneigt sind. Wo Massen von spaltbaren und geblätternen Gesteinen mit einander abwechseln, sind die Spaltungen und Blätterungen in den Fällen welche ich gesehen habe parallel. Wo in einem Districte die Gesteine spaltbar und in einem andern benachbarten Districte geblättern sind, sind die Spaltungsebenen und die Blätterung gleichfalls meist parallel: dies ist mit den feldspathigen homogenen Schiefen in dem südlichen Theile der Chonos-Gruppe der Fall, verglichen mit den feinen geblätternen Glimmerschiefen des nördlichen Theils; so spaltet ferner der Thonschiefer der ganzen östlichen Seite des Feuerlandes in genau derselben Linie wie der blätterige Gneisz und Glimmerschiefer der westlichen Küste; andere analoge Fälle könnten noch angeführt werden.³³

Was den Ursprung der Blätter von Quarz, Glimmer, Feldspath, und der andern die metamorphischen Schiefer zusammensetzenden Mineralien betrifft, so glaubt Professor SEDGWICK, LYELL und die meisten Autoren, dass die Bestandtheile einer jeden Schicht getrennt als Sediment abgelagert und dann metamorphosirt wurden. Ich glaube, dass diese Ansicht in der Majorität der Fälle völlig unhaltbar ist. In denjenigen nicht seltenen Fällen, wo eine Masse von Thonschiefer beim Annähern an Granit allmählich in Gneisz übergeht,³⁴ sehen wir deutlich, dass Blätter verschiedener Mineralien durch Metamorphose

Henslow's Abhandlung in den Cambridge Philos. Transact., Vol. I, p. 379, und Macculloch's Classification of Rocks, p. 351. In Bezug auf den Umstand, dass beides, Blätterung und Spaltung gewunden werden, wo Quarzadern zahlreich vorhanden sind, habe ich Beispiele gesehen in der Nähe von Montevideo, bei Concepcion und auf den Chonos-Inseln. s. auch Greenough's Critical Examination, pag. 78.

³² Studer in: Edinb. New Philos. Journal, Vol. XXIII, p. 144.

³³ Ich habe einen Fall von Australien angeführt; s. das 7. Capitel meiner Schrift über Vulcanische Inseln.

³⁴ Ich habe im 7. Capitel meiner Schrift über Vulcanische Inseln ein gutes Beispiel eines solchen Übergangs vom Cap der Guten Hoffnung beschrieben.

eines homogenen spaltbaren Gesteins entstehen können. Es mag noch bemerkt werden, dasz die Ablagerung von reinem Quarz und von den Elementen des Glimmers oder Feldspaths in zahlloser wechselnder Aufeinanderfolge kein wahrscheinliches Ereignis zu sein scheint.³⁵ In denjenigen Districten, in welchen die metamorphischen Schiefer in Ebenen geblättert sind, welche der Spaltung der Gesteine in einem benachbarten Districte parallel sind, sollen wir da glauben, dasz die Blätter Folge der sedimentären Schichten sind, während die Spaltungslamellen, obschon sie parallel sind, keinerlei Beziehung zu derartigen Niederschlagsebenen haben? Wie können wir nach dieser Ansicht die ungeheuere Grösze der Bezirke, über welche das Streichen der Blätterung gleichförmig ist, mit dem in Übereinstimmung bringen, was wir in gestörten aus echten Schichten zusammengesetzten Districten sehen: und ganz besonders, wie können wir das starke und selbst verticale Einfallen über viele ganze grosze Districte verstehen, welche nicht bergig sind, und über einige ganze Districte, wie in der westlichen Banda Oriental, welche nicht einmal hügelig sind? haben wir anzunehmen, dasz in dem nördlichen Theile des Chonos-Archipels Glimmerschiefer zuerst in parallelen horizontalen Blättern bis zu einer Mächtigkeit von ungefähr vier geographischen Meilen angehäuft und dann unter einem Winkel von 40 Grad aufgerichtet wurde, während in dem südlichen Theile dieses nämlichen Archipels die Spaltungslamellen nahe verwandter Gesteine, von denen Niemand sich vorstellen würde, dasz sie je horizontal waren, in nahezu dem nämlichen Winkel nach nahezu dem nämlichen Punkte hin fallen?

Wenn man daher sieht, dasz blätterige Schiefer unbestreitbar zuweilen durch die Metamorphose homogener spaltbarer Gesteine erzeugt sind, wenn man sieht, dasz Blätterung und Spaltung in den verschiedenen oben aufgezählten Beziehungen so sehr analog sind, wenn man sieht, dasz einige spaltbare und beinahe homogene Gesteine beginnende mineralogische Veränderungen den Ebenen ihrer Spaltung entlang zeigen, und dasz andere Gesteinsarten von einer spaltbaren Structur mit Varietäten von einer blätterigen Structur abwechseln und in solche übergehen, so lässt sich nicht daran zweifeln, dasz in den meisten Fällen Blätterung und Spaltung Theile eines und desselben Processes

³⁵ s. einige ausgezeichnete Bemerkungen hierüber in d'Aubruissson's *Traité de Géologie*, Tom. I, p. 297, auch einige Bemerkungen von Dana in: *Silliman's Americ. Journ.*, Vol. XLIV, p. 108.

sind: bei der Spaltung findet sich nur eine beginnende Scheidung der constituirenden Mineralien, bei der Blätterung eine vollständigere Scheidung und Krystallisation.

Die in diesem Capitel häufig erwähnte Thatsache, dass die Blätterung und die sogenannten Schichten in der metamorphischen Reihe, — d. h. die abwechselnden Massen verschiedener Varietäten von Gneisz, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer u. s. w. — einander parallel sind, erscheint auf den ersten Blick der Ansicht, dass die Blätter keine Beziehung zu den Ebenen der ursprünglichen Ablagerung haben, entgegengesetzt zu sein. Wo die sogenannten Schichten nicht sehr dick und von sehr verschiedener mineralogischer Zusammensetzung sind, glaube ich nicht, dass irgend eine Schwierigkeit besteht, anzunehmen, dass sie in einer analogen Art wie die einzelnen Blätter entstanden sind. Wir müssen im Sinne behalten, welche dicke Schichten in gewöhnlichen sedimentären Massen offenbar durch einen concretionären Procesz gebildet worden sind. In einem Haufen von vulcanischen Gesteinen auf der Insel Ascension finden sich Schichten, die genau so viel im Ansehen von einander verschieden sind, wie die gewöhnlichen Varietäten der metamorphischen Schiefer, und welche unzweifelhaft nicht durch aufeinanderfolgende Ströme von Lava, sondern durch innere moleculare Veränderungen erzeugt worden sind. In der Nähe von Montevideo, wo die Schichtung, wie man sie nennen würde, der metamorphischen Reihe an den meisten Stellen eigenthümlich gut entwickelt ist, wo sie wie gewöhnlich der Blätterung parallel ist, haben wir gesehen, dass eine Masse von Chloritschiefer, die netzförmig von Quarzadern durchsetzt ist, in einer solchen Weise in Gneisz verwickelt ist, dass man sieht, dass sie sicher durch irgend einen Scheidungsprocesz entstanden ist: ferner neigte an einem andern Orte der Gneisz dahin, durch Abwechslung mit Quarzschieben in Hornblendeschiefer überzugehen; aber diese Schichten von Quarz waren beinahe sicher nie getrennt abgelagert worden, denn sie waren absolut continuirlich mit den zahlreichen durchschneidenden Quarzadern. Ich habe niemals eine Gelegenheit gehabt, für irgend eine bedeutende Strecke sowohl der Streichungslinie als der Falllinie entlang die sogenannten Schichten in den metamorphischen Schiefen zu verfolgen; ich vermuthe aber stark, dass sie sich nicht als denselben Character sehr weit in der Fall- oder Streichungslinie beibehaltend erweisen würden. Ich werde daher zu der Annahme geführt, dass die meisten der so-

genannten Schichten von der Natur complexer Blätter und nicht getrennt niedergeschlagen worden sind. Natürlich kann man diese Ansicht nicht auf dicke, in der metamorphischen Reihe eingeschlossene Massen ausdehnen, welche von gänzlich verschiedener Zusammensetzung von der der benachbarten Schiefer sind, und welche, wie es zuweilen mit Quarz und Marmor der Fall ist, sehr weit ausgedehnt sind; diese müssen meist von der Beschaffenheit echter Schichten sein³⁶. Solche Schichten werden indessen beinahe immer in derselben Richtung streichen wie die Blätter, und zwar in Folge davon, dass die Erhebungssaxen in den meisten Ländern parallel dem Streichen der Blätterung sind; sie werden aber meist in einem Winkel einfallen, der von dem der Blätterung verschieden ist, und der Winkel der Blätterung ist an sich beinahe immer sehr variabel: es dürfte daher beim Durchschreiten eines metamorphisch-schieferigen Districtes besondere Aufmerksamkeit erfordern, um zwischen echten Ablagerungsschichten und zwischen complicirt geblättern Massen zu unterscheiden. Die blosze Anwesenheit echter Schichten in einer Reihe von metamorphischen Schiefen ist kein Grund dafür, dass die Blätterung sedimentären Ursprungs ist, wenn nicht in jedem Falle noch weiter gezeigt wird, dass die Blätter in parallelen Ebenen mit denen der echten Schichtung nicht nur streichen, sondern auch fallen.

Wie in einigen Fällen deutlich wird, dass, wo ein spaltbares Gestein partieller metamorphischer Einwirkung ausgesetzt worden ist, so z. B. durch den Einbruch von Granit, die Blätterung zu den bereits existirenden Spaltungsebenen hinzugekommen ist, so kann vielleicht in einigen Fällen die Blätterung eines Gesteins durch die ursprünglichen Ablagerungsebenen oder von schrägen zwischenlaufenden Blättern bestimmt worden sein: ich habe indessen selbst niemals einen solchen Fall gesehen und musz behaupten, dass in den ausgedehntesten metamorphischen Bezirken die Blätterung das letzte Resultat jenes Processes ist, von welchem die Spaltung die erste Wirkung ist. Dass die Blätterung eintreten kann ohne irgend eine vorausgehende die Structur betreffende Anordnung in der Masse, können wir aus den injicirten und daher früher einmal verflüssigten Gesteinen sowohl vulcanischen als plutonischen Ursprungs schlieszen, welche zuweilen ein

³⁶ Macculloch gibt an (Classification of Rocks, p. 364), dass primäre Kalksteine häufig in unregelmäßigen Massen oder groszen Knollen gefunden werden, „von denen man kaum sagen kann, dass sie eine stratificirte Gestalt haben!“

Korn haben (wie Professor SEDGWICK sich ausdrückt) und zuweilen aus deutlichen Blättern oder Lamellen von verschiedener Zusammensetzung zusammengesetzt sind. In meiner Schrift über die vulcanischen Inseln habe ich mehrere Beispiele von dieser Structur an vulcanischen Gesteinen gegeben, und man sieht sie nicht selten an plutonischen Massen: so finden sich in der Cordillera von Chile riesenhafte bergartige Massen von rothem Granit, welche während der Verflüssigung injicirt worden sind, und welche nichtsdestoweniger stellenweise eine entschieden blätterige Structur darbieten³⁷.

Endlich haben wir gesehen, dasz die Ebenen der Spaltung und Blätterung, d. h. des beginnenden Processes und seines Endresultates, meist parallel zu den Haupterhebungsaxen und zu den Umrissen des Landes streichen: das Streichen der Erhebungsaxen (d. h. der Spaltungslinien, an deren Rändern die Schichten aufgerichtet sind) wird nach dem Raisonnement von Mr. HOPKINS dadurch bestimmt, dasz die Form des Bezirks Veränderungen des Niveaus und in Folge dessen der Richtung der Spannungs- und Spaltungslinien erfährt. Nun habe ich bei jenem merkwürdigen Haufen vulcanischer Gesteine auf Ascension, welcher mehrere Male erwähnt worden ist (und in einigen andern Fällen), zu zeigen mich bemüht³⁸, dasz die Blätterung der verschiedenen Varietäten und ihr Abwechseln dadurch verursacht worden ist, dasz die sich bewegende Masse kurz vor ihrer endlichen Consolidation verschiedenen Spannungsrichtungen ausgesetzt worden ist (wie bei einem Gletscher); diese Verschiedenheit in der Spannung afficirt den krystallisirenden und concretionären Procesz. Eine der Varietäten der Gesteine, welche hierdurch auf Ascension hervorgebracht worden sind, ist auf den ersten Blick einem feinkörnigen Gneisz eigenthümlich ähnlich; sie besteht aus völlig geraden und parallelen Zonen von äusserster Dünne von mehr oder weniger gefärbtem krystallisirten Feldspath, von deutlichen Quarzkrystallen, Diopsid und Eisenoxyd. Trotz der von Mr. Fox an-

³⁷ Wie in einem früheren Theile dieses Capitels bemerkt wurde, vermuthe ich, dasz die kühn kegelförmig sich erhebenden Berge in der Nähe von Rio de Janeiro, an welchen die constituirenden Mineralien in parallelen Ebenen angeordnet sind, intrusiven Ursprungs sind. Wir dürfen indessen die Mahnung zur Vorsicht nicht vergessen, welche uns die merkwürdigen Thonstein-Porphyre von Port Desire geben, in welchen wir gesehen haben, dasz das Aufbrechen und die Aggregation einer dünn geschichteten tuffartigen Masse ein halb-porphyrisches Gestein mit in den Ebenen der ursprünglichen Ablagerung angeordneten Feldspathkrystallen ergeben haben.

³⁸ Vulcanische Inseln, Cap. III, Übers. p. 69.

gestellten Experimente, welche den Einfluss electricischer Strömung auf das Erzeugen einer Structur gleich einer Spaltung nachweisen, und trotz der augenscheinlich unerklärlichen Abänderung sowohl in der Neigung der Spaltungsblätter als auch in ihrem Fallen, erst nach der einen und dann nach der andern Seite der Streichungslinie, führen mich diese Betrachtungen doch zu der Vermuthung, dass die Ebenen der Spaltung und Blätterung innig mit den Ebenen verschiedener Spannung in Zusammenhang stehen, denen der Bezirk lange ausgesetzt gewesen ist, nachdem die Hauptspalten oder Erhebungsaxen gebildet worden sind, aber ehe die endliche Consolidation der Masse und das gänzliche Aufhören jeder Molecularbewegung eintrat.

Siebentes Capitel.

Centrales Chile; Structur der Cordillera.

Centrales Chile. — Basaltformationen der Cordillera. — Ursprung des porphyritischen Thonstein-Conglomerates. — Andesit. — Vulcanische Gesteine. — Durchschnitt der Cordillera auf dem Peuquenes- oder Portillo-Pasz. — Grosze Gypsformation. Peuquenes-Zug; Mächtigkeit der Schichten, Fossile derselben. — Portillo-Linie, Conglomerat, orthitischer Granit, Glimmerschiefer und vulcanische Gesteine. — Schlussbemerkungen über die Erhebung und Denudation der Portillo-Reihe. — Durchschnitt auf dem Cumbre- oder Uspallata-Pasz. — Porphyre. — Gypsschichten. — Durchschnitt in der Nähe des Puente del Inca; Fossilien. — Grosze Senkung. — Intrusive Porphyre. — Ebene von Uspallata. — Durchschnitt der Uspallata-Kette. — Bau und Beschaffenheit der Schichten. — Verkieselte senkrechte Bäume. — Grosze Senkung. — Granitische Gesteine der Axe. — Schlussbemerkungen über den Uspallata-Zug; späterer Ursprung als der der Haupt-Cordillera; zwei Senkungsperioden; Vergleichung mit der Portillo-Kette.

Der District zwischen der Cordillera und dem Stillen Ocean ist im oberflächlichen Mittel von ungefähr achtzig bis hundert Meilen breit. Er wird von vielen Bergketten durchsetzt, von denen die hauptsächlichsten in der Breite von Valparaiso und nach Süden davon nahezu von Norden nach Süden verlaufen; aber in den nördlicheren Theilen der Provinz ziehen sie in beinahe jeder möglichen Richtung hin. In der Nähe des Stillen Oceans werden die Bergketten meist aus Syenit oder Granit oder aus einem verwandten euritischen Porphyre gebildet; in dem Niederlande finden sich ausser diesen granitischen Gesteinen und Grünstein und vielem Gneisz besonders nach Norden von Valparaiso beträchtliche Districte von echtem Thonschiefer mit Quarzadern, welcher in einen feldspathigen und porphyritischen Schiefer übergeht; es finden sich auch etwas Grauwacke und quarzige jaspisartige Gesteinsarten, von denen die letzteren gelegentlich den Character der

Grundmasse des Thonsteinporphyrs annehmen: Trappgänge sind zahlreich. Näher an der Cordillera sind die Höhenzüge (so die von S. Fernando, dem Prado¹ und Aconcagua) zum Theil aus granitischen Gesteinen und zum Theil aus purpurnen porphyritischen Conglomeraten, Thonstein-Porphyr, Grünstein-Porphyr und andern Gesteinsarten gebildet, solche, wie wir sofort sehen werden, welche die basalen Schichten der Haupt-Cordillera bilden. In den nördlicheren Theilen von Chile erstreckt sich diese Porphyrrreihe über große Landstrecken weit von der Cordillera weg, und selbst im centralen Chile kommen dergleichen gelegentlich an weit abliegenden Stellen vor.

Ich will nun die Campana von Quillota beschreiben, welche nur fünfzehn Meilen vom Stillen Ocean entfernt steht, als ein Beispiel einer dieser abliegenden Massen. Dieser Berg fällt schon deshalb auf, weil er sich bis zur Höhe von 6400 Fusz erhebt: sein Gipfel zeigt einen für eine Höhe von 800 Fusz unbedeckten Kern von schönem Grünstein, welcher Epidot und octaëdrisches Magnet-Eisenerz enthält; seine Seiten werden aus großen Schichten von porphyritischen Thonstein-Conglomerat gebildet, in Verbindung mit verschiedenen echten Porphyren und Mandelsteinen, welche mit dicken Massen eines stark feldspathigen, zuweilen porphyritischen, blasz gefärbten schieferigen Gesteins abwechseln, dessen Spaltungsblätter unter einem hohen Winkel nach innen fallen. Am Fusze des Berges finden sich Syenite, eine körnige Mischung von Quarz und Feldspath und harschem Quarzitstein, welche sämmtlich zu der basalen metamorphischen Reihe gehören. Ich will noch bemerken, dasz am Fusze mehrerer Berge dieser Classe, wo die Porphyre zuerst zu sehen sind (wie in der Nähe von S. Fernando, von Prado, Las Vacas u. s. w.) ähnliche harsche quarzige Gesteinsarten und körnige Mischungen von Quarz und Feldspath vorkommen, als wenn die schmelzbareren Bestandtheile der granitischen Reihe herausgezogen worden wären, um die darüberliegenden Porphyre zu bilden.

Im centralen Chile bestehen die Seitenabfälle der Haupt-Cordillera, in welche ich durch vier verschiedene Thäler vordrang, meist aus deutlich geschichteten Gesteinen. Die Schichten sind unter Winkeln geneigt, welche von zuweilen selbst unter zehn bis zwanzig Grad variiren, und sehr selten vierzig Grad überschreiten: bei einigen der ganz kleinen äusseren spornartigen Rücken war indessen die Neigung nicht

¹ Meyen, Reise um die Erde, Th. I, p. 235.

selten bedeutender. Das Einfallen der Schichten in den hauptsächlich äusseren Zügen war gewöhnlich nach auszen oder von der Cordillera weg, aber im nördlichen Chile häufig nach innen, d. h. ihre Stirnenden sehen nach dem Stillen Ocean. Gänge kommen in ausserordentlicher Anzahl vor. In den groszen centralen höchsten Rücken sind die Schichten, wie wir sofort sehen werden, beinahe immer stark geneigt und häufig senkrecht. Ehe ich einen detaillirten Bericht meiner zwei Durchschnitte durch die Cordillera gebe, wird es wie ich meine zweckmässig sein, die basalen Schichten zu beschreiben, wie man sie häufig bis zu einer Mächtigkeit von 4000 oder 5000 Fusz an den Abhängen der äusseren Züge sieht.

Basale Schichten der Cordillera. — Das vorherrschende Gestein ist ein purpurnes oder grünliches porphyritisches Thonstein-Conglomerat. Die eingeschlossenen Fragmente variiren in der Grösze von kleinen Stückchen bis zu Blöcken, die bis sechs oder acht Zoll (selten mehr) im Durchmesser messen; an vielen Stellen, wo die Fragmente sehr minutiös waren, waren die Zeichen für einen Niederschlag aus Wasser unbestreitbar deutlich; wo dieselben grosz waren, konnten Beweise hierfür selten nachgewiesen werden. Die Grundmasse ist meist porphyritisch mit vollkommenen Feldspathkrystallen und ist der eines echten injicirten Thonsteinporphyrs ähnlich: häufig hat dieselbe indessen ein mechanisches oder sedimentäres Ansehen und zuweilen ist sie (wie bei Jajuel) jaspisartig. Die eingeschlossenen Fragmente sind entweder eckig oder zum Theil oder ganz abgerundet²; an einigen Stellen herrschen die abgerundeten, an andern die eckigen Bruchstücke vor, und gewöhnlich sind beide Arten durcheinander gemischt: es sollte daher eigentlich das Wort Breccie dem Ausdruck „porphyritisches Conglomerat“ hinzugefügt werden. Die Fragmente bestehen aus vielen Varietäten von Thonsteinporphyr, gewöhnlich von nahezu derselben Färbung wie die umgebende Basis, nämlich

² Einige der abgerundeten Gesteinsstücke in dem porphyritischen Conglomerat in der Nähe der Bäder von Cauquenes waren mit Strahlen und concentrischen Zonen verschiedener Farbenschattirungen gezeichnet; ein Jeder, dem es unbekannt war, dasz Rollsteine, z. B. Feuerstein-Rollsteine aus der Kreide zuweilen mit concentrischen Zonen versehen sind und dabei abgeriebene und gerundete Oberflächen haben, würde zu dem Schlusse geführt werden, dasz diese Porphyrkugeln nicht echte Rollsteine wären, sondern durch eine concretionäre Thätigkeit entstanden wären.

purpurröthlich, bräunlich gefleckt oder hellgrün; gelegentlich sind Fragmente eines blätterigen, blasz gefärbten feldspathigen Gesteins, verändertem Thonschiefer ähnlich, eingeschlossen, wie es auch zuweilen Quarzkörner sind, aber nur in einem Falle (nämlich bei den Bergwerken von Jajuel) einige wenige Quarzrollsteine. Ich habe nirgends Glimmer in der Formation und selten Hornblende beobachtet; wo das letztere Mineral vorkam, war ich meist darüber im Zweifel, ob die Masse wirklich dieser Formation angehörte oder ein Eindringling war. Kalkspath kommt gelegentlich in kleinen Höhlungen vor; und Nester und Lager von Epidot sind häufig. An einigen wenigen Stellen waren in den feinerkörnigen Varietäten (z. B. bei Quillota) kurze unterbrochene Schichten erdigen Feldspathes vorhanden, welche genau wie bei Port Desire, als in grosze Feldspathkrystalle übergehend, verfolgt werden konnten; ich zweifle indessen, ob in diesem Falle die Schichten jemals als tuffartiger Niederschlag einzeln abgelagert worden sind.

Alle die Varietäten der porphyritischen Conglomerate und Breccien gehen in einander über, ebenso durch unzählige Abstufungen in Porphyre, welche nicht die mindeste Spur eines mechanischen Ursprungs mehr bewahren: der Übergang scheint in den feinkörnigen Varietäten viel leichter bewirkt worden zu sein, als in den grobkörnigen. In einem Falle in der Nähe von Cauquenes bemerkte ich, dasz ein porphyritisches Conglomerat eine sphäroidale Structur annahm und dazu neigte, säulenförmig zu werden. Auszer dem porphyritischen Conglomerat und den vollkommen characterisirten Porphyren von metamorphischem Ursprunge gab es auch andere Porphyre, welche, wenn sie auch durchaus nicht oder nur unbedeutend in der Zusammensetzung abwichen, sicher einen verschiedenen Ursprung hatten: diese bestehen aus rosa oder purpurnen Thonsteinporphyren, zuweilen Quarzkörner einschliessend, — aus Grünsteinporphyr, und aus andern trübe gefärbten Gesteinen, welche alle meist porphyritisch sind, mit schönen groszen tafelförmigen opaken Krystallen, die häufig kreuzweise gelegt sind, von Feldspath, der wie Albit spaltet (nach mehreren Messungen zu urtheilen) und häufig mit Kiesel, Achat, kohlensaurem Kalk, grünem und braunem Bolus amygdaloid ist³. Diese verschiedenen por-

³ Dieser Bolus ist ein sehr häufiges Mineral in den amygdaloiden Gesteinen; er ist meist von einer grünlich-braunen Farbe mit einer strahligen Structur; äusserlich ist er schwarz mit einem fast metallischen Glanze, aber häufig mit einem

phyritischen und amygdaloiden Varietäten zeigen niemals irgend welches Zeichen, dass sie in Massen von sedimentärem Ursprunge übergehen: sie kommen beide in grossen und kleinen intrusiven Massen vor, und gleichfalls in Schichten, welche mit denen des porphyritischen Conglomerats abwechseln, wobei die Verbindungsebenen häufig völlig deutlich, nicht selten aber miteinander verschmolzen sind. An einigen dieser intrusiven Massen bieten die Porphyre mehr oder weniger deutlich eine breccienartige Structur dar, gleich der in vulcanischen Massen häufig gesehenen. Diese breccienartigen Porphyre konnten meist auf den ersten Blick von den metamorphosirten porphyritischen Breccienconglomeraten dadurch unterschieden werden, dass alle Fragmente eckig sind, aus derselben Varietät bestehen, und dass jede Spur von Niederschlag aus Wasser fehlt. Einer der oben angeführten Porphyre, nämlich der Grünsteinporphyr mit grossen tafelförmigen Albitkrystallen, ist besonders massig vertreten und schien an einigen Stellen

hellgrünen Überzug bedeckt. Er ist weich und kann von einer Spulfeder gekratzt werden; vor dem Löthrohre schwillt er bedeutend an und wird schuppig; dann schmilzt er leicht zu einer schwarzen magnetischen Perle. Diese Substanz ist offenbar der ähnlich, welche oft in submarinen vulcanischen Gesteinen vorkommt. Eine Untersuchung einiger sehr merkwürdigen Exemplare eines schönen Porphyrs (von Jajuel) führt mich auf die Vermuthung, dass einige dieser amygdaloiden Kugeln, statt in vorher existirenden Luftblasen abgelagert zu sein, von concretionärem Ursprung sind; denn in diesen Exemplaren werden einige der erbsenförmigen kleinen Massen (häufig äusserlich mit kleinen Gruben gezeichnet) aus einer Mischung von grüner Erde mit steiniger Substanz gebildet, gleich der Grundmasse des Porphyrs, mit Einschluss minutiöser unvollkommener Krystalle von Feldspath; und diese erbsenförmigen kleinen Massen sind selbst amygdaloid mit kleinen Kügelchen der grünen Erde, jedes in einen Überzug aus weisser, augenscheinlich feldspathiger erdiger Substanz eingehüllt; so dass der Porphyr doppelt amygdaloid ist. Es darf indessen nicht übersehen werden, dass sämmtliche Schichten eine metamorphische Wirkung erfahren haben, welche das Erscheinen von Feldspath-Krystallen verursacht haben kann und welche ebenso andere Veränderungen in den ursprünglich einfachen amygdaloiden Kugeln hervorgebracht haben kann. Mr. J. D. Dana hat in einem ausgezeichneten Aufsätze über Trapp-Gesteine (Edinb. New Philos. Journ., Vol. XII, p. 198) mit viel Nachdruck gefolgert, dass alle amygdaloide Mineralien durch wässerige Infiltration abgelagert worden sind. Ich will diese Gelegenheit benutzen, einen merkwürdigen im 2. Capitel meiner Schrift über Vulcanische Inseln (Übers. p. 28) angeführten Fall zu erwähnen, wo viele von den Zellen in einem amygdaloiden Gestein nur halb mit einem mesotypischen Mineral erfüllt waren.

Rose hat eine von Dr. Meyen aus Chile gebrachte Steinmandel (Reise um die Erde, Th. I, p. 316) beschrieben, welche aus krystallisirtem Quarz, innen mit Krystallen von Stilbit und auszen von grüner Erde überzogen, bestand.

der Cordillera (so in der Nähe von Santiago) selbst noch häufiger zu sein, als das purpurne porphyritische Conglomerat. Zahlreiche Gänge bestehen gleichfalls aus diesem Grünsteinporphyr; andere werden aus verschiedenen feinkörnigen Trappgesteinen gebildet, aber sehr wenige nur aus Thonsteinporphyr: echte Basaltgänge habe ich nicht gesehen.

An mehreren Stellen in dem unteren Theile der Reihe, aber nicht überall kommen dicke Massen eines in hohem Grade feldspathigen, häufig porphyritischen schieferigen Gesteins in abwechselnden Schichten mit dem porphyritischen Conglomerat vor: ich glaube in einem oder zwei Fällen ist schwärzlicher Kalkstein in einer ähnlichen Lage gefunden worden. Das feldspathige Gestein ist von einer blaszgrauen oder grünlichen Färbung; es ist leicht schmelzbar; wo es porphyritisch ist, sind die Feldspathkrystalle meist klein und glasig; es ist deutlich geblättert und enthält zuweilen parallele Schichten von Epidot⁴; die Blätterung scheint von der Schichtung verschieden zu sein. Gelegentlich ist dieses Gestein etwas cariös, und an einem Orte, nämlich an der Campana von Quillota, hat es eine breccienartige Structur. In der Nähe der Minen von Jajuel fand sich in einer dritten Schicht dieses feldspathigen porphyritischen Schiefers eine Lage von hartem, schwärzlichem, kieseligem, nicht schmelzbarem compactem Thonschiefer, wie ich sie sonst nirgendwo gesehen habe: an demselben Orte war ich im Stande, die Verbindung zwischen dem Schiefer und dem conform darunterliegenden porphyritischen Conglomerat eine beträchtliche Strecke weit zu verfolgen, und sie giengen sicher allmählich ineinander über. Wo nur immer diese schieferigen feldspathigen Gesteine reichlich vorkommen, scheint Grünstein gemein zu sein; an der Campana von Quillota lag eine Schicht von gut krystallisirtem Grünstein conform in der Mitte des feldspathigen Schiefers, und die oberen und unteren Verbindungsflächen giengen unmerkbar in denselben über. Nach dieser Thatsache und nach dem häufig porphyritischen Zustande des Schiefers würde ich vielleicht dieses Gestein als ein eruptives betrachtet haben (wie gewisse blätterige feldspathige Laven in der Trachytreihe), hätte ich nicht im Feuerlande gesehen, wie leicht echter Thon-

⁴ Dieses Mineral ist in allen Formationen von Chile äusserst gemein: so in dem Gneisz in der Nähe von Valparaiso und in den denselben durchsetzenden Granitadern, in dem die Campana von Quillota krönenden injicirten Grünstein, in einigen granitischen Porphyren, in dem porphyritischen Conglomerat und in den feldspathigen Thonschiefern.

schiefer feldspathig und porphyritisch wird, und hätte ich nicht bei Jajuel die eingeschlossene Schicht schwarzen kieseligen Thonschiefers gesehen, welche Niemand als feurigen Ursprungs betrachtet haben konnte. Der allgemeine Übergang des feldspathigen Schiefers bei Jajuel in das porphyritische Conglomerat, welches sicher wässerigen Ursprungs ist, sollte auch mit in Betracht gezogen werden.

Die abwechselnden Schichten von Porphyren und porphyritischen Conglomeraten mit den gelegentlich eingeschlossenen Schichten feldspathigen Schiefers bilden zusammen eine grosartige Formation; an mehreren Stellen innerhalb der Cordillera schätzte ich ihre Mächtigkeit auf 6000—7000 Fusz. Sie erstreckt sich viele Hundert Meilen weit, indem sie den westlichen Abhang der chilenischen Cordillera bildet; und selbst bei Iquique in Peru, 850 Meilen nördlich von dem von mir untersuchten südlichsten Punkte in Chile, ist die Küstenböschung, welche sich bis zu einer Höhe von zwischen 2000 und 3000 Fusz erhebt, in gleicher Weise zusammengesetzt. In mehreren Theilen des nördlichen Chile erstreckt sich diese Formation viel weiter nach dem Stillen Ocean zu über die granitischen und metamorphischen unteren Gesteine als in dem centralen Chile; aber die Haupt-Cordillera kann als ihre centrale Linie angesehen werden und ihre Breite in einer ostwestlichen Richtung ist nirgends grosz. Zuerst erschien mir der Ursprung dieser dicken, massiven, langen, aber schmalen Formation sehr anomal: woher rührten die unzähligen Fragmente, häufig von bedeutender Grösze, zuweilen eckig und zuweilen abgerundet, und beinahe ausnahmslos aus porphyritischen Gesteinen gebildet, und wie waren sie zerstreut? Wenn man sieht, dasz die dazwischen geschichteten Porphyre niemals blasig und häufig nicht einmal amygdaloïd sind, so müssen wir schlieszen, dasz der ganze Haufen in tiefem Wasser gebildet wurde; wie kam es nun, dasz so viele Fragmente gut abgerundet wurden, und so viele eckig blieben, dasz zuweilen die zwei Arten gleichmäszig miteinander vermischt, zuweilen die einen und zuweilen die andern vorherrschend waren? Dasz der Thonstein, Grünstein und andere Porphyre und Amygdaloïde, welche conform zwischen den Conglomeratschichten liegen, alte submarine Laven sind, daran kann man, meine ich, nicht zweifeln; und ich glaube, wir müssen die Cratere, aus denen diese Ströme hervorgebrochen sind, als die Quelle des Breccienconglomerates ansehen: nach einer groszen Explosion können wir uns wohl vorstellen, dasz das Wasser in dem erhitzten und kaum zur Ruhe kommen-

den Crater eine beträchtliche Zeit lang⁵ hinreichend unruhig sein wird, um die lose in ihm liegenden Fragmente durcheinander zu rühren und abzurunden: diese abgerundeten Fragmente, der Zahl nach wenige oder viele, werden bei der nächsten Eruption in Verbindung mit einigen wenigen oder vielen eckigen Fragmenten je nach der Stärke der Explosion fortgeschleudert werden. Der Umstand, dass das porphyritische Conglomerat purpurn oder röthlich ist, selbst wenn es mit trübe gefärbten oder hellgrünen Porphyren oder Amygdaloïden abwechselt, ist wahrscheinlich dem Falle analog, dass die Schlacken der schwärzlichen Basalte häufig hellroth* werden. Der Umstand, dass die alten submarinen Öffnungen, aus denen die Porphyre und ihre Fragmente hervorgeworfen wurden, in einem Streifen angeordnet lagen, wie die meisten jetzt noch activen Vulcane, erklärt die Mächtigkeit, die Schmalheit und die lineare Ausdehnung dieser Formation.

Diese ganze grosze aufgehäufte Masse von Gesteinen hat eine bedeutende metamorphische Einwirkung erlitten, wie sehr deutlich hervorgeht aus der allmählichen Bildung und dem Auftreten der Krystalle von albitischem Feldspath und von Epidot, — aus dem Miteinanderverschmelzen der Fragmente, — aus dem Auftreten einer blätterigen Structur in dem feldspathigen Schiefer, — und endlich aus dem Verschwinden der Schichtungsebenen, welche zuweilen an einem und demselben Berge in dem oberen Theile völlig deutlich, an den Abhängen immer weniger und weniger deutlich und am Fusze vollständig obliterirt nachzuweisen waren. Ich habe Porphyrfragmente gesehen, welche aus einem metamorphosirten Conglomerat, — aus einem in der Nähe sich findenden Lavastrom, — aus dem Nucleus oder dem Centrum (wie es mir erschien) des ganzen submarinen Vulcans, — und endlich aus einer intrusiven Masse von völlig späterem Ursprunge genommen waren, und welche doch sämmtlich absolut ununterscheidbar in äusseren Characteren waren, theils in Folge der erwähnten metamorphischen Einwirkung und theils in Folge der nahen Verwandtschaft des Ursprungs.

Ein anderes Gestein von plutonischem Ursprung und von hoher Bedeutung für die Geschichte der Cordillera, weil es in den meisten der groszen Erhebungssaxen injicirt worden ist und weil es augenschein-

⁵ Dies scheint sicher auf einigen recenten vulcanischen Archipelen stattgefunden zu haben, wie auf den Galapagos, wo zahlreiche Cratere ausschliesslich aus Tuff und Lavabruchstücken gebildet werden.

lich bei der Metamorphose der darüber liegenden Schichten mit thätig gewesen ist, dürfte zweckmäßiger Weise in dieser vorläufigen Erörterung beschrieben werden. Es ist von einigen Autoren Andesit genannt worden: es besteht hauptsächlich aus gut krystallisirtem weissen Albit⁶ (wie sowohl Professor MILLER als ich selbst an zahlreichen Exemplaren mit dem Goniometer bestimmt haben), aus weniger vollkommen krystallisirter grüner Hornblende, häufig in Begleitung von vielem Glimmer, von Chlorit und Epidot, und gelegentlich einigen wenigen Quarzkörnern: in einem Falle im nördlichen Chile fand ich Krystalle von orthitischem und Kali-Feldspath mit denen des Albit vermengt. Wo der Glimmer und Quarz reichlich vorhanden sind, kann das Gestein von Granit nicht unterschieden werden, und man kann es andesitischen Granit nennen. Wo diese beiden Mineralien ganz fehlen, und wenn, wie es häufig der Fall ist, die Albitkrystalle unvollkommen sind und miteinander verschmelzen, kann das Gestein andesitischer Porphyry genannt werden, welcher nahezu in demselben Verhältnis zu dem andesitischen Granit steht, wie euritischer Porphyry zum gewöhnlichen Granit. Diese andesitischen Gesteine bilden Gebirgsmassen von einer weissen Farbe, welche in ihren allgemeinen Umrissen und ihrem Erscheinen, in ihrer Gliederung, in ihrem gelegentlichen Einschluss dunkel gefärbter eckiger Fragmente, augenscheinlich von irgend einem vorher existirenden Gestein, und in den groszen, von ihnen aus sich in die darüber liegenden Schichten verzweigenden Gängen eine grosze und auffallende Ähnlichkeit mit Massen von gewöhnlichem Granit und Syenit darbieten: ich habe indessen in diesen andesitischen Gesteinen niemals jene granitischen Scheidungsadern gesehen, welche in den echten Graniten so häufig sind. Wir haben gesehen, dass Andesit an drei Stellen im Feuerland vorkommt; in Chile von San Fernando bis Copiapo in einer Entfernung von 450 Meilen fand ich denselben unter den meisten Erhebungssaxen; in einer Sammlung von Handstücken von

⁶ Ich bezeichne hier und an andern Orten mit diesem Namen diejenigen feldspathigen Gesteine, welche wie Albit spalten: jetzt wird indesz bekannt (Edinb. New Philos. Journ. Vol. XXIV, p. 181), dass Abich ein Mineral von der Cordillera, in Verbindung mit Hornblende und Quarz (wahrscheinlich dasselbe Gestein, welches hier besprochen wird), untersucht hat, welches wie Albit spaltet, welches aber eine neue und verschiedene, von ihm Andesin genannte Art ist. Es ist mit Leucit verwandt, in dem die gröszere Menge des Kali durch Kalk und Natron ersetzt ist. Dies Mineral scheint ausser durch die Analyse kaum von Albit zu unterscheiden zu sein.

der Cordillera von Lima in Peru erkannte ich es sofort wieder; und ERMAN⁷ gibt an, dasz es im östlichen Kamtschatka vorkommt. Nach seiner weiten Verbreitung und nach der wichtigen Rolle, welche es in der Geschichte der Cordillera gespielt hat, meine ich, dasz dieses Gestein seinen besonderen Namen Andesit wohl verdient hat.

Die wenigen noch jetzt activen Vulcane in Chile sind auf die centralen und höchsten Züge der Cordillera beschränkt, und vulcanische Substanz, solche welche augenscheinlich auf dem Festlande ausgebrochen ist, ist überall selten. Nach der Angabe von MEYEN⁸ findet sich ein Bimssteinberg hoch oben im Thale des Maypu, und gleichfalls eine Trachytformation bei Colina, einem in der Nähe von Santiago gelegenen Dorfe. Dicht an dieser letzteren Stadt liegen zwei aus einem blasigen feldspathigen Porphyry gebildete Hügel, welche merkwürdig sind, weil sie doppelt säulig sind, indem cylindrische Säulen in kleine vier- oder fünfseitige getheilt sind; und ein dritter Berg (Cerro Blanco) wird aus einer fragmentären Gesteinsmasse gebildet, welche, wie ich glaube, vulcanischen Ursprungs ist, im Character intermediär zwischen den obigen feldspathigen Porphyren und dem gemeinen Trachyt, und welches Hornblendenadeln und körniges Eisenoxyd enthält. In der Nähe der Bäder von Cauquenes liegt zwischen zwei kurzen parallelen Erhebungslinien, wo sie vom Thale durchschnitten werden, ein kleiner aber doch deutlicher vulcanischer District; das Gestein ist ein dunkelgrauer (andesitischer) Trachyt, welcher vor dem Löthrohr in eine grünlich graue Perle schmilzt und aus langen Krystallen von gebrochenem glasigen Albit (nach einer Messung zu urtheilen), mit gut geformten, häufig Zwillingskrystallen von Augit untermischt, gebildet wird. Die ganze Masse ist blasig, aber die Oberfläche ist dunkler gefärbt und viel blasiger, als irgend ein anderer Theil. Dieser Trachyt bildet einen klippenbegrenzten horizontalen schmalen Streifen an der steilen südlichen Seite des Thales in der Höhe von 400 oder 500 Fusz über dem Flussbett; nach einer augenscheinlich entsprechenden Klippenlinie an der nördlichen Seite zu urtheilen, musz das Thal früher einmal bis zu dieser Höhe von einem Lavafelde erfüllt gewesen sein. Auf dem Gipfel eines hohen Berges, einige Stunden höher hinauf in diesem nämlichen Thale des Cachapual fand ich säuligen Pechstein mit Feld-

⁷ Geographical Journal, Vol. IX, p. 510.

⁸ Reise um die Erde, Th. I, p. 338 und 362.

spath porphyritisch; ich vermuthe nicht, dasz dieses Gestein vulcanischen Ursprungs ist, und erwähne es nur hier, weil es von Massen und Gängen eines blasigen Gesteins durchsetzt wird, welches sich im Character dem Trachyt nähert; in keinem anderen Theile von Chile habe ich vesiculäre oder amygdaloide Gänge beobachtet, obschon solche in gewöhnlichen vulcanischen Districten so häufig sind.

Übergang über die Anden durch den Portillo- oder Peuquenes-Pass.

Obgleich ich die Cordillera nur einmal auf diesem Pass überschritt und auch nur einmal auf dem von Cumbre oder Uspallata (der sofort beschrieben werden soll), indem ich langsam ritt und gelegentlich hielt, um die Berge zu besteigen, sind doch viele Umstände dazu günstig, eine wahrheitsgetreuere Skizze ihrer Structur zu erhalten, als man es auf den ersten Blick nach einer so kurzen Untersuchung für möglich halten sollte. Die Berge sind steil und absolut vegetationslos; die Atmosphäre ist glänzend klar; die Schichtung deutlich; und die Gesteine hell und verschieden gefärbt: einige der natürlichen Durchschnitte können in Wahrheit in Bezug auf ihre Deutlichkeit mit den colorirten Durchschnitten in geologischen Werken verglichen werden. In Anbetracht des Umstandes, dasz so wenig von der Structur dieses riesenhaften Gebirgszugs bekannt ist, auf welche ich besonders achtete, während die meisten Reisenden nur Handstücke der Gesteinsarten gesammelt haben, glaube ich, dasz meine Durchschnittsskizzen, obschon sie natürlich unvollkommen sind, einiges Interesse besitzen. Der auf Tafel 1, Fig. 1 gegebene Durchschnitt, welchen ich jetzt im Einzelnen beschreiben will, ist nach einem horizontalen Maszstabe von einem Drittel Zoll auf eine nautische Meile, und im verticalen Maszstabe von einem Zoll auf eine Meile oder 6000 Fusz entworfen. Die Breite des Gebirgszugs (mit Ausschluss einiger weniger abliegender Hügel) von der Ebene, auf welcher Santiago, die Hauptstadt von Chile, steht, bis zu den Pampas beträgt sechzig Meilen, so weit ich nach den Karten urtheilen kann, welche von einander verschieden und alle äusserst unvollkommen sind. Die Ebene von Santiago an der Mündung des Maypu schätzte ich nach benachbarten bekannten Punkten zu 2300 Fusz und die Pampas zu 3500 Fusz, Beides über dem Meeresspiegel. Die Höhe des Peuquenes-Zugs ist nach der Angabe von Dr. GILLIES⁹

⁹ Journal of Natur. and Geograph. Science, Aug. 1830.

13 210 Fusz, und die des Portillo-Zugs (beides in den Einschnitten, in welchen die Strasse sie überschreitet) beträgt 14 345 Fusz; der unterste Theil des zwischenliegenden Thales von Tenuyan ist 7530 Fusz hoch, Alles über dem Meeresspiegel.

Die Cordillera besteht hier, und wie ich glaube in der That durch ganz Chile, aus mehreren parallelen antiklinischen und monoklinischen Bergzügen, welche nach Norden, oder nach Norden mit ein wenig Abweichung nach Westen, und Süden ziehen. Einige äusere und viel niedrigere Rücken variiren häufig beträchtlich von diesem Verlauf, indem sie wie schräge Sporne von den Hauptrücken vorspringen: in dem District nach dem Stillen Ocean zu erstrecken sich die Berge, wie vorhin bemerkt wurde, in verschiedenen Richtungen, selbst nach Ost und West. In den hauptsächlich äusseren Zügen sind die Schichten, wie gleichfalls vorhin bemerkt wurde, selten unter hohem Winkel geneigt; aber in den centralen Höhenrücken sind sie beinahe immer bedeutend geneigt, durch viele grosze Verwerfungen durchbrochen und häufig vertical. Soweit ich es beurtheilen konnte, sind nur wenige der Züge von bedeutender Länge; und in den centralen Theilen der Cordillera war ich häufig im Stande, mit dem Auge einen Rücken zu verfolgen, der allmählich immer höher und höher wurde, in dem Masse als die Schichtung an Neigung zunahm, und zwar von dem einen Ende, wo seine Höhe unbedeutend und seine Schichten sanft geneigt waren, bis zu dem andern Ende, wo die verticalen Schichten nun mit Schnee bedeckte Zinnen bildeten. Selbst nach auszen von der Haupt-Cordillera in der Nähe der Bäder von Cauquenes beobachtete ich einen solchen Fall, wo an einem nordsüdlichen Rücken die Schichten im Thale zu 37° geneigt waren, und weniger als eine Meile weiter südlich davon zu 67° : ein anderer paralleler und ähnlich geneigter Rücken erhob sich in der Entfernung von ungefähr fünf Meilen zu einem hohen Berge mit absolut verticalen Schichten. Innerhalb der Cordillera wurde die Höhe der Rücken und die Neigung der Schichten häufig in viel kürzeren Entfernungen als fünf Meilen verdoppelt und verdreifacht: diese eigenthümliche Form der Erhebung weist wahrscheinlich darauf hin, dasz die geschichtete Rinde dünn war, und daher den darunter liegenden intrusiven Massen ungleichmässig an gewissen Punkten der Spaltungslinien nachgab.

Die Thäler, durch welche die Cordillera ihr Wasser verliert, folgen den antiklinischen oder selten synklinischen Trögen, welche

meist von dem gewöhnlichen nordsüdlichen Verlaufe abgehen, oder noch häufiger jenen Linien der Verwerfungen oder der ungleichen Krümmung (d. h. Linien, an denen die Schichten auf beiden Seiten in derselben Richtung einfallen, aber unter einem etwas verschiedenen Winkel), welche meist von dem nördlichen Verlauf abweichen. Gelegentlich laufen die Bergströme eine Strecke weit in den nördlichen und südlichen Thälern und nehmen dann ihren östlichen oder westlichen Verlauf dadurch ein, dasz sie durch die Gebirgszüge an den Punkten durchbrechen, wo die Schichten am wenigsten geneigt, und die Höhe in Folge dessen geringer ist. Es sind daher die Thäler, denen entlang die Strasse läuft, meist im Zickzack, und beim Zeichnen eines ostwestlichen Durchschnittes ist es nothwendig, das, was auf der Strasse factisch gesehen wird, bedeutend zusammenzuziehen.

Wenn wir an dem westlichen Ende des colorirten Durchschnittes (Tafel I) beginnen, wo der Rio Maypu sich auf die Ebene von Santiago ergießt, so treffen wir sofort auf die porphyritische Conglomerat-Formation, und finden in der Mitte derselben einige Hügel von Granit und Syenit (A), welche wahrscheinlich (denn ich versäumte es, Handstücke zu sammeln) der Andesitclassen angehören. Diesen folgen einige Hügel mit zerrissenen Contouren (B) von dunkelgrünen, feldspathigen und an einigen Stellen schieferigen Gesteinen, welche wie ich glaube, der veränderten Thonschiefer-Formation angehören. Von diesem Punkte an erstrecken sich grozse Berge von purpurnen und grünlichen, gewöhnlich dünn geschichteten in hohem Grade porphyritischen Conglomeraten, welche viele Schichten amygdaloider und Grünstein-Porphyre einschlieszen, das Thal hinauf bis zu der Verbindung der Flüsse Yeso und Volcan. Da das Thal sich hier in einem sehr südlichen Verlaufe hinzieht, ist die Breite der porphyritischen Conglomerat-Formation vollständig der Vermuthung überlassen; aus derselben Ursache war ich nicht im Stande, die Schichtungsverhältnisse zu ermitteln. An den meisten der äusseren Berge war der Fall sanft und nach innen gerichtet; und nur an einem Punkte beobachtete ich eine Neigung von fünfzig Grad. In der Nähe der Verbindung des Rio Colorado mit dem Hauptstrom liegt ein Berg von weiszlichem, durchtrümmerten, theilweise zersetzten feldspathigen Porphyr, welcher ein vulcanisches Ansehen hat, aber nicht wirklich von derartiger Beschaffenheit ist: bei Tolla indessen fand Dr. Meyen¹⁰ in diesem Thale einen Berg von

¹⁰ Reise um die Erde, Th. I, p. 338, 341.

Bimsstein, welcher Glimmer enthielt. Bei der Verbindung des Yeso und Volcan (D) findet sich eine ausgedehnte Masse von Andesit in weissen conischen Hügeln, welcher etwas Glimmer enthält, und entweder in andesitischen Granit oder in eine gefleckte halbkörnige Mischung von albitischem (?) Feldspath und Hornblende übergeht: in der Mitte dieser Formation fand Dr. MEYEN echten Trachyt. Der Andesit wird von Schichten dunkel gefärbter krystallinischer, undeutlich porphyritischer Gesteine bedeckt, und über diesen von den gewöhnlichen porphyritischen Conglomeraten, — die Schichten fallen sämmtlich unter einem kleinen Winkel von der darunter liegenden Masse ab. Die umgebenden hohen Berge scheinen gänzlich aus den porphyritischen Conglomeraten zusammengesetzt zu sein, und ich schätzte ihre Mächtigkeit hier auf zwischen 6000 und 7000 Fusz.

Jenseits der Vereinigung des Yeso und Volcan scheinen die porphyritischen Schichten nach den Andesithügeln zu unter einem Winkel von 40 Grad einzufallen; aber an einigen weiter entfernt liegenden Punkten an demselben Rücken sind sie aufgebogen und senkrecht. Verfolgt man das Thal des Yeso nach Nordost abbiegend (und daher für unseren Querschnitt noch immer ungünstig) so erstreckt sich dieselbe porphyritische Conglomerat-Formation bis in die Nähe der Cuesta del Indio, welche am westlichen Ende des Beckens (mit einem Abflusz wie ein See) des Yeso liegt. Eine Strecke weit, ehe man an diesen Punkt gelangt, konnten zuerst entfernte hohe Berggipfel, die von gefärbten zur groszen Gypsformation gehörigen Schichten bedeckt waren, gesehen werden. Vom Gipfel der Cuesta nach Süden hin hat man einen prachtvollen Durchschnittsblick einer Bergmasse von mindestens 2000 Fusz Mächtigkeit (E) von schönem andesitischen Granit (viel schwarzen Glimmer, ein wenig Chlorit und Quarz enthaltend), welcher grosze weisse Gänge weit in das darüber liegende dunkel gefärbte porphyritische Conglomerat einschickt. An der Verbindungslinie sind die zwei Formationen wunderbar ineinander gewoben: im unteren Theile des porphyritischen Conglomerates ist die Schichtung vollständig obliterirt, während sie im oberen Theile sehr deutlich ist; die die Rücken der umgebenden Berge zusammensetzenden Schichten sind unter Winkeln von zwischen 70 und 80 Grad geneigt, und einige sogar senkrecht. Auf der nördlichen Seite des Thals ist eine grosze entsprechende Masse von andesitischem Granit, von porphyritischem Conglomerat eingefaszt, welche sowohl an der westlichen als an der östlichen Seite unter ungefähr

80 Grad nach Westen einfällt, wogegen an der östlichen Seite die Spitzen der Schichten in einer solchen Weise gebogen sind, dasz es wahrscheinlich wird, die ganze Masse sei auf diese Weise übergestürzt und umgekehrt worden.

Im Thalbecken des Yeso, welches ich zu 7000 Fusz über dem Meeresspiegel schätzte, erreichen wir zuerst bei (F) die Gypsformation. Ihre Mächtigkeit ist sehr bedeutend. Sie besteht an den meisten Stellen aus schneeweisem, harten, compacten Gyps, welcher mit einem zuckerigen Bruch bricht und durchscheinende Ränder hat; vor dem Löthrohr gibt er viel Wasserdampf aus; er enthält häufig Nester und äusserst dünne Schichten von krystallisirtem schwärzlichen kohlen-sauren Kalk. Grosze unregelmässig gestaltete Concretionen (äusserlich noch immer Streifen von wässerigem Niederschlag darbietend) von schwärzlich-grauem, zuweilen aber weisem grobem und glänzend krystallisirtem, hartem Anhydrit sind mit dem gemeinen Gyps sehr reichlich vorhanden. Aus den härtesten und reinsten Varietäten des weissen Gypses gebildete Hügel ragen über die umgebenden Theile vor und haben gesprungene und gezeichnete Oberflächen, genau wie frisch gebackenes Brod. Es findet sich viel blaszbrauner weicher thoniger Gyps; und es finden sich auch einige zwischengeschaltete grüne Schichten, welche ich zu erreichen nicht Zeit hatte. Ich sah nur ein Fragment von Selenit oder durchscheinendem Gyps, und dieses dürfte vielleicht von irgend einer später geformten Ader herrühren. Nach den hier gegebenen mineralogischen Characteren ist es wahrscheinlich, dasz die Gypsschichten irgend eine metamorphische Einwirkung erfahren haben. Die Schichten sind stark unter Detritus verborgen, scheinen aber an den meisten Stellen stark geneigt zu sein, und an einem in der Nähe befindlichen hohen Berggrat konnte man deutlich sehen, dasz sie nach oben gebogen und senkrecht wurden, conform mit dem darunterliegenden porphyritischen Conglomerat. An sehr vielen Stellen der groszen Bergfläche (F), welche aus dünnen Gypsschichten zusammengesetzt war, fanden sich unzählige unregelmässig und nicht wie Gänge gestaltete, aber doch scharf bestimmte Ränder darbietende Massen von unvollkommen körnigem, blaszgrünlichem oder gelblich weisem Gestein, welches wesentlich aus Feldspath mit ein wenig Chlorit oder Hornblende, Epidot, Schwefelkies und eisenschüssigem Pulver zusammengesetzt war: ich glaube, dasz diese merkwürdigen trappartigen Massen von den nicht weit entfernten Bergmassen (E)

von Andesit her eingespritzt worden sind, während sie noch flüssig waren, und dasz sie in Folge der Weichheit der Gypsschichten nicht ihre gewöhnliche Form von Gängen erhalten haben. Später nach der Injection dieser feldspathigen Gesteine hat eine grosze Dislocation stattgefunden, und die stark erschütterten Gypsschichten liegen hier auf einem Hügel (G), welcher aus senkrechten Schichten unreinen Kalkes und schwarzen in hohem Grade kalkhaltigen Schiefers, welcher Gypsfäden einschlieszt, zusammengesetzt ist; diese Gesteinsarten gehören, wie wir sofort sehen werden, den oberen Theilen der Gypsreihe an, und müssen daher durch eine ungeheure Verwerfung hier herunter geworfen worden sein.

Gehen wir in dem Thalbecken des Yeso weiter hinauf und nehmen wir unseren Durchschnitt zuweilen auf der einen Seite, zuweilen auf der andern, so kommen wir zu einem groszen Berge von stratificirtem porphyritischem Conglomerat (H), welcher unter 45 Grad nach Westen einfällt; einige wenige Hundert Yards weiter hin finden wir eine zwischen 300 und 400 Fusz mächtige Schicht von Gyps (J), welche unter einem sehr hohen Winkel nach Osten einfällt: hier haben wir daher eine Verwerfung und eine antiklinische Axe. Auf der gegenüberliegenden Seite des Thaies verliert augenscheinlich eine senkrechte Masse von rothem Conglomerat, welches conform unter dem Gyps liegt, allmählich ihre Schichtung und geht in einen Porphyrberg über. Der Gyps (J) wird von einer Schicht (K) von mindestens 1000 Fusz Mächtigkeit eines purpurröthlichen, compacten, schweren, feinkörnigen Sandsteins oder Schieferlettens bedeckt, welcher leicht zu einem weissen Schmelz schmilzt und unter der Lupe als zerkleinerte Krystalle enthaltend erkannt wird. Dieser folgt eine Schicht (L) 1000 Fusz mächtig (ich glaube die Mächtigkeit zu unterschätzen) von Gyps genau gleich den vorher beschriebenen Schichten, und diese wieder wird von einer andern groszen Schicht (M) von purpurrothem Sandstein bedeckt. Alle diese Schichten fallen nach Osten ein, aber die Neigung wird immer geringer und geringer in dem Masse, als wir die erste und beinahe senkrechte Schicht (J) von Gyps verlassen.

Wenn man die Beckenebene des Yeso verlässt, so steigt die Strasse plötzlich an und geht über Berge, die aus den Gypsbetten mit den begleitenden Schichten zusammengesetzt sind, deren Schichtung bedeutend gestört und daher nicht leicht verständlich ist: es ist daher dieser Theil des Durchschnittes ohne Colorit gelassen worden. Kurz

ehe man den groszen Peuquenes-Rücken erreicht, ist die tiefste sichtbare Schicht (N) ein rother Sandstein oder Schieferletten, der von einer ungeheuren Masse schwarzen, compacten, kalkigen, schieferigen Gesteins (O) bedeckt wird, welches in vier hohe aber kleine Rücken aufgeworfen worden ist: nach Norden hin sehend bemerkt man, dasz die Schichten in diesem Rücken allmählich in ihrer Neigung sich erheben und an einigen entfernten Bergzinnen absolut vertical werden.

Der Peuquenes-Rücken, welcher die in den Stillen Ocean flieszenden Wässer von den in den Atlantischen flieszenden scheidet, dehnt sich in einer nahezu nord-nordöstlichen und süd-südöstlichen Linie hin; seine Schichten fallen nach Osten unter einem Winkel von zwischen 30° und 45° ein, aber an den höheren Gipfeln biegen sie sich empor und werden beinahe vertical. Wo die Strasse diesen Höhenzug überschreitet, beträgt die Höhe 13 210 Fusz über dem Meeresspiegel, und ich schätzte die in der Nähe befindlichen Berggipfel zu 14 000 bis 15 000 Fusz. Die unterste in diesem Rücken sichtbare Schicht ist ein rother geschichteter Sandstein (P); auf ihm liegen zwei grosze Massen (Q und S) schwarzen harten compacten, selbst einen muschelig-Bruch darbietenden, kalkigen, mehr oder weniger geblättern Schiefers, welcher in Kalkstein übergeht, aufgehäuft: dieses Gestein enthält organische Reste, die sofort aufgezählt werden sollen. Die compacten Varietäten schmelzen leicht in ein weisses Glas; und wie ich hinzufügen will, ist dies ein sämmtlichen sedimentären Schichten in der Cordillera sehr allgemein zukommender Character: obschon dieses Gestein, wenn es gebrochen wird, meist völlig schwarz ist, verwittert es überall zu einer aschgräulichen Färbung. Zwischen diesen zwei groszen Massen (Q und S) ist eine Schicht von Gyps (R) eingeschaltet, die ungefähr 300 Fusz mächtig ist und dieselben Characterere besitzt, wie die vorhin besprochenen. Ich schätzte die totale Mächtigkeit dieser drei Schichten (Q, R, S) zu nahezu 3000 Fusz; und zu diesem musz noch, wie sofort gezeigt werden wird, eine grosze darüberliegende Masse von rothem Sandstein hinzu gerechnet werden.

Steigt man den Ostabhang dieses groszen Centralzuges hinab, so werden die Schichten, welche im oberen Theile unter einem Winkel von ungefähr 40 Grad nach Osten einfallen, mehr und mehr gekrümmt, bis sie nahezu vertical sind, und ein wenig weiter hin sieht man an der abliegenden Seite einer Schlucht eine dicke Schichtenmasse von hellem, rothem Sandstein (T) deren obere Enden leicht gekrümmt sind

und dadurch zeigen, dass sie früher einmal über die Schichten (S) verlängert waren; auf der südlichen und gegenüberliegenden Seite der Strasse stehen dieser rothe Sandstein und die darunterliegenden schwarzen schieferigen Gesteine senkrecht und in factischer Nebeneinanderlagerung. Steigen wir weiter hinab, so kommen wir zu einem synklinischen mit Geröll erfüllten Thale, jenseits welches wir den rothen Sandstein (T²) sehen, dem bei T entsprechend, und nun, wie es sich sowohl nördlich als südlich von der Strasse zeigt, unter 45 Grad nach Westen einfallend; unter diesem liegen die Schichten S² R² Q², und ich glaube auch P², in übereinstimmender Reihenfolge und von ähnlicher Zusammensetzung wie die auf dem westlichen Abhange des Peuquenes-Zuges, aber nach Westen einfallend. Dicht bei dem synklinischen Thale ist der Einfallswinkel dieser Schichten 45 Grad, aber am östlichen oder weiter abliegenden Ende der Reihe erhebt er sich bis zu 60 Grad. Hier endet die grosse Gypsformation plötzlich, und ihr folgen weiter nach Osten Haufen neuerer Schichten. Bedenkt man, wie heftig diese centralen Rücken dislocirt sind, und wie sehr zahlreich in den äusseren und unteren Theilen der Cordillera Gänge sind, so ist es merkwürdig, dass ich hier nicht einen einzigen Gang bemerkte. Das vorherrschende Gestein in dieser Gegend ist der schwarze, kalkige, compacte Schiefer, während in dem Thalbecken des Yeso der purpurröthliche Sandstein oder Schieferletten vorherrscht, — beides in Verbindung mit Gypsschichten von genau derselben Beschaffenheit. Es würde sehr schwierig sein, die relative Übereinanderlagerung dieser verschiedenen Massen zu ermitteln, denn wir werden später beim Cumbre-Pasz sehen, dass die Gypslager und die dazwischen geschalteten Schichten linsenförmig sind, sich an den Rändern auskeilen, selbst da, wo sie sehr dick sind, und daher in kurzen horizontalen Entfernungen verschwinden: es ist vollständig möglich, dass die schwarzen Schiefer und rothen Sandsteine gleichalterig sein dürften, noch wahrscheinlicher ist es aber, dass die Ersteren die obersten Theile der Reihe bilden.

Die oben erwähnten Fossilien in dem schwarzen, kalkigen Schiefer sind der Zahl nach wenige und in einem unvollkommenen Zustande; sie bestehen aus den folgenden, die mir Mr. D'ORBIGNY bestimmt hat:

1. *Ammonites*, unbestimmbar, dem *A. recticostatus* D'ORB. nahe stehend. Voyage, Pal. France (Neocom-Formation).
2. *Gryphaea*, nahe verwandt mit *G. Couloni* (Neocom-Formation von Frankreich und Neufchatel).

3. *Natica*, unbestimmbar.
4. *Cyprina rostrata* D'ORB. Pal. Franc. (Neocom-Formation).
5. *Rostellaria angulosa* (?) D'ORB., Pal. de l'Amér. Mérid.
6. *Terebratula*?

Einige von den Fragmenten von *Ammonites* waren so dick wie ein Mannesarm: die *Gryphaea* ist bei weitem die am häufigsten vorkommende Muschel. D'ORBIGNY betrachtet diese Fossile als zu der Neocom-Stufe des Kreidesystems gehörig. Dr. MEYEN,¹¹ welcher das Thal des Rio Volcan, eines Nebenflusses des Yeso, hinaufstieg, fand eine sehr ähnliche aber augenscheinlich kalkigere Formation mit vielem Gyps, und ohne Zweifel das Äquivalent der hier beschriebenen: die Schichten waren vertical und bis über die Grenze des ewigen Schnees hinauf verlängert: in der Höhe von 9000 Fusz über dem Meere waren Fossile auszerordentlich reichlich, welche nach VON BUCH¹² die folgenden waren:

1. *Exogyra (Gryphaea) Couloni*, absolut identisch mit Exemplaren aus dem Jura und Süd-Frankreich.
2. *Trigonia costata*) identisch mit den in den oberen jurassischen Schichten
3. *Pecten striatus* \ bei Hildesheim gefundenen.
4. *Cucullaea*, der Form nach der *C. longirostris* entsprechend, welche in den obern jurassischen Schichten von Westphalen so häufig ist.
5. *Ammonites*, dem *A. bplex* ähnlich.

VON BUCH folgert, dasz diese Formation zwischen dem Kalk des Jura und der Kreide mitten inne steht, und dasz sie mit den obersten jurassischen Schichten analog ist, welche die Ebenen der Schweiz bilden. Es vergleichen daher nur mit verschiedenen Ausdrücken D'ORBIGNY und VON BUCH diese Fossilien mit denen von der nämlichen späten Stufe in den secundären Formationen von Europa.

Einige der von mir gesammelten Fossilien wurden eine gute Strecke weit am westlichen Abhange des Hauptrückens gefunden, und müssen daher ursprünglich von einer beträchtlich mächtigen Masse des schwarzen schieferigen Gesteins, unabhängig von den jetzt denudirten mächtigen darüber liegenden Massen von rothem Sandstein, bedeckt gewesen sein. Ich vernachlässigte seiner Zeit zu schätzen, wie viele Hundert oder vielmehr tausend Fusz mächtig die darüber liegenden Schichten gewesen sein müssen: und ich will jetzt nicht versuchen es zu thun. Doch würde dies ein im hohen Grade interessanter Punkt

¹¹ Reise um die Erde, Th. I, p. 355.

¹² Descript. Phys. des Iles Canaries, p. 471.

gewesen sein, da er auf einen bedeutenden Betrag von Senkung hinweist, für welche wir später an anderen Stellen der Cordillera analoge Beweise während dieser nämlichen Periode finden werden. Die Höhe des Peuquenes-Rücken ist in Anbetracht seines nicht hohen Alters sehr merkwürdig; viele von den Fossilien waren in der Höhe von 13 210 Fusz im Gestein eingeschlossen, und dieselben Schichten dehnten sich mindestens bis zu 14 000—15 000 Fusz über dem Meeresspiegel hoch aus.

Die Portillo- oder östliche Bergkette. — Das Thal von Tenuyan, welches die Peuquenes- und Portillo-Züge scheidet, wird von Dr. GILLIES und mir selbst zu ungefähr zwanzig Meilen Breite geschätzt; der unterste Theil, wo die Strasse den Flusz überschreitet, ist 7500 Fusz über dem Meeresspiegel. Der Pass über die Portillo-Kette ist 14 365 Fusz hoch (1100 Fusz höher, als der über den Peuquenes), und die in der Nähe sich findenden Berggipfel müssen, wie ich meine, sich bis nahezu 16 000 Fusz über das Meer erheben. Der das dazwischen liegende Thal von Tenuyan entwässernde Flusz tritt durch die Portillo-Kette. Doch kehren wir zu unserem Durchschnitt zurück: — kurz nachdem wir die unteren Schichten (P²) der Gypsformation verlassen haben kommen wir zu grossen Massen eines groben rothen Conglomerats (V), welche irgend welchen bis jetzt in der Cordillera gesehenen Schichten völlig unähnlich sind. Dieses Conglomerat ist deutlich geschichtet, einige von den Schichten sind durch die bedeutendere Grösze der Rollsteine sehr deutlich: das Cement ist kalkig und zuweilen krystallinisch, obschon die Masse keinerlei Zeichen dafür darbietet, dasz sie metamorphisirt worden ist. Die eingeschlossenen Geröllsteine sind entweder vollkommen oder nur theilweise abgerundet: sie bestehen aus purpurnem Sandstein, aus verschiedenen Porphyren, bräunlichem Kalkstein, schwarzem kalkigem compactem Schiefer, genau gleich denen in situ an der Peuquenes-Kette, und auch die nämlichen fossilen Muscheln enthaltend; auch finden sich sehr viele Rollsteine von Quarz, einige von Glimmerschiefer, und zahlreiche zerbrochene abgerundete Krystalle eines röthlichen orthitischen oder Kali-Feldspathes (nach Bestimmung von Professor MILLER), und diese müssen ihrer Grösze nach aus einem grobkörnigen Gestein, wahrscheinlich Granit, herrühren. Da dieser Feldspath orthitisch ist, und selbst nach seinem äusseren Ansehen, wage

ich positiv zu behaupten, dass er nicht aus den Gesteinen der westlichen Bergzüge herrührt, sondern er dürfte wohl zusammen mit dem Quarz und den metamorphischen Schiefen von der östlichen oder Portillo-Kette herkommen; denn diese Kette besteht hauptsächlich aus grobem orthitischen Granit. Die Rollsteine der Fossile führenden Schiefer und des purpurnen Sandsteins rühren sicher von der Peuquenes- oder westlichen Kette her.

Die Strasse kreuzt das Thal von Tenuyan in einer nahezu östlichen und westlichen Linie, und für mehrere Meilen hin haben wir auf beiden Seiten das Conglomerat, welches überall nach Westen einfällt und einzelne grosse Berge bildet. Wo man zuerst die Schichten trifft, nach dem Verlassen der Gypsformation, sind sie unter einem Winkel von nur 20° , welcher weiter hin sich bis ungefähr 45° erhöht, nach Westen geneigt. Wie wir gesehen haben, sind auch die Gypsschichten nach Westen geneigt: sieht man daher von der östlichen Seite des Thales nach der Peuquenes-Höhenkette hin, so bietet sich ein äusserst täuschendes Ansehen dar, als wenn die neueren Schichten von Conglomerat direct unter die viel älteren Schichten der Gypsformation einfielen. In der Mitte des Thales springt ein kühn aufsteigender Berg von ungeschichtetem lila gefärbtem Porphyry (mit Hornblendekrystallen) empor; und weiter hin, ein wenig südlich von der Strasse, findet sich ein anderer Berg, dessen Schichten unter einem kleinen Winkel nach Osten geneigt sind, und welcher in seinem allgemeinen Ansehen und seiner Färbung der porphyritischen Conglomerat-Formation ähnlich ist, die auf dieser Seite der Peuquenes-Kette so selten und über die ganzen westlichen Züge so groszartig entwickelt ist.

Das Conglomerat ist von bedeutender Mächtigkeit: ich glaube nicht, dass die einzelnen Bergmassen (V, V, V) bildenden Schichten jemals über einander weg verlängert worden sind, sondern dass eine Masse durch mehrere getrennte parallele monoclinische Erhebungslinien gebrochen worden ist. Beurtheilt man daher die Mächtigkeit des Conglomerates, wie es an den einzelnen Bergmassen erscheint, so schätze ich es mindestens 1500 bis 2000 Fusz. Die unteren Schichten liegen conform auf einigen eigenthümlich gefärbten weichen Schichten (W), welche ich nicht erreichen konnte um sie zu untersuchen, und diese wieder liegen conform auf einer mächtigen Masse von glimmerhaltigem, dünnblättrigem, kieseligem Sandstein (H) in

Verbindung mit ein wenig schwarzem Thonschiefer. Diese unteren Schichten werden von mehreren Gängen eines sich zersetzenden Porphyrs durchsetzt. Der blätterige Sandstein liegt direct auf den ungeheueren Granitmassen (JJ), welche hauptsächlich die Portillo-Kette bilden. Die Verbindungslinie zwischen diesem letzteren Gestein, welches von hellrother Farbe ist, und dem weiszlichen Sandstein war wunderbar deutlich; der Sandstein wurde von zahlreichen groszen gewundenen, sich von dem Granit her abzweigenden Gängen durchsetzt, war in ein körniges Quarzitgestein umgewandelt (dem von den Falkland-Inseln eigenthümlich ähnlich) und enthielt Flecke eines ockerigen Pulvers, und schwarze krystallinische Atome, augenscheinlich von unvollkommenem Glimmer. Die quarzhaltigen Schichten waren an einem Fleck in eine regelmässige Kuppe emporgefaltet.

Der Granit welcher die prächtigen nackten Gipfel und den steilen westlichen Abhang der Portillo-Kette zusammensetzt, ist von ziegelrother Farbe, grob krystallisirt, aus orthitischen oder Kali-Feldspath, Quarz und unvollkommenem Glimmer in geringer Quantität zusammengesetzt, und geht zuweilen in Chorit über. Diese Mineralien nehmen gelegentlich eine blätterige oder lamellöse Anordnung an. Die Thatsache, dasz der Feldspath in dieser Bergkette orthitisch ist, ist sehr merkwürdig in Anbetracht des Umstandes, wie selten oder vielmehr wie ich glaube wie vollständig abwesend dieses Mineral über die ganzen westlichen Bergketten ist, in welchen Natron-Feldspath oder mindestens eine Varietät, die wie Albit spaltet, so äusserst reichlich vorhanden ist. An einer Stelle an dem westlichen Abhange und an dem östlichen Abhange in der Nähe von Los Manantiales und in der Nähe des Kammes bemerkte ich einige grosze Massen eines weiszlichen Granits, von denen Theile feinkörnig waren und andere Theile grosze Krystalle von Feldspath enthielten: ich versäumte es, Handstücke zu sammeln, daher weisz ich nicht, ob dieser Feldspath gleichfalls orthitisch ist, obschon ich geneigt bin, dies nach seinem allgemeinen Ansehen zu glauben. Ich sah auch etwas Syenit und eine Masse, welche Andesit ähnlich war, von welcher ich aber gleichfalls versäumte, Handstücke zu sammeln. Nach der Art und Weise in welcher die weiszlichen Granite einzelne Bergmassen in der Mitte der ziegelrothen Varietät bildeten, und nach der Thatsache, dasz eine solche Masse in der Nähe des Kammes von zahlreichen Adern eines fleischfarbigen und grünlichen Eurites durchsetzt war (in welchen

gelegentlich, wie ich beobachtete, der ziegelrothe Granit unmerklich übergieng) schliesze ich, dasz die weissen Granite wahrscheinlich einer älteren Formation angehören und von dem rothen Granit überwältigt und durchdrungen wurden.

An dem Kamme sah ich auch in einer geringen Entfernung einige gefärbte geschichtete Lager, augenscheinlich gleich denen (W) an dem westlichen Fusze, wurde aber durch einen Schneesturm daran verhindert, sie zu untersuchen: Mr. CALDCLEUGH¹³ sammelte indessen hier Handstücke eines gebänderten Jaspis, Dolomit und andere Mineralien. Eine kurze Strecke den östlichen Abhang hinab trifft man einige wenige Fragmente von Quarz und Glimmerschiefer, aber die grosze Formation dieses letzteren Gesteins (Z), welches einen groszen Theil des östlichen Abhanges und des Fuszes der Portillo-Kette bedeckt, kann nicht eher bequem untersucht werden, als viel weiter unten bei einem Orte Mal Paso genannt. Der Glimmerschiefer besteht hier aus dicken Schichten von Quarz mit dazwischen tretenden Blättern feinschuppigen Glimmers und geht oft in eine Substanz gleich einem schwarzen glänzenden Thonschiefer über; an einer Stelle, wo die Quarzschichten verschwunden sind, ist die ganze Masse in glänzenden Thonschiefer umgewandelt worden. Wo die Blätter am deutlichsten waren, waren sie unter einem hohen Winkel nach Westen geneigt, d. h. nach der Bergkette zu. Die Verbindungslinie zwischen dem dunkeln Glimmerschiefer und dem groben rothen Granit war meist aus einer ungeheuren Entfernung her deutlich unterscheidbar; der Granit schickte viele kleine Adern in den Glimmerschiefer und schloz einige eckige Fragmente davon ein. Wie der Sandstein am westlichen Fusze durch den rothen Granit in ein körniges Quarzitgestein umgewandelt worden ist, so kann möglicher Weise diese grosze Formation von Glimmerschiefer zu derselben Zeit und durch dieselben Kräfte metamorphosirt worden sein; in Anbetracht ihres vollkommenen metamorphischen Characters und ihrer gut ausgesprochenen Blätterung halte ich es aber für wahrscheinlicher, dasz sie einer früheren Epoche angehörte, die mit dem weissen Granit in Verbindung steht: ich bin um so mehr zu dieser Ansicht geneigt, als ich am Fusze des Rückens den Glimmerschiefer einen ausschliesslich aus weissem Granit gebildeten Hügel (Y²) umgeben sah. In der Nähe von Los Arenales sind die Berge auf allen Seiten aus dem

¹³ Travels etc. Vol. I, p. 308.

Glimmerschiefer zusammengesetzt, und sah man von diesem Punkte aus rückwärts nach den kahlen gigantischen Gipfeln hinauf, so war der Anblick äusserst interessant. Die Farbe des rothen Granits und des schwarzen Glimmerschiefers sind so deutlich, dasz diese Gesteine bei einem klaren Lichte leicht selbst von den Pampas, also von einem mindestens 9000 Fusz niedrigeren Niveau unterschieden werden konnten. Da der rothe Granit durch parallele Fugen getheilt ist, so ist er in scharfe Gipfel verwittert; auf einigen derselben, selbst auf einigen der höchsten, konnten kleine Kappen von Glimmerschiefer deutlich erblickt werden: hier und da hiengen isolirte Flecke dieses Gesteins den Bergabhängen an, und diese entsprachen der Höhe und Lage nach einander auf den gegenüberliegenden Seiten der ungeheueren Thäler. Weiter hinab herrschte der Schiefer immer mehr und mehr vor und nur einige wenige ganz kleine Spitzen von Granit erhoben sich durch denselben. Betrachtet man die ganze östliche Seite des Portillo-Zuges, so übertrifft die rothe Färbung der Ausdehnung nach bei weitem die schwarze; doch war es kaum möglich, daran zu zweifeln, dasz der Granit früher einmal beinahe gänzlich von Glimmerschiefer eingefasst worden war.

Bei Los Arenales weit unten am östlichen Abhange wird der Glimmerschiefer von mehreren dicht an einander liegenden breiten Gängen durchsetzt, welche mit einander und mit der Blätterung des Schiefers parallel sind. Die Gänge werden aus drei verschiedenen Gesteinsvarietäten gebildet, von denen ein blaszbrauner, feldspathiger Porphyr mit Quarzkörnern bei weitem die häufigste war. Diese Gänge mit ihren Quarzkörnern ebenso wie der Glimmerschiefer selbst sind den Gesteinen des Chonos-Archipels auffallend ähnlich. In einer Höhe von ungefähr 1200 Fusz oberhalb dieser Gänge und vielleicht mit ihnen zusammenhängend findet sich ein Klippenzug, der aus auf einander folgenden Lavaströmen (A A) gebildet wird, von zwischen 300 und 400 Fusz Mächtigkeit und stellenweise schön säulig. Die Lava besteht aus dunkelgrünlichen harschen Gesteinen, die im Character zwischen Trachyt und Basalt in der Mitte stehen, glasigen Feldspath, Olivin und ein wenig Glimmer enthalten, und zuweilen amygdaloid mit Zeolith sind: die Basis ist entweder völlig compact, oder mit Luftbläschen, die in Blättern angeordnet, sind crenelirt. Die Ströme sind durch Schichten von fragmentären braunen Schlacken von einander getrennt, die fest zusammen verkittet sind und einige gut

abgerundete Lava-Rollsteine enthalten. Nach ihrem allgemeinen Ansehen vermuthete ich, dass diese Lavaströme in einer alten Zeit unter dem Drucke des Meeres flossen, als der Atlantische Ocean die Pampas bedeckte und den östlichen Fusz der Cordillera umspülte.¹⁴ Auf der gegenüberliegenden und nördlichen Seite des Thals findet sich eine andere Reihe von Lava-Klippen in einer entsprechenden Höhe; das Thal dazwischen ist von beträchtlicher Breite und so nahe ich es schätzen konnte 1500 Fusz tief. Dieses Lava-Feld wird auf beiden Seiten von Glimmerschieferbergen bekränzt und senkt sich rapid aber unregelmäßig bis an den Rand der Pampas hinab, wo es mit einer Mächtigkeit von ungefähr 200 Fusz an einem kleinen Zuge von Thonsteinporphyr endet. Das Thal breitet sich in diesem unteren Theile in einem buchtartigen sanften Abhang aus, der von den Lava-Klippen umsäumt wird, welche sicher früher einmal über diese weite Ausdehnung sich erstreckt haben müssen. Die Neigung der Ströme von von Los Arenales bis zur Mündung des Thales ist so bedeutend, dass ich seiner Zeit (trotzdem mir ELIE DE BEAUMONT'S Untersuchungen über den äusserst geringen Fall, über welchen Lava fließen kann und doch eine compacte Structur und beträchtliche Mächtigkeit behält, unbekannt war) den Schluss zog, dass sie in einer auf die Zeit ihres Fließens folgenden Periode emporgehoben und von den Bergen aufgerichtet worden sein müssten: an dieser Folgerung kann ich jetzt nicht den geringsten Zweifel hegen.

An der Mündung des Thals innerhalb der Klippen des obigen Lava-Feldes finden sich in der Form einzelner kleiner Hügel und von Reihen niedriger Klippen Überreste einer beträchtlichen Ablagerung compacten weissen Tuffes (der zu Filtersteinen gebrochen wird), welcher aus zerbrochenem Bimsstein, vulcanischen Krystallen, Glimmerblättchen und Lavafragmenten besteht. Diese Masse hat sehr von Denudation gelitten und der harte Glimmerschiefer ist seit der Periode seiner Ablagerung tief ausgewaschen worden; diese Periode muss der Denudation der basaltischen Lavaströme gefolgt sein, wie dadurch bezeugt wird, dass deren umgebende Klippen in einem

¹⁴ Diese Folgerung hätte sich vielleicht schon im Voraus ableiten lassen wegen der allgemeinen Seltenheit vulcanischer Thätigkeit ausgenommen in der Nähe des Meeres oder grösserer Wassermassen überhaupt. In Übereinstimmung mit dieser Regel gibt es heutigen Tages keine activen Vulcane auf dieser östlichen Seite der Cordillera; auch kommen hier keine heftigen Erdbeben vor.

höheren Niveau stehen. Heutigen Tages können wohl in dem dort herrschenden dürren Clima Jahrhunderte vergehen, ohne dasz ein Quadratyard von Stein irgend welcher Art denudirt wird, mit Ausnahme vielleicht der selten feucht werdenden Abzugscanäle des Thales. Müssen wir daher auf jene alte Periode zurückblicken, wo die Meereswellen gegen den östlichen Fusz der Cordillera anschlugen, um eine Kraft zu finden, welche in ausgedehnter Weise wenn auch nur oberflächlich dieses wenn schon weiche tuffartige Lager denudirte?

Es bleiben nur einige wenige vom Wasser abgenagte Hügel (BB), einige wenige hundert Fusz hoch, und blosze Maulwurfshügel im Vergleich mit den riesigen Gebirgen hinter ihnen, zu erwähnen übrig, welche sich von dem abfallenden von Geschiebe bedeckten Rande der Pampas erheben. Der erste kleine Höhenzug wird aus einem durchtrümmerten purpurnen porphyritischen Thonstein gebildet, mit un deutlich erscheinenden Schichten, die unter 70° nach Süd-Westen einfallen; die andern Reihen bestehen aus einem blasz gefärbten feldspathigen Prophyr, — einem purpurnen Thonsteinporphyr mit Quarzkörnern, — und einem Gestein, welches beinahe ausschliesslich aus ziegelrothen Feldspathkrystallen zusammengesetzt ist. Diese äussersten kleinen Erhebungszüge erstrecken sich in einer Richtung von Nordwest bei West nach Südost bei Süd.

Schlussbemerkungen über die Portillo-Kette. — Als ich mich auf den Pampas befand und nach Süden blickte und als ich nach Norden reiste, konnte ich sehr viele Stunden lang den rothen Granit und den dunkeln Glimmerschiefer sehen, welche den Kamm und den östlichen Abhang der Portillo-Kette bilden. Dieser grosze Höhenzug kann nach der Angabe des Dr. GILLIES mit wenig Unterbrechung 140 Meilen südwärts bis zum Rio Diamante verfolgt werden, wo er sich mit den westlichen Höhenzügen verbindet: nach Norden hin endet er nach der Angabe desselben Autors da, wo der Rio Mendoza aus den Bergen sich ergieszt; aber ein wenig weiter nördlich im östlichen Theile des Cumbre-Abschnittes finden sich, wie wir später sehen werden, einige Gebirgsmassen von einem ziegelrothen Porphyr, unter vielen andern Porphyrarten der zuletzt injicirte, welcher eine so grosze Analogie mit dem groben rothen Granit der Portillo-Kette hat, dasz ich versucht werde anzunehmen, dasz sie einer und derselben Injectionaxe angehören; wenn dies der Fall ist, so beträgt die Länge

der Portillo-Kette mindestens 200 Meilen. Ihre Höhe ist selbst in dem tiefsten Einschnitt auf der Strasze 14 365 Fusz, und einige von den Gipfeln erreichen augenscheinlich eine Erhebung von über 16 000 Fusz über den Meeresspiegel. Die geologische Geschichte dieser groszen Kette scheint mir auszerordentlich interessant zu sein. Wir können ruhig schlieszen, dasz in einer früheren Periode das Thal von Tenuyan als ein Meeresarm bestand, ungefähr zwanzig Meilen breit, auf der einen Seite von einem Rücken oder einer Kette von Inselchen des schwarzen kalkigen Schiefers und purpurnen Sandsteins der Gypsformation eingefaszt, und auf der andern Seite von einem Rücken oder einer Kette von Inselchen, die aus Glimmerschiefer, weiszem Granit und vielleicht in theilweiser Ausdehnung aus rothem Granit zusammengesetzt waren. Diese beiden Ketten müssen, während sie in dieser Weise den alten Meerescanal einfaszten, einen ungeheuren Zeitverlauf hindurch alluvialen und litoralen Einwirkungen ausgesetzt gewesen sein, während welcher die Gesteine erschüttet, die Fragmente abgerundet und die Conglomeratschichten bis zu einer Mächtigkeit von mindestens 1500 oder 2000 Fusz angehäuft wurden. Der rothe orthitische Granit bildet jetzt, wie wir gesehen haben, den hauptsächlichsten Theil der Portillo-Kette: er ist nicht bloz in den Glimmerschiefer und in die weissen Granite, sondern auch in die blätterigen Sandsteine injicirt, welche er metamorphosirt und zusammen mit den conform darüber liegenden gefärbten Schichten und stratificirten Conglomeraten unter einem Winkel von 45° aufgeworfen hat. Dasz eine so ungeheure Masse von Schichten in diesem Winkel emporgeworfen worden ist, ist ein Beweis dafür, dasz der Haupttheil des rothen Granits (mögen nun Theile davon, wie es vielleicht wahrscheinlich ist, früher schon existirt haben oder nicht) in einem flüssigen Zustande nach der Anhäufung sowohl des blätterigen Sandsteins als des Conglomerates injicirt wurde; wir wissen, dasz dieses Conglomerat nicht nur nach der Ablagerung der Fossile führenden Schichten der Peuquenes-Kette, sondern auch nach deren Erhebung und lange fortdauernden Denudation angehäuft wurde; und diese Fossile führenden Schichten gehören dem früheren Theile des Kreidesystems an. Ist daher auch das Alter des Haupttheils des rothen Granits im geologischen Sinne nothwendiger Weise jung, so kann ich mir nichts vorstellen, was einen gröszeren Eindruck machte, als der östliche Anblick dieser groszen Kette, welcher unsern Geist zwingt, sich die Tausende von Tausenden von Jahren vor-

zustellen, welche zur Denudation der Schichten nothwendig waren, welche sie ursprünglich einschlossen, — denn dafür, dasz der verflüssigte Granit früher eingeschlossen war, dafür geben seine mineralogische Zusammensetzung und Structur und die kühne kegelförmige Gestalt der Gebirgsmassen hinreichende Beweise. Von den einschliessenden Schichten sehen wir die letzten Spuren in den gefärbten Lagern auf dem Kamme, in den kleinen Kappen von Glimmerschiefer auf einigen der höchsten Gipfel, und in den isolirten Flecken dieses selben Gesteins auf entsprechenden Höhen an den jetzt kahlen und steilen Abhängen.

Die Lavaströme am östlichen Fusze des Portillo sind interessant nicht sowohl wegen der bedeutenden Denudation, welche sie in einer vergleichsweise späten Periode erlitten haben, als wegen des Beweises, den sie durch ihre Neigung in Verbindung mit ihrer Mächtigkeit und Compactheit dafür liefern, dasz nachdem die grosze Kette ihre jetzigen allgemeinen Umrisse angenommen hatte, sie noch immer fortfuhr als eine Erhebungsaxe sich zu erheben. Die sich von dem Fusze der Cordillera bis zum Atlantischen Ocean erstreckenden Ebenen zeigen, dasz der Continent in Masse bis zu einer Höhe von 3500 Fusz und wahrscheinlich zu einer viel gröszeren Höhe emporgehoben worden ist; denn der glatte mit Geschiebe bedeckte Rand der Pampas verlängert sich in einem sanften ununterbrochenen Aufsteigen weit in viele von den groszen Thälern hinauf. Man darf auch nicht annehmen, dasz die Peuquenes- und Portillo-Züge nur Hebungsbewegungen erlitten haben; denn wir werden später sehen, dasz der Meeresgrund mehrere Tausend Fusz während der Ablagerung von Schichten, welche dieselbe relative Stellung in der Cordillera wie diejenigen in der Peuquenes-Kette einnehmen, gesunken ist; überdies werden wir aus dem ganz unzweideutigen Zeugnis begrabener aufrecht stehender Bäume sehen, dasz in einer etwas späteren Periode während der Bildung der Uspallata-Kette, welche geographisch der des Portillo entspricht, eine andere Senkung von vielen tausend Fusz Statt hatte: in der That bietet hier in dem Thale von Tenuyan die Anhäufung des grob geschichteten Conglomerates bis zu einer Mächtigkeit von 1500 oder 2000 Fusz starke Zeugnisse für die Annahme einer Senkung dar; denn alle bestehenden Analogien führen zu der Annahme, dasz grosze Rollsteine nur in seichtem Wasser, welches einer Beeinflussung durch Strömung und durch Wellenbewegungen ausgesetzt ist, fortgeschafft werden können, —

und wenn dies der Fall ist, dann musz das seichte Bett des Meeres, auf welchem die Rollsteine zuerst abgelagert wurden nothwendig gesunken sein, um die Anhäufung der darüber liegenden Schichten zu gestatten. Was für eine Geschichte von Niveauveränderungen, von Abnutzung, Alles seit der Periode der letzteren secundären Formationen von Europa, enthüllt nicht die Structur dieser einen groszen Gebirgskette!

Übergang über die Anden über den Cumbre oder Uspallata-Pass.

Dieser Pass überschreitet die Anden ungefähr sechzig Meilen nördlich von dem eben beschriebenen: der auf Tafel I Fig. 2 gegebene Durchschnitt ist nach demselben Maszstab wie früher, nämlich ein Drittel Zoll auf eine Meile Entfernung, und ein Zoll auf eine Meile (oder 6000 Fusz) Höhe, entworfen. Wie der letzte Durchschnitt ist auch dieser eine bloße Skizze und kann keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, obschon er unter günstigen Umständen gemacht ist. Wir wollen, wie vorher, mit der westlichen Hälfte anfangen, deren Haupthöhenzug den Namen des Cumbre (d. h. der Rücken) trägt und der Peuquenes-Reihe in dem früheren Durchschnitt entspricht; ebenso entspricht der Uspallata-Zug, obschon in einem viel kleineren Maszstabe, dem des Portillo. In der Nähe des Punktes, wo der Flusz Aconcagua sich auf die beckenförmige Ebene desselben Namens ergießt, in einer Höhe von ungefähr 2300 Fusz über dem Meere treffen wir auf das gewöhnliche purpurne und grünliche porphyritische Thonstein-Conglomerat. Schichten dieser Beschaffenheit, mit zahlreichen compacten und mandelsteinartigen Porphyren abwechselnd, welche als submarine Laven geflossen sind, in Verbindung mit groszen Gebirgsmassen verschiedenartiger injicirter nicht stratificirter Porphyre, verlängern sich die ganze Strecke hinauf bis nach dem Cumbre oder dem centralen Rücken. Einer der häufigsten stratificirten Porphyre ist von einer grünen Farbe, stark mandelsteinartig mit den verschiedenen in der vorläufigen Erörterung beschriebenen Mineralien, und schlieszt schöne tafelförmige Albitkrystalle ein. Der Gebirgszug erstreckt sich von Norden (häufig etwas nach Westen abweichend) nach Süden. Die Schichtung war, wo ich sie nur überhaupt deutlich unterscheiden konnte, nach Westen oder nach dem Stillen Ocean zu geneigt und ausgenommen in der

Nähe des Cumbre selten in grösserem Winkel als 25 Grad. Nur an einem Orte an dieser westlichen Seite auf einem hohen Berggipfel nicht weit vom Cumbre sah ich Schichten, welche augenscheinlich zur Gypsformation gehörten und in conformer Lagerung eine Masse stratificirter Porphyre überlagerten. Es ist daher sowohl in der Zusammensetzung als in der Schichtung die Structur der Berge auf dieser westlichen Seite des Divortium aquarum bei weitem einfacher, als in dem entsprechenden Theile des Peuquenes-Durchschnittes. In dem porphyritischen Thonstein-Conglomerat sind die mechanische Structur und die Schichtungsebenen meist gegen die Basis der Reihe hin bedeutend verdunkelt oder selbst vollständig verwischt, während in dem oberen Theile in der Nähe der Gipfel der Berge Beides deutlich entfaltet ist. In diesen oberen Parthien sind die Porphyre meist heller gefärbt. An drei Stellen (X, Y, Z) sind Massen von Andesit exponirt; bei Y enthielt dieses Gestein etwas Quarz, aber der grössere Theil bestand aus andesitischem Porphyr, nur mit einigen wenigen gut entwickelten Albitkrystallen, und bildete eine grosze weisse Masse, welche das äuszere Ansehen von Granit hatte und von vielem dunkelen, nicht geschichteten Porphyr überdeckt war. An vielen Stellen der Berge finden sich Gänge von einer grünen Färbung, und auch andere, weisse, welche letztere wahrscheinlich von darunterliegenden Massen von Andesit ausgehen.

Der Cumbre ist da, wo die Strasse über ihn geht, nach Mr. PENTLAND 12 454 Fusz über dem Meeresspiegel hoch, und die benachbarten Pies, die aus dunkeln, purpurnen und weissen Porphyren bestehen, einige undeutlich geschichtet mit einem westlichen Falle und andere ohne eine Spur von Schichtung, müssen 13 000 Fusz in Höhe übertreffen. Steigt man den östlichen Abhang des Cumbre hinab, so wird die Structur sehr complicirt und weicht meist auf den beiden Seiten der östlichen und westlichen Linie der Strasse und des Durchschnittes ab. Zuerst kommen wir an eine grosze Masse (A) nahezu senkrechter eigenthümlich gewundener Schichten, die aus stark compacten rothen Sandsteinen und aus häufig kalkigen Conglomeraten zusammengesetzt sind und von grünen, gelben und röthlichen Gängen durchsetzt werden; ich werde aber sofort Gelegenheit haben, mit einigen Details einen ähnlichen Haufen von Schichten zu beschreiben. Diesen verticalen Schichten folgen plötzlich andere (B), augenscheinlich von nahezu derselben Beschaffenheit, aber stärker metamorphosirt,

die mit Porphyren und Kalksteinen abwechseln; diese fallen eine kurze Strecke lang nach Westen ein; es hat aber in einem ausserordentlichen Grad Dislocation stattgefunden, welche auf der Nordseite der Strasse die Aushöhlung des nördlichen und südlichen Thales des Rio de las Cuevas bestimmt zu haben scheint. Auf dieser nördlichen Seite der Strasse verlängern sich die Schichten (B) bis sie in dichte Berührung mit einem zerklüfteten hohen Berge (D) von dunkel gefärbtem nicht geschichteten intrusiven Porphyr kommen, wo die Schichten noch stärker geneigt und noch stärker metamorphosirt worden sind. Dieser Berg von Porphyr scheint eine kurze Erhebungsaxe zu bilden, denn südlich von der Strasse in seiner Richtung findet sich ein Berg (C) von porphyritischem Conglomerat mit absolut senkrechten Schichten.

Wir kommen nun zur Gypsformation: ich will zuerst die Structur der verschiedenen Gebirge beschreiben und dann in einem Durchschnitt einen detaillirten Bericht über die Beschaffenheit der Gesteine geben. Auf der nördlichen Seite der Strasse, welche hier in einem ostwestlichen Thale läuft, folgt dem Porphyrgebirge (D) ein Berg (E), welcher aus den oberen Gypsschichten gebildet ist, diese sind unter einem Winkel von zwischen 70 und 80 Grad nach Westen zu von einer monoklinischen Erhebungsaxe aufgerichtet worden, welche nicht mit den andern benachbarten Zügen parallel läuft und von kurzer Ausdehnung ist, denn an der südlichen Seite des Thales wird ihre Verlängerung nur durch eine geringe Biegung in einem Haufen von Schichten bezeichnet, die nach einer vollständig verschiedenen Axe geneigt sind. Ein wenig weiter im nördlichen und südlichen Thale von Horcones tritt unsere Durchschnittslinie unter rechten Winkeln ein; seine westliche Seite wird von einem Berge von Gypsschichten (F) begrenzt, die nach Westen unter ungefähr 45° einfallen, und seine östliche Seite von einem Berge von ähnlichen Schichten (G), die nach Westen unter 70° geneigt und durch eine schräge Verwerfung auf eine andere Masse derselben Schichten (H) gelagert sind, welche gleichfalls nach Westen, aber nur unter einem Winkel von ungefähr 30° geneigt ist: die complicirte Beziehung dieser drei Massen (F, G, H) wird durch die Structur eines groszen Bergzuges erklärt, der eine Strecke weit nach Norden liegt und an dem eine regelmässige antiklinische Axe zu sehen ist (im Durchschnitt durch punktirte Linien angedeutet), wobei die Schichten auf seiner östlichen Seite wiederum aufwärts gebogen sind und eine besondere monoklinische Axe bilden, von welcher die (H) bezeichneten

Schichten den unteren Theil bilden. Diese große monoklinische Reihe wird in der Nähe von Puente del Inca durch das Thal durchschnitten, welchem entlang die Strasse läuft, und die dasselbe zusammensetzenden Schichten werden sofort beschrieben werden. Auf der südlichen Seite der Strasse, auf dem den Bergen (E, F und G) entsprechenden Raum, fallen die Schichten überall nach Westen ein, meist unter einem Winkel von 30° , gelegentlich bis zu 45° ansteigend, aber nicht in einer ununterbrochenen Linie, denn es finden sich mehrere senkrechte Verwerfungen, die besondere monoklinische Massen bilden, sämmtlich in derselben Richtung einfallend, — eine Form der Erhebung, die in der Cordillera häufig ist. Wir sehen hieraus, dass innerhalb eines engen Raumes die Gypsschichten emporgehoben und zusammengedrückt worden sind durch eine große monoklinische, antiklinische und eine kleinere monoklinische Erhebungslinie (E), und dass zwischen diesen drei Linien und dem Cumbre in den Sandsteinen, Conglomeraten und der Porphyrfornation wenigstens zwei oder drei andere große Erhebungssaxen vorhanden gewesen sind.

Die in der Nähe des Puente del Inca durchschnittene monoklinische Axe (J)¹⁵ (wovon die Schichten bei H einen Theil bilden) zieht von Nord bei West nach Süd bei Ost und bildet eine Gebirgskette, augenscheinlich an Höhe dem Cumbre nur wenig nachstehend: die Schichten fallen wie wir gesehen haben unter einem mittleren Winkel von 30° nach Westen. Die Abhänge der Berge sind hier völlig nackt und steil und bieten einen ausgezeichneten Durchschnitt dar, so dass ich im Stande war, die Schichten bis zu einer Mächtigkeit von ungefähr 4000 Fusz zu untersuchen und deutlich ihre allgemeine Beschaffenheit für tausend Fusz höher zu unterscheiden, was eine totale Mächtigkeit von 5000 Fusz ausmacht, wozu dann noch ungefähr 1000 Fusz für die untern Schichten gerechnet werden müssen, welche etwas

¹⁵ An dieser Stelle finden sich einige warme und kalte Quellen, die wärmste hat nach der Angabe des Lieut. Brand (Travels etc., p. 240) eine Temperatur von 91° ; sie entwickeln viel Gas. Nach Mr. Brande, von der Royal Institution, enthalten zehn Cubikzoll fünfundvierzig Gran solider Substanz, hauptsächlich aus Salz, Gyps, kohlenurem Kalk und Eisenoxyd bestehend. Das Wasser ist mit Kohlensäure und Schwefelwasserstoffgas durchdrungen. Diese Quellen lagern viel Tuff in der Form sphärischer Ballen ab. Sie brechen, wie es die von Canquenes und wahrscheinlich auch die von Villa Vicencio thun, auf einer Erhebungslinie hervor.

weiter im Thale hinab zu sehen waren. Ich will diesen einen Durchschnitt im Einzelnen beschreiben und von unten beginnen.

1) Die unterste Masse ist der veränderte in der vorläufigen Erörterung beschriebene Thonschiefer, welcher in diesem Theile des Durchschnitts hier zuerst getroffen wurde. Weiter im Thale hinab beim Rio de las Vacas hatte ich eine bessere Gelegenheit ihn zu untersuchen; er ist dort an einigen Stellen gut characterisirt, hat eine deutliche, nahezu senkrechte gewundene Spaltung, die nordwestlich und südöstlich zieht, und wird von Quarzadern durchsetzt: an den meisten Stellen ist er indessen krystallinisch und feldspathig und geht in echten Grünstein über, häufig mit Einschluß von Quarzkörnern. Der Thonschiefer ist in seiner oberen Hälfte häufig durchtrübert, die eingeschlossenen eckigen Fragmente sind nahezu von derselben Beschaffenheit, wie die Bindemasse.

2) Mehrere Schichten eines purpurnen porphyritischen Conglomerates von keiner sehr groszen Mächtigkeit ruhen conform auf dem feldspathigen Schiefer. Eine dicke Schicht von schönem purpurnen Thonsteinporphyr, undeutlich zertrübert (aber nicht von metamorphischem, sedimentärem Ursprung) und von porphyritischem Conglomerat bedeckt, war das tiefste in diesem Durchschnitt beim Puente del Inca factisch untersuchte Lager.

3) Eine achtzig Fusz mächtige Schicht von hartem und sehr compactem, unreinem weiszlichen Kalkstein, der beim Verwittern hellroth wird mit eingeschlossenen Schichten durchtrübert und wieder zusammen cementirt. Undeutliche Andeutungen von Muscheln sind in ihm unterscheidbar.

4) Ein rothes quarziges feinkörniges Conglomerat mit Quarzkörnern und mit Flecken weissen erdigen Feldspathes, augenscheinlich Folge irgend eines Processes von concretionärer krystallinischer Wirkung: diese Schicht ist compacter und mehr metamorphosirt als irgend eines der darüberliegenden Conglomerate.

5) Ein weisser hornsteinartiger Kalkstein mit Knötchen eines bläulichen Kalksteins.

6) Ein weisses Conglomerat mit vielen Quarzstückchen, die beinahe in das Bindemittel verschmelzen.

7) In hohem Grade kieseliger feinkörniger weisser Sandstein.

8) und 9) Rothe und weisse nicht untersuchte Schichten.

10) Gelber feinkörniger, dünn geschichteter Dolomit (nach seiner langsamen Auflösung in Säuren zu urtheilen): er enthält einige weisse Quarzrollsteine und kleine mit Kalkspath ausgekleidete Höhlungen, von denen einige die Form von Muscheln beibehalten.

11) Eine zwischen zwanzig und dreissig Fusz mächtige, völlig conform den darunterliegenden gelagerte Schicht, aus einer harten grau-lila gefärbten porphyritischen Basis mit zahlreichen Krystallen eines weiszlichen Feldspathes, mit schwarzem Glimmer und kleinen Flecken weicher eisenhaltiger Substanz zusammengesetzt: offenbar eine submarine Lava.

12) Gelber Dolomit wie vorher, zum Theil purpurn gefärbt.

13) Ein äusserst merkwürdiges Gestein: Grundmasse purpurn grau, undeutlich krystallinisch, leicht in ein dunkelgrünes Glas schmelzend, nicht hart, dick mit mehr oder weniger vollkommenen Krystallen weissen kohlensauren Kalkes gefleckt, ferner mit Krystallen rothen Eisenoxydhydrats, eines weissen und durchsichtigen Minerals, wie Analcim, und eines schönen opaken Minerals wie Seifenstein; die Grundsubstanz ist überdies amygdaloid mit vielen sphärischen Ballen weissen krystallisirten kohlensauren Kalkes, von denen einige mit dem rothen Eisenoxyd überzogen sind. Ich zweifele nach der Untersuchung einer darüberliegenden Schicht (19) nicht daran, dass dies eine submarine Lava ist, obschon im nördlichen Chile einige der metamorphosirten Sedimentärschichten beinahe ebenso krystallinisch und von einer ebenso mannigfaltigen Zusammensetzung sind.

14) Rother Sandstein, der im oberen Theile in ein grobes, hartes, rothes, 300 Fusz mächtiges Conglomerat mit einem kalkigen Cement und Quarzkörner und zerbrochene Feldspathkrystalle einschliessend übergeht; die Grundsubstanz unschmelzbar; die Rollsteine bestehen aus trübe purpurnen Porphyren, mit einigen von Quarz von der Grösze einer Nusz bis zu der eines Manneskopfs. Dies ist das grösste Conglomerat in diesem Theile der Cordillera: in der Mitte fand sich eine weisse nicht untersuchte Schicht.

15) Groszes dickes Lager eines sehr harten gelblich-weissen Gesteins mit einer krystallinischen feldspathigen Grundmasse, welche grosze Krystalle weissen Feldspathes, viele kleine meist mit weicher eisenhaltiger Substanz erfüllte Höhlungen und zahlreiche hexagonale Platten schwarzen Glimmers enthielt. Der obere Theil dieser groszen Schicht ist in geringem Grade zellig; der untere Theil compact: die

Mächtigkeit variirte etwas an verschiedenen Stellen. Offenbar eine submarine Lava und verwandt mit der Schicht 11.

16) und 17) Trüb-purpurne kalkige feinkörnige compacte Sandsteine, welche in grobe weisse Conglomerate mit zahlreichen Quarzstückchen übergehen.

18) Mehrere rothe Conglomerate, purpurner Sandstein und submarine Laven gleich dem merkwürdigen Gestein, welches die Schicht 13 bildet, miteinander mehrfach abwechselnd.

19) Ein sehr schweres, compactes, grünlich-schwarzes Gestein mit einer feinkörnigen, offenbar krystallinischen Basis, welche einige wenige Flecke weissen Kalkspathes, viele Flecke des krystallisirten rothen Eisenoxydhydrats, und einige Flecke eines grünen Minerals enthielt; Adern und mit Epidot erfüllte Nester sind vorhanden: sicher eine submarine Lava.

20) Viele dünne Schichten compacten, feinkörnigen, blaszpurpurnen Sandsteins.

21) Gyps in einem nahezu reinen Zustande, ungefähr 300 Fusz mächtig. Diese Schicht ist in ihren Conglomeraten von Anhydrit und Lagern kleiner schwärzlicher Krystalle von kohlensaurem Kalk genau den groszen Gypslagern im Peuquenes-Zug ähnlich.

22) Blaszpurpurner und röthlicher Sandstein wie in Schicht 20, ungefähr 300 Fusz mächtig.

23) Eine dicke Masse, welche aus Schichten zusammengesetzt ist, die häufig so dünn wie Papier und gewunden sind, von reinem Gyps und anderem von sehr unreinen, von einer purpurnen Färbung.

24) Reiner Gyps, dicke Masse.

25) Rother Sandstein von groszer Mächtigkeit.

26) Reiner Gyps von groszer Mächtigkeit.

27) Abwechselnd Schichten von reinem und unreinem Gyps von groszer Mächtigkeit.

Ich war nicht im Stande, zu diesen wenigen letzten groszen Schichten, welche die benachbarten höchsten Gipfel bilden, hinaufzusteigen. Die Mächtigkeit von dem untersten bis zu den obersten Gypslagern kann nicht geringer als 2000 Fusz sein: die Schichten darunter schätzte ich zu 3000 Fusz, und dies umfasst weder die untersten Theile des porphyritischen Conglomerats noch den verwandelten Thonschiefer; ich vermuthe, die Gesamtmächtigkeit musz ungefähr 6000 Fusz betragen. Ich beobachtete deutlich, dasz nicht nur der Gyps, sondern

auch die abwechselnden Sandsteine und Conglomerate linsenförmig waren, und wiederholt sich auskeilten und einander ersetzten: so keilte sich in der Entfernung von ungefähr einer Meile eine 300 Fusz mächtige Sandsteinschicht zwischen zwei Gypsschichten vollständig aus und verschwand. Der untere Theil dieses Durchschnittes ist merkwürdig von jedem andern der bisher in Chile beschriebenen Durchschnitte verschieden, und zwar: — in der viel bedeutenderen Verschiedenartigkeit seiner mineralogischen Zusammensetzung, — in dem groszen Reichtum an kalkiger Substanz, — in der gröszeren Grobheit einiger der Conglomerate, — und in den zahlreichen Quarzstückchen und gut abgerundeten Rollsteinen von Quarz, zuweilen von beträchtlicher Grösze. Nach diesen Eigenthümlichkeiten und nach der Linsengestalt der Schichten ist es wahrscheinlich, dasz dieser grosze Haufen von Schichten auf einem seichten und sehr unebenen Boden angehäuft wurde in der Nähe irgend eines vorher existirenden, aus verschiedenen Porphyren und aus Quarzitgestein gebildeten Landes. Die Formation des porphyritischen Thonstein-Conglomerates erhält in diesem Durchschnitt auch nicht annähernd ihre gewöhnliche Mächtigkeit; dies kann zum Theil dem zugeschrieben werden, dasz die metamorphische Wirkung hier weniger energisch als gewöhnlich war, obschon die untern Schichten bis zu einem gewissen Grade afficirt worden sind. Wäre sie so energisch gewesen, wie an den meisten andern Theilen von Chile, so würden viele von den Sandstein- und Conglomeratschichten, welche abgerundete Porphyrmassen enthalten, zweifellos in porphyritisches Conglomerat umgewandelt worden sein, und diese würden mit krystallinischen und porphyritischen Schichten ohne eine Spur einer mechanischen Structur abgewechselt haben und in solche selbst übergegangen sein, — nämlich in solche, welche im gegenwärtigen Zustande des Durchschnitts unzweifelhaft, wie wir sehen, submarine Laven sind.

Die Gypsschichten bieten zusammen mit den rothen abwechselnden Sandsteinen und Conglomeraten eine so vollkommene und merkwürdige Ähnlichkeit mit denen in unserem früheren Durchschnitte in dem Beckenthal vom Yeso dar, dasz ich an der Identität der zwei Formationen nicht zweifeln kann: ich will hinzufügen, dasz ein wenig westlich von dem Puente del Inca eine Gypsmasse in den feinkörnigen harten braunen Sandstein übergieng, welcher einige Lager eines schwarzen kalkigen compacten schieferigen Gesteins enthielt, genau gleich dem, welches in so ungeheuren Massen auf der Peuquenes-Kette gesehen wurde.

In der Nähe des Puente del Inca waren zahlreiche Fragmente von Kalkstein, der einige fossile Reste enthielt, über den Boden zerstreut: diese Fragmente glichen dem Kalkstein der Schicht N^o. 3, in welchem ich Muscheleindrücke gesehen habe, so vollkommen, dasz ich nicht daran zweifle, sie sind aus ihm herausgefallen. Der gelbe Dolomit der Schicht N^o. 10, welcher gleichfalls Muschelspuren enthält, hat ein verschiedenes Ansehen. Diese Fossilien sind (von D'ORBIGNY benannt):

Gryphaea, der *G. Coulonii* nahe stehend (Neocom-Formation).

Arca, vielleicht *A. Gabrielis* D'ORB., Pal. Franç. (Neocom-Formation).

Mr. PENTLAND hat eine Sammlung von Muscheln an diesem nämlichen Orte gemacht, und VON BUCH meint¹⁶, dasz sie aus den folgenden Arten bestehen:

Trigonia, der Form nach *T. costata* ähnlich.

Pholadomya, gleich einer von DUFRESNOY bei Alençon gefundenen.

Isocardia excentrica VOLTZ, identisch mit der vom Jura.

Zwei dieser Muscheln, nämlich die *Gryphaea* und *Trigonia* scheinen mit den Arten identisch zu sein, welche MEYEN und ich selbst auf dem Peuquenes-Rücken gesammelt haben; und nach der Meinung von VON BUCH und D'ORBIGNY gehören die beiden Formationen dem nämlichen Alter an. Ich musz hier hinzufügen, dasz Professor E. FORBES, welcher meine Exemplare von diesem Orte und von dem Peuquenes-Zug untersucht hat, gleichfalls den Eindruck erhalten hat, dasz sie die Kreideperiode andeuten und wahrscheinlich eine zeitige Epoche derselben: so dasz alle die Paläontologen, welche diese Fossilien gesehen haben, in ihrer Meinung in Bezug auf deren Alter ziemlich übereinstimmen. Indessen liegt der Kalkstein mit diesen Fossilien hier an der Basis der Formation dicht über dem porphyritischen Conglomerat, und sicher mehrere tausend Fusz tiefer in der Reihe, als die äquivalenten, Fossile führenden schwarzen schieferigen Gesteine hoch oben auf dem Peuquenes-Rücken.

Es ist wohl der Bemerkung werth, dasz diese Muscheln oder wenigstens diejenigen, von denen ich in dem Kalkstein (Schicht N^o. 3) Eindrücke gesehen habe, der geringsten Schätzung nach 4000 Fusz hoch von Schichten bedeckt gewesen sein müssen: wir wissen nun aus

¹⁶ Descript. des Iles Canaries, p. 472.

Professor E. FORBES' Untersuchungen, dass das Meer in grösseren Tiefen als 600 Fusz an organischen Wesen äusserst unfruchtbar wird, — ein Resultat, welches mit dem Wenigen, was ich selbst von Tiefseeuntersuchungen gesehen habe, vollkommen übereinstimmt. Nachdem daher dieser Kalkstein mit seinen Muscheln abgelagert war, musz der Meeresgrund da, wo die Hauptlinie der Cordillera jetzt steht, einige tausend Fusz gesunken sein, um die Ablagerung der darüberliegenden submarinen Schichten zu gestatten. Ohne die Annahme einer Bewegung dieser Art würde es überdies unmöglich sein, die Anhäufung der verschiedenen tieferen Schichten von groben, gut abgerundeten Conglomeraten zu verstehen, von denen es kaum möglich ist anzunehmen, dass sie in äusserst tiefem Wasser sich ausbreiteten, und welche, besonders diejenigen, welche Quarzrollsteine einschliessen, kaum in submarinen Crateren abgerundet und später aus ihnen ausgeworfen sein können, wie es, wie ich glaube, mit einem groszen Theil der porphyritischen Conglomerat-Formation der Fall ist. Ich will hinzufügen, dass nach Professor FORBES' Meinung die oben aufgezählten Species von Mollusken wahrscheinlich in keiner grösseren Tiefe als 20 Faden, d. h. nur 120 Fusz, lebten.

Doch kehren wir zu unserem Durchschnitt das Thal hinab zurück: wenn man auf der groszen von Nord bei West nach Süd bei Ost ziehenden monoklinischen Axe des Puente del Inca steht, von welcher soeben ein Durchschnitt gegeben worden ist, und nach Nordosten hinsieht, so sind grosze tafelförmige Massen der Gypsformation (K K) in der Entfernung zu sehen, welche unbedeutend nach Osten hin geneigt sind. Weiter im Thale hinab sind die Berge beinahe ausschliesslich aus Porphyren zusammengesetzt, viele intrusiven Ursprungs und nicht geschichtet, andere geschichtet, aber so, dass die Schichtung selten, mit Ausnahme in den oberen Theilen, zu unterscheiden ist. Vernachlässigt man locale Störungen, so sind die Schichten entweder horizontal, oder unter einem kleinen Winkel nach Osten geneigt: wenn man daher auf der Ebene von Uspallata steht und nach Westen oder rückwärts sieht, so erscheint die Cordillera aus ungeheueren viereckigen, nahezu horizontalen tafelförmigen Massen zusammengesetzt: ein so weiter Raum mit so hohen und so gleichmässig erhobenen Bergen wird innerhalb der Cordillera selten angetroffen. In dieser Durchschnittslinie umfasst der Zwischenraum zwischen dem Puente del Inca und der Umgebung des Cumbre sämmtliche Dislocationsaxen.

Die bereits beschriebene umgewandelte Thonschiefer-Formation ist an mehreren Stellen des Thals bis hinab nach Las Vacas das porphyritische Conglomerat unterteufend zu sehen. Bei der Casa de Pujios (L) findet sich ein Hügel von (andesitischem?) Granit; und die Schichtung der umgebenden Berge wechselt hier von West bei Süd nach Südwest. Ferner findet sich in der Nähe des R. Vacas eine gröszere Formation von (andesitischem?) Granit (M), welche ein Maschenwerk von Adern in den darüberliegenden Thonschiefer einschickt und welche an einzelnen Stellen die Schichten auf der einen Seite nach Nordwest und auf der andern nach Südost, aber unter keinem hohen Winkel, abgibt: an der Verbindungsstelle ist der Thonschiefer in feinkörnigen Grünstein umgewandelt. Diese granitische Axe wird von einem grünen Gange durchschnitten, welchen ich deshalb erwähne, weil ich mich nicht erinnern kann, irgend wo anders in diesem untersten und spätesten intrusiven Gestein Gänge gesehen zu haben. Von dem R. Vacas bis zur Ebene von Uspallata läuft das Thal nordöstlich, so dasz ich meinen Durchschnitt zusammenziehen muszte; es läuft ausschieszlich durch porphyritisches Gestein. Bis zum Pasz von Jaula erreicht die Thonstein-Conglomerat-Formation, welche an den meisten Stellen stark porphyritisch ist und von zahlreichen Gängen von Grünsteinporphyr durchkreuzt wird, eine bedeutende Mächtigkeit: auch findet sich viel intrusiver Porphyr. Von dem Jaula-Pasz bis zur Ebene ist die Stratification an den meisten Stellen verwischt, ausgenommen in der Nähe der Gipfel einiger von den Bergen, und die metamorphische Wirkung ist äusserst bedeutend gewesen. In diesem Raume ist die Anzahl und der Umfang der intrusiven Massen von verschieden gefärbten Porphyren, welche eine in die andere injicirt und von Gängen durchschnitten sind, in Wahrheit auszerordentlich. Ich habe einen Berg von weiszlichem Porphyr gesehen, von welchem aus zwei ungeheuere sich auskeilende Gänge abwärts sich in einen benachbarten schwärzlichen Porphyr verzweigten. Ein anderer Hügel von weiszem Porphyr, welcher durch dunkel gefärbte Schichten durchgebrochen war, war selbst von einem purpurnen durchtrüمرت und wieder cementirten Porphyr injicirt; beide waren von einem grünen Gange durchkreuzt, und beide waren emporgehoben und von einer granitischen Kuppe injicirt worden. Ein ziegelrother Porphyr, welcher oberhalb des Jaula eine isolirte Masse in der Mitte der porphyritischen Conglomerat-Formation und weiter im Thale hinab eine prachtvolle Gruppe von mehreren spitzigen

Bergen bildet, ist merkwürdig von all' den andern Porphyren verschieden. Er besteht aus einer rothen feldspathigen Basis, welche einige ziemlich grosze Krystalle von rothem Feldspath, zahlreiche grosze eckige Quarzkörner und kleine Stückchen eines weichen grünen Minerals einschlieszt, welches in den meisten seiner Merkmale dem Seifenstein entspricht. Die Krystalle von rothem Feldspath sind im äusseren Ansehen denen von Orthit ähnlich, obschon ich, weil sie theilweise zersetzt waren, nicht im Stande war, sie zu messen; sie sind sicher gänzlich von der Varietät verschieden, welche in beinahe allen den andern Gesteinsarten dieser Durchschnittslinie so ausserordentlich reichlich vorhanden ist, und welche, wo ich sie auch nur versuchte, wie Albit spaltete. Dieser ziegelrothe Porphyr scheint durch die andern Porphyarten durchgebrochen zu sein, und zahlreiche rothe die benachbarten Berge durchsetzende Gänge sind von ihm ausgegangen: an einigen wenigen Stellen indessen ist er selbst wieder von weissen Gängen durchschnitten. Nach diesem Umstande, dasz sein intrusiver Ursprung ein später ist, nach der groszen allgemeinen Ähnlichkeit zwischen diesem rothen Porphyr und dem rothen Granit des Portillo-Zuges, von welchem er nur dadurch verschieden ist, dasz der Feldspath hier weniger vollkommen körnig, und der Seifenstein den Glimmer ersetzt, welcher dort unvollkommen ist und in Chlorit übergeht, — und nach der Thatsache, dasz der Portillo-Zug ein wenig nach Süden von diesem Punkte (nach der Angabe des Dr. GILLIES) in die westlichen Züge überzugehen scheint, werde ich stark zu der Annahme veranlaszt (wie früher bemerkt), dasz die groszen aus diesen ziegelrothen Porphyren gebildeten Gebirgsmassen zu derselben Injectionsaxe gehören wie der Granit der Portillo-Linie: ist dies der Fall, so fand die Injection dieses Porphyrs wahrscheinlich ebenso lange nach den verschiedenen Erhebungsaxen in der Gypsformation in der Nähe des Cumbre statt, wie gezeigt wurde, dasz die Injection des Portillo-Granits auf die Erhebung der den Peuquenes-Zug zusammensetzenden Gypsschichten erfolgte, und wir haben gesehen, dasz dieser Zwischenraum ein sehr langer gewesen sein musz.

Die Ebene von Uspallata ist kurz im dritten Capitel beschrieben worden; sie ist den bekannten Ebenen von Chile ähnlich; sie ist zehn oder fünfzehn Meilen breit und soll sich der Angabe nach 180 Meilen weit nach Norden erstrecken; ihre Oberfläche liegt nahezu 6000 Fusz oberhalb des Meeres; sie wird bis zu einer Mächtigkeit von einigen hundert Fusz aus lose aggregirtem geschichteten Geschiebe zusammen-

gesetzt, welches sich mit einer sanft geneigten Oberfläche die Thäler hinauf in den Bergen auf beiden Seiten fortsetzt. Ein Durchschnitt in dieser Ebene (Z) ist wegen des ungewöhnlichen¹⁷ Umstandes interessant, dasz Schichten von beinahe losem rothen und weissen Sande, welche mit Geröllzügen (von der Grösze einer Nusz bis zu der eines Apfels) und mit Geschieblagern abwechseln, unter einem Winkel von 45 Grad, und an einigen Stellen selbst unter einem noch höheren Winkel, geneigt sind. Diese Schichten sind durch kleine Verwerfungen dislocirt: sie werden von einer dicken Masse horizontal geschichteten, offenbar unter Wasser entstandenen Gerölls bedeckt. Nachdem ich mich daran gewöhnt habe, die Unregelmässigkeiten von Schichten, die unter Strömen angehäuft wurden, zu beobachten, bin ich sicher, dasz die Neigung hier nicht in dieser Weise hervorgebracht worden ist. Die Rollsteine bestehen hauptsächlich aus dem ziegelrothen Porphyr, der eben beschrieben wurde, und aus weiszem Granit, welche beide wahrscheinlich von den Höhenzügen nach Westen herrühren, ebenso aus umgewandeltem Thonschiefer und aus gewissen Porphyrarten, die augenscheinlich zu den Gesteinen der Uspallatakette gehören. Diese Ebene entspricht geographisch dem Thale von Tenuyan zwischen dem Portillo- und dem Peuquenes-Zug; aber in jenem Thale ist das Geschiebe, welches gleichfalls sowohl von dem östlichen als westlichen Höhenzug herrührt, zu einem harten Conglomerat verkittet und ist durchweg unter einer beträchtlichen Neigung aufgerichtet worden; das Geröll erlangt dort augenscheinlich eine viel bedeutendere Mächtigkeit und ist wahrscheinlich von grösserem Alter.

Der Uspallata-Zug. — Die Strasse über den Villa-Vicencio-Pasz kreuzt nicht direct den Höhenzug, sondern verläuft einige Stunden lang an seinem westlichen Fusze nach Norden, und ich musz in Kürze die hier gesehenen Gesteine beschreiben, ehe ich mit der Schilderung des colorirten östlichen und westlichen Durchschnittes fortfahre. An der Mündung des Thales von Cañota und an mehreren Punkten nach Norden findet sich eine ausgedehnte Formation eines glänzenden und harschen und eines feldspathigen Thonschiefers, welcher Grauwacke-

¹⁷ Ich finde, dasz Mr. Smith von Jordanhill (Edinburgh New Philos. Journ. Vol. XXV, p. 392) aus der Nähe von Edinburgh Schichten von Sand und Schotter beschrieben hat, welche unter einem Winkel von 60° aufgerichtet und durch Miniatur-Verwerfungen dislocirt worden sind.

schichten einschlieszt, eine gewundene nahezu verticale Spaltung besitzt und von zahlreichen Metall führenden und von Quarz-Adern durchsetzt wird. Der Thonschiefer wird an vielen Stellen von einer dicken Masse von Fragmenten des nämlichen Gesteins, die fest wieder verkittet sind, bedeckt, und beide zusammen sind von sehr zahlreichen nach Norden und Süden ziehenden Hügeln von lila, weissen, dunkeln und blasrothen Porphyrrarten injicirt und aufgebrochen worden: ein steiler jetzt denudirter Porphyrhügel zeigte an seiner Fläche so deutliche Eindrücke der Ecken und Kanten einer Masse von Schieferfragmenten, wobei einige von den Spitzen noch eingebettet waren, wie Siegellack von einem Siegel eingedrückt wird. An der Mündung dieses nämlichen Thales von Cañota an einer schönen Böschung, an welcher die Schichten von $50\text{--}60^\circ$ nach Nordost¹⁸ einfallen, sieht man die Thonschieferformation bedeckt: erstens von einem purpurnen Thonsteinporphyr, der an einigen Stellen nicht conform auf dem soliden Schiefer, und an andern auf einer dicken fragmentären Masse liegt; zweitens, von einer conformen Schicht eines compacten schwarzen Gesteins, welches eine sphäroïde Structur hat und voll minutiöser spiesziger Krystalle von glasigem Feldspath mit rothen Flecken von Eisenoxyd ist; drittens von einer groszen Schicht von purpurröthlichem Thonsteinporphyr, welcher sehr reich an Krystallen eines opaken Feldpaths ist, und von dünnen parallelen, häufig kurzen Schichten und gleichfalls von groszen unregelmässigen Flecken von weiszem erdigen, halb krystallinischen Feldspath durchblättert wird; dieses Gestein (welches ich an andern benachbarten Stellen bemerkte) ist einer merkwürdigen bei Port Desire beschriebenen Varietät vollkommen ähnlich und kommt gelegentlich in der groszen porphyritischen Conglomerat-Formation von Chile vor; viertens von einer dünnen Schicht grünlich-weissen verhärteten Tuffes, welcher schmelzbar ist und zerbrochene Krystalle und Porphyrstückchen enthält; fünftens von einer groszartigen unvollkommen säuligen und in drei parallele und dicht verbundene Schichten getheilten Masse von rahmfarbigem Thonsteinporphyr; sechstens von einer dicken Schicht lilagefärbten Porphyrs, welche, wie ich sehen konnte,

¹⁸ Nahezu dieser Böschung gerade gegenüber findet sich eine andere entsprechende, deren Schichten nicht genau nach dem entgegengesetzten Punkte, also Süd-West, sondern nach Süd-Süd-West einfallen; in Folge dessen ziehen die zwei Böschungen aufeinander zu und werden einige Meilen südwärts factisch vereinigt: dies ist eine Form von Erhebung, welche ich nirgends anderswo gesehen habe.

von einer andern Schicht der rahmfarbigen Varietät bedeckt war: ich war nicht im Stande, die noch höheren Theile der Böschung zu untersuchen. Diese conform geschichteten Porphyre sind, obschon keiner weder blasig noch amygdaloid ist, offenbar als submarine Laven geflossen: einige von ihnen sind durch Säume verhärteten Tuffes von einander getrennt, welche indessen mit den Porphyren verglichen an Mächtigkeit gänzlich unbedeutend sind. Dieser ganze Haufen ist, allerdings nicht in hohem Masse, einigen der weniger zertrümmerten Theile der groszen porphyritischen Conglomerat-Formation von Chile ähnlich; er gehört aber wahrscheinlich nicht demselben Alter an, da die Porphyre hier nicht conform auf dem umgewandelten, feldspathigen Thonschiefer ruhen, während die porphyritische Conglomerat-Formation mit ihm abwechselt und conform auf ihm liegt. Überdies sind diese Porphyre mit Ausnahme der einen schwarzen Schicht und des einen erhärteten weissen tuffartigen Lagers von den Schichten verschieden, welche den Uspallata-Zug in der Richtung des Villa-Vicencio-Passes bilden.

Ich will nun zuerst eine Skizze der Structur des Höhenzugs geben, wie er in dem colorirten Durchschnitt dargestellt ist, und will dann seine Zusammensetzung und seine interessante Geschichte beschreiben. An seinem westlichen Fusze sieht man einen Hügel (N) sich aus der Ebene erheben, dessen Schichten unter 70° nach Westen einfallen, und an dessen Vorderrande Schichten (O) unter 45° nach Osten geneigt sind, womit er eine kleine nach Norden und Süden gerichtete antiklinische Axe bildet. Einige andere kleine Hügel von ähnlicher Zusammensetzung, deren Schichten stark geneigt sind, ziehen von Nordost nach Südwest schräg auf die Hauptlinie des Uspallata. Die Ursache dieser Dislocationen, welche, obschon sie in kleinem Maszstabe auftreten, heftig und complicirt gewesen sind, sieht man in Hügeln von lilapurpurnen und rothen Porphyren, welche in einem flüssigen Zustande durch die darunterliegende Thonstein-Formation und in dieselbe injicirt worden sind. Hier waren mehrere Gänge exponirt, aber in keinem andern Theile, den ich von diesem Zuge gesehen habe. Da die Schichten aus schwarzen, weissen, grünlichen und braun gefärbten Gesteinen bestehen; und da die intrusiven Porphyre so hell gefärbt sind, so bot sich ein ganz auszerordentlicher Anblick dar, wie eine colorirte geologische Zeichnung. An dem sanft geneigten westlichen Hauptabhange (PP) über dem kleinen eben erwähnten antiklinischen

Rücken fallen die Schichten unter einem mittleren Winkel von 25° nach Westen ein; die Neigung beträgt an einigen Stellen nur 10° , an einigen wenigen andern bis zu 45° . Diese Massen, die so verschiedene Neigungen haben, sind von einander durch parallele senkrechte Verwerfungen (wie bei P dargestellt ist) getrennt, was häufig besondere parallele monoklinische Rücken entstehen lässt. Der Gipfel des Hauptrückens ist breit und wellig, seine Schichtung wellig und unregelmäßig: an einigen wenigen Stellen ragen granitische und porphyritische Massen (Q) vor, welche nach der geringen Wirkung, welche sie local in der Störung der Schichten hervorgebracht haben, wahrscheinlich die oberen Spitzen eines regelmässigen groszen darunterliegenden Gewölbes bilden. Diese denudirten granitischen Spitzen schätzte ich zu ungefähr 9000 Fusz Höhe über dem Meere. Am östlichen Abhang sind die Schichten im oberen Theile regelmässig zu ungefähr 25° nach Osten geneigt, so dasz der Gipfel dieser Kette mit Vernachlässigung kleiner Unregelmässigkeiten eine breite antiklinische Axe bildet. Indessen findet sich weiter hinab in der Nähe von Los Hornillos (R) eine gut ausgesprochene synklinische Axe, jenseits welcher die Schichten nahezu in demselben Winkel, nämlich von 20 bis 30° nach Innen oder nach Westen, geneigt sind. In Folge des Betrages von Denudation, welche diese Kette erlitten hat, bietet der Umriss des sanft geneigten östlichen Abhanges kaum eine geringste Andeutung dieser synklinischen Axe dar. Die stratificirten Schichten, welche wir bis jetzt quer über den Rücken verfolgt haben, sieht man ein wenig weiter hinab, wie ich glaube, nicht conform auf einem breiten gebirgigen Streifen von Thonschiefer und Grauwacke aufliegen. Die Schichten und Blätter dieser letztern Formation an der äussersten östlichen Seite sind meist nahezu vertical; weiter nach Innen werden sie von 45 bis 80° nach Westen geneigt: in der Nähe von Villa Vicencio (S) findet sich dem Anscheine nach eine antiklinische Axe, aber die Structur dieses äusseren Theils der Thonschiefer-Formation ist so undeutlich, dasz ich die Schichtungsebenen in dem colorirten Durchschnitt nicht bezeichnet habe. Am Rande der Pampas springen einige niedrige stark dislocirte Gräten dieser selben Formation in einer Nordostlinie in derselben schrägen Weise vor, wie die Rücken am westlichen Fusze, und wie es so häufig mit denen am Fusze der Haupt-Cordillera der Fall ist.

Ich will nun die Beschaffenheit der Schichten beschreiben, und am

Fusze der östlichen Seite beginnen. Erstens die Thonschiefer-Formation: der Schiefer ist meist hart und bläulich, die Blätter mit minutiösen Glimmerblättchen überzogen; er wechselt vielmals mit einer grobkörnigen grünlichen Grauwacke ab, welche abgerundete Fragmente von Quarz und Stücke von Schiefer in einer leicht kalkigen Basis enthält. Der Schiefer wird in dem oberen Theile meist purpurn und die Spaltung so unregelmäßig, dasz das Ganze aus bloszen Splintern besteht. Quer durchsetzende Quarzadern sind zahlreich. Bei der Calera, in einer Entfernung von einigen Stunden, findet sich ein dunkler krystallinischer Kalkstein, der augenscheinlich in dieser Formation eingeschlossen ist. Mit Ausnahme des Umstandes, dasz die Grauwacke hier reichlicher vertreten und der Thonschiefer weniger umgewandelt ist, ist diese Formation jener sehr ähnlich, welche nicht conform die Porphyre am westlichen Fusze dieses selben Höhenzugs unterteuft und gleichfalls jener, welche in der Haupt-Cordillera mit dem porphyritischen Conglomerat abwechselt. Diese Formation ist eine beträchtliche und erstreckt sich mehrere Stunden nach Süden, bis in die Nähe von Mendóza: die aus ihr gebildeten Berge steigen bis zu einer Höhe von ungefähr 2000 Fusz über den Rand der Pampas, oder ungefähr 7000 Fusz über das Meer an¹⁹.

Zweitens: Die gewöhnlichste Schicht über dem Thonschiefer ist ein grobes, weiszes, leicht kalkiges Conglomerat von keiner bedeutenden Mächtigkeit, welches zerbrochene Feldspathkrystalle, Quarzkörner und zahlreiche Rollsteine eines in Breccien zerfallenen Thonsteinporphyr enthält, aber ohne irgend welche Geschiebe des darunterliegenden Thonschiefers. Ich habe nirgends die factische Verbindung zwischen dieser Schicht und dem Thonschiefer gesehen, obschon ich einen ganzen Tag darauf verwandte, ihre Beziehungen zu einander zu entdecken. An einigen Stellen sah ich deutlich das weisze Conglomerat und die darüber liegenden Schichten zu 25 bis 30° nach Westen geneigt, und am Grunde desselben Berges den Thonschiefer und die Grauwacke nach dem nämlichen Punkte hin, aber unter einem Winkel von 70 bis bis 80° geneigt: in einem Falle fiel der Thonschiefer nicht nur unter einem verschiedenen Winkel, sondern auch nach einem verschiedenen Punkte von der darüberliegenden Formation ein. In diesen Fällen

¹⁹ Ich folgere dies aus der Höhe der Villa Vicencio, welcher von Mr. Miers zu 5328 Fusz über dem Meere ermittelt wurde.

erschieden die beiden Formationen sicher gänzlich unconform: überdies fand ich in dem Thonschiefer eine grosse senkrechte gangähnliche Spalte, die mit einem erhärteten weiszlichen Tuff erfüllt war, ganz ähnlich einigen der oberen sofort zu beschreibenden Schichten; und dies zeigt, dass der Thonschiefer vor deren Ablagerung consolidirt und dislocirt worden sein musz. Auf der andern Seite verschwand die Schichtung des Schiefers und der Grauwacke²⁰ in einigen Fällen allmählich, und gänzlich beim Annähern an das darüberliegende weisse Conglomerat; in andern Fällen wurde die Stratification der zwei Formationen streng conform; und wiederum in andern Fällen lag etwas ziemlich gut characterisirter Thonschiefer über dem Conglomerat. Die wahrscheinlichste Folgerung scheint die zu sein, dass nachdem die Thonschiefer-Formation dislocirt und aufgerichtet worden ist, während sie aber noch unter einem Meere sich befand, eine frische und neuere Ablagerung von Thonschiefer stattfand, auf welchen das weisse Conglomerat conform abgelagert wurde, hier und da mit einem dünnen dazwischen geschalteten Lager von Thonschiefer. Nach dieser Ansicht sind die weissen Conglomerate und die sofort zu beschreibenden Tuffe und Laven wirklich nicht conform mit dem Haupttheile des Thonschiefers; und dies ist, wie wir gesehen haben, sicher mit den Thonschieferlaven in dem Thale von Cañota an dem westlichen und entgegengesetzten Fusze des Höhenzugs der Fall.

Drittens: Auf dem weissen Conglomerat liegen mehrere hundert Fusz Mächtigkeit haltende Schichten, die in ihrer Beschaffenheit in kurzen Entfernungen bedeutend variiren; die häufigste Varietät ist ein weisser, stark verhärteter Tuff, zuweilen unbedeutend kalkig, mit eisenhaltigen Flecken und Wasserstreifen, häufig in einem weiszlichen oder purpurnen, compacten feinkörnigen Sandstein übergehend; andere Varietäten werden halb porzellanartig und blaszgrün oder blau gefärbt; andere gehen in einen verhärteten Schiefer über: die meisten dieser Varietäten sind leicht schmelzbar.

²⁰ Die grobe mechanische Structur vieler Grauwacken ist mir immer als eine Schwierigkeit erschienen; denn die Textur des in Verbindung damit auftretenden Thonschiefers und die Natur der eingeschlossenen organischen Reste, wo solche vorkommen, weisen darauf hin, dass das Ganze eine Ablagerung in tiefem Wasser war. Wo rühren die zuweilen eingeschlossenen eckigen Bruchstücke von Thonschiefer und die abgerundeten Massen von Quarz und andern Gesteinen her? Es ist bekannt, dass viele Tiefwasser-Kalksteine in Breccien zerfallen und dann wieder fest verkittet sind.

Viertens: Eine ungefähr hundert Fusz mächtige Schicht einer compacten, theilweise säuligen, blaszgrauen, feldspathigen Lava, die mit Eisen gefärbt ist und sehr zahlreiche Krystalle opaken Feldspaths und etwas krystallisirte und fein vertheilte kalkige Substanz enthält. Die Tuffschicht, auf welcher diese feldspathige Lava liegt, ist stark verhärtet, purpurn gefärbt, und hat eine sphärische concretionäre Structur: sie enthält hier eine beträchtliche Zahl von Rollsteinen von Thonsteinporphyr.

Fünftens: Dünne Schichten, 400 Fusz mächtig, welche bedeutend in ihrer Beschaffenheit variiren, aus weissen und eisenhaltigen Tuffen bestehen, an einigen Stellen eine concretionäre Structur darbietend, an andern runde Körner und einige wenige Quarzrollsteine enthaltend; sie gehen auch in harte Sandsteine und in grünliche Schieferletten über: es findet sich hier auch viel von einem bläulich-grauen und grünen, halb porzellanartigen Gestein.

Sechstens: Eine vulcanische Schicht, 250 Fusz mächtig, von einer so variirenden Beschaffenheit, dasz ich nicht glaube, dasz zwanzig Handstücke alle Varietäten zeigen würden. Ein groszer Theil ist stark amygdaloid, sehr compact; es gibt grünliche, schwärzlich-purpurne und graue Varietäten, die nur selten Krystalle von grünem Augit und minutiöse nadelförmige Krystalle von Feldspath, aber häufig Krystalle und amygdaloiden Massen von weiszem, rothem und schwarzem kohlen-sauren Kalk enthalten. Einige von den schwärzlichen Varietäten dieses Gesteins haben einen muscheligen Bruch und sind basaltähnlich: andere haben einen unregelmäßigen Bruch. Einige von den grauen und purpurnen Varietäten sind dicht mit grüner Erde und mit weiszem krystallinischen kohlen-sauren Kalk gefleckt; andere sind in hohem Grade amygdaloid mit grüner Erde und Kalkspath. Wiederum andere erdige Varietäten von grünlichen, purpurnen und grauen Färbungen enthalten viel Eisen und sind beinahe zur Hälfte zusammengesetzt aus amygdaloiden Kugeln von dunkelbraunem Bolus, von einer weiszlichen, verhärteten, feldspathigen Substanz, von hellgrüner Erde, von Achat und von schwarzem und weissen krystallisirten kohlen-sauren Kalk. Alle diese Varietäten sind leicht schmelzbar. Aus der Entfernung gesehen war die Verbindungslinie mit den darunterliegenden hell porzellanartigen Schichten deutlich; aber in der Nähe untersucht war es unmöglich, innerhalb eines Fusztes genau anzugeben, wo die Lava aufhörte, und die sedimentäre Masse begann: das Gestein war zur Zeit

der Verbindung an den meisten Stellen hart, von hellgrüner Farbe, und sehr reich an unregelmäßigen amygdaloiden Massen von eisen-schüssigem und reinem Kalkspath und von Achat.

Siebentens: Achtzig Fusz mächtige Schichten von verschiedenen verhärteten Tuffen, wie früher; viele von den Varietäten haben eine feine Grundsubstanz, welche ziemlich grobe fremdartige Stückchen einschlieszt; einige derselben sind compact und porzellanartig und enthalten Pflanzeneindrücke.

Achtens: Eine ungefähr fünfzig Fusz mächtige Schicht von grünlich-grauer compacter feldspathiger Lava, mit zahlreichen kleinen Krystallen von opakem Feldspath, schwarzem Augit und Eisenoxyd. Die Verbindung mit der Schicht, auf welcher sie ruhte, war undeutlich bestimmt; Kugeln und Massen des feldspathigen Gesteins waren in stark verwandelten Tuff eingeschlossen.

Neuntens: Verhärtete Tuffe wie vorher.

Zehntens: Eine conforme, weniger als zwei Fusz mächtige Schicht von Pechstein, meistens zertrümmert und von Adern von Achat und kohlensaurem Kalk durchsetzt: Theile derselben sind aus augenscheinlich concretionären Fragmenten einer vollkommeneren Varietät zusammengesetzt, welche in horizontalen Streifen in einer weniger vollkommen characterisirten Varietät angeordnet sind. Es wird mir sehr schwer, anzunehmen, dasz diese dünne Schicht von Pechstein als Lava geflossen ist.

Elftens: Sedimentäre und tuffartige Schichten wie vorher, in Sandstein übergehend und etwas Conglomerat einschlieszend: die Rollsteine im letzteren sind von Thonsteinporphyr, gut abgerundet, und einige so grosz wie Cricketbälle.

Zwölftens: Eine Schicht compacter, klingender, feldspathiger Lava wie die der Schicht No. 8, durch zahlreiche Fugen in grosze, winkelige Blöcke getheilt.

Dreizehtens: Sedimentäre Schichten wie vorher.

Vierzehntens: Eine dicke Schicht von grünlichem oder gräulich-schwarzem compactem Basalt (der zu einem schwarzen Schmelz schmilzt) mit kleinen gelegentlich unterscheidbaren Krystallen von Feldspath und Augit: die Verbindung mit der darunter liegenden sedimentären Schicht war, verschieden von den meisten der vorhergehenden Ströme, vollkommen deutlich: — die Lava und die tuffartige Masse bewahren ihre vollkommenen Charactere bis innerhalb zwei Zoll von einander.

Dieses Gestein ist gewissen Theilen jenes variirenden und eigenthümlichen Lavastromes N^o. 6 sehr ähnlich; es ist auch, wie wir sofort sehen werden, vielen von den groszen oberen Schichten am westlichen Abhange und am Gipfel dieses Höhenzugs ähnlich.

Die Schichtenmasse, welche hier beschrieben wurde, erlangt eine bedeutende Mächtigkeit; und oberhalb der zuletzt erwähnten vulcanischen Schicht fanden sich noch mehrere andere grosze tuffartige Schichten mit submarinen Laven abwechselnd, welche ich zu untersuchen keine Zeit hatte; aber eine entsprechende Reihe, mehrere tausend Fusz mächtig, bietet sich auf dem Kamme und dem westlichen Abhange des Höhenzugs gut dar. Die meisten der Lavaströme an der westlichen Seite sind von tief-schwarzer Farbe und von basaltischer Beschaffenheit, und sie sind entweder compact und feinkörnig, minutiöse Krystalle von Augit und Feldspath einschliessend, oder sie sind grobkörnig und sehr reich an ziemlich groszen, kupferig braunen Krystallen eines augitischen Minerals²¹. Eine andere Varietät war von einer trübrothen Färbung, hatte eine breccienartige Basis von Thonstein, schloz Flecke von Eisenoxyd und von Kalkspath ein und war mit grüner Erde amygdaloid: offenbar waren mehrere andere Varietäten vorhanden. Diese submarinen Laven bieten häufig eine sphäroidische und zuweilen eine unvollkommen säulige Structur dar: ihre oberen Verbindungsglieder sind viel deutlicher entwickelt, als ihre unteren; aber die letzteren sind nicht so stark mit den unterteufenden sedimentären Schichten verschmolzen, wie es auf dem östlichen Abhange der Fall ist. Auf dem Kamme und dem westlichen Abhange des Gebirgszugs sind die Ströme als Ganzes betrachtet meist basaltisch; während diejenigen an der östlichen Seite, welche tiefer in der Reihe stehen, wie wir gesehen haben, meist feldspathig sind.

Die mit den Laven auf dem Kamm und der westlichen Seite abwechselnden sedimentären Schichten sind von einer beinahe unendlich variirenden Beschaffenheit; aber ein groszer Theil derselben ist den bereits beschriebenen am östlichen Abhange sehr ähnlich: es finden sich hier weisse und braune verhärtete leicht schmelzbare Tuffe, — einige gehen in blaszblaue und grüne halb porzellanartige Gesteine

²¹ Sehr leicht in eine pechschwarze Perle schmelzend, die der Magnet anzog; die Krystalle waren zu stark verwittert, um mit dem Goniometer gemessen werden zu können.

über, — andere in bräunliche und purpurne Sandsteine, häufig Quarzkörner einschliessend, — andere in Schieferletten, welche zerbrochene Krystalle und Gesteinsstückchen, und gelegentlich einzelne grosze Rollsteine enthalten. Eine Schicht von hellrothem groben vulcanischen Sandstein war vorhanden, eine andere von Conglomerat, eine andere von einem schwarzen verhärteten kohligem Schiefer der mit unvollkommenen pflanzlichen Eindrücken gezeichnet war; diese letztere Schicht, welche dünn war, ruhte auf einer submarinen Lava und folgte allen den beträchtlichen Unebenheiten ihrer Oberfläche. Mr. MIERS gibt an, dasz Steinkohle in diesem Gebirgszug gefunden worden ist. Endlich fand sich eine Schicht (wie N^o. 10 an dem östlichen Abhange) offenbar von sedimentärem Ursprung, und deshalb merkwürdig, weil sie im Character einem unvollkommenen Pechstein sehr ähnlich war, und weil sie äusserst dünne Schichten von vollkommenem Pechstein ebenso wie Knollen und unregelmässige Fragmente (aber nicht von auszen eingedrungenen Fragmenten ähnlich) dieses selben Gesteins in horizontalen Zügen angeordnet enthielt: ich vermuthe, dasz diese Schicht, welche nur einige wenige Fusz mächtig ist, ihren jetzigen Zustand durch metamorphische und concretionäre Wirkung erlangt haben musz. Die meisten dieser sedimentären Schichten sind stark erhärtet und sind ohne Zweifel zum Theil metamorphosirt worden: viele von ihnen sind auszerordentlich schwer und compact; andere sind mit Achat und krystallinischem kohlsaurem Kalk über und über durchsät. Einige von den Schichten bieten eine eigenthümliche concretionäre Anordnung dar, wobei die Curven von den Spaltungslinien bestimmt sind. Es finden sich viele Adern von Achat und Kalkspath, und zahllose von Eisen und anderen Metallen, welche die Schichten bis zu beträchtlichen Entfernungen auf beiden Seiten geschwärzt und eigenthümlich afficirt haben.

Viele von diesen tuffartigen Schichten sind, mit Ausnahme dasz sie stärker erhärtet sind, den oberen Schichten der groszen patagonischen Tertiärformation ähnlich, besonders jenen verschieden gefärbten Lagern hoch oben am Flusse Santa Cruz, und in einem merkwürdigen Grade der Tuffformation am nördlichen Ende von Chiloë. Mir fiel diese Ähnlichkeit so sehr auf, dasz ich besonders nach verkieseltem Holz mich umsah und dasselbe auch unter den folgenden auszerordentlichen Umständen fand. Hoch oben an diesem westlichen

Abhänge²², in einer Höhe welche zu 7000 Fusz über dem Meere geschätzt wurde, in einer durchbrochenen Böschung dünner Schichten, welche aus compactem grünen Sandstein (in feine Schieferletten übergehend und mit Lagern von gröberem bräunlichen sehr schweren Schieferletten, zerbrochene Krystalle und beinahe mit einander verschmolzene Gesteinsstückchen enthaltend, abwechselnd,) zusammengesetzt waren, zählte ich die Stümpfe von zweiundfünfzig Bäumen. Sie sprangen zwischen zwei und fünf Fusz über den Boden empor und standen unter genau rechtem Winkel zu den Schichten, welche hier unter einem Winkel von ungefähr 25° nach Westen geneigt waren. Elf von diesen Bäumen waren verkieselt und gut erhalten: ROB. BROWN ist so freundlich gewesen, das Holz nach polirten Schnitten zu untersuchen; er sagt, es sei Coniferenholz, theilweise mit den Characteren der Auracariengruppe, in mehreren merkwürdigen Punkten mit der Eibe Verwandtschaften darbietend. Die Rinde um diese Stämme musz kreisförmig von unregelmäßigen Linien durchfurcht worden sein, denn der Schieferletten rund um sie herum ist in dieser Weise deutlich gezeichnet. Ein Abgusz bestand aus dunkeltem thonigen Kalkstein, und vierzig von ihnen aus grobem krystallirtem kohlen saurem Kalk mit von Quarzkrystallen ausgekleideten Höhlungen: diese letzteren weisen kalkigen Säulen behalten keinerlei innere Structur, aber ihre äuszere Form weist deutlich ihren Ursprung nach. Alle Stümpfe haben nahezu denselben Durchmesser, variiren von einem Fusz bis achtzehn Zoll; einige von ihnen stehen innerhalb eines Yards von einander entfernt; sie sind in einem Haufen gruppirt innerhalb eines Raumes von ungefähr sechzig Yards in der Quere, während einige wenige rund herum in der Entfernung von 150 Yards zerstreut stehen. Sie stehen Alle ungefähr in demselben Niveau. Der längste Stumpf stand sieben Fusz aus dem Grunde heraus: die Wurzeln sind, wenn sie noch erhalten sind, begraben und verborgen. Nicht eine Schicht des Schieferletten erschien viel dunkler als die andern, als wenn sie früher als Erdboden

²² Zur Information eines späteren Reisenden will ich den Ort speciell beschreiben. Geht man von der Agua del Zorro nach Osten, so durchschreitet man, nachdem man auf der nördlichen Seite der Strasse einen Rancho bei ein paar alten Goldminen verlassen hat, eine Schlucht mit niedrigen aber steilen Felsen auf jeder Seite; dann krümmt sich die Strasse und der Aufstieg wird steiler. Einige wenige hundert Yards weiter hin sind einen Steinwurf weit von der südlichen Seite der Strasse die weisen kalkigen Stümpfe zu sehen. Die Stelle ist ungefähr eine halbe Meile östlich von der Agua del Zorro.

existirt hätte, auch hätte sich dies nicht erwarten lassen, denn dieselben Kräfte, welche das Holz der Bäume durch Kiesel und Kalk ersetzten, würden natürlich auch alle vegetabilische Substanz aus dem Boden entfernt haben. Ausser den zweiundfünfzig aufrechten Stämmen fanden sich einige wenige Fragmente wie abgebrochene Zweige horizontal eingebettet. Die umgebenden Schichten werden von Adern von kohlensaurem Kalk, Achat und Eisenoxyd durchkreuzt, und eine ärmliche Goldader ist nicht weit von den Bäumen bearbeitet worden.

Die grünen und braunen Schieferlettenschichten, welche die Bäume enthalten, werden conform von stark verhärteten compacten weissen oder eisenhaltigen Tuffen bedeckt, welche nach oben in ein feinkörniges purpurnes sedimentäres Gestein übergehen: diese Schichten, welche zusammen eine Mächtigkeit von 400 bis 500 Fusz haben, liegen auf einem dicken Lager von submariner Lava, und werden conform von einer andern groszen Masse von feinkörnigem Basalt²³ bedeckt, welche ich zu 1000 Fusz Mächtigkeit schätzte, und welche wahrscheinlich von mehr als einem Strome gebildet worden ist. Oberhalb dieser Masse konnte ich deutlich fünf conforme Abwechselungen unterscheiden, jede mehrere hundert Fusz mächtig, von stratificirten sedimentären Gesteinen und Laven, solche wie früher beschrieben worden sind. Sicher sind die aufrecht stehenden Bäume unter einer Masse von mehreren tausend Fusz Mächtigkeit, die sich unter dem Meere anhäuften, begraben worden. Da die Bäume offenbar früher auf trockenem Lande gewachsen sein müssen, welch' enormer Betrag von Senkung wird hierdurch angedeutet! Wenn nicht die Bäume vorhanden wären, so fände sich trotzdem kein Anzeichen, welches jemand auf die Vermuthung gebracht hätte, dass diese Schichten gesunken seien. Da das Land überdies, auf welchem die Bäume wuchsen, aus Niederschlägen unter Wasser gebildet wird, von nahezu wenn nicht völlig gleicher Mächtigkeit mit den darüberliegenden Schichten, und da diese Ablagerungen regelmässig geschichtet und feinkörnig sind, nicht wie die auf einen Seestrand herauf geworfene Masse, so wird auch eine vorausgehende

²³ Dieses Gestein ist ganz schwarz und schmilzt zu einer schwarzen Perle, welche vom Magnet stark angezogen wird; es bricht mit muscheligen Bruch; die eingeschlossenen Augitkrystalle sind mit bloßem Auge zu unterscheiden, sind aber nicht vollkommen genug, um gemessen werden zu können; es finden sich auch viele spieszige Krystalle glasigen Feldspaths.

Bewegung nach aufwärts, ohne Zweifel durch die grosse Anhäufung von Laven und Sediment unterstützt, hierdurch angedeutet²⁴.

Nahezu in der Mitte des Höhenzugs finden sich einige Berge (Q) die früher erwähnt wurden, welche aus einer Art von Granit, äusserlich dem Andesit ähnlich, gebildet werden; derselbe besteht aus einer weissen unvollkommen körnigen feldspathigen Basis, welche einige vollkommene Krystalle, augenscheinlich von Albit (ich war aber nicht im Stande, sie zu messen), viel schwarzen Glimmer, Epidot in Adern, und sehr wenig oder keinen Quarz einschlieszt. Zahlreiche kleine Adern verzweigen sich von diesem Gestein in die umgebenden Schichten; und es ist eine eigenthümliche Thatsache, dasz diese Adern, obschon sie aus derselben Art von Feldspath und kleinen Glimmerschuppen, wie in dem soliden Gestein, zusammengesetzt sind, reich an zahllosen minutiösen abgerundeten Quarzkörnern sind: in den Adern oder Gängen, welche von der grossen granitischen Axe in der Halbinsel von Tres Montes sich abzweigen, beobachtete ich gleichfalls, dasz Quarz in ihnen viel reichlicher sich fand, als in dem Hauptgestein; ich habe

²⁴ Zuerst glaubte ich, die Schichten mit den Bäumen dürften in einem See angehäuft worden sein: dies scheint aber in hohem Grade unwahrscheinlich zu sein; denn erstens wäre ein sehr tiefer See nöthig, um die Masse unter den Bäumen aufzunehmen, dann müsste er für ihr Wachsthum entwässert worden, und später wieder gebildet und sehr tief gemacht worden sein, so dasz er eine spätere Anhäufung von Masse in einer Mächtigkeit von mehreren tausend Fusz aufnehmen konnte. Und alles dies müsste nothwendigerweise vor der Bildung der Uspallata-Kette stattgefunden haben, und daher am Rande der weiten ebenen Ausdehnung der Pampas! Ich komme daher zu dem Schlusse, dasz es unendlich viel wahrscheinlicher ist, dasz die Schichten unter dem Meere angehäuft wurden: überdies konnte, wie ich meine, der ungeheuere Betrag von Denudation, welchen dieser Höhenzug (nach Ausweis der weiten Thäler, des Umstandes, dasz diese Bäume exponirt wurden, und nach anderen Erscheinungen) erlitten hat, nur durch die lange andauernde Thätigkeit des Meeres bewirkt werden; und dies weist darauf hin, dasz dieser Höhenzug entweder von unter dem Meere her emporgehoben oder später in dasselbe versenkt worden ist. Nach der natürlichen Art und Weise, in welcher die Stümpfe (der Zahl nach zweiundfünfzig) in einen Haufen gruppirt sind und nach dem Umstande, dasz sie alle senkrecht auf den Schichten stehen, ist es überflüssig, noch über die Möglichkeit zu speculiren, dasz die Bäume vom benachbarten Lande aus hierher getriftet und senkrecht begraben worden seien: ich will indessen erwähnen, dasz der verstorbene Dr. Malcolmson mir versichert hat, dasz er einmal im Indischen Ocean fünfzig Meilen vom Lande mehrere Cocos-Bäume senkrecht schwimmend sah, weil ihre Wurzeln mit Erde beschwert waren.

von andern analogen Fällen gehört: können wir diese Thatsache durch die lange andauernde Nachbarschaft des Quarzes²⁵ während seiner Abkühlung und dadurch erklären, dass er in diesem Zustande leichter in Spalten eingesogen wurde, als die andern constituirenden Mineralien des Granits? Die Schichten, welche die Seiten dieser granitischen oder andesitischen Massen einschlieszen und eine dicke Kappe auf einem ihrer Gipfel bilden, scheinen ursprünglich von der nämlichen tuffartigen Beschaffenheit gewesen zu sein, wie die bereits beschriebenen Schichten; sie sind aber jetzt in porzellanartige, jaspisartige und krystallinische Gesteine und in andere von einer weissen Färbung mit einer harschen Textur und von kieseligem Ansehen umgewandelt, obschon sie der Wirklichkeit nach von feldspathiger Beschaffenheit und schmelzbar sind. Sowohl die granitischen intrusiven Massen als die einschliessenden Schichten werden von zahllosen metallischen Adern durchdrungen, die meisten eisenhaltig und Gold führend, aber einige Kupferkies und ein wenig Silber enthaltend: in der Nähe der Adern sind die Gesteine geschwärzt, als wenn sie von Schieszpulver gesprengt wären. Die Schichten sind nur unbedeutend dicht rund um diese Hügel dislocirt, und hieraus könnte vielleicht geschlossen werden, dass die granitischen Massen nur die vorspringenden Punkte einer breiten continuirlichen Axenmasse bildeten, welche den oberen Theilen dieses Höhenzugs ihre antiklinische Structur gegeben haben.

Schlussbemerkungen über die Uspallata-Kette. — Ich will nicht versuchen, die totale Mächtigkeit der Masse von Schichten zu schätzen, welche diesen Höhenzug bilden, sie musz aber viele tausend Fusz betragen. Die sedimentären und tuffartigen Schichten haben durchaus eine grosze Ähnlichkeit, obschon mit unendlichen Abänderungen. Die submarinen Laven im unteren Theile der Reihe sind meist feldspathig, während sie im oberen Theile, am Gipfel und am westlichen Abhang, meist basaltisch sind. Wir werden hierdurch an die relative Lage der trachytischen und basaltischen Laven in den meisten neuern vulcanischen Districten erinnert, — die letzteren sind wegen ihres gröszern Gewichtes auf ein niedrigeres Niveau in der Erdkruste gesunken und sind in Folge dessen in einer späteren Periode über die

²⁵ s. einen Aufsatz von Élie de Beaumont in: Soc. Philomath., May, 1839 (L'Institut, 1839, p. 161).

leichteren und oberen Laven der trachytischen Reihe ausgeworfen worden²⁶. Sowohl die basaltischen als feldspathigen submarinen Ströme sind sehr compact; keine sind blasig, und nur einige wenige amygdaloid. Die Wirkungen, welche einige von ihnen, besonders diejenigen tief in der Reihe, auf die tuffartigen Schichten, über welche sie geflossen sind, hervorgebracht haben, sind in hohem Grade merkwürdig. Unabhängig von dieser localen metamorphischen Wirkung bieten sämtliche Schichten zweifellos einen verhärteten und umgewandelten Character dar; und alle die Gesteine dieses Höhenzugs, — die Laven, die abwechselnden Sedimentschichten, die intrusiven Granite und Porphyre und der unterteufende Thonschiefer, — werden von Metall führenden Adern durchsetzt. Man sieht oft die Lavaschichten sich auf grosze Entfernungen hin erstrecken, conform mit den darunter- und darüberliegenden Schichten, und es war augenfällig, dasz sie sich nach Westen zu verdickten. Es müssen daher die Eruptionspunkte nach Westen von dem jetzigen Höhenzug in der Richtung der Hauptcordillera gelegen haben: da indessen die Abhänge der Cordillera gänzlich aus verschiedenen Porphyren, hauptsächlich Thonstein und Grünstein, einige intrusiv und andere zu der porphyritischen Conglomerat-Formation gehörig, aber alle jenen submarinen Lavaströmen vollständig ungleich, zusammengesetzt sind, so müssen wir aller Wahrscheinlichkeit nach die Ebene von Uspallata als den Sitz der jetzt tief begrabenen Eruptionspunkte betrachten.

Vergleichen wir unseren Durchschnitt der Uspallata-Kette mit dem des Cumbre, so sehen wir, mit Ausnahme des unterteufenden Thonschiefers und vielleicht der intrusiven Gesteine der Axen, eine auffallende Unähnlichkeit in den dieselben zusammensetzenden Schichten. Die grosze porphyritische Conglomerat-Formation hat sich nicht bis zu diesem Höhenzuge erstreckt, auch haben wir hier keine von den Gypsschichten, keine Dolomite und andere Kalksteine, rothe Sandsteine, kieselige Schichten mit Quarzrollsteinen, und vergleichsweise wenige Conglomerate, welche sämmtlich über die basale Reihe in der Hauptcordillera hin so ungeheure Massen bilden. Andererseits finden wir in der Cordillera nicht jene endlosen Varietäten verhärteter Tuffe mit ihren zahlreichen Adern und concretionärer Anordnung, und jene

²⁶ s. über diesen Gegenstand das sechste Capitel meiner Schrift über die Vulcanischen Inseln.

Sandsteine und Schieferletten und eigenthümlichen halb porzellanartigen Steine, die in der Uspallata-Kette so reichlich vorhanden sind. Auch die submarinen Laven sind beträchtlich verschieden; die feldspathigen Ströme der Cordillera enthalten viel Glimmer, welcher in denen der Uspallata-Kette fehlt: in diesem letzteren Höhenzug haben wir gesehen, in welch' groszartigem Maszstabe basaltische Lava ausgeflossen ist, von welcher sich in der Cordillera nicht eine Spur findet. Diese Unähnlichkeit ist um so auffallender, wenn man bedenkt, dasz diese zwei parallelen Ketten von einer Ebene getrennt werden, welche nur zwischen zehn und fünfzehn Meilen breit ist, und dasz die Uspallata-Laven ebenso wie ohne Zweifel die abwechselnden Tuffschichten von Westen her gekommen sind, von augenscheinlich zwischen den zwei Höhenzügen gelegenen Punkten. Uns vorzustellen, dasz diese zwei Schichtenmassen gleichzeitig in zwei benachbarten sehr tiefen submarinen Gebieten, welche von einander durch einen hohen Gebirgszug getrennt wurden, wo sich jetzt die Ebene erstreckt, abgelagert worden wären, würde eine unhaltbare Hypothese sein; und wären sie ohne einen solchen scheidenden Rücken gleichzeitig abgelagert worden, so würde sicher etwas von der Gypsmasse und anderen sedimentären Massen, welche so ungeheuer dicke Massen in der Cordillera bilden, sich diese kurze Strecke weit nach Osten ausgedehnt haben; sicher würden sich auch einige von den Uspallata-Tuffen und Basalten, die in einer so bedeutenden Mächtigkeit angehäuft sind, ein wenig nach Westen erstreckt haben. Ich schliesze daher, dasz es weit wahrscheinlicher ist, dasz diese zwei Reihen nicht gleichzeitig sind, sondern dasz die Schichten der einen Kette abgelagert wurden und die Kette selbst emporgehoben wurde vor der Bildung der andern: — welche Kette ist nun die älteste? Bedenkt man, dasz in der Uspallata-Kette die tiefsten Schichten auf dem westlichen Abhange und conform auf dem Thonschiefer liegen, wie es wahrscheinlich mit denjenigen am östlichen Abhange der Fall ist, während in der Cordillera alle darüberliegenden Schichten conform auf dieser Formation liegen: — bedenkt man, dasz in der Uspallata-Kette einige von den Schichten sowohl tief unten als hoch oben in der Reihe mit Pflanzeneindrücken gezeichnet sind, welche die fortdauernde Existenz benachbarten Landes andeuten: — bedenkt man die grosze allgemeine Ähnlichkeit zwischen den Ablagerungen dieser Kette und denjenigen tertiären Ursprunges an mehreren Stellen des Continentes; — und endlich zieht man selbst die geringere Höhe

und die abliegende Stellung der Uspallata-Kette in Betracht, — so komme ich zu dem Schlusze, dass die dieselbe zusammensetzenden Schichten aller Wahrscheinlichkeit nach von späterem Ursprunge sind, und dass sie in einer Periode angehäuft wurden, als ein tiefes mit submarinen Vulcanen besetztes Meer die östliche Basis der bereits zum Theil erhobenen Cordillera umspülte.

Diese Schlussfolgerung ist von groszer Bedeutung, denn wir haben gesehen, dass in der Cordillera während der Ablagerung der Neocomschichten der Meeresboden viele tausend Fusz gesunken sein musz; wir lernen jetzt, dass in einer späteren Periode ein benachbarter Bezirk zuerst eine grosze Anhäufung von Schichten erhielt und zur Bildung von Land emporgehoben wurde, auf welchem Coniferenbäume wuchsen, und dass dieser Bezirk dann mehrere tausend Fusz sank, um die darüberliegenden submarinen Schichten zu erhalten, welche später durchbrochen, denudirt und in Masse auf ihre gegenwärtige Höhe emporgehoben wurden. In dieser Folgerung, dass es zwei verschiedene grosze Senkungsperioden gegeben hat, werde ich noch dadurch bestärkt, dass ich die dicke Masse groben geschichteten Conglomerates im Thale von Tenuyan zwischen den Peuquenes- und Portillo-Zügen betrachte; denn die Anhäufung dieser Masse scheint mir, wie früher bemerkt, beinahe nothwendig eine fortdauernde Senkung erfordert zu haben, und diese Senkung musz, wie wir nach der Thatsache, dass die Rollsteine in dem Conglomerat zum groszen Theile aus den Gyps- oder Neocomschichten der Peuquenes-Linie herrühren, wissen, von jener Senkungsbeziehung vollständig verschieden gewesen und ihr gefolgt sein, welche wahrscheinlich die Ablagerung der Peuquenes-Schichten begleitete, und welche sicher die Ablagerung der äquivalenten Schichten in der Nähe des Puente del Inca in dieser Durchschnittslinie begleitet hat.

Die Uspallata-Kette entspricht in der geographischen Lage, ob schon im kleinen Maszstabe, der Portillo-Linie; und ihre Thonschiefer-Formation ist wahrscheinlich das Äquivalent des Glimmerschiefers des Portillo, dort durch die alten weissen Granite und Syenite metamorphosirt. Die gefärbten Schichten unter dem Conglomerat im Thale von Tenuyan, von welchen Spuren auf dem Kamme des Portillo zu sehen sind, und das Conglomerat selbst dürften vielleicht mit den tuffartigen Schichten und submarinen Laven der Uspallata-Kette synchronisch sein; ein offenes Meer und vulcanische Thätigkeit im letzteren Falle, und ein enger Canal zwischen zwei aneinander stoszenden Ketten

von Inselchen im letzteren Falle wird hinreichend sein, die mineralogische Unähnlichkeit der zwei Reihen zu erklären. Nach dieser Übereinstimmung zwischen der Uspallata- und Portillo-Kette, vielleicht im Alter und sicher in geographischer Lage, wird man versucht sein, den einen Höhenzug als die Verlängerung des andern zu betrachten; ihre Axen werden aber von gänzlich verschiedenen intrusiven Gesteinen gebildet; und wir haben die anscheinende Fortsetzung des rothen Granits des Portillo in die rothen in die Hauptcordillera sich verzweigenden Porphyre verfolgt. Ob die Axe der Uspallata-Kette vor, oder wie es vielleicht wahrscheinlicher ist, nach der Portillo-Linie injicirt wurde, will ich nicht zu entscheiden wagen; aber es dürfte gut sein, sich daran zu erinnern, dasz die stark geneigten Lavaströme am östlichen Abhange der Portillo-Linie beweisen, dasz ihre winkelige Erhebung nicht ein einzelnes und plötzliches Ereignis gewesen ist, und dasz daher die antiklinische Erhebung der Uspallata-Kette gleichzeitig mit einigen der späteren Winkelbewegungen gewesen sein könnte, durch welche die gigantische Portillo-Kette ihre gegenwärtige Höhe über der benachbarten Ebene erlangt hat.

Achtes Capitel.

Nördliches Chile. — Schluss.

Durchschnitt von Illapel nach Combarbala; Gypsformation mit verkieseltem Holz. — Panuncillo. — Coquimbo; Bergwerke von Arqueros; Durchschnitt das Thal hinauf; Fossile. — Fossile von Guasco. — Durchschnitt im Thale von Copiapo hinauf; Las Amolanas; verkieseltes Holz, Conglomerate, Beschaffenheit des früheren Landes, Fossile, Mächtigkeit der Schichten, grosze Senkung. — Thal des Despoblado, Fossile, tuffartige Ablagerungen, complicirte Dislocationen derselben. — Beziehungen zwischen alten Eruptionsöffnungen und späteren Injectionsaxen. — Iquique, Peru, Fossile der Salzlager. — Metallführende Adern. — Zusammenfassung über die porphyritische Conglomerat- und die Gypsformationen. — Grosze Senkung mit theilweisen Erhebungen während der cretaceo-oolithischen Periode. — Über die Erhebung und Structur der Cordillera. — Recapitulation über die tertiäre Reihe. — Beziehungen zwischen Senkungsbewegungen und vulcanischer Thätigkeit. — Pampas-Formation. — Neuere Hebungsbewegungen. — Lange fortdauernde vulcanische Thätigkeit in der Cordillera. — Schluss.

Von Valparaiso nach Coquimbo. — Ich habe bereits die allgemeine Beschaffenheit der Gesteine in dem Tieflande nördlich von Valparaiso beschrieben, welche aus Graniten, Syeniten, Grünstein und umgewandeltem feldspathigen Thonschiefer bestehen. In der Nähe von Coquimbo findet sich viel Hornblendegestein und verschiedene trüb gefärbte Porphyre. Ich will nur einen Durchschnitt in diesem District beschreiben, nämlich von der Nähe von Illapel in einer nordöstlichen Linie nach den Bergwerken von Los Hornos und von da in einer nord-bei-östlichen Richtung nach Combarbala am Fusze der Haupt-Cordillera.

In der Nähe von Illapel kommen wir, nachdem wir eine Strecke weit über Granit, Andesit und andesitischen Porphyr gegangen sind, zu grünlichem, geschichtetem feldspathigen Gestein, welches, wie ich glaube, umgewandelter Thonschiefer ist und conform von Porphyren

und porphyritischen Conglomerat von groszer Mächtigkeit bedeckt wird, welches letztere unter einem mittleren Winkel von 20° nach Nordost bei Nord einfällt. Die obersten Schichten bestehen aus Conglomeraten und nur wenig metamorphosirtem Sandstein und sind conform von einer Gypsformation von sehr groszer Mächtigkeit, aber sehr stark denudirt, bedeckt. Diese Gypsformation liegt, wo sie zuerst angetroffen wird, in einem breiten Thale oder Becken ein wenig nach Süden von den Bergwerken von Los Hornos: die untere Hälfte allein enthält Gyps, nicht in groszen Massen wie in der Cordillera, sondern in unzähligen dünnen Schichten, selten mehr als einen oder zwei Zoll mächtig. Der Gyps ist entweder opak oder durchscheinend, und mit kohlsaurem Kalk vergesellschaftet. Die Schichten wechseln mit zahlreichen variirenden Lagen eines kalkigen Thonschiefers ab (mit stark thonigem Geruch, der Zunge anhängend, leicht in ein blaszgrünes Glas schmelzend) mehr oder weniger verhärtet, entweder erdig und rahmfarbig oder grünlich und hart. Die stärker verhärteten Varietäten haben einen compacten homogenen, beinahe krystallinischen Bruch, und enthalten Körnchen von krystallisirtem Eisenoxyd. Einige von den Varietäten sind beinahe Wetzstein ähnlich. Es findet sich auch ein wenig schwarzer, kaum schmelzbarer kieselig-kalkiger Thonschiefer, einigen von den Varietäten ähnlich, welche am Peuquenes-Zug mit dem Gyps abwechseln.

Die obere Hälfte dieser Gypsformation wird hauptsächlich aus dem nämlichen kalkigen Thonschiefergestein gebildet, aber ohne irgend welchen Gyps und in der Beschaffenheit äusserst variirend: es geht aus einem weichen, groben erdigen eisenhaltigen Zustande mit Einschluss von Quarzstückchen in compacte Thonsteine mit krystallisirtem Eisenoxyd, in porzellanartige Lager, die mit Säumen von kalkiger Substanz abwechseln, und in grünen Porzellanjaspis über, der äusserst hart, aber leicht schmelzbar ist. Schichten von dieser Beschaffenheit wechseln mit vielem schwarzen und braunen kieselig-kalkigen Schiefer ab, der wegen der wunderbaren Zahl ungeheuer groszer darin eingebetteter Klötze von verkieseltem Holz merkwürdig ist. Dieses Holz ist nach der Angabe von R. BROWN (nach der Beurtheilung mehrerer Stücke) sämmtlich von Coniferen. Einige von den Schichten des schwarzen kieseligen Schiefers enthielten unregelmässige eckige Fragmente von unvollkommenem Pechstein, welche wie in dem Uspallata-Höhenzug ursprünglich in einem metamorphischen Procesz meiner Meinung nach

entstanden sind. Es fand sich eine Schicht von einer mergeligen tuffartigen Beschaffenheit, und von geringem specifischen Gewicht. Adern von Achat und Kalkspath sind zahlreich. Diese Gypsformation und besonders die obere Hälfte ist von zahlreichen Hügeln intrusiver Porphyre, die in einer ausserordentlichen Art und Weise zusammengedrängt sind, injicirt, metamorphosirt und local verdreht worden. Diese Hügel bestehen aus purpurnem Thonstein und verschiedenen andern Porphyren und aus vielem feldspathigen Grünstein, der in Andesit übergeht; diese letztere Varietät enthielt in einem Falle Krystalle von orthitischem und albitischem Feldspath, die einander berührten, und andere von Hornblende, Chlorit und Epidot. Die diese intrusiven Hügel bei den Bergwerken von Los Hornos umgebenden Schichten werden von vielen Adern von Kupferkies, welcher mit vielem glimmerhaltigen Eisenerz vergesellschaftet sind, und von einigen Goldadern durchsetzt: in der Nachbarschaft dieser Adern sind die Gesteine geschwärzt und bedeutend verändert. Der Gyps ist in der Nähe der intrusiven Massen immer opak. Einer dieser Hügel von Porphyr war von etwas geschichtetem porphyritischen Conglomerat bedeckt, welches von unten herauf gebracht worden sein musz, durch die ganze ungeheuere Mächtigkeit der darüberliegenden Gypsformation. Die unteren Schichten der Gypsformation sind den entsprechenden und wahrscheinlich gleichalterigen Schichten der Haupt-Cordillera ähnlich, während die oberen Schichten in mehreren Beziehungen denen der Uspallata-Kette ähnlich sind und möglicher Weise mit ihnen gleichalterig sein dürften; denn ich habe zu zeigen versucht, dasz die Uspallata-Schichten später als die Gyps- oder Neocomformationen der Cordillera angehäuft wurden.

Dieser Haufen von Schichten fällt unter einem Winkel von ungefähr 20° nach Nordost bei Nord ein, dicht hinauf bis zum Fusze der Cuesta de los Hornos, einem vielfach gebogenen Zuge von Bergen, welche aus intrusiven Gesteinen derselben Beschaffenheit wie die oben beschriebenen Hügel gebildet sind. Nur an einem oder zwei Orten bemerkte ich auf dieser südöstlichen Seite des Höhenzugs einen schmalen Saum der oberen Gypsschichten aufgerichtet und nach Südosten von ihm einfallend. Auf seinem nordöstlichen Abhange und gleichfalls an einigen wenigen Gipfeln ist das geschichtete porphyritische Conglomerat nordöstlich geneigt: so dasz, wenn wir den sehr schmalen antiklinischen Saum von Gypsschichten an seinem südöstlichen Fusze vernachlässigen, dieser Höhenzug eine zweite monoklinische Erhebungsaxe bildet. Beim

Fortschreiten in einer nördlich-bei-östlichen Richtung bis zu dem Dorfe Combarbala kommen wir zu einer dritten Böschung des porphyritischen Conglomerates, welches ostwärts einfällt und den äusseren Zug der Haupt-Cordillera bildet. Die untern Schichten waren hier mehr jaspisartig als gewöhnlich, und sie umschlossen einige weisse quarzige Schichten und rothe Sandsteine, welche mit purpurnem Thonsteinporphyr abwechselten. Höher oben in der Cordillera erschienen sie wie ein Zug andesitischer Gesteine und über sie hinaus fand sich eine vierte Böschung des porphyritischen Conglomerates, welches wiederum nach Osten oder nach innen einfiel. Die darüberliegenden Gypsschichten sind, wenn sie jemals hier existirten, gänzlich fortgeschafft worden.

Kupferminen von Panuncillo. — Von Combarbala nach Coquimbo überschritt ich das Land in einer Zickzackrichtung, überschritt wiederholt hin und her das porphyritische Conglomerat und fand in den granitischen Districten eine ungewöhnliche Anzahl von Gebirgsmassen, die aus verschiedenen intrusiven porphyritischen Gesteinen, viele von ihnen andesitisch, zusammengesetzt waren. Eine häufige Varietät war grünlich schwarz, mit groszen Krystallen von schwärzlichem Albit. Bei Panuncillo verdient ein kurzer von Nordnordwest nach Südsüdost ziehender Rücken mit einem aus Grünstein und aus schieferfarbigem Porphyr, welcher Krystalle von glasigem Feldspath enthält, gebildeten Kerne Beachtung wegen der sehr eigenthümlichen Beschaffenheit der beinahe senkrechten denselben bildenden Schichten. Diese bestehen hauptsächlich aus einer feiner- oder gröberkörnigen Mischung, und zwar nicht sehr compact, von weissem kohlen-sauren Kalk, von Eisenoxydul und von gelblichen Granaten (nach der Ermittlung von Prof. MILLER), wobei jedes Korn einen beinahe vollkommenen Krystall bildet. Einige der Varietäten bestehen ausschliesslich aus Körnchen des Kalkspathes, und einige enthalten Körner von Kupfererz und, wie ich glaube, von Quarz. Diese Schichten wechseln mit einem bläulichen, compacten, schmelzbaren feldspathigen Gestein ab. Ein groszer Theil der obigen körnigen Mischung hat auch eine pseudobreccienartige Structur, es sind hier Fragmente undeutlich in Ebenen angeordnet, welche den Schichtungsebenen parallel liegen und an den verwitterten Oberflächen deutlich sichtbar sind. Die Fragmente sind eckig oder abgerundet, grosz oder klein, und bestehen aus bläulicher

oder röthlicher compacter feldspathiger Masse, in welcher zuweilen einige wenige nadelförmige Feldspathkrystalle zu sehen sind. Die Fragmente verschmelzen häufig an ihren Rändern mit der umgebenden körnigen Masse und scheinen Folge einer Art von concretionärer Thätigkeit zu sein.

Diese eigenthümlichen Gesteine werden von vielen Kupferadern durchsetzt und scheinen conform auf einer körnigen Mischung (stellenweise so feinkörnig wie ein Sandstein) von Quarz, Glimmer, Hornblende und Feldspath zu liegen, und diese wiederum auf feinkörnigem gewöhnlichen Gneisz, und dieser auf einer blätterigen aus röthlichem orthitischem Feldspath zusammengesetzten, einige wenige Flecke von Hornblende enthaltenden Masse, und diese endlich wiederum auf Granit, welcher zusammen mit andesitischen Gesteinen den umgebenden District bildet.

Coquimbo: Bergwerkdistrict von Arqueros. — Bei Coquimbo tritt die porphyritische Conglomeratformation näher an den Stillen Ocean heran, als in irgend einem andern von mir besuchten Theile von Chile, indem sie von der Küste durch einen Strich von nur wenig Meilen Breite von den gewöhnlichen plutonischen Gesteinsarten mit Hinzufügung eines Porphyrs, der eine rothe euritische Basis hat, getrennt wird. Beim Weitergehen nach den Bergwerken von Arqueros sind die Schichten des porphyritischen Conglomerates zuerst nahezu horizontal, was ein ungewöhnlicher Umstand ist, und später fallen sie sanft nach Südsüdost. Nachdem wir in eine beträchtliche Höhe gestiegen sind, kommen wir zu einem wellenförmigen District, in welchem die berühmten Silberminen gelegen sind: meine Untersuchung war hauptsächlich auf die von S. Rosa beschränkt. Die meisten Gesteine in diesem District sind geschichtet, fallen in verschiedenen Richtungen ein, und viele von ihnen sind von einer so eigenthümlichen Beschaffenheit, dasz ich auf die Gefahr hin, langweilig zu werden, sie kurz beschreiben musz. Die gewöhnlichste Varietät ist ein trübrother, compacter, fein zertrümterter Stein, welcher viel Eisen und unzählige weisse krystallisirte Stückchen von kohlensaurem Kalk und minutiöse fremdartige Fragmente enthält. Eine andere Varietät ist beinahe gleich häufig in der Nähe von S. Rosa; sie hat eine hellgrüne spärliche Grundsubstanz, welche deutliche Krystalle und Flecke von weissem kohlensauren Kalk und Körner von rothem halbglimmerigen

Eisenoxyd einschloz: stellenweise wird die Grundsubstanz dunkelgrün, nimmt eine undeutlich krystallinische Anordnung an, und gelegentlich wird sie stellenweise weich und wie Seifenstein leicht durchscheinend. Diese rothen und grünen Gesteine sind häufig ganz distinct und gehen häufig ineinander über; der Übergang wird zuweilen durch eine feinsbreccienartige Structur bewirkt, in welcher Stückchen der rothen und grünen Masse durcheinander gemischt sind. Einige von den Varietäten werden augenscheinlich allmählich porphyritisch mit Feldspath, und sie sind sämmtlich leicht schmelzbar zu blassen oder dunkel gefärbten Perlen, welche vom Magnet stark angezogen werden. Ich würde vielleicht mehrere von diesen geschichteten Gesteinen irrthümlich für submarine Laven, wie einige von den von dem Puente del Inca beschriebenen, gehalten haben, hätte ich nicht einige Stunden nach Osten von diesem Punkte eine schöne Reihe analoger, aber weniger metamorphosirter sedimentärer Schichten untersucht, welche zur Gypsformation gehören und wahrscheinlich aus einer vulcanischen Quelle herrühren.

Diese Formation wird von zahlreichen Metall führenden Adern durchsetzt, welche wenn schon unregelmäßig von Nordwest nach Südost laufen und im Allgemeinen in rechten Winkeln zu den zahlreichen Gängen stehen. Die Adern bestehen aus gediegenem Silber, aus Chlorsilber, einem Amalgam von Silber, Kobalt, Antimon und Arsenik¹, meist in schwefelsaurem Baryt eingebettet. Mr. LAMBERT hat mir versichert, dasz gediegenes Kupfer ohne eine Spur von Silber in derselben Ader mit gediegenem Silber ohne eine Spur von Kupfer gefunden worden ist. In den Minen von Aristeas sagt man, dasz die Silberminen unproductiv sind, sobald sie in die grünen Schichten eintreten, während bei S. Rosa, welches nur zwei oder drei Meilen davon entfernt ist, das Umgekehrte eintritt; und zur Zeit meines Besuches arbeiteten die Bergleute durch eine rothe Schicht in der Hoffnung, dasz die Ader in der darunterliegenden grünen sedimentären Masse productiv werde. Ich habe ein Handstück von einem dieser grünen Gesteine mit den gewöhnlichen Körnchen von weissem Kalkspath und rothem Eisenoxyd, welches an durch die Masse verstreuten Stückchen glänzenden gediegenen Silbers und Chlorsilbers auszerordentlich reich ist und doch in der Entfernung von einem Yard von irgend einer

¹ s. den Bericht über Domeyko's Schilderung dieser Minen in den Comptes Rendus, T. XIV, p. 560.

Ader hergenommen ist, ein Umstand von sehr seltenem Vorkommen, wie man mir versicherte.

Durchschnitt nach Osten, das Thal von Coquimbo hinauf. — Nach Überschreiten der granitischen Reihe an der Küste für einige wenige Meilen kommen wir zu dem porphyritischen Conglomerat mit seinen gewöhnlichen Merkmalen und wo einige von den Schichten deutlich ihren mechanischen Ursprung darbieten. Die Schichten sind wo man sie zuerst trifft, wie früher angegeben, nur unbedeutend geneigt; aber in der Nähe der Hacienda von Pluclaro kommen wir zu einer antiklinischen Axe, wo die Schichten stark dislocirt und durch eine grosse Verwerfung verschoben sind, von welcher in dem Umriss des Hügels nicht eine Spur äusserlich zu sehen ist. Ich glaube, dass diese antiklinische Axe nach Norden zu bis in den District von Arqueros verfolgt werden kann, wo ein in die Augen fallender Hügel, genannt Cerro Blanco, der aus einem harschen, rahmfarbigen, euritischen Gestein gebildet ist, welches einige wenige Krystalle von röthlichem Feldspath enthält und mit etwas purpurnem Thonsteinporphyr verbunden ist, auf eine Erhebungslinie zu fallen scheint. Beim Herabsteigen von dem District von Arqueros überschritt ich auf der nördlichen Grenze des Thales Schichten, welche nach Osten von der Pluclaro-Axe geneigt waren: auf dem porphyritischen Conglomerat lag deutlich eine einige hundert Fusz mächtige Masse von braunem, thonigen Kalk, zum Theil krystallinisch und zum Theil beinahe ganz aus *Hippurites chilensis* D'ORB. zusammengesetzt; über dieser kam ein schwarzer kalkiger Schiefer, und auf diesen ein rothes Conglomerat. In dem braunen Kalkstein mit den *Hippurites* fand sich ein Eindruck eines *Pecten* und einer Koralle und in grosser Zahl eine grosse *Gryphaea*, sehr ähnlich und nach der Angabe von Prof. E. FORBES wahrscheinlich identisch mit der *G. orientalis* FORBES Mspt., einer Species aus der Kreide (wahrscheinlich oberer Grünsand) von Verdachellum in Süd-Indien. Diese Fossilien scheinen nahezu dieselbe Stellung wie die am Puente del Inca einzunehmen, nämlich auf dem Gipfel des porphyritischen Conglomerats und am Fusze der Gypsformation.

Ein wenig oberhalb der Hacienda von Pluclaro machte ich einen Umweg auf die nördliche Seite des Thales, um die darüberliegenden Gypsschichten zu untersuchen, welche ich zu 6000 Fusz Mächtigkeit schätzte. Die obersten Schichten des porphyritischen Conglomerats,

auf welchen die Gypsschichten conform ruhen, sind verschieden gefärbt, wobei eine sehr eigenthümliche und schöne Schicht aus purpurnen Rollsteinen verschiedener Porphyrrarten zusammengesetzt ist, welche in weissem Kalkspath liegen und Höhlungen einschlieszen, die mit hellgrünem krystallisirten Epidot ausgekleidet sind. Die ganze zu beiden Formationen gehörige Schichtenmasse ist augenscheinlich von der oben erwähnten Axe von Pluclaro aus unter einem Winkel von zwischen 20 und 30 Grad nach Osten geneigt. Ich will hier einen Durchschnitt der hauptsächlichen Schichten geben, welche bei einem Überschreiten der ganzen Mächtigkeit der Gypsschichten angetroffen wurden.

Erstens: über der porphyritischen Conglomeratformation findet sich ein feinkörniger rother krystallinischer Sandstein.

Zweitens: eine dicke Masse eines glattkörnigen kalkigen aluminösen schieferigen Gesteins, häufig mit dendritischem Mangan gezeichnet, und wo es am compactesten ist, das äuszere Ansehen von Wetzstein darbietend. Es ist leicht schmelzbar. Ich werde künftig der Bequemlichkeit halber diese Varietät Pseudowetzstein nennen. Einige von den Varietäten sind, wenn sie frisch gebrochen sind, völlig schwarz, verwittern aber sämmtlich zu einer gelblichen aschenfarbigen weichen erdigen Substanz, genau so, wie es mit den compacten schieferigen Gesteinen des Peuquenes-Zuges der Fall ist. Diese Schicht ist von derselben allgemeinen Beschaffenheit wie viele von den Schichten in der Nähe von Los Hornos in dem Illapel-Durchschnitt. In dieser zweiten Schicht oder in dem darunterliegenden rothen Sandstein (denn die Oberfläche war zum Theil von Detritus bedeckt) fand sich eine dicke Gypsmasse, welche dieselben mineralogischen Charactere wie die groszen in unseren Durchschnitten quer durch die Cordillera beschriebenen Schichten darbot.

Drittens: eine dicke Schicht von feinkörniger rother sedimentärer, leicht in ein weisses Glas wie die Grundsubstanz von Thonsteinporphyr schmelzender Masse; stellenweise war sie jaspisartig, an anderen Stellen breccienartig mit Einschluss von krystallinischen Stellen von kohlen-saurem Kalk. In einigen der jaspisartigen Lager und in einigen der schwarzen kieseligen schieferigen Streifen fanden sich unregelmässige Säume von unvollkommenem Pechstein, unzweifelhaft von metamorphischem Ursprung und andere Säume von braunem krystallinischen Kalkstein. Auch hier fanden sich Massen, welche, äusserlich schlecht erhalten, verkieseltem Holz ähnlich waren.

Viertens und fünftens: kalkiger Pseudowetzstein; und eine dicke von Detritus verborgene Schicht.

Sechstens: dünn geschichtete Masse eines hellgrünen compacten glattkörnigen kalkigen thonigen Gesteins, leicht schmelzbar und einen stark thonigen Geruch aushauchend: das Ganze hat eine im hohen Grade eckige concretionäre Structur und es ist in gewisser Ausdehnung einigen der oberen tuffartigen infusorienhaltigen Ablagerungen der patagonischen Tertiärformation ähnlich; es ist in seiner Natur unserem Pseudowetzstein verwandt, und umschlieszt gut characterisirte Schichten dieser Varietät, ferner andere Schichten einer blaszgrünen härteren und breccirten Varietät, und andere von rother sedimentärer Substanz, gleich der der Schicht N^o. 3. Einige Rollsteine von Porphyrrarten sind in dem oberen Theile eingeschlossen.

Siebtens: rothe sedimentäre Masse oder Sandstein gleich dem von Schicht 1, mehrere hundert Fusz mächtig und jaspisartige Schichten häufig von einer fein zertrümmerten Structur enthaltend.

Achtens: weisser, stark verhärteter beinahe krystallinischer Tuff, mehrere hundert Fusz mächtig, abgerundete Körner von Quarz und Stückchen von grüner Substanz wie die von Schicht 6 enthaltend, geht stellenweise in ein sehr blaszgrünes halb-porzellanartiges Gestein über.

Neuntens: rothes oder braunes grobes Conglomerat, 300—400 Fusz mächtig, hauptsächlich aus Porphyrollsteinen mit vulcanischen Stückchen in einer sandartigen, nicht kalkigen schmelzbaren Grundsubstanz gebildet: die oberen zwei Fusz sind sandig, ohne irgend welche Rollsteine.

Zehntens: die letzte und oberste Schicht, die hier dargeboten wird, ist ein compacter schieferfarbiger Porphyr mit zahlreichen länglichen Krystallen von glasigem Feldspath, von 150—200 Fusz Mächtigkeit. Sie liegt im strengen Sinne conform auf dem darunterliegenden Conglomerat und ist zweifellos eine submarine Lava.

Diese grosze Schichtenmasse ist an mehreren Stellen durch intrusive Hügel von purpurnem Thonsteinporphyr und von Gängen porphyritischen Grünsteins aufgebrochen worden: es wird angegeben, dasz einige wenige ärmliche Metall führende Adern hier entdeckt worden sind. Nach der schmelzbaren Beschaffenheit und dem allgemeinen Ansehen der feinkörnigen Schichten verdanken sie ihren Ursprung wahrscheinlich (gleich den verwandten Schichten des Uspallata-Zugs und der oberen patagonischen Tertiärformation) sanften vulcanischen Ausbrüchen und dem

Abtragen vulcanischer Gesteinsarten. Bei der Vergleichung dieser Schichten mit denjenigen in den Minendistricten von Arqueros sehen wir an beiden Orten leicht schmelzbare Gesteinsarten der nämlichen eigenthümlichen hellgrünen und rothen Färbungen, welche kalkige Substanz enthalten, häufig eine feine breccienartige Structur besitzen, häufig ineinander übergehen und oft miteinander abwechseln: ich kann daher nicht daran zweifeln, dasz der einzige Unterschied zwischen ihnen darin liegt, dasz die Schichten bei Arqueros stärker metamorphosirt worden sind (in Übereinstimmung mit ihrem stärker dislocirten und injicirten Zustande), und dasz in Folge dessen die kalkige Substanz das Eisenoxyd und die grünfärbenden Massen in einer mehr krystallinischen Form ausgeschieden worden sind.

Die Schichten sind wie vorher angegeben von zwanzig bis dreissig Grad nach Osten geneigt, nach einem unregelmäßig von Nord nach Süd ziehenden Strich von andesitischem Porphyry und von porphyritischem Grünstein zu, wo sie plötzlich abgeschnitten sind. In dem Thale von Coquimbo in der Nähe der H. von Gualliguaca werden ähnliche plutonische Gesteine angetroffen, augenscheinlich eine südliche Verlängerung der obigen Kette; und nach Osten davon haben wir eine Böschung des porphyritischen Conglomerates, deren Schichten unter einem geringen Winkel nach Osten geneigt sind, welche die dritte Böschung mit Einschluss der der Küste am nächsten liegenden bildet. Beim Hinaufschreiten im Thale kommen wir zu einer andern von Nord nach Süd ziehenden Linie von Granit, Andesit und schwärzlichem Porphyry, welche in einem unregelmäßigen Troge des porphyritischen Conglomerates zu liegen scheint. Ferner finden sich an der Südseite des Rio Claro einige unregelmäßige granitische Hügel, welche die Schichten des porphyritischen Conglomerates nach Nordwest bei West aufgeworfen haben; die Schichtung ist aber hier bedeutend gestört worden. Ich gieng im Thale nicht weiter hinauf, und dieser Punkt beträgt ungefähr zwei Drittel der Entfernung zwischen dem Stillen Ocean und der Haupt-Cordillera.

Ich will nur noch einen andern Durchschnitt beschreiben, nämlich auf der nördlichen Seite des Rio Claro, welcher deshalb interessant ist, weil er Fossile enthält: die Schichten sind durch Verwerfungen und Gänge dislocirt, und nach Norden hin nach einem Berge von Andesit und Porphyry geneigt, in welchen sie beinahe überzugehen scheinen. In dem Masze, als die Schichten sich diesem Berge nähern, nimmt ihre

Neigung zu bis zu einem Winkel von 70 Grad, und in dem oberen Theile sind die Gesteine in hohem Grade metamorphosirt. Die unterste in diesem Durchschnitt sichtbare Schicht ist ein purpurner harter Sandstein; zweitens eine zweihundert oder dreihundert Fusz mächtige Schicht eines weissen kalkigen Sandsteins mit einem kalkigen Cement, welcher Säume von schieferigem Sandstein und von hartem gelblich-braunen (dolomitischen?) Kalkstein enthält; zahlreiche gut abgerundete kleine Geschiebe von Quarz sind im Sandstein eingeschlossen. Drittens: ein dunkel gefärbter Kalkstein mit einigen Quarzrollsteinen von 50 bis 60 Fusz Mächtigkeit, zahlreiche verkieselte Muscheln enthaltend, die sofort aufgezählt werden sollen. Viertens: sehr compacter kalkiger jaspisartiger Sandstein, welcher in (fünftens) eine grosze mehrere hundert Fusz mächtige Schicht von Conglomerat übergeht, welches aus Rollsteinen von weissen, rothen und purpurnen Porphyren, von Sandstein und Quarz, die durch kalkige Substanz cementirt sind, zusammengesetzt ist. Ich beobachtete, dasz einige von den feineren Theilen dieses Conglomerates innerhalb eines Fusztes von einem acht Fusz breiten Gange stark verhärtet und blässer gefärbt waren, wobei die kalkige Substanz in weisse krystallinische Stückchen geschieden war; einige Stellen waren durch die färbende Substanz des Ganges grün gefärbt. Sechstens: eine dicke undeutlich geschichtete Masse eines rothen sedimentären Gesteins oder Sandsteins, voll von krystallinischer kalkiger Substanz, unvollkommenen Krystallen von Eisenoxyd und ich glaube von Feldspath und daher einigen der bedeutend metamorphosirten Schichten von Arqueros sehr ähnlich: diese Schicht wurde bedeckt und gieng in ihrem oberen Theile augenscheinlich zum Theil über in ähnlich gefärbte Gesteine, welche kalkige Substanz enthielten und äusserst reich an minutiösen meist länglichen und glänzenden Krystallen von röthlichem Albit waren. Siebentens: eine conforme Schicht von schönem röthlichen Porphyr mit groszen Krystallen von (albitischem?) Feldspath; wahrscheinlich eine submarine Lava. Achtens: eine andere conforme Schicht von grünem Porphyr mit Flecken grüner Erde und rahmfarbigen Krystallen von Feldspath. Ich glaube, dasz noch andere aufliegende krystallinische Schichten und submarine Laven vorhanden sind, ich hatte aber keine Zeit sie zu untersuchen.

Die oberen Schichten in diesem Durchschnitt entsprechen wahrscheinlich Theilen der groszen Gypsformation; und die unteren Schichten des rothen Sandsteinconglomerats und des Fossile führenden Kalk-

steins sind ohne Zweifel die Äquivalente der Hippuritenschicht, die beim Herabsteigen von Arqueros nach Pluclaro gesehen wurde, und welche dort conform auf der porphyritischen Conglomeratformation liegt. Die in der dritten Schicht gefundenen Fossile sind: —

Pecten Dufreynoyi D'ORB. Voyage, Part. Pal.

Diese Art, welche hier in ungeheurer Anzahl vorkommt, ist nach D'ORBIGNY gewissen Formen unserer Kreide ähnlich.

Ostrea hemisphaerica D'ORB. Voyage etc.

ist nach der Angabe desselben Autors gleichfalls Formen unserer Kreide ähnlich.

Terebratula aenigma D'ORB. Voyage etc. (pl. XXII, Fig. 10—12) und Taf. V, Fig. 10, 11, 12 dieser Schrift.

Ist nach D'ORBIGNY mit *T. concinna* vom Forest marble verwandt. Eine Suite dieser Species an mehreren später zu erwähnenden Localitäten gesammelt hat Prof. E. FORBES vorgelegen, und er theilt mir mit, dasz viele von den Exemplaren von unserer oolithischen *T. tetraëdra* beinahe ununterscheidbar sind und dasz die Varietäten unter ihnen solche sind, wie sie bei jeder variablen Species gefunden werden. Allgemein gesprochen können die americanischen Exemplare von *T. aenigma* von der britischen *T. tetraëdra* dadurch unterschieden werden, dasz die Oberfläche scharfe und nach dem Schnabel zu gut bestimmte Rippen hat, während in der britischen Species dieselben obsolet und niedergeglättet werden; dieser Unterschied ist aber nicht constant. Prof. FORBES fügt hinzu, dasz möglicher Weise noch innere Charactere vorhanden sein dürften, welche die americanische Art von ihren europäischen Verwandten unterscheiden.

Spirifer linguiferoïdes E. FORBES, Taf. V, Fig. 17, 18.

Prof. FORBES gibt an (siehe Anhang), dasz diese Art dem *S. linguifera* von PHILLIPS (einer fossilen Art aus dem Kohlenkalk) sehr nahe steht, aber wahrscheinlich verschieden ist. D'ORBIGNY meint, dasz sie vielleicht die jurassische Periode andeutet.

Ammonites, unvollkommene Eindrücke.

DOMEYKO hat eine Sammlung von Fossilien nach Frankreich geschickt, welche, wie ich nach den mitgetheilten Beschreibungen vermuthe, aus der Umgebung von Arqueros kommen müssen, es sind dies: —

Pecten Dufreynoyi D'ORB. Voyage, Part. Pal.

Ostrea hemisphaerica D'ORB. ibid.

Turritella Andii ibid. (*Pleurotomaria Humboldtii* VON BUCH).

Hippurites chilensis D'ORB. ibid.

Die Exemplare dieses *Hippurites* sind ebenso wie die, welche ich bei meinem Herabsteigen von Arqueros sammelte, sehr unvollkommen; aber nach der Meinung D'ORBIGNY's sind sie ebenso wie die *Turritella Andii* Formen aus der Kreide (oberer Grünsand) ähnlich.

Nautilus Domeykus D'ORB., ibid.

Terebratula aenigma D'ORB., ibid.

Terebratula Ignaciana D'ORB., ibid.

Diese letztere Species wurde von DOMEYKO in demselben Kalksteinblock wie die *T. aenigma* gefunden. Nach der Angabe von D'ORBIGNY kommt sie der *T. ornithocephala* aus dem Lias sehr nahe. Eine Suite dieser Species in Guasco gesammelt ist von Prof. E. FORBES untersucht worden und er gibt an, dasz es schwierig ist, einige von den Exemplaren von der *T. hastata* vom Bergkalk zu unterscheiden; und dasz es gleichmäszig schwierig ist, eine Trennungslinie zwischen ihnen und einigen Marlstone-Terebrateln zu ziehen. Ohne Kenntniss ihrer inneren Structur ist es jetzt für unmöglich, über ihre Identität mit analogen europäischen Formen eine entscheidende Ansicht zu äuszern.

Die in Bezug auf die verschiedenen vorstehenden Muscheln mitgetheilten Bemerkungen zeigen, dasz nach D'ORBIGNY's Meinung der *Pecten*, *Ostrea*, *Turritella* und *Hippurites* die Kreideperiode andeuten, und die *Gryphaea* scheint Prof. FORBES mit einer Species identisch zu sein, welche im südlichen Indien mit unzweifelhaften Kreideformen in Gesellschaft vorkommt. Andererseits weisen die zwei Terebrateln und der *Spirifer* sowohl nach der Meinung D'ORBIGNY's als nach der von Prof. FORBES auf die Oolithreihe. D'ORBIGNY ist daher, da er diese Gegend nicht selbst untersucht hat, zu dem Schlusz gekommen, dasz sich hier zwei verschiedene Formationen finden; aber der *Spirifer* und die *T. aenigma* wurden sicher in derselben Schicht mit dem *Pecten* und der *Ostrea* eingeschlossen, aus welcher ich sie herausholte, und der Geolog DOMEYKO schickte die zwei Terebrateln mit den andern genannten Muscheln aus derselben Localität nach Hause, ohne speciell anzugeben, dasz sie von verschiedenen Schichten kämen; ferner sind, wie wir sofort sehen werden, in einer mir aus Guasco mitgetheilten Sammlung von Muscheln die nämlichen Species und andere, welche analoge Differenzen darbieten, durcheinander gemengt und finden sich in demselben Zustande, und endlich fand ich an drei Stellen im Thale von Copiapo einige dieser nämlichen Species in ähnlicher Gruppierung. Es lässt sich daher, so merkwürdig die Thatsache auch ist, nicht daran zweifeln, dasz diese verschiedenen Fossilien, nämlich *Hippurites*, *Gryphaea*, *Ostrea*, *Pecten*, *Turritella*, *Nautilus*, zwei Terebrateln und *Spirifer*, sämmtlich zu der nämlichen Formation gehören, welche allem Anscheine nach einen Übergang zwischen dem System des Oolithes und der Kreide von Europa bildet: obgleich es mir wohl bewusst ist, wie ungewöhnlich der Ausdruck klingen musz, werde ich doch der

Bequemlichkeit wegen diese Formation cretaceo-oolithisch nennen. Vergleicht man die Durchschnitte in diesem Thale von Coquimbo mit den im letzten Capitel aus der Cordillera beschriebenen, und erinnert man sich des Characters der Schichten in dem zwischenliegenden District von Los Hornos, so findet sich sicher eine grosze allgemeine mineralogische Ähnlichkeit zwischen ihnen sowohl in dem unterteufenden porphyritischen Conglomerat, als auch in der darüberliegenden Gypsformation. In Anbetracht dieser Ähnlichkeit und des Umstandes, dasz die Fossilien vom Puente del Inca an der Basis der Gypsformation und durch den ganzen grösseren Theil ihrer Mächtigkeit an dem Peuquenes-Höhenzug die Neocomperiode andeuten, — d. h. den ersten Anfang des Kreidesystems, oder wie Einige angenommen haben, einen Übergang zwischen diesem letzteren und der Reihe des Oolith, schliesze ich, dasz wahrscheinlich die Gypsschichten und die verwandten Lager in allen den bis jetzt beschriebenen Durchschnitten zu derselben groszen Formation gehören, welche ich oben die cretaceo-oolithische genannt habe. Ehe ich Coquimbo verlasse, will ich noch hinzufügen, dasz GAY in der benachbarten Cordillera in einer Höhe von 14 000 Fusz über dem Meere eine Fossile führende Formation gefunden hat, welche eine *Trigonia* und *Pholadomya* enthielt², welche beide Gattungen am Puente del Inca vorkommen.

Von Coquimbo nach Guasco. — Die Gesteine in der Nähe der Küste und eine Strecke weit landeinwärts sind von den nördlich von Valparaiso beschriebenen nicht verschieden: wir haben viel Grünstein, Albit, feldspathigen und jaspisartigen Schiefer und Grauwacken, welche eine Grundsubstanz haben wie die des Thonsteins; es sind auch einige grosze Züge von Granit vorhanden, in welchen die constituirenden Mineralien zuweilen in Blättern angeordnet sind und in dieser Weise einen unvollkommenen Gneisz bilden. Es finden sich zwei grosze Districte von Glimmerschiefer, welcher in einen glänzenden Thonschiefer übergeht und der groszen Formation im Chonos-Archipel ähnlich ist; in dem Thale von Guasco ist zuerst eine Böschung von porphyritischem Conglomerat hoch oben im Thale zu sehen, ungefähr zwei Stunden nach Osten von der Stadt Ballenar. Ich hörte von einer groszen Gypsformation in der Cordillera, und eine Sammlung von Muscheln, die

² d'Orbigny, Voyage, Part. géolog., p. 242.

dort zusammengebracht worden war, habe ich erhalten. Diese Muscheln finden sich sämmtlich in demselben Zustande und scheinen aus derselben Schicht gekommen zu sein; es sind dies: —

Turritella Andii D'ORB., Voyage, Part. Pal.

Pecten Dufreynoyi D'ORB. *ibid.*

Terebratula Ignaciana D'ORB. *ibid.*

Die Beziehungen dieser Species sind bei der Schilderung von Coquimbo gegeben worden.

Terebratula aenigma D'ORB., Voyage, Part. Pal. (var. E. FORBES, Taf. V, Fig. 13, 14).

Diese Muschel betrachtet D'ORBIGNY nicht für identisch mit seiner *T. aenigma*, sondern bringt sie in die Nähe von *T. obsoleta*. Prof. FORBES glaubt, dasz es sicherlich eine Varietät von *T. aenigma* ist und seine Bemerkungen über diese Species sind in der Liste von Fossilien von Coquimbo mitgetheilt: wir werden diese Varietät bei Copiapo wieder treffen.

Spirifer chilensis E. FORBES, Taf. V, Fig. 15, 16.

Prof. FORBES bemerkt, dasz dieses Fossil mehreren Spiriferen aus dem Kohlenkalkstein ähnlich ist, und dasz es gleichfalls mit einigen Species aus dem Lias verwandt ist, so mit *S. Wolcotii*.

Wenn diese Muscheln unabhängig von anderen Sammlungen untersucht worden wären, so würden sie wahrscheinlich nach den Characteren der zwei Terebrateln und nach dem *Spirifer* für oolithisch betrachtet worden sein; aber in Anbetracht des Umstandes, dasz die drei ersten Species, und nach Prof. FORBES die vier ersten, mit denen von Coquimbo identisch sind, sind die zwei Formationen ohne Zweifel dieselben und können, wie ich gesagt habe, vorläufig cretaceo-oolithisch genannt werden.

Thal von Copiapo. — Die Reise von Guasco nach Copiapo war in Folge des im äussersten Grade wüsten Zustandes des Landes nothwendig so eilig, dasz ich meine Bemerkungen nicht für der Mittheilung werth halte. Im Thale von Copiapo sind einige von den Durchschnitten sehr interessant. Vom Meere bis zur Stadt Copiapo, eine auf dreissig Meilen geschätzte Entfernung, sind die Berge aus Grünstein, Granit, Andesit und schwärzlichem Porphyr zusammengesetzt zusammen mit etwas trüb-grünen feldspathigen Gesteinen, welche ich für umgewandelten Thonschiefer halte. Diese Berge werden von vielen braun gefärbten Gängen durchsetzt, welche nach Norden und Süden laufen. Über der Stadt läuft das Hauptthal in einer südöstlichen und selbst noch südlicheren Richtung nach der Cordillera zu, wo es in drei

große Schluchten getheilt wird; durch die nördlichere derselben, Jolquera genannt, drang ich eine kurze Strecke weit vor. Der colorirte Durchschnitt (Fig. 3 auf Taf. I) gibt eine Skizze der Structur und Zusammensetzung der Berge auf beiden Seiten dieses Thals: eine gerade ost-westliche Linie von der Stadt nach der Cordillera ist vielleicht nicht länger, als dreißig Meilen, aber dem Thale entlang ist die Entfernung viel größer. Wo nur immer das Thal sich stark nach Süden bog, habe ich versucht, den Durchschnitt in das richtige Verhältnis zusammenzuziehen. Ich will noch hinzufügen, dass dieses Thal viel sanfter aufsteigt, als irgend ein anderes Thal, welches ich in Chile gesehen habe.

Um nun mit unserem Durchschnitt zu beginnen: eine kurze Strecke oberhalb der Stadt haben wir Hügel der granitischen Reihe in Verbindung mit etwas von jenem Gestein, (A) von dem ich vermüthe, dass es umgewandelter Thonschiefer ist, welches aber wie Prof. G. ROSE nach Exemplaren, die MEYEN bei P. Negro gesammelt hat, für Serpentin erklärt, welcher in Grünstein übergeht. Wir kommen dann plötzlich zu der großen Gypsformation (B), ohne irgend etwas von dem porphyritischen Conglomerat überschritten zu haben, und daher verschieden von allen bis jetzt beschriebenen Durchschnitten. Die Schichten sind zuerst entweder horizontal oder sanft nach Westen geneigt, dann bedeutend in verschiedenen Richtungen geneigt, und durch darunterliegende Massen intrusiver Gesteine verbogen, und endlich haben sie ein regelmässiges Fallen nach Osten und bilden eine ziemlich gut ausgesprochene nord-südliche Bergreihe. Diese Formation besteht aus dünnen Schichten, unzählige Male mit schwarzen kalkigen Schiefergesteinen, mit kalkigen thonigen Steinen wie die von Coquimbo abwechselnd, welche ich Pseudowetzstein genannt habe, mit grünen jaspisartigen Lagen und mit blaszpurpurnem kalkigem weichen Tripel, welcher Säume und Adern von Gyps einschlieszt. Diese Schichten werden conform von einer mächtigen Masse dünn stratificirten compacten Kalksteins überlagert, welcher Krystalle von kohlen-saurem Kalk enthält. An einem Orte, Tierra Amarilla genannt, am Fusze eines in dieser Weise zusammengesetzten Berges findet sich eine breite Ader oder vielleicht Schicht einer schönen und merkwürdig krystallisirten Mischung, welche nach Prof. G. ROSE³ aus schwefelsaurem Eisen

³ Meyen's Reise etc., Th. I, p. 394.

unter zwei Formen und aus den Sulphaten von Kupfer und Alaun zusammengesetzt wird: der Durchschnitt ist so undeutlich, dass ich nicht ermitteln konnte, ob diese Ader oder Schicht in der Gypsformation vorkam oder, was wahrscheinlicher ist, in irgend welchen unterteufenden Massen (A), welche ich für umgewandelten Thonschiefer halte.

Zweite Erhebungssaxe. — Nach den Gypsmassen (B) kommen wir zu einer Hügelreihe von nicht geschichtetem Porphy (C), welcher auf der östlichen Seite in Schichten von groszer Mächtigkeit von porphyritischem Conglomerat übergeht, die nach Osten einfallen. Diese letztere Formation ist indessen hier nicht annähernd so bedeutend metamorphosirt worden, wie in den meisten Theilen des centralen Chile, sie wird aus Schichten echten Thonsteinporphyrs zusammengesetzt, die wiederholt mit mächtigen Lagern von purpurrothem Conglomerat, mit den gut abgerundeten groszen Rollsteinen verschiedener Porphyre, die nicht miteinander verschmolzen sind, abwechseln.

Dritte Erhebungssaxe. — In der Nähe der Schlucht von Los Hornitos ist eine gut ausgesprochene Erhebungslinie vorhanden, die sich viele Meilen weit in einer Richtung von Nordnordost und Süd-südwest hin erstreckt, deren Schichten an den meisten Stellen (wie in der zweiten Axe) nur nach einer Richtung einfallen, nämlich nach Osten, und zwar unter einem mittleren Winkel von zwischen dreissig und vierzig Grad. Dicht an der Mündung des Thales findet sich indessen, wie in dem Durchschnitt dargestellt ist, ein steiler und hoher Berg (D), der aus verschiedenen grünen und braunen intrusiven Porphyren, mit augenscheinlich zu den oberen Theilen des porphyritischen Conglomerates gehörigen Schichten umhüllt, zusammengesetzt ist, die sowohl nach Osten als nach Westen einfallen. Ich will den Durchschnitt beschreiben, der an der östlichen Seite dieses Berges (D) zu sehen ist und an dem Fusze mit dem untersten sichtbaren Lager in dem porphyritischen Conglomerat beginnen und nach aufwärts durch die Gypsformation vorschreiten. Die Schicht 1 besteht aus röthlichem und bräunlichem Porphy, der im Character variirt, an vielen Stellen stark amygdaloid mit kohlensaurem Kalk ist und hellgrünen und braunen Bolus enthält. Seine obere Fläche ist durchaus deutlich bestimmt, aber die untere Fläche ist an den meisten Stellen undeutlich und geht

nach dem Gipfel des Berges (D) zu vollständig in die intrusiven Porphyre über. Die Schicht 2 ist ein blasz-lila, hartes aber nicht schweres Gestein, leicht geblättert, kleine fremdartige Fragmente und unvollkommene ebenso wie einige vollkommene glänzende Krystalle von Feldspath enthaltend; sie ist von 150 bis 200 Fusz mächtig. Beim Untersuchen derselben in situ glaubte ich, dasz es ein echter Porphyr sei, aber meine Handstücke führen mich jetzt zu der Annahme, dasz es möglicher Weise ein metamorphosirter Tuff ist. Ihrer Färbung wegen konnte sie eine lange Strecke hin verfolgt werden; sie überlagerte an einer Stelle vollkommen conform den Porphyr der Schicht 1, und an einer andern nicht weit entfernten Stelle eine sehr dicke Masse von Conglomerat, welche aus Rollsteinen eines Porphyrs zusammengesetzt ist, welcher hauptsächlich dem aus Schicht 1 gleich ist: diese Thatsache zeigt, wie die Natur des Bodens früher in kurzen horizontalen Entfernungen variirte. Schicht 3: weiszer stark verhärteter Tuff, minutiöse Rollstückchen, zerbrochene Krystalle und Glimmerschuppen enthaltend, in der Mächtigkeit bedeutend variirend. Diese Schicht ist merkwürdig, weil sie viele kugelige und birnenförmige äusserlich rostige Kugeln von der Grösze eines Apfels bis zu der eines Mannskopfes enthält, von einem sehr zähen schieferfarbigen Porphyr mit unvollkommenen Feldspathkrystallen: der Gestalt nach sind diese Kugeln Rollsteinen nicht ähnlich, und ich glaube, sie sind unter Wasser hervorgebrochene vulcanische Bomben; sie weichen von auf dem Festlande auftretenden Bomben nur darin ab, dasz sie nicht blasig sind. Schicht 4: ein dunkel purpurrothes hartes Conglomerat mit krystallisirten Stückchen und Adern von kohlensaurem Kalk von 300 bis 400 Fusz Mächtigkeit. Die Rollsteine sind von Thonstein-Porphyren von vielen Varietäten; sie sind ziemlich gut abgerundet und variiren in der Grösze von einem groszen Apfel bis zu einem Manneskopf. Diese Schicht schlieszt drei Lager eines groben, schwarzen, kalkigen, etwas schieferigen Gesteins ein: der obere Theil geht in einen compacten rothen Sandstein über.

In einer in ihrer mineralogischen Beschaffenheit so bedeutend variablen Formation musz jede nicht auf fossile Reste gegründete Eintheilung äusserst arbiträr sein: nichtsdestoweniger können die Schichten unter dem letzten Conglomerat in Übereinstimmung mit den sämtlichen bis jetzt beschriebenen Durchschnitten als zu dem porphyritischen Conglomerat gehörig betrachtet werden, und diejenigen

darüber als zu der Gypsformation (im Durchschnitt E bezeichnet) gehörig. Der Theil des Thales, in welchem die folgenden Schichten zu sehen sind, findet sich in der Nähe von Potrero Seco. Schicht 5: compacter körniger blaszgrünlich-grauer, nicht kalkiger verhärteter Schieferletten, leicht in ein blaszgrünes und weisses Glas schmelzend. Schicht 6: purpurner grobkörniger harter Sandstein, mit zerbrochenen Feldspathkrystallen und krystallisirten Stückchen von kohlen-saurem Kalk; sie besitzt eine leicht knollige Structur. Schicht 7: schwärzlich-grauer, stark verhärteter, kalkiger Schieferletten, mit fremdartigen Stückchen von ungleicher Grösze, das Ganze ist stellenweise fein zertrümert. In dieser Masse findet sich eine zwanzig Fusz mächtige Schicht unreinen Gypses. Schicht 8: ein grünlicher Schieferletten mit verschiedenen Gypslagern. Schicht 9: ein bedeutend verhärteter leicht schmelzbarer weisser Tuff, dicht mit eisenschüssiger Substanz gefleckt und einige weisse halb porzellanartige Schichten enthaltend, welche mit eisenhaltigen Adern durchwebt sind. Dieses Gestein ist einigen der gemeinsten Varietäten in der Uspallata-Kette sehr ähnlich. Schicht 10: eine dicke Schicht von ziemlich hellgrünem verhärteten Schieferletten oder Tuff, mit einer concretionären knolligen Structur, die so stark entwickelt ist, dasz die ganze Masse aus Kugeln besteht. Ich will nicht versuchen, die Mächtigkeit der Schichten in der Gypsformation die bis jetzt beschrieben wurden zu schätzen, sie musz aber sicher viele hundert Fusz betragen. Schicht 11 ist mindestens 800 Fusz mächtig, sie besteht aus dünnen Lagern von weissen, grünlichen, oder noch häufiger braunen, feinkörnigen, verhärteten Tuffen, welche in eckige Fragmente zerbröckeln: einige von den Schichten sind halb porzellanartig, viele von ihnen in hohem Grade eisenhaltig, und einige beinahe ganz aus kohlen-saurem Kalk und Eisen mit drusigen von Quarzkrystallen ausgekleideten Höhlungen zusammengesetzt. Schicht 12: trüb purpurner oder grünlicher oder dunkelgrauer, sehr compacter unbedeutend verhärteter Schieferletten zu 1500 Fusz Mächtigkeit geschätzt: an einigen Stellen nimmt dieses Gestein den Character eines unvollkommenen groben Thonschiefers an; unter einer Lupe betrachtet hat die Grundsubstanz aber immer ein geflecktes Ansehen, und die Ränder der minutiösen zusammensetzenden Theilchen verschmelzen miteinander. Einzelne Theile sind kalkig, und es finden sich zahlreiche Adern von stark krystallinischem kohlen-sauren Kalk mit Eisen durchtränkt. Die Masse hat eine knollige Structur und wird nur durch einige wenige

Schichtungsebenen getheilt: es finden sich indessen zwei Schichten, jede ungefähr achtzehn Zoll mächtig, eines dunkelbraunen feinkörnigen Gesteins, welches einen muscheligen halb porzellanartigen Bruch hat, und welches mit dem Auge für einige Meilen quer durch das Land verfolgt werden kann.

Ich glaube, diese letzte grosze Schicht wird von andern in ähnlicher Abwechslung bedeckt; der Durchschnitt wird aber hier durch eine Decke von der nächsten porphyritischen Kette undeutlich, die sofort beschrieben werden soll. Ich habe diesen Durchschnitt im Detail geschildert, da er für den allgemeinen Character der Berge in dieser Umgebung illustrativ ist; man darf aber nicht annehmen, dasz irgend eine von den Schichten lange den nämlichen Character beibehält. In einer Entfernung von nur zwischen zwei und drei Meilen sind die grünen Schieferletten und weissen verhärteten Tuffe in groszer Ausdehnung durch rothen Sandstein und schwarze kalkige schieferige Gesteine ersetzt, die miteinander abwechseln. Der weisse verhärtete Tuff, Schicht 11, enthält hier wenig oder keinen Gyps, während er auf der nördlichen und entgegengesetzten Seite des Thales von viel bedeutenderer Mächtigkeit ist und äusserst reichlich Gypsschichten enthält, von denen einige mit dünnen Säumen krystallinischen, kohlen sauren Kalkes abwechseln. Der oberste dunkel gefärbte harte Schieferletten (Schicht 12) ist in dieser Gegend die constanteste Schicht. Die ganze Reihe weicht in beträchtlicher Ausdehnung besonders in ihrem oberen Theile von der bei BB im unteren Theile des Thales getroffenen ab; nichtsdestoweniger zweifle ich nicht daran, dasz sie Äquivalente sind.

Vierte Erhebungssaxe (Thal von Copiapo). — Diese Axe wird von einer Kette von Bergen (F) gebildet, deren centrale Massen (in der Nähe von La Punta) aus Andesit bestehen, welcher grüne Hornblende und kupferigen Glimmer enthält, und die äusseren Massen aus grünlichen und schwarzen Porphyren, zusammen mit etwas feinem lila gefärbten Thonsteinporphyr; alle diese Porphyre sind von kleinen Hügeln von Andesit injicirt und aufgebrochen worden. Die grosze centrale Masse dieses letzteren Gesteins wird auf der östlichen Seite von einem schwarzen, feinkörnigen, in hohem Grade glimmerhaltigen Schiefer bedeckt, welcher zusammen mit den darauffolgenden Bergen von Porphyr von zahlreichen weissen Gängen durchsetzt wird, die aus dem Andesit abzweigen und von denen sich einige in gerader

Linie bis zu einer Entfernung von mindestens zwei Meilen erstrecken. Die Berge von Porphyr nach Osten von dem glimmerigen Schiefer nehmen bald, aber allmählich (wie in so vielen andern Fällen beobachtet wird) eine geschichtete Structur an und können dann als ein Theil der porphyritischen Conglomerat-Formation erkannt werden. Diese Schichten (G) sind unter einem hohen Winkel nach Südosten zu geneigt, und bilden eine Masse von 1500 bis 2000 Fusz Mächtigkeit. Die bereits beschriebenen Gypsmassen nach Westen fallen direct nach der Axe zu ein, und die Schichten sind nur an einigen wenigen Stellen (von denen eine im Durchschnitt dargestellt ist) von ihr weggeworfen; es ist daher diese vierte Axe hauptsächlich monoklinisch nach Südosten zu, und genau wie unsere dritte Axe nur stellenweise antiklinisch.

Die obigen Schichten von porphyritischem Conglomerat (G) mit ihrem südöstlichen Fallen stossen plötzlich nach oben gegen Schichten der Gypsformation an (H), welche sanft aber unregelmäßig nach Westen geneigt sind: es findet sich daher hier eine synklinische Axe und eine große Verwerfung. Weiter im Thale hinauf, welches hier nahebei von Nord nach Süd verläuft, verlängert sich die Gypsformation eine Strecke weit; die Schichtung ist aber unverständlich, da das Ganze durch Verwerfungen, Gänge und Metall führende Adern durchbrochen ist. Die Schichten bestehen hauptsächlich aus rothen kalkigen Sandsteinen, mit zahlreichen Adern von Gyps anstatt von Schichten desselben; der Sandstein ist vergesellschaftet mit etwas schwarzem kalkigen Schiefergestein und mit grünem Pseudowetzstein, welcher in Porzellanjaspis übergeht. Noch weiter das Thal hinauf in der Nähe von Las Amolanas (J), werden die Gypsschichten regelmässiger, fallen unter einem Winkel von zwischen 30° und 40° nach West-Süd-West, und überlagern in der Nähe der Mündung der Schlucht von Jolquera conform Schichten (K) von porphyritischem Conglomerat. Die ganze Reihe ist durch eine theilweise verborgene Axe (L) von Granit, Andesit und einem granitischen Gemisch von weissem Feldspath, Quarz und Eisenoxyd aufgerichtet worden.

Fünfte Erhebungssaxe (Thal von Copiapo, in der Nähe von Las Amolanas). — Ich will in etwas Detail die hier zu sehenden Schichten (J) beschreiben, welche, wie eben angeführt wurde, unter einem Winkel von 30° bis 40° nach West-Süd-West fallen. Ich hatte

keine Zeit, das unterteufende porphyritische Conglomerat zu untersuchen, dessen unterste Schichten, wie an der Mündung des Jolquera zu sehen ist, in hohem Grade compact sind, mit Krystallen von rothem Eisenoxyd; und ich bin nicht in der Lage anzugeben, ob sie hauptsächlich vulcanischen oder metamorphischen Ursprungs sind. Auf diesen Schichten liegt ein grobes purpurnes Conglomerat, sehr wenig metamorphosirt, aus Porphyrollsteinen zusammengesetzt, aber merkwürdig, weil es einen Rollstein von Granit enthält, von welcher Thatsache in den bis jetzt beschriebenen Durchschnitten kein Fall vorgekommen ist. Über diesem Conglomerat findet sich ein schwärzlicher kieseliger Thonstein, und über diesem zahlreiche abwechselnde Schichten von dunkel-purpurnen und grünen Porphyren, welche als die oberste Grenze der porphyritischen Conglomerat-Formation betrachtet werden können.

Über diesen Porphyren kommt ein grobes, sandiges Conglomerat, dessen untere Hälfte weisz, dessen obere Hälfte von einer röthlichen Färbung ist, hauptsächlich aus Rollsteinen verschiedener Porphyre zusammengesetzt, aber mit etwas rothem Sandstein und Jaspisgesteinen. In einigen der sandigeren Theile des Conglomerates fand sich eine schräge oder durchlaufende Blätterung, ein Umstand, welchen ich nirgends wo anders beobachtete. Oberhalb dieses Conglomerates findet sich in einer ungeheuern Mächtigkeit ein dünn geschichteter, blaszgelber, kieseliger Sandstein, welcher in ein körniges Quarzitgestein übergeht, das zu Mühlsteinen benutzt wird (daher der Name des Ortes Las Amolanas) und sicher zu der Gypsformation gehört, wie es wahrscheinlich das unmittelbar unterteufende Conglomerat thut. In diesem gelblichen Sandsteine finden sich Lager von weiszem und blaszrothem kieseligen Conglomerat; andere Lager mit kleinen, gut abgerundeten Rollsteinen von weiszem Quarz, gleich der Schicht beim Rio Claro bei Coquimbo; andere von einem grünlichen, feinkörnigen, weniger kieseligen Gestein, einigermaßen den Pseudowetzsteinen tiefer unten im Thale ähnlich; und endlich andere Lager von einem schwarzen kalkigen Schiefergestein. In einer der Conglomeratschichten war ein Fragment von Glimmerschiefer eingebettet, von welchem dies das erste Beispiel ist; vielleicht rühren daher die zahlreichen kleinen Quarzrollsteine sowohl hier als auch bei Coquimbo aus einer Formation von Glimmerschiefer her. Der kieselige Sandstein enthält nicht bloz Lager des schwarzen dünn geschichteten nicht spaltbaren kalkigen Schiefergesteins, sondern an einer Stelle war die ganze Masse, besonders der obere Theil,

in einer merkwürdig kurzen horizontalen Entfernung nach häufigen Abwechslungen durch dasselbe ersetzt. Wenn dies der Fall war, war eine Gebirgsmasse von mehreren Tausend Fusz Mächtigkeit in dieser Weise zusammengesetzt; indessen umschloz das schwarze kalkige Schiefergestein immer einige Lager des blaszgelblichen kieseligen Sandsteins, des rothen Conglomerats, und der grünlichen jaspisartigen und Pseudowetzstein-Varietäten. Es enthielt gleichfalls drei oder vier weit von einander getrennte Lager eines braunen Kalksteins, der an den sofort zu beschreibenden Muscheln auszerordentlich reich war. Dieser Haufen von Schichten wurde stellenweise durch viele Gypsadern durchsetzt. Das kalkige Schiefergestein durchwittert, obgleich es frisch gebrochen vollständig schwarz ist, mit einer Aschenfarbe; in dieser Beziehung und auch im allgemeinen Ansehen ist es jenen groszen Fossile führenden Schichten des Peuquenes-Zuges ähnlich, welche mit Gyps und rothem Sandstein abwechseln und im letzten Capitel beschrieben wurden.

Die Muscheln aus den Schichten von braunem Kalkstein, welche in dem schwarzen kalkigen Schiefergestein eingeschlossen waren, welches letztere wie oben angeführt den weissen Sandstein ersetzt, sind folgende: —

Pecten Dufreynoyi D'ORB., Voyage, Part. Pal.

Turritella Andii D'ORB., ibid.

Die Beziehungen dieser Muscheln sind in der Liste von Coquimbo mitgetheilt.

Astarte Darwinii E. FORBES, Taf. V, Fig. 22, 23.

Gryphaea Darwinii E. FORBES, Taf. V, Fig. 7.

Eine intermediäre Form zwischen *G. gigantea* und *G. incurva*.

Gryphaea nov. spec.? E. FORBES, Taf. V, Fig. 8 u. 9.

Perna Americana E. FORBES, Taf. V, Fig. 4, 5, 6.

Avicula nov. spec.

Von G. B. SOWERBY für *A. echinata*, von D'ORBIGNY sicher für eine neue und verschiedene Art angesehen, die ein jurassisches Ansehen hat. Das Exemplar ist unglücklicher Weise verloren gegangen.

Terebratula aenigma D'ORB. (Varietät derselben E. FORBES, Taf. V, 13, 14).

Dies ist die nämliche Varietät wie die von Guasco, welche D'ORBIGNY für eine von seiner *T. aenigma* verschiedene und mit *T. obsoleta* verwandte Art hält.

Plagiostoma und *Ammonites*, Fragmente davon.

Die unteren Schichten des Kalksteins enthielten Tausende von der *Gryphaea*, und die oberen ebenso viel von der *Turritella*, welchen die *Gryphaea* (nov. spec.) und Serpeln anhiengen; in allen Lagern war die *Terebratula* und Fragmente des *Pecten* enthalten. Aus der Art und Weise, in welcher die Species zusammengruppirt waren, gieng offenbar hervor, dasz sie da gelebt hatten, wo sie eingebettet waren. Ehe ich irgendwelche weitere Bemerkungen mache, will ich anführen, dasz wir in diesem nämlichen Thale weiter hinauf wiederum eine ähnliche Vergesellschaftung von Muscheln treffen, und in dem groszen Despoblado-Thal, welches in der Nähe der Stadt von dem Thale von Copiapo abzweigt, wurden *Pecten Dufreynoyi*, einige *Gryphites* (ich glaube *G. Darwinii*) und die echte *Terebratula aenigma* D'ORB. in einer, wie wir sogleich sehen werden, äquivalenten Formation zusammen gefunden. Wie ich hinzufügen will, wurde mir auch ein Exemplar der echten *T. aenigma* aus der Nachbarschaft der berühmten Silberminen von Chanuncillo gegeben, ein wenig südlich von dem Thale von Copiapo, und nach ihrer Lage zweifle ich nicht daran, dasz diese Minen innerhalb der Gypsformation liegen: nach Fragmenten, die mir gezeigt wurden, sind die Gesteine dicht bei einer der Silberadern jenen eigenthümlichen metamorphosirten Ablagerungen aus dem Minendistrict von Arqueros in der Nähe von Coquimbo ähnlich.

Ich will die Belege über die Vergesellschaftung dieser verschiedenen Muscheln an den verschiedenen Örtlichkeiten zusammenfassen.

Coquimbo.

<i>Pecten Dufreynoyi</i>	}	in der nämlichen Schicht, Rio Claro.
<i>Ostrea hemisphaerica</i>		
<i>Terebratula aenigma</i>		
<i>Spirifer linguiferoides</i>		

<i>Hippurites chilensis</i>	}	nämliche Schicht, in der Nähe von Arqueros.
<i>Gryphaea orientalis</i>		

<i>Terebratula aenigma</i>	}	in dem nämlichen	}	von Mr. DOMEYKO an dem nämlichen		
<i>T. ignaciana</i>					}	Kalksteinblock.
<i>Pecten Dufreynoyi</i>	}	Orte, augenscheinlich in der Nähe				
<i>Ostrea hemisphaerica</i>					}	von Arqueros gesammelt.
<i>Hippurites chilensis</i>						
<i>Turritella Andii</i>						
<i>Nautilus Domeykus</i>						

G u a s c o.

<i>Pecten Dufreynoyi</i>	}	In einer mir mitgetheilten Sammlung von der Cordillera; die Exemplare finden sich sämmtlich in dem nämlichen Zustande.
<i>Turritella Andii</i>		
<i>Terebratula ignaciana</i>		
<i>T. aenigma</i> , var.		
<i>Spirifer chilensis</i>		

C o p i a p o.

<i>Pecten Dufreynoyi</i>	}	Untereinander gemengt in abwechselnden Schichten im Hauptthale von Copiapo in der Nähe von Las Amolanas, und gleichfalls höher im Thale hinauf.
<i>Turritella Andii</i>		
<i>Terebratula aenigma</i> , var. wie bei Guasco		
<i>Astarte Darwinii</i>		
<i>Gryphaea Darwinii</i>		
<i>G.</i> , n. sp.?		
<i>Perna americana</i>		
<i>Avicula</i> , n. sp.		

Terebratula aenigma (echt) } Hauptthal von Copiapo, augenscheinlich die nämliche Formation wie die bei Amolanas.

Terebratula aenigma (echt) } In der nämlichen Schicht hoch oben in dem groszen Seitenthale des Despoblado in der Schlucht von
Pecten Dufreynoyi }
Gryphaea Darwinii? }

Bei Betrachtung dieser Tabelle glaube ich ist es unmöglich, daran zu zweifeln, dass alle diese Fossilien zu derselben Formation gehören; wenn indessen die Species von Las Amolanas im Thale von Copiapo, wie es mit denen von Guasco der Fall war, einzeln untersucht worden wären, so würden sie wahrscheinlich für oolithisch erklärt worden sein, denn obgleich keine *Spirifer* hier gefunden wurden, haben sämmtliche andere Species mit Ausnahme des *Pecten*, der *Turritella* und *Astarte* ein älteres Ansehen als Kreideformen. Nehmen wir auf der andern Seite die aus dem cretacischen Character dieser drei Muscheln und des *Hippurites*, der *Gryphaea orientalis* und *Ostrea* von Coquimbo hergeleiteten Belege in Betracht, so werden wir zu dem provisorisch bereits benutzten Namen cretaceo-oolithisch zurückverwiesen. Nach geologischen Beweisen glaube ich, dass diese Formation das Äquivalent der Neocomschichten der Cordillera des centralen Chile ist.

Wir wollen zu unserem Durchschnitt in der Nähe von Las Amolanas zurückkehren: — oberhalb des gelben kieseligen Sandsteins oder des äquivalenten kalkigen Schiefergesteins mit seinen Zügen von fossilen Muscheln, je nachdem das Eine oder das Andere vorwiegt, findet sich ein Haufen von Schichten, welcher nicht weniger als von 2000 bis 3000 Fusz Mächtigkeit haben kann, im hauptsächlichsten Theile aus

dem groben hellen, rothen Conglomerat zusammengesetzt, mit vielen eingeschalteten Schichten von rothem Sandstein, und einigen von grünen und anders gefärbten porzellan-jaspisartigen Schichten. Die eingeschlossenen Rollsteine sind gut abgerundet, variiren von der Grösze eines Eies bis zu der eines Cricketballes mit einigen wenigen grösseren und bestehen hauptsächlich aus Porphyren. Die Basis des Conglomerates ebenso wie einige der abwechselnden dünnen Schichten wird aus einem rothen im Ganzen harschen leicht schmelzbaren Sandsteine mit krystallinischen kalkigen Stückchen gebildet. Diese ganze grosze Masse ist wegen der Tausende von ungeheueren eingebetteten verkieselten Baumstämmen merkwürdig, von denen einer acht Fusz lang war und ein anderer achtzehn Fusz im Umfang hatte: wie merkwürdig ist es, dasz jedes Gefäßz in einer so dicken Holzmasse in Kiesel verwandelt worden ist! Ich brachte viele Exemplare davon nach Hause und nach der Angabe von ROBERT BROWN bieten sie sämmtlich die Structur der Coniferen dar.

Über diesem groszen Conglomerat haben wir einen rothen Sandstein in einer Mächtigkeit von 200—300 Fusz, und über diesem eine Schicht von schwarzem kalkigen Schiefergestein, gleich dem, welches mit dem unterteufenden gelblichen weissen Sandstein abwechselt und denselben ersetzt. Dicht an der Verbindung zwischen diesem oberen schwarzen Schiefergestein und dem oberen rothen Sandstein fand ich die *Gryphaea Darwinii* und die *Turritella Andii* und ungeheure Zahlen einer zweischaligen Muschel, die aber zu unvollkommen war, um wieder erkannt zu werden. Wir sehen daher soweit uns die Zeugnisse dieser zwei Muscheln führen — und die *Turritella* ist eine eminent charakteristische Species — dasz die ganze Mächtigkeit dieser ungeheueren Schichtenmasse einem und demselben Alter angehört. Ferner findet sich über dem letzterwähnten oberen rothen Sandstein in mehrfacher Abwechslung das schwarze kalkige Schiefergestein; ich war aber nicht im Stande, bis zu ihm hinaufzusteigen. Alle diese obersten Schichten variiren gleich den untern in einem äussersten Grade ihrem Character nach auf kurzen horizontalen Entfernungen. Die Gypsformation hat, wie sie hier zu sehen ist, eine gröbere mehr mechanische Textur und enthält viel mehr kieselige Masse als die entsprechenden Schichten tiefer unten im Thal. Ihre totale Mächtigkeit zusammen mit den oberen Schichten des porphyritischen Conglomerats schätzte ich zu mindestens 8000 Fusz, und nur ein kleiner Theil des

porphyritischen Conglomerats, welcher auf dem östlichen Abhange der vierten Erhebungssaxe in einer Mächtigkeit von 1500—2000 Fusz erschien, ist hier mit eingeschlossen. Als bestätigend für die bedeutende Mächtigkeit der Gypsformation will ich erwähnen, dasz in dem Desoblado-Thal (welches von dem Hauptthal wenig oberhalb der Stadt von Copiapo abzweigt) eine entsprechende Masse von rothen und weissen Sandsteinen, von dunkeln kalkigen, halbjaspisartigen Schieferletten gefunden wird, welche sich aus einer nahezu ebenen Fläche erhebt und in eine absolut verticale Stellung emporgeworfen ist, so dasz ich durch Abschreiten ihre Mächtigkeit zu nahezu 2700 Fusz ermittelte; nehmen wir dies als einen Vergleichungsmaaszstab, so schätze ich die Mächtigkeit der Schichten oberhalb des porphyritischen Conglomerats zu 7000 Fusz.

Die vorher aufgezählten Fossilien aus den Kalksteinschichten in dem weiszlichen kieseligen Sandstein werden jetzt nach der geringsten Berechnung von Schichten in einer Mächtigkeit von 5000—6000 Fusz bedeckt. Prof. E. FORBES glaubt, dasz diese Muscheln wahrscheinlich in einer Tiefe von ungefähr 30—40 Faden, d. h. von 180—240 Fusz gelebt haben; wie dem auch sei, es ist unmöglich, dasz sie in der Tiefe von 5000—6000 Fusz gelebt haben können. Wir können daher in diesem Falle wie in dem vom Puente del Inca ruhig folgern, dasz der Grund des Meeres, auf welchem die Muscheln lebten, gesunken ist, so dasz er die darüberliegenden submarinen Schichten empfing, und diese Senkung musz stattgefunden haben während der Existenz dieser Muscheln; denn wie ich gezeigt habe, kommen einige von ihnen sowohl hoch oben als tief unten in der Reihe vor. Dasz der Meeresgrund gesunken ist, steht in Harmonie mit dem Vorhandensein der Schichten von groben gut abgerundeten Rollsteinen, welche durch diese ganze Masse von Schichten enthalten sind, ebenso wie mit dem Vorhandensein der oberen groszen Conglomeratmasse von 2000—3000 Fusz Mächtigkeit; denn grobes Geröll hätte sich kaum bilden oder ausbreiten können in den ungeheueren durch die Mächtigkeit der Schichten angedeuteten Tiefen. Auch musz die Senkung langsam gewesen sein, um diese oft wiederkehrende Ausbreitung der Rollsteine zu gestatten. Überdies werden wir sofort sehen, dasz die Oberflächen einiger der Ströme von porphyritischer Lava unterhalb der Gypsformation in so hohem Grade amygdaloid sind, dasz es kaum möglich ist, zu glauben, dasz sie unter dem ungeheueren Druck eines tiefen Oceans geflossen

sind. Die Schlussfolgerung einer groszen Senkung während der Existenz dieser cretaceo-oolithischen Fossile, kann, wie ich glaube, auch auf den District von Coquimbo ausgedehnt werden, obgleich ich, weil die Fossile führenden Schichten dort nicht direct von den oberen Gypsschichten bedeckt werden, welche in dem Durchschnitt nördlich vom Thal eine Mächtigkeit von ungefähr 6000 Fusz haben, dort nicht auf dieser Folgerung bestanden habe.

Die Rollsteine in dem obigen Conglomerat sowohl in den oberen als unteren Schichten sind alle gut abgerundet, und obgleich sie hauptsächlich aus verschiedenen Porphyren bestehen, finden sich doch einige von rothem Sandstein und einem Jaspisgestein, beide gleich den Gesteinsarten, welche in Schichten in dieser nämlichen Gypsformation eingeschaltet sind; es fand sich ein Rollstein von Glimmerschiefer und einige von Quarz, zusammen mit vielen Quarzstückchen. In diesen Beziehungen besteht ein groszer Unterschied zwischen den Gypsconglomeraten und denen der porphyritischen Conglomeratformation, in welcher letzterer eckige und abgerundete, beinahe ausschliesslich aus Porphyren bestehende Fragmente durcheinander gemischt sind, und welche, wie bereits oft bemerkt wurde, wahrscheinlich aus Crateren tief unter dem Meere ausgeworfen wurden. Aus diesen Thatsachen folgere ich, dasz während der Bildung der Conglomerate Land in der Nähe existirte, auf dessen Ufer die unzähligen Rollsteine abgerundet und von da aus verbreitet wurden, und auf welchem die Coniferenwälder gediehen, — denn es ist unwahrscheinlich, dasz so viele tausend Holzblöcke von irgend einer groszen Entfernung her getriftet worden sein sollten. Dieses Land, wahrscheinlich Inseln, musz hauptsächlich aus Porphyren gebildet gewesen sein, mit etwas Glimmerschiefer, woher der Quarz rührt, und mit etwas rothem Sandstein und jaspisartigen Gesteinen. Diese letztere Thatsache ist wichtig, da sie beweist, dasz in diesem District selbst vor der Ablagerung der unteren Gyps- oder cretaceo-oolithischen Schichten Lager einer analogen Structur irgendwo und ohne Zweifel in den centraler gelegenen Zügen der Cordillera erhoben worden sind; es wird hierdurch die Bildung der Cumbre- und Uspallata-Kette uns in die Erinnerung gebracht. Da ich bereits das grosze Seitenthal des Despoblado erwähnt habe, will ich noch bemerken, dasz oberhalb des 2700 Fusz rothen und weissen Sandsteins und dunkeln Schieferlettens sich eine ungeheuere Masse von grobem, harten, rothen Conglomerat einige tausend Fusz an Mächtigkeit findet, welches

viel verkieseltes Holz enthält und offenbar dem groszen oberen Conglomerat von Las Amolanas entspricht: hier besteht indessen das Conglomerat beinahe ausschliesslich aus Rollsteinen von Granit, aus zersetzten Krystallen von röthlichem Feldspath und Quarz, welche fest miteinander wieder verkittet sind. In diesem Falle können wir schliessen, dasz das Land, von welchem die Rollsteine herrühren und auf welchem die jetzt verkieselten Bäume wuchsen, aus Granit gebildet war.

Die aus den cretaceo-oolithischen Schichten zusammengesetzten Berge in der Nähe von Las Amolanas sind von Gängen wie ein Spinnengewebe durchwunden, und zwar in einer Ausdehnung, welche ich nirgends in gleicher Weise gesehen habe, ausgenommen in dem denudirten Innern eines vulcanischen Craters: indessen herrschen nordsüdliche Linien vor; diese Gänge werden gebildet aus grünen, weissen und schwärzlichen Gesteinen, sämmtlich porphyritisch mit Feldspath und häufig mit groszen Hornblendkrystallen. Die weissen Varietäten nähern sich im Character sehr dem Andesit, welcher wie wir gesehen haben die injicirten Axen so vieler Erhebungslinien bildet. Einige von den grünen Varietäten sind fein geblättert, und zwar parallel den Gangwänden.

Sechste Erhebungssaxe (Thal von Copiapo). — Diese Axe besteht aus einer breiten Bergmasse (O) von Andesit, welche aus Albit, aus braunem Glimmer und in andesitischen Granit übergehenden Chlorit mit Quarz zusammengesetzt ist: auf ihrer westlichen Seite hat sie unter einem beträchtlichen Winkel eine dicke Masse stratificirter Porphyre ausgeworfen, welche viel Epidot enthält (NN) und nur deshalb merkwürdig ist, weil sie in sehr dünne Schichten getheilt ist, die in ebenso hohem Grade auf ihrer Oberfläche amygdaloid sind, wie auf dem Festlande geflossene Lavaströme oft blasig sind. Diese porphyritische Formation wird, wie eine Strecke weit in der Schlucht von Jolquera hinauf zu sehen ist, von einem bloszen Rest des unteren Theiles der cretaceo-oolithischen Formation (MM) conform bedeckt, welche an einer Stelle, wie in dem colorirten Durchschnitt dargestellt wird, den Fusz der andesitischen Axe (L) der bereits beschriebenen fünften Linie einfasst und denselben an einer andern Stelle gänzlich verhüllt: in diesem letzteren Falle schienen die Gyps- oder cretaceo-oolithischen Schichten irrthümlich unter das porphyritische Conglomerat

der fünften Axe einzufallen. Die unterste Schicht der Gypsformation wie sie hier zu sehen ist (M) besteht aus gelblichem kieseligem Sandstein, genau gleich dem von Amolanas, stellenweise mit Gypsadern durchwoben und Lager des schwarzen kalkigen, nicht spaltbaren Schiefergesteins enthaltend: die *Turritella Andii*, *Pecten Dufreynoyi*, *Terebratula aenigma* var. und einige *Gryphites* waren in diesen Lagern eingeschlossen. Der Sandstein variiert in der Mächtigkeit von nur zwanzig bis achtzig Fusz, und diese Variation wird durch die Ungleichheiten in der oberen Fläche eines unterteufenden Stromes von purpurnem Thonsteinporphyr verursacht. Es liegen daher die obigen Fossilien hier in der wirklichen Basis der Gyps- oder cretaceo-oolithischen Formation, und sie waren daher wahrscheinlich früher einmal von Schichten von ungefähr 7000 Fusz Mächtigkeit bedeckt: es ist indessen möglich, obschon nach der Beschaffenheit aller übrigen Durchschnitte in diesem District nicht wahrscheinlich, dasz die porphyritische Thonsteinlava in diesem Falle in ein höheres Niveau eingedrungen sein könnte. Über dem Sandstein findet sich eine beträchtliche Masse eines stark verhärteten purpurnen schwarzen kalkigen Thonsteins, in seiner Beschaffenheit mit den häufig erwähnten schwarzen kalkigen Schiefersteinen verwandt.

Nach Osten von der breiten andesitischen Axe dieser sechsten Linie und von vielen Gängen aus derselben heraus durchbohrt findet sich eine grosze Formation (P) von Glimmerschiefer, mit seinen gewöhnlichen Abänderungen und an einer Stelle in ein eisenschüssiges Quarzitgestein übergehend. Die Blätter sind gekrümmt und stark geneigt, meist nach Osten einfallend. Es ist wahrscheinlich, dasz dieser Glimmerschiefer eine alte Formation ist, welche mit den granitischen Gesteinen und metamorphischen Schiefeln in der Nähe der Küste im Zusammenhang steht, und dasz das eine Fragment von Glimmerschiefer und die Rollsteine von Quarz tief unten in der Gypsformation von Las Amolanas von ihr herrühren. Dem Glimmerschiefer folgt ein geschichtetes porphyritisches Conglomerat (Q) von groszer Mächtigkeit, welches mit einer hohen Neigung nach Osten einfällt: ich habe diese letztere Gebirgsmasse zu derselben antiklinischen Axe wie die porphyritischen Ströme gerechnet (NN), ich bin aber bei weitem nicht sicher, dasz diese groszen Massen nicht etwa unabhängig emporgehoben worden sind.

Siebente Erhebungssaxe. — Gehen wir in der Schlucht weiter hinauf, so kommen wir zu einer andern Masse (R) von Andesit; und jenseits derselben haben wir wiederum eine sehr dicke geschichtete porphyritische Formation (S), welche unter einem kleinen Winkel nach Osten fällt und den basalen Theil der Hauptcordillera bildet. Ich stieg nicht höher in der Schlucht hinauf; aber hier in der Nähe von Castaño untersuchte ich mehrere Durchschnitte, von denen ich die Einzelheiten nicht anführen will, und nur bemerke, dasz die porphyritischen Schichten oder submarinen Laven bedeutend an Mächtigkeit vor den abwechselnden sedimentären Schichten vorherrschen, welche nur wenig metamorphosirt worden sind: diese letzteren bestehen aus feinkörnigen rothen Tuffen, und aus weiszlichen vulcanischen Sandsteinen, zusammen mit vielem eigenthümlichem compacten Gestein, welches eine beinahe krystallinische Basis hat, fein mit rothen und grünen Fragmenten durchtrümmert ist und gelegentlich einige wenige grosze Rollsteine enthält. Die porphyritischen Laven sind in hohem Grade amygdaloid, sowohl an ihrer oberen als unteren Fläche; sie bestehen hauptsächlich aus Thonsteinporphyr, aber eine häufige Varietät, wie eine aus den Strömen bei Puente del Inca, hat eine grau gefleckte Basis, auszerordentlich reich an Krystallen von rothem Eisenoxydhydrat, an grünen, augenscheinlich Epidotkrystallen und einigen wenigen glasigen Feldspathkrystallen. Dieser Schichtenhaufen weicht beträchtlich von den basalen Schichten der Cordillera im centralen Chile ab, und könnte möglicherweise zu der oberen und Gypsreihe gehören: ich sah indessen im Thalbett ein Fragment von porphyritischem Breccia-Conglomerat, genau gleich jenen groszen Massen, welche in den südlicheren Theilen von Chile gefunden wurden.

Endlich musz ich bemerken, dasz, obgleich ich zwischen der Stadt Copiapo und dem westlichen Abhang der Hauptcordillera sieben oder acht Erhebungssaxen beschrieben habe, welche sich nahezu nach Norden und Süden erstreckten, man nicht annehmen darf, dasz sie alle continuirlich auf grosze Distanzen sich erstrecken. Wie es bei unseren Durchschnitten quer durch die Cordillera von Central-Chile angeführt wurde, so sind auch hier die meisten Erhebungslinien mit Ausnahme der ersten, dritten und fünften, sehr kurz. Die Stratification ist überall gestört und verwickelt; nirgends habe ich zahlreichere Verwerfungen und Gänge gesehen. Der ganze District vom Meere bis zur Cordillera ist mehr oder weniger Metall führend; und ich habe von Gold-, Silber-,

Kupfer-, Blei-, Quecksilber- und Eisenadern gehört. Die metamorphische Thätigkeit ist selbst in den unteren Schichten sicher hier viel geringer gewesen, als im centralen Chile.

Thal des Despoblado. — Dieses grosze kahle Thal, welches bereits erwähnt worden ist, tritt in das Hauptthal von Copiapo ein wenig oberhalb der Stadt ein: es verläuft zuerst nördlich, dann nordöstlich und mehr östlich in die Cordillera; ich folgte seinem traurigen Laufe bis zum Fusze des ersten Hauptrückens. Ich will keinen detaillirten Durchschnitt geben, weil er im Wesentlichen den bereits gegebenen ähnlich sein würde, und weil die Schichtung äusserst complicirt ist. Nach dem Verlassen der plutonischen Berge in der Nähe der Stadt traf ich zuerst wie in dem Hauptthale auf die Gypsformation, welche denselben verschiedenartigen Character wie früher hatte, und bald darauf Massen des porphyritischen Conglomerats von ungefähr tausend Fusz Mächtigkeit. In dem unteren Theile dieser Formation fanden sich sehr mächtige Schichten, die aus Fragmenten von Thonsteinporphyren zusammengesetzt waren, sowohl eckigen als abgerundeten, wobei die kleineren zum Theil miteinander verschmolzen und die Basis porphyritisch geworden war; diese Schichten trennten deutliche Ströme von Thonsteinlaven von sechzig bis achtzig Fusz Mächtigkeit. Auch in der Nähe von Paipote fand sich viel echtes porphyritisches Breccia-Conglomerat; nichtsdestoweniger waren wenige dieser Massen in demselben Grade metamorphosirt, wie die entsprechende Formation im centralen Chile. Ich traf in diesem Thale keinen echten Andesit, sondern nur unvollkommenen andesitischen Porphyr, welcher grosze Hornblendekrystalle enthielt: so zahlreich auch die Varietäten von intrusiven Porphyren gewesen sind, die bereits erwähnt wurden, hier fanden sich Berge, die aus einer neuen Art zusammengesetzt waren; dieselbe hatte eine compacte, glatte, rahmfarbige Basis und enthielt nur einige wenige Krystalle von Feldspath und war mit dendritischen Flecken von Eisenoxyd gefleckt. Es fanden sich auch einige Berge von Porphyr mit einer ziegelrothen Basis, welche unregelmässige, häufig linsenförmige Flecke von compactem Feldspath und Krystalle von Feldspath enthielt, welche, wie ich zu meiner Überraschung fand, Orthit waren.

Am Fusze des ersten Rückens der Hauptcordillera in der Schlucht von Maricongo und in einer Erhebung, welche ich nach der auszer-

ordentlichen Kälte und dem Ansehen der Vegetation zu ungefähr 10 000 Fusz schätzte, fand ich Schichten von weissem Sandstein und von Kalkstein, welcher den *Pecten Dufreynoyi*, *Terebratula aenigma* und einige *Gryphites* enthielt. Dieser Rücken sendet das Wasser auf der einen Seite in den Stillen Ocean und auf der anderen, wie mir mitgetheilt wurde, in eine grosze mit Schotter bedeckte beckenähnliche Ebene, welche einen Salzsee enthält und keinen Entwässerungsausgang besitzt. Wenn man die Cordillera auf diesem Passe überschreitet, so wird angegeben, dasz drei Hauptrücken überschritten werden müssen anstatt nur zwei oder nur einer, wie im centralen Chile.

Der Kamm dieses ersten Hauptrückens und die umgebenden Berge, mit Ausnahme einiger weniger hoher Zinnen, wird von einer sehr mächtigen horizontal geschichteten tuffartigen Ablagerung bedeckt. Die unterste Schicht ist von einer blaszpurpurnen Färbung, hart, feinkörnig, und voll von zerbrochenen Feldspathkrystallen und Glimmerschuppen. Die mittlere Schicht ist gröber und weniger hart, und verwittert daher in sehr scharfe Spitzen; sie enthält sehr kleine Fragmente von Granit und unzählige von allen Gröszen von grauem blasigen Trachyt, von denen einige deutlich abgerundet waren. Die oberste Schicht ist ungefähr 200 Fusz mächtig, von dunklerer Färbung und augenscheinlich hart; ich hatte aber keine Zeit, hinauf zu steigen. Diese drei horizontalen Schichten kann man auf eine Entfernung von vielen Stunden und besonders nach Westen oder in der Richtung des Stillen Oceans die Gipfel der Berge bedecken und auf den entgegengesetzten Seiten der ungeheueren Thäler auf genau sich entsprechenden Höhen stehen sehen. Wären sie vereint, so würden sie eine sehr unbedeutend nach dem Stillen Ocean zu geneigte Ebene bilden; die Schichten werden in dieser Richtung dünner und der Tuff (nach einem Orte zu urtheilen, bis zu welchem ich eine Strecke im Thal hinab hinauf stieg) feinkörniger und von geringerem specifischen Gewicht, obschon er noch immer compact und unter dem Hammer klingend ist. Die sanft geneigte beinahe horizontale Schichtung, die Gegenwart einiger abgerundeter Rollsteine und die Compactheit der untersten Schicht machen es zwar wahrscheinlich, aber würden mich nicht davon überzeugt haben, dasz diese Masse unter Wasser ihren Ursprung genommen hätte, denn es ist bekannt, dasz vulcanische, auf das Land fallende und durch Regen angefeuchtete Aschen häufig hart und stratificirt werden; aber auf diese Weise entstehende und ihre Consolidation atmosphärischer Feuchtigkeit ver-

dankende Schichten würden beinahe gleichmässig jeden benachbarten Gipfel hoch und niedrig bedeckt und diejenigen über einem gewissen Niveau nicht absolut nackt gelassen haben; dieser Umstand scheint mir zu beweisen, dass die vulcanischen Auswürfe auf ihrem gegenwärtigen weitverbreiteten gleichmässigen Niveau aufgehalten wurden, und dort durch irgend welche andere Mittel als einfache atmosphärische Thätigkeit consolidirt wurden; dieses musz ohne Zweifel eine Wassermasse gewesen sein. Ein See in dieser bedeutenden Höhe und ohne irgend eine Schranke auf irgend einer Seite ist ausser Frage; folglich müssen wir schlieszen, dass die tuffartige Substanz in alter Zeit unter dem Meere abgelagert wurde. Sie wurde sicher abgelagert vor der Aushöhlung der Thäler oder mindestens vor ihrer endlichen Erweiterung⁴; ich will hinzufügen, dass Mr. LAMBERT, ein mit diesem Lande wohlbekannter Herr, mir mittheilt, dass er beim Hinaufsteigen in der Schlucht von St. Andres (welche von dem Despoblado abzweigt) Lavaströme und viele eruptive Substanz sämmtliche Granit- und Porphyrberge bedeckend fand, mit Ausnahme einzelner hervorragender Spitzen; er bemerkte auch, dass die Thäler später nach diesen Eruptionen ausgehöhlt worden sind.

Diese vulcanische Formation, welche sich nach der Mittheilung von Mr. LAMBERT weit nach Norden erstreckt, ist von Interesse, da sie das illustriert, was in einem groszartigen Maszstabe auf der entsprechenden westlichen Seite der Cordillera von Peru stattgefunden hat. Von einem andern Gesichtspuncte aus besitzt sie indessen ein weit höheres Interesse, da sie jene aus der Structur der Säume geschichteter Geschiebe, welche von den Ebenen am Fusz der Cordillera weit die Thäler hinauf verlängert werden, gezogene Folgerung bestätigt, nämlich, dass dieser grosze Höhenzug in Masse bis zu einer Höhe von 8000 und 9000 Fusz erhoben worden ist⁵, und nun können wir nach diesen tuffartigen Ablagerungen zu urtheilen schlieszen, dass

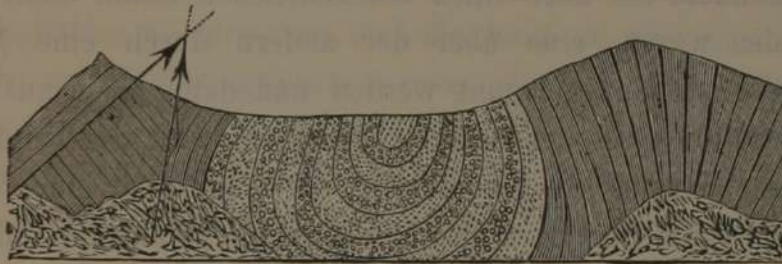
⁴ Ich habe mich zu zeigen bemüht (Reise eines Naturforschers, Übers. p. 408), dass dieses wüste Thal vom zurückweichenden Meere in demselben Zustande, wie wir es jetzt sehen, zurückgelassen wurde, als sich das Land langsam erhob.

⁵ Ich will hier erwähnen, dass auf der Südseite des Hauptthales von Copiapo, in der Nähe von Potrero Seco, die Berge von einer dicken Masse horizontal geschichteten Geschiebes bedeckt sind, und zwar in einer Höhe, welche ich zu zwischen 1500 und 2000 Fusz über der Thahlsohle schätzte. Ich glaube, dieses Geschiebe bildet den Rand einer weiten Ebene, welche sich nach Süden zwischen die beiden Bergketten erstreckt.

die horizontale Erhebung in dem District von Copiapo ungefähr 10 000 Fusz betragen hat.

In dem Thale des Despoblado ist die Schichtung, wie früher bemerkt wurde, bedeutend gestört und an einigen Punkten in einem höheren Grade, als ich irgendwo anders gesehen habe. Ich will zwei Fälle anführen; eine sehr dicke Masse von dünn geschichtetem rothen Sandstein, welcher Schichten von Conglomerat einschlieszt, ist (wie im Holzschnitt dargestellt wird) zu einem Joch oder urnenförmigen Trog zusammengepreszt worden, so dasz die Schichten auf beiden Seiten nach Innen gefaltet worden sind: auf der rechten Seite sieht man das eigentliche unterteufende porphyritische Thonsteinconglomerat den Sandstein überlagern, bald wird es aber senkrecht und ist dann nach dem Troge hingeneigt, so dasz die Schichten auseinander strahlen wie die Speichen eines Rades. Auf der linken Seite nimmt das umgewendete porphyritische Conglomerat auch einen Einfall nach dem Troge hin

Fig. 26.



an, aber nicht allmählich, wie auf der rechten Seite, sondern mittelst einer verticalen Verwerfung und eines synklinischen Bruches; und noch ein wenig weiter hin nach links zu findet sich eine zweite grosze schräge Verwerfung (beide durch die Pfeillinien angedeutet), wo die Schichten nach einem direct entgegengesetzten Punkte hin fallen: diese Berge werden durch unendlich zahlreiche Gänge durchschnitten, von denen man einige aus Kuppen von Grünstein sich erheben sieht, und die man auf Tausende von Fuszen verfolgen kann. Im zweiten Falle wenden sich zwei niedrige Rücken gegeneinander und verbinden sich am oberen Ende eines kleinen keilförmigen Thales; über den ganzen Rücken rechter Hand fallen die Schichten zu 45° nach Osten ein: in dem Rücken linker Hand haben diese selben Schichten zuerst genau denselben Fall, aber wenn man diesen Rücken das Thal hinauf verfolgt, sieht man die Schichten sehr regelmäsztig immer stärker und stärker geneigt werden, bis sie vertical stehen, dann fallen sie

allmählich über (die Stirnränder bilden symmetrische Schlangenlinien dem Kamme entlang), bis sie am wirklichen oberen Ende des Thales unter einem Winkel von 45° umgewendet sind: so dasz an diesem Punkte die Schichten durch einen Winkel von 135° gedreht worden sind; und hier findet sich dann eine Art von antiklinischer Axe, wo die Schichten auf beiden Seiten nach entgegengesetzten Punkten unter einem Winkel von 45° fallen, aber diejenigen auf der linken Seite mit dem unteren Ende nach oben gekehrt.

Über die Eruptionsquellen des porphyritischen Thonsteins und der Grünsteinlaven. — Im centralen Chile ist es wegen der auszerordentlichen metamorphischen Wirkung an den meisten Stellen schwer, zwischen den Strömen porphyritischer Lava und dem porphyritischen Breccia-Conglomerat zu unterscheiden; aber hier bei Copiapo sind sie meist vollkommen deutlich, und im Despoblado sah ich zum ersten Male zwei grosze Schichten von purpurnem Thonsteinporphyr, nachdem sie über einen beträchtlichen Raum dicht miteinander verbunden waren, eine über der andern durch eine Masse von fragmentärer Substanz getrennt werden und dann beide auskeilen; — und zwar war dies bei der unteren rapider der Fall als bei dem oberen und gröszeren Strom. In Anbetracht der Zahl und Mächtigkeit der Ströme porphyritischer Lava und der groszen Mächtigkeit der Schichten von Breccia-Conglomerat lässt sich daran nur wenig zweifeln, dasz die Eruptionsquellen ursprünglich zahlreich gewesen sein müssen. Nichtsdestoweniger ist es jetzt äusserst schwierig, auch nur zu vermuthen, wo der Punkt irgend eines der alten submarinen Cratere genau gelegen haben mag. Ich habe wiederholt Berge von Porphyrarten beobachtet, welche nach ihren Gipfeln zu oder an ihren Abhängen mehr oder weniger deutlich geschichtet waren, ohne Spur einer Schichtung in ihren centralen und basalen Theilen: in den meisten Fällen, glaube ich, ist dies einfach eine Folge entweder der obliterirenden Wirkungen der metamorphischen Thätigkeit oder des Umstandes, dasz derartige Theile hauptsächlich aus intrusiven Porphyren gebildet wurden, oder beide Ursachen haben gemeinsam gewirkt; in einigen Fällen erschien es mir indessen sehr wahrscheinlich, dasz die groszen centralen nicht geschichteten Porphyrmassen die jetzt zum Theil denudirten Kerne der alten submarinen Vulcane waren und dasz die stratificirten Theile die Punkte bezeichneten, von wo aus die Lava strömte. Nur

in einem Falle, und dies war in diesem Thale des Despoblado, war ich im Stande, factisch eine dicke Schicht purpurnen Porphyrs, welcher für eine Strecke von einigen Meilen conform die gewöhnlichen abwechselnden Schichten von Breccia-Conglomeraten und Thonsteinlaven überlagerte, soweit zu verfolgen, bis sie mit einer gebirgigen Masse von verschiedenen nicht stratificirten Porphyren verbunden wurde und mit derselben verschmolz.

Die Schwierigkeit, die Porphyrströme bis zu ihren alten und zweifellos zahlreichen eruptiven Quellen zu verfolgen, kann zum Theil durch die sehr allgemeine Störung erklärt werden, welcher die Cordillera an den meisten Stellen unterlegen ist; ich vermuthe aber stark, dasz es noch eine specifischere Ursache gibt, nämlich, dasz die ursprünglichen Eruptionspunkte dahin neigen, Injectionspunkte zu werden. Dies scheint an und für sich nicht unwahrscheinlich; denn wo die Erdkruste einmal nachgegeben hat, da wird sie dazu geneigt sein, wiederum nachzugeben, wenn schon die verflüssigte intrusive Masse nicht länger mehr im Stande ist, die submarine Oberfläche zu erreichen und als Lava zu flieszen. Ich bin zu diesem Schlusz dadurch geführt worden, dasz ich so häufig beobachtete, dasz, wo ein Theil einer nicht geschichteten Gebirgsmasse im mineralogischen Character den anstosenden Strömen oder Schichten ähnlich war, es auch mehrere andere Arten von intrusiven Porphyren und andesitischen Gesteinen gab, welche in den nämlichen Punkt injicirt waren. Da diese intrusiven Gebirgsmassen die meisten von den Axenlinien in der Cordillera bilden, mögen sie antiklinisch, monoklinisch oder synklinisch sein, und da die Hauptthäler meist diesen Linien entlang ausgehöhlt worden sind, so haben allgemein die intrusiven Massen bedeutend durch Denudation gelitten. Sie stehen daher gern in einem gewissen Grade isolirt an den Punkten, wo die Thäler sich plötzlich wenden und wo die Hauptnebenthäler eintreten. Nach dieser Ansicht, dasz eine Neigung bei den alten Eruptionspunkten vorhanden ist, auch die Punkte späterer Injection und Störung zu werden, und in Folge dessen auch späterer Denudation, hört es auf überraschend zu sein, dasz die Lavaströme in der porphyritischen Thonsteinconglomerat-Formation und in anderen analogen Fällen äusserst selten bis zu ihren wirklichen Quellen verfolgt werden können.

Iquique, südliches Peru. — Verschieden von dem, was wir über ganz Chile gesehen haben, wird die Küste hier nicht von der granitischen Reihe gebildet, sondern von einer Böschung der porphyritischen Conglomeratformation zwischen 2000 und 3000 Fusz Höhe⁶. Ich hatte nur zu einer sehr kurzen Untersuchung Zeit; der Haupttheil der Böschung erscheint als aus verschiedenen rötlichen und purpurnen, zuweilen geblätternen Porphyren zusammengesetzt, welche denen von Chile ähnlich sind; ich sah auch etwas von dem porphyritischen Breccia-Conglomerat; die Schichtung schien nur wenig geneigt. Der oberste Theil besteht nach den Gesteinen in der Nähe der berühmten Silbermine von Huantajaya⁷ zu urtheilen aus geblätternem unreinen thonigen purpurgrauen Kalkstein, ich glaube in Verbindung mit etwas purpurnem Sandstein. Im Kalkstein finden sich Muscheln; mir wurden die drei folgenden Arten gegeben: —

Lucina Americana E. FORBES, Taf. V, Fig. 24.

Terebratula Inca E. FORBES, Taf. V, Fig. 19, 20.

Terebratula aenigma D'ORBIGNY, Taf. V, Fig. 10, 11, 12.

Diese letztere Art haben wir mit den Fossilien vergesellschaftet gesehen, von welchen in diesem Capitel Listen von zwei Stellen in dem Thale von Coquimbo und der Schlucht von Maricongo bei Copiapo gegeben wurden. In Anbetracht dieser Thatsache und der Überlagerung dieser Schichten auf der porphyritischen Conglomeratformation, und der Thatsache, wie wir sofort sehen werden, dasz sie viel Gyps enthält, und auch nach ihrer im Übrigen groszen allgemeinen Ähnlichkeit in der mineralogischen Beschaffenheit mit den im Thale von Copiapo beschriebenen Schichten habe ich nur geringen Zweifel daran, dasz diese Fossile führenden Schichten von Iquique zu der groszen cretaceo-oolithischen Formation des nördlichen Chile gehören. Iquique liegt sieben Breitengrade nördlich von Copiapo; und ich will hier erwähnen, dasz mir ein *Ammonites* nov. spec. und eine *Astarte* nov. spec. vom Cerro Pasco, ungefähr zehn Breitengrade nördlich von Iquique, gegeben worden sind, und D'ORBIGNY meint, dasz sie wahrscheinlich

⁶ Der unterste Punkt, wo die Strasse die Küstenböschung schneidet, ist nach dem Barometer 1900 Fusz über dem Meeresspiegel.

⁷ Mr. Bollaert hat (Proceed. Geol. Soc., Vol. II, p. 598) eine eigenthümliche Masse von geschichtetem Detritus, Geschiebe und Sand von einundachtzig Fusz Mächtigkeit beschrieben, welche den Kalkstein überlagert und an losen Massen von Silbererz auszerordentlich reich ist. Die Bergleute glauben, diese Massen auf bestimmte Adern beziehen zu können.

eine Neocomformation andeuten. Ferner findet sich fünfzehn Breitengrade nach Norden in Columbia eine grosse Fossile führende Ablagerung, jetzt durch die Arbeiten von VON BUCH, LEA, D'ORBIGNY und FORBES wohl bekannt, welche zu den früheren Stufen des Kreidesystems gehört. Hält man daher den Character der wenigen Fossile vom Feuerland in der Erinnerung, so ergibt sich ein Beweis dafür, dass ein grosser Theil der geschichteten Ablagerungen, des grossen ungeheueren Zugs der südamericanischen Cordillera ungefähr derselben geologischen Epoche angehört.

Von der Küstenböschung landeinwärts gehend durchkreuzte ich auf einem Raum von ungefähr dreissig Meilen einen erhobenen welligen District, wo die Schichten nach verschiedenen Richtungen einfielen. Die Gesteine sind von vielerlei Arten, — weisser geblätterter, zuweilen kieseliger Sandstein, — purpurner und rother Sandstein, zuweilen so stark kalkig, dass er einen krystallinischen Bruch hat, — thoniger Kalkstein, — schwarzes kalkiges Schiefergestein, gleich dem so häufig beschriebenen von Copiapo und anderen Orten, — dünn geblätterte, feinkörnige, grünliche verhärtete sedimentäre schmelzbare Gesteine, welche sich im Character den sogenannten Pseudowetzsteinen von Chile nähern und dünne gleichalterige Adern von Gyps einschliessen, — und endlich viel kalkiger geblätterter Porzellanjaspis von einer grünen Farbe mit rothen Flecken und von äusserst leichter Schmelzbarkeit: ich bemerkte eine conforme Schicht von einer gefleckt-braunen feldspathigen Lava. Ich will hier erwähnen, dass ich von grossen Gypsschichten in der Cordillera gehört habe. Der einzige neue Punkt in dieser Formation ist das Vorhandensein zahlloser dünner Lagen von Steinsalz, welche mit den geblätterten und harten, aber zuweilen erdigen gelblichen oder hellrothen und eisenschüssigen Sandsteinen abwechseln. Das dickste Lager von Salz war nur zwei Zoll und es keilte sich an beiden Enden aus. Auf einer dieser Salz führenden Massen bemerkte ich eine ungefähr 12 Fusz mächtige Schicht von dunkelbraunem harten, zertrümmerten, leicht schmelzbaren Gestein, welches Quarzkörner und Körner von schwarzem Eisenoxyd zusammen mit zahlreichen unvollkommenen Muschelfragmenten enthielt. Das Problem des Ursprunges des Salzes ist so dunkel, dass jede Thatsache, selbst geographische Lage, eines Berichtes werth ist⁸. Mit Ausnahme dieser Salz führenden

⁸ Es ist bekannt, dass stratificirtes Salz an mehreren Stellen an den Küsten von Peru gefunden wird. Die Insel San Lorenzo, Lima gegenüber, besteht aus einer

Schichten bieten die meisten der Gesteine, wie bereits bemerkt, eine auffallende allgemeine Ähnlichkeit mit den oberen Theilen der Gypsformation oder cretaceo-oolithischen Formation von Chile dar.

Metall führende Adern.

Ich habe nur einige wenige Bemerkungen über diesen Gegenstand zu machen: in neun Minendistricten, von denen einige von beträchtlicher Ausdehnung sind, welche ich im centralen Chile besuchte, fand ich die hauptsächlichsten Adern von zwischen Nord und Nordwest nach Süd- und Südost verlaufen⁹: an einigen anderen Stellen

ungefähr 800 Fusz mächtigen Masse dünner Schichten, welche aus gelblichen und purpurnen, harten kieseligen oder erdigen Sandsteinen zusammengesetzt sind; sie wechseln mit dünnen Schieferschichten ab, welche an einzelnen Stellen in ein grünliches halbporzellanartiges, schmelzbares Gestein übergehen. Es finden sich einige dünne Schichten von röthlichen Schieferletten und weichen eisenhaltigen verwitterten Gesteinen mit Gypslagern. In beinahe allen diesen Varietäten, besonders in den weicheren Sandsteinen finden sich zahlreiche dünne Säume von Steinsalz: man theilte mir mit, dasz eine zwei Zoll mächtige Schicht gefunden worden ist. Die Art und Weise, in welcher die allerkleinsten Spalten der dislocirten Schichten vom Salz, augenscheinlich durch spätere Infiltration durchdrungen sind, ist sehr merkwürdig. Auf der Südseite der Insel sind Lager von Steinkohle und unreinem Kalkstein entdeckt worden. Daher haben wir hier Salz, Gyps und Steinkohle in Gesellschaft miteinander. Die Schichten enthalten Adern von Quarz, kohlen-sauren Kalk und Schwefelkies; sie sind durch eine injicirte Masse eines grünlich-braunen feldspathigen Trapp dislocirt worden.

Salz findet sich nicht bloz sehr reichlich an den äussersten westlichen Grenzen des Districtes zwischen der Cordillera und dem Stillen Ocean, sondern wird auch nach Helms in den abliegenden niedrigen Bergen auf dem östlichen Abhange der Cordillera gefunden. Diese That-sachen scheinen mir der Theorie entgegen zu sein, dasz Steinsalz seinen Ursprung dem Sinken von mit Salz beladenem Wasser in mittelmeerischen Räumen des Oceans verdanke. Der allgemeine Character der Geologie dieser Länder dürfte eher zu der Meinung führen, dasz sein Ursprung auf irgend welche Weise mit vulcanischer Hitze am Meeresgrunde in Verbindung steht; s. über diesen Gegenstand Sir R. J. Murchison's Anniversary Address to the Geolog. Soc., 1843, p. 65.

⁹ Diese Bergwerksdistricte sind: Yaquil in der Nähe von Nancagua, wo die Richtung der Hauptadern, auf welche allein ich mich in allen Fällen beziehen werde, nord-südlich ist; in der Uspallata-Kette ist der vorherrschende Zug Nord-nordwest und Südsüdost; in C. de Prado ist er Nordnordwest und Südsüdost; in der Nähe von Illapel ist er Nord bei West und Süd bei Ost; bei Los Hornos variirt die Richtung zwischen Nord und Nordwest nach Süd und Südost; am C. de los Hornos (weiter nach Norden) ist er Nordnordwest und Südsüdost; bei Panuncillo ist er Nordnordwest und Südsüdost; und endlich bei Arqueros ist die Richtung Nordwest und Südost.

indessen ist ihr Verlauf dem Anscheine nach völlig unregelmässig, wie es der Angabe nach in dem ganzen Thale von Copiapo allgemein der Fall sein soll. Bei Tambillos, südlich von Coquimbo, sah ich eine grosze Kupferader sich ostwestlich erstrecken. Es ist der Bemerkung werth, dasz die Blätterung des Gneiszes und des Glimmerschiefers und die Spaltung des verwandelten Thonschiefers, wo solche Gesteine vorkommen, sicher die Neigung haben, wie die Metall führenden Adern zu verlaufen, obschon häufig unregelmässig, und zwar in einer Richtung von ein wenig nach West von Norden. Bei Yaquil beobachtete ich, dasz die hauptsächlichsten Gold führenden Adern nahezu parallel mit dem Korn oder der unvollkommenen Spaltung der umgebenden granitischen Gesteine liefen. In Bezug auf die Vertheilung der verschiedenen Metalle sind Kupfer, Gold und Eisen meist miteinander vergesellschaftet und werden äusserst häufig (aber mit vielen Ausnahmen, wie wir sofort sehen werden) in den Gesteinen der unteren Reihe zwischen der Cordillera und dem Stillen Ocean gefunden, nämlich in Granit, Syenit, verwandeltem feldspathigen Thonschiefer, Gneisz und, wie in der Nähe von Guasco, Glimmerschiefer. Die Kupfererze bestehen aus Schwefelkupfer, Oxyden und kohlensauren Verbindungen, zuweilen mit Blättern von reinem Metall: mir wurde versichert, dasz in einigen Fällen (so bei Panuncillo, südlich von Coquimbo) der obere Theil einer und derselben Ader Oxyd, und der untere Theil Sulphuride von Kupfer enthält¹⁰. Gold kommt in gediegener Form vor; man glaubt, dasz in vielen Fällen der obere Theil der Ader der productivste Theil ist; diese Thatsache hängt wahrscheinlich mit dem Reichthum dieses Metalles in dem geschichteten Detritus von Chile zusammen, welcher hauptsächlich von der Degradation der oberen Parthien der Gesteine hergeleitet werden musz. Diese oberflächlichen Schichten gut abgerundeten Gerölls und Sandes, welche Gold enthalten, schienen mir sich unter dem Meere dicht am Strande während der langsamen Erhebung des Landes gebildet zu haben: SCHMIDTMEYER¹¹ bemerkt, dasz in Chile nach Gold in der Weise gesucht wird, dasz man die Ufer in der Höhe von einigen Fuszen an den Seiten der Ströme schürft, und nicht in ihren Betten, wie es der Fall gewesen sein würde, wenn dieses

¹⁰ Diese selbe Thatsache ist von Taylor auf Cuba beobachtet worden; London Philos. Journ., Vol. XI, p. 21.

¹¹ Travels in Chile, p. 28.

Metall durch gewöhnliche alluviale Thätigkeit abgelagert worden wäre. Sehr häufig sind die Kupfererze, die etwas Gold enthalten, mit sehr reichlichem glimmerhaltigen Eisenerz vergesellschaftet. Gold wird oft im Schwefelkies gefunden: in zwei Goldminen bei Yaquil (in der Nähe von Nancagua) wurde mir von dem Besitzer mitgetheilt, dasz in einer Ader das Gold immer mit Kupferkies und in der andern mit Schwefelkies vergesellschaftet wäre: in diesem letzteren Falle wird angegeben, dasz, wenn die Ader aufhört Schwefelkies zu enthalten, es doch noch der Mühe werth ist, das Aufbrechen fortzusetzen, dasz es aber, wenn der Schwefelkies, wenn er wieder erscheint, nicht Gold führend ist, besser ist, die Aufarbeitung der Ader sofort aufzugeben. Obgleich ich glaube, dasz Kupfer am häufigsten in der untern granitischen und metamorphischen Schieferreihe gefunden werde, so kommen doch diese Metalle sowohl in der porphyritischen Conglomerat-Formation (wie an den Abhängen der Campana von Quillota und bei Jajuel) als auch in den darüberlagernden Schichten vor. Bei Jajuel wurde mir mitgetheilt, dasz das Kupfererz mit etwas Gold nur in den Grünsteinen und dem verwandelten feldspathigen Thonschiefer, welcher mit dem purpurnen porphyritischen Conglomerat abwechselt, gefunden wird. Mehrere Goldadern und einige mit Kupfererz werden in mehreren Theilen der Uspallata-Kette bearbeitet, sowohl in den metamorphosirten Schichten, welche wie gezeigt wurde von wahrscheinlich späterem Ursprunge sind als die Neocom- oder Gypsformation der Hauptcordillera, als auch in den intrusiven andesitischen Gesteinen dieser Kette. Bei Los Hornos (nördliche Seite von Illopel) finden sich gleichfalls zahlreiche Adern von Kupferkies und von Gold, beides in den Schichten der Gypsformation und in den injicirten Bergen von Andesit und verschiedenen Porphyren.

Silber kommt in der Form eines Chlorids, einer Schwefelverbindung oder eines Amalgams, oder in seinem gediegenen Zustande und mit Blei und anderen Metallen vergesellschaftet und bei Arqueros mit reinem gediegenen Kupfer hauptsächlich in der oberen groszen Gyps- oder cretaceo-oolithischen Formation vor, welche wahrscheinlich die reichste Masse in Chile bildet. Als Beispiele können wir die Minen-districte von Arqueros in der Nähe von Coquimbo und die in beinahe dem ganzen Thale von Copiapo und von Iquique in Peru anführen (wo die hauptsächlichsten Adern von Nord-Ost bei Ost nach Süd-West bei West laufen). Hiervon rührt MOLINA'S Bemerkung, dasz Silber in den

kalten und solitären Wüsten der oberen Cordillera geboren wird. Es finden sich indessen Ausnahmen von dieser Regel: bei Paral (südöstlich von Coquimbo) wird Silber in der porphyritischen Conglomerat-Formation gefunden, wie es, wie ich vermuthe, gleichfalls der Fall ist bei San Pedro de Nolasco im Peuquenes-Pasz. Reich Silber führendes Blei wird im Thonschiefer der Uspallata-Kette gefunden, und ich habe eine alte Silbermine in einem Berge von Syenit am Fusze der Campana von Quillota gesehen: mir wurde auch versichert, dasz Silber in der andesitischen und porphyritischen Gegend zwischen der Stadt Copiapo und dem Stillen Ocean gefunden worden ist. Ich habe in einem früheren Theile dieses Capitels angegeben, dasz in zwei benachbarten Bergwerken bei Arqueros die Adern in dem einen productiv waren, wenn sie die eigenthümlichen grünen sedimentären Schichten durchsetzten, und unproductiv, wenn sie die röthlichen Schichten durchkreuzten, während in der andern Mine genau das Umgekehrte statt hat; ich habe auch den eigenthümlichen und seltenen Fall beschrieben, wo zahlreiche Stückchen gediegenen Silbers und Silberchlorids in dem grünen Gestein bis in eine Entfernung von einem Yard von der Ader zerstreut vorkamen. Quecksilber kommt mit dem Silber sowohl bei Arqueros, als auch bei Copiapo vor: am Fusz des C. de los Hornos (südöstlich von Coquimbo, ein von dem früher erwähnten Los Hornos verschiedener Ort) sah ich in einem syenitischen Gestein zahlreiche Quarzadern, welche ein wenig Zinnober in Nestern enthielten: es fanden sich hier andere parallele Adern von Kupfererz und von einem Eisen und Gold führenden Erz. Ich glaube Zinn ist niemals in Chile gefunden worden.

Aus den mir von Mr. NIXON von Yaquil¹² und von Andern gegebenen Mittheilungen geht hervor, dasz in Chile diejenigen Adern meist am permanentesten productiv sind, welche, aus verschiedenen Mineralien bestehend (zuweilen nur unbedeutend von den umgebenden Gesteinen abweichend), parallele an Metallen reiche Fäden enthalten; eine derartige Ader wird eine Veta real genannt. Gewöhnlicher werden die Bergwerke nur da bearbeitet, wo ein, zwei oder mehrere dünne Adern oder Fäden, in einer verschiedenen Richtung verlaufend, eine arme Veta real durchschneiden: einstimmig ist man der Annahme,

¹² In der Durazno-Mine ist das Gold mit Kupferkies verbunden und die Adern enthalten grosze Prismen von Bleiglanz. Krystallisirter kohlensaurer Kalk ist eines der häufigsten Mineralien in der Matrix der Chilenischen Adern.

dasz an solchen Durchschneidungspunkten (Cruceros) die Quantität von Metall viel grösser ist, als die in andern Theilen der durchschneidenden Adern enthaltene. An einigen Cruceros oder Durchschneidungspunkten erstrecken sich die Metalle selbst bis jenseits der Wandungen der hauptsächlichlichen breiten steinigen Ader. Man sagt, dasz je grösser der Durchschneidungswinkel ist, desto grösser das Ergebnis, und dasz nahezu parallele Fäden einander anziehen; in der Uspallata-Kette beobachtete ich, dasz zahlreiche dünne Gold und Eisen führende Adern wiederholt in Knoten zusammenliefen und dann sich wieder auseinander verzweigten. Ich habe bereits die merkwürdige Art und Weise beschrieben, in welcher Gesteine der Uspallata-Kette bis in eine beträchtliche Entfernung von den metallischen Adern verhärtet und geschwärzt sind, als wenn sie durch Schieszpulver gesprengt wären.

Endlich will ich bemerken, dasz die Gegenwart von metallischen Adern augenscheinlich mit dem Vorhandensein intrusiver Gesteine und mit dem Grade der metamorphischen Wirkung zusammenzuhängen scheint, welchen die verschiedenen Districte von Chile erlitten haben¹³. Solche metamorphische Gebiete werden meist von zahlreichen Gängen und injicirten Massen von Andesit und verschiedenen Porphyren begleitet: ich habe an mehreren Stellen die Metall führenden Adern von den intrusiven Massen in die umhüllenden Schichten verfolgt. Da man weisz, dasz die porphyritische Conglomerat-Formation aus abwechselnden Strömen submariner Laven und aus dem Detritus von älteren eruptiven Gesteinen besteht, und dasz die Schichten der oberen Gypsformation zuweilen submarine Laven einschlieszen und aus Tuffen, Schieferletten und wahrscheinlich von vulcanischen Exhalationen herrührenden Mineralsubstanzen zusammengesetzt sind, so ist der Reichthum dieser Schichten in hohem Grade merkwürdig, wenn man ihn mit den eruptiven Schichten, — häufig von submarinem Ursprung aber nicht metamorphosirt — vergleicht, welche die zahlreichen Inseln im Stillen, Indischen und Atlantischen Ocean zusammensetzen; denn auf diesen Inseln fehlen Metalle gänzlich, und selbst ihre Natur ist den Eingeborenen unbekannt.

Zusammenfassung über die geologische Geschichte der chilenischen Cordillera und über die südlichen Theile

¹³ Sir Rod. Murchison und seine Reisegefährten haben einige auffallende Thatsachen über diesen Gegenstand in ihrer Schilderung der Uralgebirge mitgetheilt: Geolog. Proceed., Vol. III, p. 748.

von Süd-America. — Wir haben gesehen, dass die Ufer des Stillen Oceans über den Raum von 1200 Meilen von Tres Montes nach Copiapo, und ich glaube für eine sehr viel gröszere Entfernung, mit Ausnahme der tertiären Becken aus metamorphischen Schiefen, plutonischen Gesteinen und mehr oder weniger verwandeltem Thonschiefer zusammengesetzt sind. Auf dem so gebildeten Boden des Oceans wurden ungeheure Ströme verschiedener purpurner Thonstein- und Grünsteinporphyre ergossen, zusammen mit groszen abwechselnden Haufen von eckigen und abgerundeten Fragmenten ähnlicher, aus den submarinen Cratern ausgeworfenen Gesteine. Nach der Compactheit der Ströme und Fragmente ist es wahrscheinlich, dass mit Ausnahme einiger Districte im nördlichen Chile die Eruptionen in äusserst tiefem Wasser statt hatten. Die Eruptionsöffnungen scheinen über eine Breite von 50 bis 100 Meilen vertheilt gewesen zu sein, mit einigen davon abliegenden Punkten, und dicht genug beieinander sowohl nördlich und südlich, als östlich und westlich gelegen zu haben, dass die ausgeworfene Substanz eine continuirliche Masse bildete, welche im centralen Chile mehr als eine Meile Mächtigkeit hat. Ich verfolgte diese muldenartige Masse nur für 450 Meilen; aber nach dem was ich bei Iquique sah, nach Handstücken und nach veröffentlichten Beschreibungen hat sie offenbar eine vielmal gröszere Länge gehabt. In den basalen Theilen der Reihe, und besonders nach den Abhängen des Höhenzugs hin, wurde Letten, seitdem in einen feldspathigen schieferigen Stein und zuweilen auch in Grünstein verwandelt, gelegentlich zwischen die Schichten eruptiver Masse abgelagert. Mit dieser Ausnahme ist die Gleichförmigkeit der porphyritischen Gesteine sehr merkwürdig.

Zu der Periode, wo die Eruption der Thonstein- und Grünsteinporphyre nahezu oder ganz aufgehört hatte, wurde jener grosze Schichtenhaufen, welchen ich, weil er so oft an Gyps auszerordentlich reich ist, meist die Gypsformation genannt habe, abgelagert, und feldspathige Laven zusammen mit anderen eigenthümlichen vulcanischen Gesteinen wurden gelegentlich ergossen: ich bin weit entfernt davon, behaupten zu wollen, dass irgend eine bestimmte Demarcationslinie zwischen dieser Formation und den unterteufenden Porphyren und porphyritischen Conglomeraten gezogen werden kann, aber in einer Masse von solch' bedeutender Mächtigkeit und zwischen Schichten von so weit verschiedener mineralogischer Beschaffenheit war irgend eine Theilung noth-

wendig. Ungefähr am Anfange der Gypsperiode scheint der Grund des Meeres hier zuerst mit Muscheln bevölkert worden zu sein, der Art nach nicht viel, aber an Individuen sehr reich. Beim Puente del Inca sind die Fossile in der Nähe der Basis der Formation eingebettet; in dem Peuquenes-Zug auf verschiedenen Höhen, halbwegs hinauf, und selbst noch höher in der Reihe; es gehört daher in diesen Durchschnitten der ganze grosze Haufen von Schichten zu derselben Periode: dieselbe Bemerkung ist auf die Schichten bei Copiapo anwendbar, welche eine Mächtigkeit von zwischen 7000 und 8000 Fusz erreichen. Die fossilen Muscheln in der Cordillera des centralen Chile gehören nach der Meinung aller der Paläontologen, welche sie untersucht haben, zu den früheren Stufen des Kreidesystems, während im nördlichen Chile eine äusserst eigenthümliche Mischung von Kreideformen und oolithischen Formen vorkommt: nach den geologischen Beziehungen dieser zwei Districte kann ich indessen nicht umhin anzunehmen, dasz sie nahezu zu derselben Periode gehören, welche ich provisorisch cretaceo-oolithisch genannt habe.

Die Schichten in dieser Formation, welche aus schwarzen kalkigen Schiefergesteinen, rothen und weissen und zuweilen kieseligen Sandsteinen, aus groben Conglomeraten, Kalksteinen, Tuffen, dunkeln Schieferletten und jenen eigenthümlichen feinkörnigen Gesteinen, welche ich Pseudo-Wetzstein genannt habe, aus ungeheuern Gypslagern und vielen andern jaspisartigen und kaum zu beschreibenden Varietäten zusammengesetzt sind, variiren und ersetzen einander in kurzen horizontalen Entfernungen in einem Grade, welcher wie ich glaube selbst in keinem tertiären Becken irgendwo erreicht ist. Die meisten dieser Substanzen sind leicht schmelzbar und rühren augenscheinlich entweder von jetzt noch in ruhiger Thätigkeit befindlichen Vulcanen oder von dem Zerreiben vulcanischer Producte her. Wenn wir uns den Grund des Meeres vorstellen, der im äussersten Grade uneben geworden ist, mit zahlreichen Crateren, von denen einige wenige gelegentlich sich in Eruption finden, von denen aber der gröszere Theil sich im Zustande der Solfataren findet, kalkige, kieselige, eisenhaltige Substanzen auswerfen, ebenso wie Gyps oder Schwefelsäure in einer Menge, welche selbst die jetzt bestehenden Schwefelvulcane von Java¹⁴ übertrifft, so werden wir wahrscheinlich die Umstände verstehen, unter denen dieser eigenthümliche

¹⁴ L. von Buch, Descript. phys. des Iles Canaries, p. 428.

Haufen variirender Schichten angehäuft wurde. Die Muscheln scheinen in den ruhigen Perioden gelebt zu haben, wo nur Kalkstein oder kalkigthonige Substanz niedergeschlagen wurde. Nach Dr. GILLIES' Schilderung erstreckt sich diese Gyps- oder cretaceo-oolithische Formation südlich bis zum Pasz von Planchon und ich verfolgte sie noch nach Norden mit Zwischenräumen für 500 Meilen: nach dem Character der Schichten mit der *Terebratula aenigma* bei Iquique zu urtheilen erstreckt sie sich 400 bis 500 Meilen noch weiter; und vielleicht selbst zehn Breitengrade nördlich von Iquique bis zu dem Cerro Pasco nicht weit von Lima: ferner wissen wir, dasz eine Kreideformation, auszerordentlich reich an Fossilien, sich nördlich vom Aequator in Columbia bedeutend entwickelt hat: im Feuerlande wurde ungefähr um dieselbe Zeit ein groszer Bezirk von Thonschiefer abgelagert, welcher in seinen mineralogischen Characteren und äusseren Erscheinungen mit den silurischen Gegenden von Nord-Wales verglichen werden kann. Die Gypsformation wie die des porphyritischen Breccia-Conglomerats, auf welchem sie ruht, ist von unbeträchtlicher Breite, obschon von grösserer Breite im nördlichen, als im centralen Chile.

Da die fossilen Muscheln in dieser Formation auf dem Peuquenes-Rücken von einer Schichtenmasse von beträchtlicher Mächtigkeit, beim Puente del Inca von mindestens 5000 Fusz, bei Coquimbo, obschon die Überlagerung dort weniger deutlich sichtbar ist, von ungefähr 6000 Fusz, und bei Copiapo sicher von 5000 oder 6000, und wahrscheinlich von 7000 Fusz (da die nämlichen Species dort in den oberen und unteren Theilen der Reihe wieder auftreten) bedeckt werden, so können wir sicher sein, dasz der Grund des Meeres während dieser cretaceo-oolithischen Periode sank, so dasz die Anhäufung der darüberliegenden submarinen Schichten gestattet wurde. Diese Folgerung wird durch die Gegenwart der vielen Schichten auf vielen Niveau's von grobem Conglomerat bestätigt, — oder erklärt dieselbe vielleicht, — in welchem Conglomerat die gut abgerundeten Rollsteine in keinem sehr tiefen Wasser fortgeschafft wurden, wie wir wohl nicht annehmen können. Selbst die unterteufenden Porphyre bei Copiapo mit ihren in hohem Grade amygdaloiden Flächen scheinen unter keinem groszen Druck geflossen zu sein. Die hierdurch deutlich angezeigte grosze Senkungsbewegung musz sich in einer nord-südlichen Linie für mindestens 400 Meilen ausgedehnt haben und war wahrscheinlich von gleicher Ausdehnung wie die Gypsformation.

Die eben erwähnten Conglomeratschichten und die auszerordentlich zahlreichen verkieselten Stämme von Nadelhölzern bei Los Hornos, vielleicht bei Coquimbo und an zwei von einander entfernt liegenden Punkten im Thale von Copiapo deuten darauf hin, dasz in dieser Periode in dieser Gegend Land existirte. Dieses Land oder diese Inseln im nördlichen Theile des Districtes von Copiapo müssen beinahe ausschließlich, nach der Natur der Rollsteine zu urtheilen, aus Granit bestanden haben; in den südlichen Theilen von Copiapo musz das Land hauptsächlich aus Thonstein-Porphyrn gebildet worden sein, mit etwas Glimmerschiefer und mit vielem Sandstein und jaspisartigen Gesteinen, genau gleich den Gesteinen in der Gypsformation, und ohne Zweifel zu deren basaler Reihe gehörig. An mehreren andern Stellen müssen gleichfalls während der Anhäufung der Gypsformation ihre basalen Theile und das unterteufende porphyritische Conglomerat bereits zum Theil emporgehoben und der Denudation ausgesetzt gewesen sein; in der Nähe des Puente del Inca und bei Coquimbo müssen Massen von Glimmerschiefer oder irgend eines derartigen Gesteins existirt haben, wovon die vielen kleinen Rollsteine von opakem Quarz herrühren. Aus diesen Thatsachen folgt, dasz in einigen Theilen der Cordillera die oberen Schichten der Gypsformation nicht-conform auf den untern Schichten liegen müssen, und die ganze Gypsformation stellenweise nicht conform auf dem porphyritischen Conglomerat; obgleich ich keine derartigen Fälle gesehen habe, fehlt doch an vielen Stellen die Gypsformation vollständig, und obgleich dies ohne Zweifel meist durch eine durchaus spätere Denudation verursacht sein mag, dürfte doch in andern Fällen das unterteufende porphyritische Conglomerat local vor der Ablagerung der Gypsschichten emporgehoben worden sein und hierdurch die Quelle geworden sein, von welcher die Porphyrollsteine, die in ihnen eingebettet vorkommen, herrühren. In der porphyritischen Conglomerat-Formation, in ihren unteren und mittleren Theilen, finden wir sehr selten irgend einen Beweis für die Existenz benachbarten Landes, mit Ausnahme der kleinen Quarzrollsteine bei Jajuel in der Nähe von Aconcagua, und des einzigen Granitrollsteins bei Copiapo: in den oberen Theilen indessen, und besonders in dem District von Copiapo, führt mich die Zahl durchaus gut abgerundeter Rollsteine compacter Porphyre zu der Annahme, dasz ebenso wie während der fortdauernden Anhäufung der Gypsformation die unteren Schichten bereits local emporgehoben und der Denudation ausgesetzt waren, dies auch mit dem

porphyritischen Conglomerat der Fall war. Verfolgt man daher in dieser Weise die geologische Geschichte der Cordillera, so kann man schlieszen, dasz der Grund eines tiefen und offenen oder nahezu offenen Oceans durch porphyritische Eruptionen aufgefüllt wurde, wahrscheinlich unterstützt durch irgend eine allgemeine und einige locale Erhebungen bis zu dem vergleichsweise seichten Niveau, in welchem die cretaceo-oolithischen Muscheln zuerst lebten. In dieser Periode ergaben die submarinen Cratere in Intervallen einen ungeheuren Vorrath von Gyps und andern mineralischen Exhalationen, und ergossen gelegentlich an gewissen Stellen Laven hauptsächlich von feldspathiger Beschaffenheit: in dieser Periode waren Inseln, welche mit Nadelhölzern bekleidet und aus Porphyren, primärem Gestein und den untern Gypsschichten zusammengesetzt waren, bereits local emporgehoben und der Einwirkung der Wellen ausgesetzt worden; — die allgemeine Bewegung zu dieser Zeit war indesz eine über einen sehr weiten Bezirk ausgedehnte langsame Senkung, welche fort dauerte bis der Meeresgrund mehrere tausend Fusz gesunken war.

Im centralen Chile wurde nach der Ablagerung der Gypsschichten in bedeutender Mächtigkeit und nach deren Emporhebung, durch welche der Cumbre-Rücken und die benachbarten Züge gebildet wurden, eine ungeheure Masse tuffartiger Substanz und submariner Lava aufgehäuft, da, wo die Uspallata-Kette jetzt steht; nach der Ablagerung und der Emporhebung der äquivalenten Gypsschichten der Peuquenes-Kette wurde auch die grosze mächtige Masse von Conglomerat im Thale von Tenuyan angehäuft: wir wissen ganz positiv durch die begrabenen verticalen Baumstämme, dasz während der Ablagerung der Uspallata-Schichten eine Senkung von einigen tausend Fusz stattfand, und wir können aus der Natur der Conglomerate im Thale von Tenuyan folgern, dasz eine ähnliche und vielleicht gleichzeitige Bewegung dort statt hatte. Wir haben daher Beweise für eine zweite grosze Senkungsperiode, und ebenso wie in dem Falle der Senkung, welche die Anhäufung der cretaceo-oolithischen Schichten begleitete, so scheint auch diese letztere Senkung durch abwechselnde oder locale erhebende Bewegungen complicirt worden zu sein: — denn die verticalen in der Mitte der Uspallata-Schichten begrabenen Bäume müssen auf trockenem Lande gewachsen sein, welches durch Emporheben der untern submarinen Schichten gebildet wurde. Ich werde sofort die Thatsachen zu recapituliren haben, welche zeigen, dasz zu einer noch späteren

Periode, nämlich nahezu am Beginn der alten tertiären Ablagerungen von Patagonien und Chile der Continent auf nahezu seinem jetzigen Niveau stand und dann zum dritten Mal langsam im Betrag von mehreren hundert Fusz sank und später wieder auf sein jetziges Niveau langsam emporgehoben wurde.

Die höchsten Gipfel der Cordillera scheinen aus activen oder gewöhnlicher ruhenden Vulcanen zu bestehen, — so der Tupungato, Maypu und Aconcagua, welcher letztere 23 000 Fusz über dem Meerespiegel steht, und viele andere. Die nächst höchsten Gipfel werden aus den Gyps- und porphyritischen Schichten gebildet, welche in verticale oder stark geneigte Stellungen emporgeworfen wurden. Auszer der hiernach durch winkelige Dislocation erlangten Erhebung komme ich auch ohne Zögern —, nach den stratificirten Geröllsäumen, welche sanft in den Thälern der Cordillera von den mit Geröll bedeckten Ebenen an ihrem Fusze aufsteigen, welche letztere wieder mit den noch immer mit recenten Muscheln an der Küste bedeckten Ebenen im Zusammenhang stehen, — zu dem Schlusz, dasz diese grosze Kette in Masse durch eine langsame Bewegung bis zu einem Betrag von mindestens 8000 Fusz emporgehoben worden ist. In dem Despobladothal nördlich von Copiapo betrug die horizontale Erhebung, nach der compact geschichteten Tuffablagerung, welche die Berge in der Entfernung auf entsprechenden Höhen bedeckten, zu urtheilen, ungefähr 10 000 Fusz. Es ist sehr möglich, oder besser wahrscheinlich, dasz diese Erhebung in Masse nicht streng horizontal gewesen sein mag, sondern unter der Cordillera energischer, als nach der Küste auf beiden Seiten zu: nichtsdestoweniger können Bewegungen dieser Art zweckmässig von jenen unterschieden werden, durch welche Schichten plötzlich zerbrochen und aufgerichtet worden sind. Als ich die Cordillera betrachtete, ehe ich Mr. HOPKINS eingehende Researches on physical Geology gelesen hatte, prägte sich mir die Überzeugung ein, dasz die Winkelerhebungen, so heftig sie auch sein mochten, in ihrer Bedeutung der groszen Aufwärtsbewegung in Masse völlig untergeordnet waren, und dasz sie dadurch verursacht wurden, dasz die Ränder der weiten Spalten, welche nothwendig aus der Spannung des erhobenen Bezirks resultirten, dem Sturz verflüssigten Gesteins nach innen zu nachgaben und hierdurch emporgewendet wurden.

Die durch winkelig emporgehobene Schichten gebildeten Rücken sind selten von bedeutender Länge: in den centralen Thälern der Cor-

dillera sind sie meist einander parallel und laufen in nordsüdlichen Richtungen; aber nach den Abhängen zu erstrecken sie sich mehr oder weniger schräg. Die winkelige Dislocation ist in der centralen Reihe viel heftiger, als in den äusseren Hauptzügen, sie ist aber gleichfalls in einigen der kleineren Züge an den äussersten Abhängen heftig gewesen. Die Heftigkeit ist an den nämlichen kurzen Zügen sehr ungleich gewesen; die Rinde hat offenbar dazu geneigt, auf gewissen Punkten den Spaltungslinien entlang nachzugeben. Wie ich zu zeigen versucht habe, waren diese Punkte wahrscheinlich zuerst Eruptionsherde, und später Herde für injicirte Massen von Porphyr und Andesit¹⁵. Die grosse Ähnlichkeit der andesitischen Granite und Porphyre durch ganz Chile, das Feuerland und selbst Peru ist sehr merkwürdig. Das Vorherrschen von Feldspath, der wie Albit spaltet, ist nicht bloss bei den Andesiten gemein, sondern (wie ich nach der hohen Autorität von Prof. G. Rose ebenso, wie nach meinen eigenen Messungen folgere) den verschiedenen Thonstein- und Grünsteinporphyren und den trachytischen Laven der Cordillera eigen. Die andesitischen Gesteine sind in den meisten Fällen die zuletzt injicirten gewesen, und sie bilden wahrscheinlich eine zusammenhängende Kuppel unter dieser grossen Kette, sie stehen in einiger Beziehung zu den modernen Laven und sie scheinen das unmittelbare Agens bei der Metamorphose der porphyritischen Conglomerat-Formation und häufig auch der Gypsschichten bis zu dem ausserordentlichen Grade gewesen zu sein, bis zu welchem diese Formationen gelitten haben.

In Bezug auf das Alter, in welchem die verschiedenen parallelen die Cordillera zusammensetzenden Rücken aufgeworfen wurden, habe ich nur wenig Beweismaterial. Viele von ihnen mögen gleichzeitig emporgehoben und in derselben Weise injicirt worden sein, wie auf vulcanischen Archipelen Laven gleichzeitig auf parallelen Spaltungslinien aufgeworfen werden¹⁶, aber die augenscheinlich aus der Denudation der porphyritischen Conglomerat-Formation herrührenden Rollsteine, welche gelegentlich in den oberen Theilen dieser nämlichen Formation und auch häufig in der Gypsformation vorhanden sind, zusammen-

¹⁵ Sir Rod. Murchison und seine Gefährten geben an (Geolog. Proceed., Vol. III. p. 747), dass kein echter Granit in den höheren Uralbergen auftritt, dass aber syenitischer Grünstein, — ein unserem Andesit nahe analoges Gestein, — bei weitem das häufigste in den intrusiven Massen ist.

¹⁶ s. den letztern Theil des 6. Capitels der Schrift über Vulcanische Inseln.

genommen mit den Rollsteinen aus den basalen Theilen dieser letzteren Formation in ihren oberen Schichten, machen es beinahe sicher, dasz Parthien, wir können schlieszen Rücken, dieser zwei Formationen successive emporgehoben wurden. Was den gigantischen Portillo-Zug betrifft, so können wir beinahe sicher annehmen, dasz eine vorher existierende granitische Kette (nicht durch einen einzigen Stosz, wie durch die stark geneigten basaltischen Ströme in dem Thale auf seinem östlichen Abhang gezeigt wird) in einer Periode emporgehoben wurde, welche der Emporhebung der parallelen Peuquenes-Kette lange nachfolgte¹⁷. Ferner wurde später nach der Emporhebung der Cumbre-Kette die von Uspallata gebildet und emporgehoben, und ich will hinzufügen, später wurden in den Ebenen von Uspallata Schichten von Sand und Geröll mit Gewalt emporgeworfen. Die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Arten von Porphyren und Andesiten eine in die andere injicirt worden sind und in welcher die unendlich zahlreichen Gänge verschiedener Zusammensetzung einander durchschneiden, zeigt deutlich, dasz die geschichtete Rinde gedehnt worden ist und vielmals auf den nämlichen Punkten nachgegeben hat. In Bezug auf das Alter der Erhebungsaxen zwischen dem Stillen Ocean und der Cordillera weisz ich nur wenig: es finden sich aber einige Linien, welche lange nach der Bildung der Cordillera emporgehoben worden sein müssen, — nämlich diejenigen, welche in Chiloë von Nord nach Süd verlaufen, jene acht oder neun östlich und westlichen parallelen weit ausgedehnten äusserst symmetrischen monoklinischen Linien bei P. Rumena und die kurzen nordwest-südöstlichen und nordost-südwestlichen Linien bei Concepcion. Selbst während des Erdbebens von 1835, wo die lineare von Nord nach Süd sich erstreckende Insel Saint Mary mehrere Fusz über das umgebende Gebiet emporgehoben wurde, sehen wir vielleicht einen schwachen Schritt in der Bildung einer untergeordneten Gebirgsaxe. In einigen Fällen überdies, z. B. in der Nähe der Bäder von Cauquenes, fiel mir die geringe Grösze der Durchbrüche sehr stark auf, welche durch die äusseren Gebirgszüge

¹⁷ Ich habe in meiner Reise (Übers. p. 368) zu zeigen versucht, wie die eigenthümliche Thatsache, dasz der Fluss, welcher das Thal zwischen diesen beiden Höhenzügen entwässert, durch die Portillo-Kette, also durch die höhere, durchtritt, aus deren langsamer und späterer Erhebung erklärt wird. Es finden sich viele analoge Fälle beim Wasserlauf der Flüsse, s. Edinburgh New Philos. Journ., Vol. XXVIII, p. 33 und 44.

durchgeschnitten waren, im Vergleich mit der Grösze der nämlichen Thäler höher hinauf, wo sie in die Cordillera eintreten; und dieser Umstand schien mir kaum erklärlich, mit Ausnahme durch die Annahme, dasz die äusseren Linien später emporgeworfen und deshalb einem geringeren Betrag von Denudation ausgesetzt worden sind. Nach der Art und Weise, in welcher die Säume von Geröll in ununterbrochenem Aufsteigen in die Thäler der Cordillera hinauf sich verlängern, komme ich zu dem Schlusz, dasz die meisten der grösseren Dislocationen während der früheren Theile der groszen Erhebung in Masse Statt hatten: ich habe indessen an einem andern Ort einen Fall, und Tschudi¹⁸ hat noch einen andern angeführt, wo ein Rücken in Peru quer durch ein Flussbett emporgeworfen wurde und folglich nach der endlichen Erhebung des Landes über das Meeresniveau.

Wenn ich nun zu den älteren Tertiärformationen hinaufkomme, so will ich nicht noch einmal die bereits am Ende des zwölften Capitels gemachten Bemerkungen wiederholen, — über ihre grosze Ausdehnung, besonders den Küsten des Atlantischen Oceans entlang, — über ihr Alter, welches vielleicht dem der eocenen Ablagerungen von Europa entspricht, — über die beinahe gänzliche Verschiedenheit der Fossilien, obgleich die Formationen augenscheinlich gleichzeitig sind, von den östlichen und westlichen Küsten, wie es gleichfalls selbst in einem noch auffallenderen Grade mit den Muscheln der Fall ist, welche jetzt auf diesen gegenüberliegenden, wenn schon sehr benachbarten Meeren leben, — über das Clima dieser Periode, welches nicht tropischer gewesen ist, als wie sich nach den Breiten der Orte, unter welchen die Niederschläge vorkommen, hätte erwarten lassen, ein Umstand, welcher wegen des Contrastes mit dem, was während der älteren Tertiärperiode von Europa bekanntlich der Fall war, und gleichfalls wegen der Thatsache, dasz die südliche Hemisphäre in einer viel späteren Periode, augenscheinlich zu derselben Zeit wie die nördliche Hemisphäre, eine kältere und gleichmässige Temperatur gehabt hat, wie durch die früher durch Eisthätigkeit afficirten Zonen bewiesen wird, wohl der Beachtung werth ist. Auch will ich nicht die Beweise recapituliren dafür, dasz der Meeresgrund sowohl auf der östlichen als westlichen Küste während dieser Tertiärperiode 700 oder 800 Fusz

¹⁸ Reisen in Peru, Bd. 2, p. 8. — s. meine „Reise eines Naturforschers“, Übers. p. 412.

gesunken ist; die Bewegung ist augenscheinlich von gleicher Ausdehnung, oder nahezu ähnlich mit den Ablagerungen dieser Periode gewesen. Auch will ich nicht noch einmal die Thatsachen und Raisonnements wiederholen, auf welche sich der Satz gründet, dasz wenn der Meeresgrund entweder stationär oder im Heben begriffen ist, die Umstände bei weitem weniger günstiger sind, als wenn sein Spiegel sinkt, für die Anhäufung Muscheln führender Ablagerungen von hinreichender Mächtigkeit, Ausdehnung und Härte, um nach der Emporhebung dem gewöhnlichen ungeheueren Grade von Denudation zu widerstehen. Wir haben gesehen, dasz die in hohem Grade merkwürdige Thatsache des Fehlens jeder ausgedehnten, recente Muscheln enthaltenden Formation, sowohl an der östlichen als westlichen Küste des Continents, — obschon diese Küsten jetzt an lebenden Mollusken äusserst reich sind und obschon sie ebenso günstig für die Ablagerung von Sediment sind oder augenscheinlich gewesen sind, wie sie es waren, während die Tertiärformationen so reichlich abgelagert wurden, und obschon sie in einem Grade emporgehoben wurden, welcher völlig genügte, Schichten aus den für thierisches Leben fruchtbarsten Tiefen emporzuheben, — in Übereinstimmung mit dem obigen Satze erklärt werden kann. Als weitere Ableitung wurde auch erstens zu zeigen versucht, dasz der Mangel einer zusammenhängenden Reihenfolge in den Fossilien successiver Formationen und aufeinanderfolgender Stufen in einer und der nämlichen Formation eine Folge der Unwahrscheinlichkeit ist, dasz ein und das nämliche Gebiet fortdauernd von einer ganzen Periode bis zur anderen oder auch selbst nur während einer einzelnen ganzen Periode langsam sinke; und zweitens wird die Thatsache, dasz gewisse Epochen an entfernten Punkten in demselben Theile der Erde für die gleichzeitige Anhäufung Fossile führender Schichten günstig gewesen sind, eine Folge davon sein, dasz Senkungsbewegungen augenscheinlich gleich den Hebungsbewegungen sehr grosze Bezirke gleichzeitig ergriffen haben.

Es findet sich noch ein anderer Punkt, welcher einige Beobachtung verdient, nämlich die Analogie zwischen den oberen Theilen der patagonischen Tertiärformation ebenso wie der oberen, möglicherweise gleichalterigen Schichten von Chiloë und Concepcion und der groszen Gypsformation der Cordillera; denn in beiden Formationen zeigen die Gesteine in ihrer schmelzbaren Beschaffenheit, in dem Umstande, dasz sie Gyps enthalten und in vielen anderen Characteren einen entweder

innigen oder entfernten Zusammenhang mit vulcanischer Thätigkeit; und da die Schichten in beiden während der Senkung angehäuft wurden, scheint es auf den ersten Blick natürlich zu sein, diese Senkungsbewegung mit einem Zustande höherer Activität in den benachbarten Vulcanen in Verbindung zu bringen. Während der cretaceo-oolithischen Periode scheint dies sicher beim Puente del Inca der Fall gewesen zu sein, nach der Zahl zwischen eingeschalteter Lavaströme in den unteren 3000 Fusz der Schichtenmasse zu urtheilen; aber meist scheinen die vulcanischen Öffnungen zu dieser Zeit als submarine Solfataren existirt zu haben und waren sicher verglichen mit ihrem Zustande während der Anhäufung der porphyritischen Conglomerat-Formation im Ruhezustande. Wir wissen, dasz während der Ablagerung der tertiären Schichten bei Santa Cruz Überschwemmungen von basaltischer Lava ergossen wurden; da diese aber im oberen Theile der Reihe liegen, kann möglicherweise die Senkung zu jener Zeit aufgehört haben: in Chiloë war ich nicht im Stande zu ermitteln, zu welchem Theile der Reihe die Masse von Laven gehörte. Die Uspallata-Tuffe und groszen Ströme submariner Laven waren wahrscheinlich im Alter mitten inne stehend zwischen der cretaceo-oolithischen und älteren Tertiärformation, und wir wissen nach den begrabenen Baumstämmen, dasz während ihrer Anhäufung eine grosze Senkung stattfand; aber selbst in diesem Falle dürfte die Senkung nicht im strengen Sinne mit groszen vulcanischen Eruptionen gleichzeitig gewesen sein, denn wir müssen wenigstens eine eingeschaltete Hebungsperiode annehmen, während welcher der Boden emporgehoben wurde, auf welchem die jetzt begrabenen Bäume wuchsen. Ich bin dazu veranlaszt worden, diese Bemerkungen zu machen und auf die im strengen Sinne Gleichzeitigkeit bedeutender vulcanischer Thätigkeit und der Senkungsbewegungen etwas Zweifel zu werfen, durch die sich mir durch das Studium der Corallen-Formation¹⁹ aufdrängende Überzeugung, dasz diese zwei Thätigkeiten meist nicht synchronisch sind; im Gegentheil, dasz in vulcanischen Districten die Senkung aufhört, sobald die Mündungen zu erneuter Thätigkeit aufbrechen, und nur wieder beginnt, wenn sie wiederum ruhend werden.

In einer späteren Periode wurde der Pampaslehm von Aestuariumursprung über ein weites Gebiet abgelagert, wobei er in einem Bezirk

¹⁹ Über den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe, Übers. p. 141.

conform auf die unterteufenden alten tertiären Schichten und in einem andern District nicht conform nach ihrer Emporhebung und Denudation auf sie zu liegen kam. Indessen wurde während und vor der Anhäufung dieser alten tertiären Schichten, und daher in einer sehr entfernten Periode, Sediment, welches auffallend dem von den Pampas ähnlich ist, abgelagert, woraus hervorgeht, während einer wie langen Zeit in diesem Fall die einzelnen Agentien auf dem nämlichen Bezirke in Thätigkeit waren. Die Ablagerung des Pampas-Aestuariumlehms wurde wenigstens in den südlichen Theilen der Pampas von einer Hebungsbewegung begleitet, so dasz die Schichten des M. Hermoso wahrscheinlich nach der Emporhebung jener um die Sierra Ventana angehäuft wurden, und die bei Punta Alta nach der Emporhebung der M. Hermoso-Schichten. Aber es ist etwas Grund zu der Vermuthung vorhanden, dasz eine Senkungsperiode dazwischen eintrat, während welcher der Lehm über dem groben Sand der Barrancas de San Gregorio und auf den höheren Theilen der Banda Oriental abgelagert wurde. Die für diese Formation charakteristischen Säugethiere, von denen viele ebenso von den gegenwärtigen Bewohnern von Süd-America verschieden sind, wie die eocenen Säugethiere von Europa von den jetzt in diesem Erdtheile lebenden, lebten sicher bei Bahia Blanca mit zwanzig Species von Mollusken, einem Balanus und zwei Corallen, die sämmtlich jetzt in dem benachbarten Meere leben, gleichzeitig; dies ist gleichfalls in Patagonien mit der *Macrauchenia* der Fall, welche mit acht noch jetzt die gemeinsten Arten an jener Küste darstellenden Muscheln coexistirte. Ich will nicht wiederholen, was ich an einem andern Orte über den Wohnort, die Nahrung, die weite Verbreitung und das Aussterben der zahlreichen gigantischen Säugethiere gesagt habe, welche in dieser späten Periode die beiden America's bewohnten.

Die Beschaffenheit und Gruppierung der in den alten Tertiärperioden von Patagonien und Chile eingebetteten Muscheln zeigt uns, dasz der Continent zu dieser Periode nur einige wenige Faden unter seinem gegenwärtigen Niveau gestanden haben musz, und dasz er später über einen weiten Bezirk 700 oder 800 Fusz gesunken ist. Die Art und Weise, in welcher er seitdem wieder auf sein gegenwärtiges Niveau emporgebracht worden ist, wurde im Detail im ersten und zweiten Capitel beschrieben. Es wurde dort gezeigt, dasz recente Muscheln an den Küsten des Atlantischen Oceans vom Feuerlande an nach Norden auf einem Raume von mindestens 1180 nautischen Meilen, und in der

Höhe von ungefähr hundert Fusz in La Plata, und von 400 Fusz in Patagonien gefunden werden. Die Hebungsbewegungen auf dieser Seite des Continents sind langsam gewesen; und die Küste von Patagonien ist bis zur Höhe an einer Stelle von 950 Fusz, an andern Stellen von 1200 Fusz, in acht grosze stufenartige, mit Geröll bedeckte Ebenen ausgearbeitet worden, welche sich für Hunderte von Meilen in derselben Höhe hinziehen; diese Thatsache zeigt, dasz die Denudationsperioden (welche nach der Masse entfernter Substanz zu urtheilen sehr lange bestanden haben müssen) und die Perioden der Erhebung über überraschend grosze Küstenstrecken synchronisch gewesen sind. An den Küsten des Stillen Oceans sind emporgehobene Muscheln von recenten Arten meist, obschon nicht immer, in denselben proportionalen Zahlen wie im benachbarten Meere, factisch über einen Raum von Nord nach Süd von 2075 Meilen gefunden worden, und wir haben Grund zu der Vermuthung, dasz sie über einen Raum von 2480 Meilen vorkommen. Die Erhebung auf dieser westlichen Seite des Continents ist nicht gleichmäszig gewesen; bei Valparaiso ist sie innerhalb der Periode, während welcher emporgehobene Muscheln nicht zerfallen auf der Oberfläche zurückblieben, 1300 Fusz gewesen, während sie bei Coquimbo 200 Meilen nach Norden innerhalb dieser nämlichen Periode nur 252 Fusz betrug. Bei Lima ist das Land mindestens 85 Fusz emporgehoben worden, seitdem Indianer jene Districte bewohnten; aber das Niveau ist augenscheinlich innerhalb der historischen Zeiten gesunken. Bei Coquimbo ist auf einer Höhe von 364 Fusz die Erhebung durch fünf Perioden vergleichweiser Ruhe unterbrochen worden. An mehreren Stellen ist das Land später oder ist noch sowohl unmerklich als auch durch plötzliche Stösze um einige Fusz während der Erdbebenerschütterungen im Steigen begriffen gewesen; dies zeigt, dasz diese zwei Arten von Emporhebung innig miteinander zusammenhängen. Über einen Raum von 775 Meilen werden emporgehobene recente Muscheln auf den zwei entgegengesetzten Seiten des Continents gefunden und in Bezug auf die südliche Hälfte dieses Raumes kann man sicher folgern, — nach der Abdachung des Landes nach der Cordillera hin und nach dem Umstande, dasz Muscheln im centralen Theile des Feuerlandes und hoch hinauf am Flusse Santa Cruz gefunden worden, — dasz die ganze Breite des Continents emporgehoben worden ist. Nach dem allgemeinen Vorkommen auf beiden Küsten von successiven Böschungslinien, von Sanddünen und Erosionszeichen müssen wir fol-

gern, dasz die Hebungsbewegung normal durch Perioden unterbrochen worden ist, wo das Land entweder stationär blieb, oder wo es in einem so langsamen Masze stieg, dasz es dem mittlerem Grade der denudirenden Wirkung der Wellen nicht widerstehen konnte, oder wo es sank. In Bezug auf die gegenwärtigen hohen Meeresklippen von Patagonien und in anderen analogen Beispielen haben wir gesehen, dasz die Schwierigkeit, zu verstehen, wie Schichten in jenen Tiefen unter dem Meere entfernt werden können, in welchen die Strömungen und Oscillationen des Wassers eine glatte Fläche von Schlamm, Sand und geschichteten Rollsteinen ablagern, zu der Vermuthung führt, dasz die Bildung oder Denudation derartiger Klippen von einer Senkungsbewegung begleitet gewesen ist.

In Süd-America hat Alles in einem groszartigen Maszstabe stattgefunden, und alle geologischen Phänomene sind noch in thätiger Wirksamkeit. Wir wissen, wie heftig heutigen Tags noch die Erdbeben sind; wir haben gesehen ein wie groszer Bezirk jetzt im Erheben begriffen ist, und die Ebenen tertiären Ursprungs sind von ungeheurer Ausdehnung; eine beinahe gerade Linie kann vom Feuerlande 1600 Meilen weit nach Norden gezogen werden, und wahrscheinlich in eine noch bedeutendere Entfernung, welche keine Formation durchschneidet, welche älter ist, als die patagonischen Ablagerungen; so gleichmässig ist die Emporhebung der Schichten gewesen, dasz über diese ganze lange Linie hin nicht eine Verwerfung oder eine plötzliche Dislocation in der Schichtung irgendwo zu beobachten war. Betrachtet man die basalen metamorphischen und plutonischen Gesteine des Continents, so sind die von ihnen gebildeten Bezirke gleichfalls ungeheuer; und die Ebenen ihrer Spaltung und Blätterung streichen über überraschend grosze Strecken hin in gleichförmigen Richtungen. Die Cordillera mit ihren hier und da über 20 000 Fusz über dem Meeresspiegel sich erhebenden Gipfeln erstreckt sich in einer ununterbrochenen Linie vom Feuerlande augenscheinlich bis zum Polarkreis. Dieser groszartige Gebirgszug hat sowohl äusserst heftige Dislocationen erfahren, als auch langsame aber groszartige aufwärts und abwärts gerichtete Bewegungen in Masse: ich weisz nicht, ob der Anblick seiner immensen Thäler mit Gebirgsmassen von früher flüssig gewesenen und intrusiven Gesteinen, die jetzt nackt und durchschnitten sind, oder ob die Ansicht jener Ebenen, die aus Geschiebe und Sediment, von jenen Massen herrührend, zusammengesetzt sind, welche sich bis zu den Ufern des

Atlantischen Oceans hindehnen, am besten sich dazu eignet, unser Erstaunen über den Grad von Abtragung zu erregen, welche diese Gebirge erlitten haben.

Die Cordillera wird vom Feuerland bis nach Mexico von vulcanischen Öffnungen durchbohrt, und die jetzt in Thätigkeit begriffenen sind in groszen Zügen zusammenhängend. Die innige Beziehung zwischen ihren recenten Eruptionen und der langsamen Erhebung des Continents in Masse²⁰ scheint mir von groszer Bedeutung zu sein, denn keine Erklärung der einen Erscheinung kann als zufriedenstellend betrachtet werden, welche nicht auf die andere anwendbar ist. Die Permanenz der vulcanischen Thätigkeit auf dieser Gebirgskette ist gleichfalls eine auffallende Thatsache; erstens haben wir die Überschwemmungen von submarinen Laven, welche mit den porphyritischen Conglomerat-Schichten abwechseln, dann gelegentlich feldspathige Ströme und reiche Minerale-Exhalationen während der Gyps- oder cretaceo-oolithischen Periode; dann die Eruptionen der Uspallata-Kette und in einer alten aber unbekanntten Periode, wo das Meer bis zum östlichen Fusze der Cordillera heraufkam, Ströme basaltischer Lava am Fusze des Portillo-Zuges; dann die alten tertiären Eruptionen; und endlich finden sich hie und da zwischen den Bergen viele abgetragene und augenscheinlich sehr alte vulcanische Formationen ohne irgend welche Cratere; es finden sich auch völlig ausgestorbene Cratere, und andere im Zustande der Solfataren, und andere gelegentlich oder beständig in heftiger Thätigkeit. Hieraus dürfte folgen, dasz die Cordillera wahrscheinlich mit einigen Ruheperioden eine Quelle vulcanischer Masse von einer Epoche her gewesen ist, welche unserer cretaceo-oolithischen Formation vorausgieng, bis auf den jetzigen Tag, und jetzt geben uns die Erdbeben, welche an einigen Theilen der Westküste tägliche Vorkommnisse sind, wenig Hoffnung dafür, dasz die unterirdische Kraft erschöpft ist.

Um nochmals auf den Beweis zurückzukommen, durch welchen nachgewiesen wurde, dasz mindestens einige der parallelen Rücken, welche zusammen die Cordillera bilden, successiv und langsam in sehr verschiedenen Perioden aufgeworfen wurden, und dasz der ganze Rücken

²⁰ Über den Zusammenhang gewisser vulcanischer Erscheinungen in Süd-America s.: Geolog. Transact., Vol. V, p. 609 (Übers., dieser Band, Abth. 2, p. 20).

sicher früher einmal, und beinahe sicher zweimal, einige tausend Fusz sanken und dann wieder durch eine langsame Bewegung in Masse während der alten Tertiärformationen emporgebracht worden sind, dann wieder mehrere hundert Fusz sanken und wieder auf ihr gegenwärtiges Niveau durch eine langsame und häufig unterbrochene Bewegung emporgebracht wurden, so sehen wir, wie diese complicirte Geschichte langsam ausgeführter Veränderungen den Ansichten jener Geologen entgegengesetzt ist, welche glauben, dasz diese grosze Gebirgskette in späten Zeiten durch einen einzigen Stosz gebildet wurde. Ich habe an einem anderen Orte zu zeigen mich bemüht²¹, dasz der excessiv gestörte Zustand der Schichten in der Cordillera, weit entfernt davon, einzelne Perioden äusserster Heftigkeit anzudeuten, unübersteigliche Schwierigkeiten darbietet, ausgenommen unter der Annahme, dasz die Massen früher verflüssigter Gesteine der Axen wiederholt in Intervallen injicirt wurden, welche hinreichend lang waren für ihre successive Abkühlung und Consolidation. Wenn wir endlich die Analogien überblicken, welche sich aus jetzt in der Erdrinde im Fortschreiten begriffenen Veränderungen ergeben, mag es in Bezug auf die Art und Weise sein, in welcher vulcanische Masse ausgeworfen wird, oder in Bezug auf die Art und Weise, in welcher das Land nach historischen Zeugnissen gesunken oder gestiegen ist, oder ferner daneben den ungeheueren Grad von Denudation betrachten, welchen jeder Theil der Cordillera offenbar erlitten hat, dann werden die Veränderungen, durch welche hindurch sie in ihren jetzigen Zustand gebracht worden ist, weder zu langsam ausgeführt, noch zu complicirt erscheinen.

Anmerkung. Da sowohl in Frankreich als auch in England Übersetzungen einer Stelle aus EHRENBURG's im vierten Capitel dieses Buches oft erwähnter Abhandlung erschienen sind, welche ergeben, dasz EHRENBURG nach dem Character der Infusorien der Meinung sei, dasz die Pampas-Formation durch eine über das Land hereinbrechende Überschwemmung des Meeres abgelagert wäre, will ich nach der Autorität eines an mich gerichteten Briefes angeben, dasz diese Übersetzungen incorrect sind. Die folgende Stelle ist die in Frage kommende: „Durch Beachtung der mikroskopischen Formen hat sich

²¹ Geolog. Transact. Vol. V, p. 626 (Übers., dieser Band, Abth. 2, p. 48).

„nun feststellen lassen, dass die Mastodonten-Lager am La Plata
„und die Knochenlager am Monte Hermoso, so wie die der Riesen-
„Gürtelthiere in den Dünenhügeln bei Bahia Blanca, beides in
„Patagonien, unveränderte brakische Süzwasserbildungen sind, die
„einst wohl sämmtlich zum obersten Flussgebiete des Meeres im
„tieferen Festlande gehörten.“ — Monatsberichte der Berlin. Academie,
April, 1845.

Anhang.

Beschreibungen fossiler, tertiärer Muscheln aus Süd-America von G. B. SOWERBY.

Mactra ? rugata. — Taf. II, Fig. 8.

Mactra? testa oblonga, tenui, turgida, latere antico altiore, rotundato, postico, longiore, acuminato; lineis incrementi rugas concentricas efformantibus.

Die Schale selbst ist in Gyps verwandelt.
Santa Cruz, Patagonien.

Mactra Darwinii. — Taf. II, Fig. 9.

Mactra testa ovali, subaequilaterali, subventricosa, tenuiuscula, laevi, concentricè striata, antice rotundata, postice obsoletissime subquadrata.

Es ist unmöglich, an das Schloß zu gelangen; es kann daher nicht ermittelt werden, ob es wirklich eine *Mactra* ist.

Santa Cruz, Patagonien.

Crassatella Lyellii. — Taf. II, Fig. 10.

Crassatella testa oblonga, planiuscula, tenuiuscula, postice angulata, margine postico dorsali declivi, superficie sulcis obtusis, remotis, longitudinalibus ornata.

Diese Art ist der *Crassatella lamellosa* LAM. äusserst ähnlich; es fehlen ihr indessen die aufrechten Lamellen, welche die Oberfläche jener Art zieren.

Santa Cruz, Patagonien.

Corbis ? laevigata. — Taf. II, Fig. 11.

Corbis testa ovato-rotundato, ventricosa, laevigata, margine intus laevi: long. 3,2, lat. 2, alt. 2,7 poll.

Nicht ohne einiges Zögern habe ich diese Muschel in die Gattung *Corbis* gebracht, obschon sie von der nämlichen allgemeinen Form ist wie die meisten der bekannten Arten jener Gattung. Es fehlt ihr äussere Rauigkeit oder Lamellen gänzlich. Es sind zwei Exemplare vorhanden,

beide so unvollkommen, dasz es unmöglich ist, mit Sicherheit den Character des Schlosses und der Muskeleindrücke zu ermitteln.

Navidad, Chile.

Tellinides ? oblonga. — Taf. II, Fig. 12.

Tellinides? testa oblonga, subaequilaterali, anterieus altiore, posterius acuminatiore, utraque rotundato; disco glabro, lineis incrementi solummodo signato: long. 1,3, alt. 0,7 poll.

Diese Muschel ist sehr dünn, und da sie in einem harten compacten Gestein eingebettet ist, schlugen alle Versuche, zum Schlosse zu gelangen, fehl: sie wird daher in die Gattung *Tellinides* als in die Gattung gebracht, welcher sie in äusseren Merkmalen am ähnlichsten ist. D'ORBIGNY hält sie für eine *Solenella*.

Chiloë, Ostküste.

Venus meridionalis. — Taf. II, Fig. 13.

Venus testa ovalis, plano-convexa, concentrice striata, striis acutis, distantibus, sub-elevatis, interstitiis radiatim obsolete striatis; margine minutissime crenulato.

Diese Art ist in der Gestalt der *V. exalbida* LAM. so ähnlich, dasz sie ausgenommen durch die strahlenförmigen Streifen und den crenulirten Rand nicht zu unterscheiden ist.

Santa Cruz, Patagonien, und Navidad, Chile¹.

Cytherea sulculosa. — Taf. II, Fig. 14.

Cytherea testa subovata, antice rotundatiore, postice longiore, acuminatuscula, obtusa; sulcis concentricis, confertiusculis, medio obtusis, antice posticeque acutioribus ornata: long. 1,0, alt. 0,7, lat. 0,4 poll.

Ich habe die einzelne Schale dieser Muschel mit zahlreichen recenten und fossilen Arten von *Venus* und *Cytherea* verglichen, ohne im Stande zu sein, sie mit irgend einer zu identificiren. Da ich nicht im Stande war, das Schlosz zu sehen, habe ich nur nach Analogie sie für eine *Cytherea* erklärt.

Chiloë, östliche Küste; Inseln Huafo und Ypun?

Cardium puelchum. — Taf. II, Fig. 15.

Cardium testa subglobosa, tenui, laeviuscula, latere postico subcarinato, superficie striis radiantibus, numerosissimis, confertissimis instructa.

Die strahlenförmigen Streifen und die Zwischenräume sind nahezu gleich. Beinahe die ganze äuszere Oberfläche ist an beiden Exemplaren verloren gegangen.

Santa Cruz, Patagonien.

¹ Sobald ein Fossil an zwei Localitäten gefunden worden ist, bezeichnet der zuerst gegebene Name die Örtlichkeit, von welcher die besten Exemplare herkommen.

Cardium multiradiatum. — Taf. II, Fig. 16.

Cardium testa subglobosa, costellis radiantibus posticis 13, rotundatis, medianis plurimis planulatis, interstitiis rotundatis; margine denticulato.

Dies sind alle Charactere, welche angeführt werden können, da nur der hintere Theil einer Schale vorliegt; natürlich ist die allgemeine Form nur vermuthet und die Proportionen können nicht ermittelt werden.

Navidad, Chile.

Cardita patagonica. — Taf. II, Fig. 17.

Cardita testa subtrapeziformi-rotunda, tumida, subcordiformi, sub-obliqua, costis radiantibus 24, angustis, angulatis, squamoso-serratis, interstitiis latioribus.

Nahe mit *C. acuticostata* verwandt; sie kann durch den Besitz von weniger und entfernter stehenden Rippen unterschieden werden.

Santa Cruz, Patagonien.

Nucula ? glabra. — Taf. II, Fig. 18.

Nucula testa ovato-oblonga, glabra, nitida, latere antico brevior, postico magis acuminato; marginibus dorsalibus declivis.

Ich habe diese Muschel zu *Nucula* gebracht, weil kein äusseres Fulcrum zur Anheftung des Knorpels und Ligaments vorhanden ist; die Beschaffenheit des Gesteins, in welchem sie eingeschlossen ist, hat es unmöglich gemacht, irgend einen Theil der Innenseite bloß zu legen.

Santa Cruz, Patagonien.

Nucula ornata. — Taf. II, Fig. 19.

Nucula testa postice truncata, emarginata, superficie lineis elevatis undatis concentricis ornata.

Eine wunderschöne Species, welche offenbar der *N. thraciaeformis* in der allgemeinen Gestalt ähnlich ist; da aber nur ein Fragment gefunden worden ist, kann ich keine vollständigeren Charactere geben.

Port Desire, Patagonien.

Trigonocelia insolita. — Taf. II, Fig. 20. 21.

Trigonocelia testa subovali, crassiuscula, valde obliqua, laevi; area ligamenti trigona, lateribus elevatis; dentibus paucis, magnis.

Diese Species ist der typischen Form von *Pectunculus* ungleicher als irgend eine, welche mir zur Beobachtung gekommen ist, da sie selbst noch schiefer ist als *P. obliquus* DE FRANCE, von welchem sie überdies noch dadurch abweicht, dass sie auf der Auszenseite glatt und ohne strahlige Leisten ist.

Santa Cruz, Patagonien.

Cucullaea alta. — Taf. II, Fig. 22. 23.

Cucullaea testa ovato-trapeziformi, subobliqua, subrugosa, umbonibus distantibus, area ligamentali profunde sulcata, impressionis muscularis posticae margine ventrali elevato.

Auf den ersten Blick besteht eine grosse Ähnlichkeit zwischen dieser Species und der *Cucullaea decussata* Min. Conch. Diese Species von Santa Cruz kann indessen von der britischen leicht durch ihre grössere Höhe, ihre schiefere Form und durch die grössere Anahl eingedrückter Linien auf dem Bandfelde unterschieden werden.

Santa Cruz und Port Desire, Patagonien.

Anomia alternans. — Taf. II, Fig. 25.

Anomia testa suborbiculari, costellis radiantibus plurimis, subsquamiferis, alternis minoribus.

Von dieser Species fand sich nur eine einzelne Schale vor.
Coquimbo, Chile.

Terebratula patagonica. — Taf. II, Fig. 26. 27.

Terebratula testa ovali, laevi, valvis fere aequaliter convexis, dorsali producta, incurva, foramine magno, ad marginem valvarum fere parallelo; deltidiis mediocribus; area cardinali concava, $\frac{1}{3}$ longitudinis testae: margine antico integro.

Von der *T. variabilis* aus dem englischen Crag leicht verschieden (s. Min. Conchol., Taf. 576, Fig. 2—5), mit welcher sie indessen sehr nahe verwandt ist, ebenso wie mit der *T. bisinuata* LAM. aus dem Pariser Becken. Sie kann von beiden leicht dadurch unterschieden werden, dass sie keine Bucht im vorderen Rande hat.

San Josef und San Julian, Patagonien.

Pecten geminatus. — Taf. II, Fig. 24.

Pecten testa aequivalvi, ovata, auriculis inaequalibus, costis radiantibus squamuliferis 22, geminatis: interstitiis alternis latioribus, nonnunquam costa minore instructa; auricula altera magna radiatim costata.

Der allgemeinen Form nach ist diese Art dem *Pecten textorius* SCHLOTH. (GOLDFUSS, Tab. XC, Fig. 9) ähnlich, sie hat aber nur sehr wenig mehr als die halbe Anzahl von Rippen, welche in der vorliegenden Art paarweise angeordnet sind. Überdies gehört der *P. textorius* nach GOLDFUSS dem Lias und unteren Oolith an.

San Julian, Patagonien.

Pecten Darwinianus. — D'ORBIGNY, „Voyage, Part. Pal.“
(Taf. III, Fig. 28. 29 dieser Schrift.)

Pecten testa fere orbiculari, subaequivalvi, tenui, utrinque convexiuscula; extus laevi, intus costis radiantibus, per paria dispositis, prope centrum minus conspicuis; auriculis parvis.

Dem *Pecten pleuronectes*, *P. japonicus* und *P. obliteratus* in allgemeinen Merkmalen ähnlich, von allen dreien aber leicht durch den Umstand zu unterscheiden, dass die inneren strahlenförmigen Rippen paarweise angeordnet sind. Diese Art ist von D'ORBIGNY benannt und beschrieben worden, da aber seine Beschreibung in Folge des Zustandes seiner Exem-

plare sehr kurz und ohne Abbildung ist, habe ich es für rätlich erachtet, den obigen specifischen Character hier beizufügen.

San Josef, Patagonien; und Sta Fé, Entre Rios.

Pecten paranensis. — D'ORBIGNY, „Voyage, Part. Pal.“
(Taf. III, Fig. 30 dieser Schrift.)

Diese Species ist von D'ORBIGNY abgebildet und ausführlich beschrieben und hier zufällig wieder abgebildet worden.

San Josef, San Julian, Port Desire, Patagonien; und Sta Fé, Entre Rios.

Pecten centralis. — Taf. III, Fig. 31.

Pecten testa subcirculari, depressa, radiis quinque squamuliferis centrali eminentiore, lineis radiantibus asperis numerosisque ornata; auriculis magnis, subaequalibus?

Ein einzelnes Fragment dieser merkwürdigen Species ist bei Port S. Julian gefunden worden; zwei andere wurden von Port Desire gebracht. Diese Fragmente sind alle von derselben Seite, so dasz wir bis jetzt nur sehr unvollkommen mit dieser Species bekannt sind.

San Julian, Port Desire, Santa Cruz, Patagonien.

Pecten actinodes. — Taf. III, Fig. 33.

Pecten testa suborbiculari, convexiuscula, tenui, valvis subaequalibus, radiis principalibus subelevatis circa 36, intermediis 3—7 minoribus, omnibus squamuliferis; auriculis inaequalibus, radiatim squamuliferis, altera magna, porrecta, altera parva, declivi.

Merkwürdig deshalb, weil die Hauptrippen zahlreich und nur unbedeutend erhoben und die intermediären Rippen sehr zahlreich sind.

San Josef, Patagonien.

Pecten rudis. — Taf. III, Fig. 32.

Pecten testa suborbiculari, subinaequivalvi, crassiuscula, rudi, costis radiantibus 22, rotundatis, interstitiis angustioribus; intermediis nonnunquam fere obsoletis; margine valde undulato.

Das Exemplar ist nur ein Fragment, ein anderes Fragment begleitet es, welches möglicherweise die entgegengesetzte Schale ist.

Coquimbo, Chile.

Crepidula gregaria. — Taf. III, Fig. 34.

Crepidula testa oblonga, intorta, crassa, subrugosa; septo elongato, subspirali, laevi; vertice submarginali.

Diese Species ist wegen ihrer verlängerten Form merkwürdig: sie findet sich in Gruppen vereint in einem thonigen Sandstein von einer gräulichen Farbe. Sie hat eine grosze Ähnlichkeit mit *Crepidula fornicata*, welche ähnlich gruppirt an der Küste von New York, New England und allgemein an den atlantischen Küsten von Nord-America gefunden wird.

Santa Cruz, Patagonien.

Bulla cosmophila. — Taf. III, Fig. 35.

Bulla testa subcylindracea; extremitatibus obtusis, rotundatis, antica paullulum latiore; striis numerosis, confertis, transversis, interstitiis angustioribus planiusculis: long. 0,9, lat. 0,4.

Ich finde kein Merkmal, um diese Art von der fossilen zu unterscheiden, welche äusserst zahlreich in der Gegend von Bordeaux vorkommt, welche auch in der Nähe von Paris und in der Normandie gefunden wird und welche DESHAYES nur als eine Varietät der *Bulla lignaria* aut. betrachtet, von der sie indessen leicht durch ihre viel mehr cylindrische Form unterschieden werden kann.

Insel Huafo, Chile.

Sigaretus sub globosus. — Taf. III, Fig. 36. 37.

Sigaretus testa subglobosa, anfractibus quatuor, spiraliter concinne sulcatis: long. 0,9, lat. 0,8, alt. 0,55 poll.

Die spiralen Gruben und zwischenliegenden Leisten sind sehr nahezu gleich im Allgemeinen, obschon sie zuweilen etwas unregelmässig sind. Dies ist die concavste Art von ADANSON'S *Sigaretus*, welche ich jemals gesehen habe, da die Stellung ihrer Mündung viel weniger nach der Längsaxe zu geneigt ist als es selbst bei *S. concavus* LAM., einer recenten bei Valparaiso häufigen Art, der Fall ist.

Navidad, Chile; und Insel Ypun, Chonos-Archipel.

Natica pumila. — Taf. III, Fig. 38.

Natica testa ovato-subglobosa, glabra, anfractibus quatuor, umbilico magno, patulo.

Ein einzelnes Individuum dieser kleinen Species, welche, so weit ich es beurtheilen kann, von allen recenten Species verschieden erscheint, kommt mit der folgenden Species in der nämlichen Gesteinsart vor, nämlich einem sehr harten und sehr dunklen olivengrünen Sandstein. Die Schwierigkeit, das Gestein von der Muschel zu entfernen, hat mich daran gehindert, es mit Sicherheit zu ermitteln, ob sich ein Callus am Nabel findet oder nicht.

Chiloë, östliche Küste.

Natica striolata. — Taf. III, Fig. 39.

Natica testa depressiusculo-subglobosa, crassiuscula, glabra, anfractibus quatuor ad quinque, ultimo maximo, spiraliter substriato, striis subdistantibus; callo umbilicali magno, umbilicum omnino obtegente, ad labium internum incrassatum antice conjuncto.

Diese Species ist SWAINSON'S *Natica melastoma* der allgemeinen Form nach ähnlich, ebenso wie im Nabelcallus: sie ist indessen im Ganzen kreisrunder und der Callus des Nabels ist runder. Nach der auffallenden äusseren Form urtheilend hatte ich sie auf den ersten Blick, als ich nur die obere Fläche sah, für *Sigaretus concavus* genommen, welcher sie gleichfalls ähnlich ist; ich entdeckte meinen Irrthum nicht eher, bis ich durch

Entfernung des Gesteins den Callus am Nabel fand. Es finden sich zwei Exemplare dieser Art vor.

Chiloë, östliche Küste.

Natica solida. — Taf. III, Fig. 40. 41.

Natica testa subglobosa, crassa, laevi, spira brevi, anfractibus quinque, sutura subinconspicua, apertura ovali, labio columellari postice crassissimo, umbilico mediocri, callo parvo: long. 1,8, lat. 1,5 poll.

Diese Species ist einer sehr häufigen recenten Species äusserst ähnlich, welche meistens mit *N. mamilla* verwechselt worden ist, welche ich aber neuerdings von D'ORBIGNY unter dem Namen *N. Uber VALENCIENNES* erhalten habe; sie kann von jener Species dadurch unterschieden werden, dass ihr die Callosität am Nabel fast ganz fehlt. Das einzige Exemplar ist stark abgerieben, besonders an der Spira, so dass der eigentliche Character der Naht nur an einer Stelle zu bemerken ist; die allgemeine Erscheinung der Exemplare macht den trügerischen Eindruck einer tiefen und breit cannelirten Suture.

Mehrere Exemplare einer *Natica*, welche dieser Species sehr ähnlich, aber möglicherweise von ihr verschieden ist, wurden bei Santa Cruz erhalten; sie sind in einem sehr entstellten Zustande und nur ein kleiner Theil der Schale selbst, besonders der äusseren Schichten um die Naht herum, ist erhalten, welche in Folge dessen sehr tief und deutlich erscheint, während bei wohl erhaltenen die Naht kaum erkennbar ist; D'ORBIGNY hält die Species von Santa Cruz für sicher verschieden.

Navidad Chile; Santa Cruz, Patagonien?

Scalaria rugulosa. — Taf. III, Fig. 42. 43.

Scalaria testa acuminato-pyramidalis, crassiuscula, omnino rugulosa, varicibus numerosis, crassis, rotundatis; interstitiis spiraliter obsolete sulcatis.

Ungefähr elf oder zwölf Umwindungen, welche allmählich an Grösze zunehmen, mit vierzehn oder fünfzehn abgerundeten und ziemlich dicken Knoten auf jeder.

San Julian, Patagonien.

Trochus collaris. — Taf. III, Fig. 44. 45.

Trochus testa conica, laevi, anfractibus subaequalibus, tenuissime transversim striatis, postice prope suturas tuberculis minutis seriatim cinctis, infra subconvexis, spiraliter tenuiter striatis; aperturae angulo externo acuto: long. 0,45, lat. 0,55 poll.

Ein sehr kleiner Theil der äusseren Oberfläche ist frei geblieben, die innere Schicht ist gänzlich von einer gelblich-grünen und röthlichen iridescierenden Lage bedeckt. Der Nabel ist, so weit ich es beurtheilen kann, derselbe wie in der folgenden Art, dem *Tr. laevis*. Es kann dies möglicherweise nur eine junge Schale der folgenden Art sein (und wird auch von D'ORBIGNY dafür gehalten), da sie nur durch eine Reihe sehr kleiner, unmittelbar unter der Naht vorhandener Tuberkeln verschieden ist, welche existirt haben könnte, so lange die Species jung war; es ist auch zu

beachten, dass die ersten Windungen an beiden Exemplaren des *Tr. laevis* abgebrochen sind.

Navidad, Chile; Santa Cruz, Patagonien.

Trochus laevis. — Taf. III, Fig. 46. 47.

Trochus testa conica, laevi, anfractibus subaequalibus, postice turgidiusculis, antice tenuissime transversim striatis, infra subconcavis, spiraliter tenuiter striatis; apertura rhomboidea, angulo externo acuto; umbilico mediacri, intus laevissimo, labio interno subincrassato: long. 1,3, lat. 2 poll.

Die Überreste der inneren Perlmutterschicht iridesciren in dieser Art wundervoll; die äussere Oberfläche ist trübe.

Navidad, Chile.

Turritella patagonica. — Taf. III, Fig. 48.

Turritella testa elongato-conica, anfractibus decem, 3- ad 4-costatis, costis, intermedia anticaque subobsoleta minoribus, postica subacuta, subgranosa majori, tertia carinam efformante; sutura indistincta.

Diese *Turritella* ist wahrscheinlich nur eine Varietät der *T. cingulata* und sie gleicht dieser Species noch mehr als selbst die folgenden, insofern ihre Windungen an Grösze noch rapider zunehmen als sowohl bei *T. chilensis* als *T. ambulacrum*. In einigen Beziehungen ist sie der *T. carinifera* DESH. ähnlich; sie ist indes nicht annähernd so lang im Verhältnis zu ihrer Breite. Ich habe einen von D'ORBIGNY vorgeschlagenen Namen angenommen.

Port Desire, Patagonien; Fragmente bei Navidad, Chile.

Turritella ambulacrum. — Taf. III, Fig. 49.

Turritella testa elongato-turrita, anfractibus decem, spiraliter tricostatis, posteriorum costis aequalibus, anteriorum costa antica posticaque majoribus, intermedia minori: sutura in sulcum profundum posita.

Eine sehr merkwürdige Art, welche einer recenten in meinem Besitze etwas ähnlich ist; doch können beide leicht unterschieden werden. In der recenten Art sind die zwei spiralen Leisten viel näher an einander als in der fossilen, und die spirale Grube an der Naht ist in der fossilen viel tiefer und schmaler als in der recenten Art.

Santa Cruz und San Julian, Patagonien.

Turritella chilensis. — Taf. IV, Fig. 51.

Turritella testa elongato-turrita, anfractibus decem, ventricosus, spiraliter tricostatis, costis granulosus, intermedia majori, sutura in sulcum posita.

Nahe mit *Turritella cingulata* (SOWERBY, Tank. Catal.) verwandt; es ist selbst fraglich, ob sie nicht, zusammen mit *T. patagonica* und *T. ambulacrum*, als eine Varietät jener Art angesehen werden könnte. Aus Achtung vor D'ORBIGNY's Meinung, welcher den Namen vorgeschlagen hat, bin ich veranlaszt worden, sie zu beschreiben. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen dieser Art und *T. cingulata* ist die Form der Windungen,

welche hier bauchig ist; dann das Fehlen schmaler intermediärer Leisten und die gröszere Tiefe der Grube, in welcher die Naht liegt. Von *T. ambulacrum* weicht sie hauptsächlich in dem Umstande ab, dass die centrale Rippe die hervorragendste ist, während diese bei *T. ambulacrum* die am wenigsten vorspringende ist. Die Rippen in der letzteren Species sind nur leicht körnig und die Nahtgrube ist tiefer.

Huafo und Mocha, Inseln an der Küste von Chile.

Turritella suturalis. — Taf. III, Fig. 50.

Turritella testa turrata, tenuiter transversim striata, anfractibus 9—10, sutura valida divisis, antice posticeque tumidiusculis, postice eminentiore.

Es konnten nur Fragmente aus dem harten Gestein gelöst werden, in dem sie eingeschlossen war; es ist daher unmöglich, die Maszverhältnisse anzugeben.

Navidad, Chile; Insel Ypun, Chonos-Archipel.

Pleurotoma subaequalis. — Taf. IV, Fig. 52.

Pleurotoma testa oblonga, turrata, utraque extremitate acuminata, antica breviori; anfractibus senis, medio cariniferis, carina tuberculifera; ultimo anfractu carinis quinque, posticali tuberculifera: long. 0,6; lat. 0,25.

Die Species, welche dieser am meisten ähnlich ist, ist eine unbeschriebene recente Art von Süd-America: indessen weicht die fossile Art von der recenten in der Stellung des Einschnitts in die äuszere Lippe ab, welcher in der fossilen mit dem hinteren tuberkeltragenden Kiel correspondirt, während in der recenten der Einschnitt halbwegs zwischen dem hinteren tuberkelführenden Kiel und der Naht liegt. Es finden sich noch andere Unterscheidungsmerkmale; dieses kann aber als genügend betrachtet werden, da es sofort ein deutliches Criterium darbietet.

Insel Huafo, Küste von Chile.

Pleurotoma turbinelloides. — Taf. IV, Fig. 53.

Pleurotoma testa oblonga, subventricosa, transversim tenuissime muricato-striata, anfractibus quinis, ventricosis, infra mediam tuberculatis, tuberculis acuminatis, ultimo antice lineis quatuor vel quinque obsolete tuberculatis; canali brevi: long. 1,35, lat. 0,82 poll.

Von jeder andern, sowohl recenten als fossilen *Pleurotoma* sehr verschieden, aber, besonders in der Gestalt, am meisten mit der von LAMARCK *Pl. imperialis* genannten Art verwandt.

Navidad, Chile.

Pleurotoma discors. — Taf. IV, Fig. 54.

Pleurotoma testa fusiformi-turrata, spira acuminata, anfractibus octo, postice tenuissime transversim striatis, medio tuberculatis, ultimo antice striis crassis subtuberculatis instructo; canali elongato, tenuiter transversim striato; columella recta: long. 1,8, lat. 0,62 poll.

Eine Species, welche nahe verwandt mit *Pl. catenata* LAM. DESH. II, I. 62, Fig. 11, 12, 13 (einem Fossil des Pariser Beckens) zu sein scheint

und vielleicht bloß eine Varietät jener Species sein dürfte. In der Statur und den allgemeinen Merkmalen ist sie jener sehr ähnlich; ihre Streifen sind indessen verschieden.

Navidad, Chile.

Fusus regularis? — Taf. IV, Fig. 55.

Ein einziges sehr unvollkommenes Exemplar, welches wahrscheinlich eine Varietät dieser Species sein dürfte. Es ist nicht hinreichend vollständig, um dies zu entscheiden oder um seine Merkmale anzugeben. Es ist selbst nicht sicher, daß es zu der Gattung gehört. D'ORBIGNY hält es für eine verschiedene Art.

Navidad, Chile.

Fusus pyruliformis. — Taf. IV, Fig. 56.

Fusus testa turbinata, antice spiraliter sulcata, spira subdepresso-conica, rudi; anfractibus 3—4, medio tuberculatis, tuberculis transversim sulcatis, in costas subdecurrentibus; canali elongato, transversim sulcato.

Es ist diese Art dem *Triton clavator* LAM. (einer recenten Species) in der Form etwas ähnlich; ihr Gewinde ist indes etwas erhabener und ihr Canal kürzer im Verhältnis; ich glaube nach dem allgemeinen äusseren Ansehen, daß es ein *Fusus* ist, kann mich aber nicht sicher aussprechen, da das Gestein um die Mündung so hart ist, daß es nicht entfernt werden kann.

Navidad, Chile.

Fusus subreflexus. — Taf. IV, Fig. 57.

Fusus testa fusiformi-turrita, transversim striata, striis irregularibus, anfractibus novem, medio tuberculatis, prope suturas subadpressis; canali mediocri subreflexo: long. 2,1, lat. 1 poll.

Die Schale, mit welcher diese die grösste Ähnlichkeit darbietet, ist eine fossile Art, von DE BASTORET in den »Mém. de la Soc. d'Hist. Nat. de Paris« *Fasciolaria Burdigalensis* DEFR. genannt; in unserer Schale findet sich indessen keine Erscheinung von schrägen Falten auf dem vorderen Theile der Columella, folglich ist sie generisch verschieden; während sie auch in anderen Beziehungen hinreichend verschieden ist, wie man bei einer Vergleichung sieht. Ihr Gewinde ist im Verhältnis zur letzten Windung länger und ihr Canal kürzer.

Navidad, Chile.

Fusus Noachinus. — Taf. IV, Fig. 58. 59.

Fusus testa ovato-fusiformi, utraque subacuminata, aequali, anfractibus quinque spiraliter sulcatis, sulcis plerumque seriatim pertusis; posticis longitudinaliter obtuse costatis; canali mediocri, subascendente; sutura distincta.

Eine Species, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit *Fusus Noae* LAM. darbietet; doch ist sie mit jener Art nicht nahe verwandt. In der Gestalt ähnelt sie *F. lamellosus*, mit welcher Art sie wirklich verwandt ist;

doch fehlen ihr die blätterigen Varicositäten, so dasz sie leicht unterschieden werden kann.

San Julian, Patagonien.

Fusus patagonicus. — Taf. IV, Fig. 60.

Fusus testa ovato-oblonga, tenuiuscula, multifariam varicosa, anfractibus postice angulatis; varicibus lamelliformibus, antice deflexis, postice acuminatis, interstitiis transversim sulcatis; apertura subcirculari, canali breviusculo, umbilico valido.

Nahe mit *Fusus lamellosus* und *F. Magellanicus* verwandt und augenscheinlich beide verbindend.

Pyrula distans. — Taf. IV, Fig. 61.

Pyrula testa ficiformi, tenuiuscula, spira brevissima obtusa, anfractibus quatuor, ultimo maximo, decussatim striato, et carinato, carinis 11—12, distantibus, nonnullis interstitialibus minus elevatis: long. 1,8, lat. 1,2 poll.

Eine sehr elegante Species einer echten *Pyrula*, in der allgemeinen Erscheinung etwas der *P. nexilis* (einer tertiären fossilen Art) ähnlich, aber von jener Art in ihren Proportionen abweichend; sie ist im Vergleich zu ihrer Länge weiter und hat ein viel kürzeres Gewinde.

Navidad, Chile.

Struthiolaria ornata. — Taf. IV, Fig. 62.

Struthiolaria testa ovata, apice acuminato, anfractibus senis, spiraliter striatis, prope suturam canaliculatis, longitudinaliter costatis, costis obtusis, antico costis duabus spiralibus, elevatis, ante mediam positis; sutura profunda: long. 0,7, lat. 0,45 poll.

Dies ist die einzige fossile Art dieser seltenen Gattung, welche ich jemals gesehen habe. Abgüsse einer groszen Varietät findet man in einem lockeren thonigen Sandstein bei Port San Julian. D'ORBIGNY zweifelt noch etwas, ob dies eine *Struthiolaria* ist.

Santa Cruz und San Julian, Patagonien.

Triton verruculosus. — Taf. IV, Fig. 63.

Triton testa ovato-conica, transversim tenuiter striata, anfractibus senis, posticis serie unica mediana tuberculorum cinctis, ultimo costis tribus subobsoletis tuberculiferis, tuberculis costae posticae majoribus, reliquarum obsoletis; varicibus validis, trituberculiferis: long. 1,6, lat. 1,05 poll.

Von *Triton leucostoma* (*Ranella leucostoma* LAM.), mit welcher recenten Species diese am nächsten verwandt ist, kann dieselbe durch die kleine Zahl der die hintere Reihe bildenden Tuberkeln ebenso wie durch die stark tuberculirten Varicositäten und durch das Fehlen der Gruben unterschieden werden, welche in jener Species hinter den Varicositäten so deutlich sind.

Navidad, Chile.

Triton leucostomoides. — Taf. IV, Fig. 64.

Triton testa ovato-oblonga, spira obtusa; anfractibus senis, subventricosis spiraliter sulcatis, et longitudinaliter costatis; varicibus sub-irregularibus, rotundatis, transversim sulcatis.

Diese Species ist *Triton leucostoma* (*Ranella leucostoma* LAM.) ähnlicher als irgend eine andere Species; sie weicht aber in den folgenden Eigenthümlichkeiten von ihr ab: nämlich in ihrer allgemeinen Form, welche oblonger ist; in ihren longitudinalen Rippen, welche kleiner und zahlreicher sind und sich nahezu über die ganze Länge jeder Windung erstrecken, während sie bei *Tr. leucostoma* wenig mehr als verlängerte Höcker in der Nähe der Mitte der Windungen darstellen.

Insel Huafo, Küste von Chile.

Cassis monilifer. — Taf. IV, Fig. 65.

Cassis testa subglobosa, transversim tenuiter striata, spira elevatiusculo, anfractibus senis, ultimo gibboso, serie unica tuberculorum postice instructa; labio externo tenuiusculo, reflexo, intus laevi; labio columellari expanso, laevi: long. 1,5, lat. 1,1 poll.

Gelegentlich ist eine zweite Reihe kleiner Tuberkeln zu bemerken. Ich kenne keine Species, mit welcher diese nahe verwandt wäre.

Navidad, Chile.

Monoceros ambiguus. — Taf. IV, Fig. 66. 67.

Monoceros testa subglobosa, crassiuscula, laeviuscula, spiraliter obsolete costellata, apertura magna, labio externo intus incrassato, umbilico parvo, angusto.

Ein einzelnes Exemplar in sehr schlechtem Zustande; von D'ORBIGNY als nahe verwandt, aber nicht identisch, mit *M. crassilabrum* LAM. betrachtet.

Coquimbo, Chile.

*Gastridium*² — Novum Genus.

Ich habe es für nothwendig erachtet, diese eigenthümliche Schale mit einem neuen generischen Namen zu bezeichnen, weil ihre Charactere ihre Vereinigung mit keiner bis jetzt aufgestellten Gattung gestatten. Die Schalen, mit welchen sie am nächsten verwandt erscheint, sind bis jetzt mit *Buccinum*, *Eburna* und *Fusus* eingeordnet worden. Eine derartige Schale ist das *Buccinum plumbeum* von CHEMNITZ (welches SWAINSON mit dem generischen Namen *Pseudoliva*³ bezeichnet hat), welche ich, um die Nothwendigkeit zu vermeiden, den generischen Namen einen weiteren hinzu-

² Von γαστριδιον, ventriculus.

³ Dieser Name, mit welchem Swainson das *Buccinum plumbeum* Chemnitz bezeichnet hat und welcher von Gray angenommen worden ist, ist offenbar unhaltbar und absurd, weil er angenommen wurde, um eine imaginäre Verwandtschaft mit *Oliva* auszudrücken, welche nicht existirt. Die Gattung ist mit *Eburna* und *Buccinum* Lam. nahe verwandt.

zufügen, mit *Eburna* verbunden hatte⁴. Hierher gehören auch zwei von DESHAYES unter den Namen *Buccinum tiara* und *B. fissuratum* beschriebene und abgebildete fossile Schalen. Eine Schale ist der vorliegenden in der Form etwas ähnlich, in anderen Beziehungen aber von ihr sehr verschieden, und diese ist in Wood's Supplement zu *Buccinum*, von GRAY zu *Fusus* gebracht worden. Die Merkmale, durch welche diese neue Gattung erkannt und von den verwandten Gattungen unterschieden werden kann, sind die folgenden:

Testa ventricosa, subglobosa, spira brevi, anfractibus postice ad suturas adpressis; apertura magna, ovali; canali postico angusto; antico lato, reflexo; labio externo postice incrassato, antice tenuiore, dente brevi, sulco dorsali idoneo, prope anticam partem posito; labio columellari incrassato, expanso, postice apud canalem crassiore.

Gastridium cepa. — Taf. IV, Fig. 68. 69.

Gastridium testa cepaeformi, laevigata, antice spiraliter sulcata, labii externi margine antico crenato: long. 2,3, lat. 1,7 poll.

Navidad, Chile.

Terebra costellata. — Taf. IV, Fig. 70. 71.

Terebra testa turrata, laeviuscula, anfractibus medio tumidiusculis, postice linea impressa obsoleta notatis, costellis numerosis longitudinalibus, elevatis; apertura columellaque laevibus.

Die Zahl der Windungen und die Proportionen können nicht angegeben werden; denn es findet sich nur ein einzelnes Fragment dieser Species vor.

Navidad, Chile.

Terebra undulifera. — Taf. IV, Fig. 72. 73.

Terebra testa elongato-turrata, laeviuscula, lineolis undulatis longitudinalibus confertis, posticis fortioribus, tecta; anfractibus plurimis, postice tumidiusculis, linea impressa subobsoleta, medio subconcavis; apertura sub-rhomboides, columella laevi.

Es sind nur zwei Fragmente dieser Species vorhanden; es ist daher unmöglich, die Zahl der Windungen und die Proportionen zu ermitteln.

Navidad, Chile.

Voluta triplicata. — Taf. IV, Fig. 74.

Voluta testa elongato-oblonga, spira attenuata, anfractibus senis, spiraliter confertim striatis, ad suturas adpressis, deinde tuberculatis, tuberculis in costas antice decurrentibus; apertura oblonga, longitudinem spirae aequante; columella triplicata, plicis obliquis, subaequalibus: long. 2,25, lat. 0,9 poll.

Diese Species wird zu den Voluten gestellt, weil die hinteren oder oberen Falten der Columella etwas kleiner sind als die vorderen; sie ist

⁴ Deshayes, Coquilles fossiles des environs de Paris, Tom. II, p. 655, 656.

im allgemeinen Ansehen der *Voluta muricina* LAM. und *angusta* DESH. ähnlich, obschon von beiden durch den Umstand leicht unterscheidbar, dasz die drei Falten an der Columella bei unserer Species nahezu gleich sind, während in den beiden oben erwähnten Arten die hinteren Falten zahlreicher und sämmtlich sehr viel kleiner sind als die vorderen: überdies ist der hintere Theil der Windungen in diesen beiden Arten nicht angedrückt, auch sind die Proportionen verschieden.

Navidad, Chile.

Voluta alta. — Taf. IV, Fig. 75.

Voluta testa elongato-oblonga, spira attenuata, anfractibus senis gracilibus, spiraliter confertim striatis, prope suturas adpressis, deinde subventricosis; apertura oblonga, labio externo crassiori, subreflexo; columella laevi, plicis duabus acutiusculis, perobliquis: long. 7,5, lat. 2,75 poll. circa.

Es ist nur ein Exemplar dieser sehr merkwürdigen Schale vorhanden, dessen vorderer Theil so unvollkommen ist, dasz kein Theil der inneren Lippe oder des Canals zu sehen ist; in Folge dessen sind die oben angegebenen Gröszverhältnisse einem leichten Irrthum ausgesetzt. Die Species steht *V. magellanica* näher als irgend einer anderen bekannten Species; sie kann indessen durch die oben angegebenen Charactere leicht von dieser Species unterschieden werden. Bei Santa Cruz fanden sich zwei, augenscheinlich zu dieser Species gehörige Abgüsse, welche aber D'ORBIGNY für verschieden hält.

Navidad, Chile; Santa Cruz, Patagonien.

Oliva dimidiata. — Taf. IV, Fig. 76. 77.

Oliva testa oblongo-ovata, spira acuminata, apice obtuso; anfractibus senis, ultimo linea tenuissima transversim dimidiato; columella antice plicis quinque obliquis, postica majori: long. 0,9, lat. 0,37 poll.

Diese Species variirt in ihren Proportionen; sie weicht von allen recenten oder fossilen Species, mit denen ich bekannt bin, in dem merkwürdigen Umstande ab, dasz sie eine breite Schmelzbinde hat, welche die vordere Hälfte der letzten Windung über oder hinter der Columellarbinde bedeckt; diese wird von der hinteren Hälfte der Windung durch eine sehr feine Linie unterschieden, hinter der die longitudinalen Wachstumsstreifen zu sehen sind, während am vorderen Theile diese Streifen durch diese Schmelzdecke verborgen sind. Diese Species hat eine allgemeine Ähnlichkeit mit *O. ispidula*, einer häufigen recenten Species.

Navidad, Chile.

Dentalium giganteum. — Taf. II, Fig. 1.

Dentalium testa tereti, rectiuscula, sulcis longitudinalibus numerosis, interstitiis rotundatis: long. 3,2, lat. 0,5 poll.

Diese Art scheint gelegentlich zu einer sehr bedeutenden Grösze heranzuwachsen; denn ein Fragment, welches einen und ein Drittel Zoll an Länge miszt, hat an seinem kleineren Ende eine Weite von einem halben

Zoll und an seinem grösseren Ende eine solche von sechs Zehntel Zoll, während die Schale selbst an ihrem dicksten Theile 0,13 Zoll dick ist.

Navidad, Chile.

Dentalium sulcosum. — Taf. II, Fig. 2.

Dentalium testa tereti, rectiuscula, costellis longitudinalibus, elevatiusculis, subdistantibus 14, interstitiis planulatis.

Die Gröszenverhältnisse können nicht angegeben werden; denn es findet sich nur ein Fragment vor, welches zerbrochen ist und dessen beide Stücke von dem Sandstein, in welchem es vorkommt, zusammengelethet sind.

Navidad, Chile.

Dentalium majus. — Taf. II, Fig. 3.

Dentalium testa tereti, rectiuscula, costis longitudinalibus 24, alternis majoribus, interstitiis rotundatis.

Die Maszverhältnisse dieser Art können nicht angegeben werden, weil nur einige Fragmente vorhanden sind; es scheint eine der grösseren Arten der Gattung zu sein, wahrscheinlich die Dimensionen von *D. sexangulare* DESHAYES, Tab. 3, Fig. 4, erreichend. Sie weicht von jener Species durch den Umstand ab, dasz sie niemals nur sechs Kanten hat; und sie weicht von *D. elephantinum* DESHAYES (von welchem ich an einem anderen Orte nachgewiesen habe, dasz es nicht *D. elephantinum* LINNÉ ist) dadurch ab, dasz sie weniger rapid verschmächtigt und gerader ist.

Insel Huafo, Küste von Chile.

Balanus varians. — Taf. II, Fig. 4. 5. 6.

Balanus testa polymorpha, valvis plerumque laevibus, nonnunquam radiatim obtusa costatis, apicibus subacuminatis; valva basali modo concava, modo cyathiformi, basi acuminata.

Dies ist eine sehr merkwürdige, ebenso wie eine sehr variable Species. Ihre parietalen Schalenstücken sind zuweilen glatt, nur die Wachsthumslinien zeigend und zuweilen mit stumpfen strahlenförmigen Rippen bedeckt, und die Art gehört zu jener Section der Gattung, welche zugespitzte und solide Parietalstücken besitzt. Aber der allervariabelste Theil in der Form ist die basale Klappe. Es ist zu beachten, dasz es in den meisten, wenn nicht in allen Arten dieser Gattung, welche von der südlichen Hemisphäre hergebracht worden sind, die Basis ist, welche röhrig wird, sobald irgend ein zufälliger Umstand es verursacht, dasz die Schale verlängert wird; während in den verlängerten und keulenförmigen Varietäten unserer gemeinen Species es die parietalen Schalenstücke sind, welche verlängert werden, und nicht das basale. Wir finden daher, mit Bezug auf die vorliegende Species, dasz, wenn eine Anzahl von Individuen, so lange sie jung sind, dicht zusammen stehen, sie beim Wachsthum eine Gruppe bilden, deren basale Schalenstücke eins an der Seite des anderen in die Höhe wachsen und röhrig werden, ohne dasz die parietalen Schalenstücke die Form verändern; es ist daher in einigen Exemplaren dieses Stück

concau in Folge des Umstandes, dasz es auf einer convexen Fläche gestanden hatte und in einer geringen Entfernung von anderen; während bei anderen, welche, als sie sehr jung waren, sehr dicht an einander gestanden hatten, dieses basale Schalenstück eine mehr oder weniger tiefe Becherform erhalten hat, am unteren Ende sehr klein ist und in seinen Dimensionen mit dem Alter zunimmt.

San Julian, Patagonien.

Balanus coquimbensis. — Taf. II, Fig. 7.

Balanus testa polymorpha, valvis laevibus, nonnunquam radiatim striatis, lateralibus posticis angustioribus; apicibus subtruncatis; apertura parvula.

Eine merkwürdige Thatsache ist an den Exemplaren, sowohl aus den oberen als unteren Theilen der Formation zu beobachten; ich habe eines aus dem oberen Theile ausgewählt, weil es dieselbe am deutlichsten zeigt. In Folge davon, dasz zahlreiche Individuen nahe zusammen gruppirt waren, ist jedes einzelne gezwungen worden, sein basales Schalenstück so zu verlängern, dasz es eine nahezu cylindrische, am unteren Theile geschlossene Röhre bildet, welche beim Aufsteigen allmählich gröszer wird, bis sie an die Basis der sechs parietalen Schalenstücke stöszt: diese Längenzunahme der Basis scheint rapider stattgefunden zu haben, als es das Wachsthum des Thieres gestattet. Ein Theil des unteren Theils dieser basalen Röhre ist daher mit, durch kalkige Scheidewände getrennten Zellen oder Blasen erfüllt worden, allerdings sehr unregelmässig, welches aber nichtsdestoweniger dem Zwecke dienen dürfte, die Basis des Thieres in der Röhre zu unterstützen, so dasz das Thier befähigt wird, seine vitalen Functionen fortdauernd auszuführen.

Coquimbo, Chile.

Beschreibung secundärer fossiler Muscheln von Süd-America

VON PROFESSOR EDWARD FORBES.

Nautilus d'Orbignyanus. — Taf. V, Fig. 1(a). 1(b).

Schale ventricos (wahrscheinlich glatt und unbedeutend genabelt?); Mündung sehr breit und nierenförmig; Rücken gerundet; Nähte plötzlich nach dem Nabel hin und nahe bis an ihn gebogen; am Rücken sind sie sehr unbedeutend gebuchtet.

Das Exemplar ist sehr unvollkommen. Die Form der Kammer ist der bei *Nautilus Sowerbyanus* zu sehenden ähnlich, einer von D'ORBIGNY aus dem oberen Grünsand beschriebenen Art. Die allgemeine Form ist der des *Nautilus laevigatus* desselben Autors ähnlicher, auch einer Art von der Craie chloritée.

Concepcion, Chile.

Hamites elatior. — G. B. SOWERBY.

Testa magna, crassiuscula, laevi, subcylindrica, annulis elevatis, conspicuis, subconfertis, ornata; extremitatibus invicem prope admotis.

Dies ist der grösste *Hamites*, den ich gesehen habe; er ist nahezu cylindrisch, sein grösster Durchmesser beträgt $2\frac{1}{2}$ Zoll, sein kleinerer $2\frac{1}{4}$. Es finden sich zwei Exemplare, von denen das eine viel grösser ist als das andere. Das kleinere zeigt die grosse Annäherung der beiden Enden deutlich. Die Exemplare sind seit Mr. DARWIN'S Rückkehr nach England verloren gegangen und können daher nicht abgebildet werden.

Port Famine, Feuerland.

Perna Americana. — Taf. V, Fig. 4. 5. 6.

Schale lanzettlich?, bauchig, gekielt, in der Cardinalgegend comprimirt, plötzlich abgestutzt, auf der entgegengesetzten Seite concav, so dasz der Durchschnitt der zwei Schalen dreieckig und etwas herzförmig ist. Die Furchen des Schlosses sind gross, zahlreich und regelmässig; die Oberfläche der Muschel scheint concentrisch, aber unregelmässig gestreift zu sein.

Das Exemplar besteht aus den Cardinal- und Spitzentheilen der zwei verbundenen Schalen.

Copiapo, Chile.

Astarte Darwinii. — Taf. V, Fig. 22. 23.

Schale breit eiförmig, stark comprimirt, mit ziemlich entfernt stehenden regelmässigen concentrischen Leisten gezeichnet; die Zwischenräume breit und concentrisch gestreift, anales und orales Ende nahezu gleich breit; Schnabel sehr stumpf.

Breite $1\frac{2}{12}$, Länge $1\frac{1}{12}$, Dicke $\frac{5}{12}$ Zoll.

Copiapo, Chile.

Gryphaea Darwinii. — Taf. V, Fig. 7.

Untere Schale sehr geschwollen, verlängert, gebogen, seitlich comprimirt und am Schnabelende stark eingekrümmt; ihre Oberfläche wellenförmig mit entfernt stehenden deutlichen gebuchteten Furchen, mit kleineren Furchen oder Streifen gezeichnet. Obere Schale concav, spatelförmig und concentrisch gefurcht.

Länge $3\frac{1}{2}$, Breite 2, Abstand vom Scheitel des Schnabels zum untersten und centralen Theile der unteren Schale $2\frac{7}{20}$ Zoll.

Copiapo, Chile.

Gryphaea nov. sp.? — Taf. V, Fig. 8. 9.

Untere Schale nicht sehr convex, rauh, winkelig; obere Schale concav, kreisförmig, von tiefen concentrischen Furchen durchzogen. Augenscheinlich ein junges Exemplar.

Länge $1\frac{1}{2}$, Breite $2\frac{8}{20}$, Dicke $\frac{5}{10}$ Zoll.

Copiapo, Chile.

Lucina Americana. — Taf. V, Fig. 24.

Schale kreisförmig, sehr deprimirt, die Oberfläche rauh, mit scharfen, regelmässigen, erhabenen, entfernt stehenden Leisten (an dem untersuchten Exemplar ungefähr fünfundzwanzig); die Zwischenräume sind concentrisch gestreift.

Länge $1\frac{6}{10}$, Breite dasselbe, Dicke $\frac{4}{10}$ Zoll.

Der Gestalt nach ist diese Art der recenten *Lucina radula* ähnlich. Iquique, südliches Peru.

Lucina excentrica. — G. B. SOWERBY, Taf. V, Fig. 21.

Testa subovali, leviter inaequali; laevi, umbone adunco, postice sulco profundo ab umbone ad marginem inferam posticam decurrente in altera valva, minus profundo in altera: long. 1,9, lat. 1, alt. 2 poll.

Wie bei *Lucina Childreni* sind die zwei Schalen etwas ungleich, zuweilen ist die rechte, zuweilen die linke die gröszere. Die hintere dorsale Grube ist dem Rande näher und tiefer als bei *Lucina pennsylvanica* und die ganze Schale ist viel weniger kreisförmig. Die vorliegende Art kann als schräg suboval betrachtet werden.

Port Famine, Feuerland.

Spirifer chilensis. — Taf. V, Fig. 15. 16.

Schale suborbicular, geschwollen; dorsale Schale tiefer als die ventrale; Cardinal-area kürzer als der Querdurchmesser der Schale, dreieckig, concav, von winkligen Rändern begrenzt; Öffnung lanzettlich-dreieckig; Mitte der dorsalen Schale mit einem ziemlich tiefen und breiten Sinus, welcher ebenso wie die Seite gefurcht und gerippt ist. Rippen einfach (ungefähr vierundzwanzig, von denen vier dem Sinus angehören), nach den Winkeln der Cardinal-Area zu obsolet werdend, von stark ausgesprochenen sinuösen Wachsthumslinien gekreuzt. Schnabel sehr vorspringend und etwas eingekrümmt. Dorsale Schale wie die ventrale gerippt, vier von den Rippen auf der abgerundeten aber gut bestimmten mittleren Leiste. Frontalrand beider Schalen unbedeutend zungenförmig.

Es sind zwei Varietäten dieser Muschel vorhanden, die eine ist etwas geschwollener als die andere.

Dimensionen des grössten Exemplars: Breite $1\frac{4}{12}$, Breite der Cardinallinie $1\frac{2}{12}$, Länge der dorsalen Schale $1\frac{3}{12}$, der ventralen Schale 1 Zoll; Dicke der verbundenen Schalen $\frac{10}{12}$ Zoll.

Diese Muschel ist mehreren *Spiriferen* aus dem Kohlenkalkstein sehr ähnlich; sie ist auch mit einigen liassischen Arten verwandt, wie *Spirifer Wolcotii*.

Cordillera von Guasco, Chile.

Spirifer linguiferoides. — Taf. V, Fig. 17. 18.

Schale kreisförmig, kuglig, Oberfläche glatt, nach dem Rande zu gewellt, wo sich auch einige wenige starke quere Wachsthumfurchen finden. Schalen nahezu gleich. Frontalrand nicht vorspringend, mit zwei Einbuchten.

Mittlere Furche der dorsalen Schale flach, lanzettlich, aber gut umschrieben, wie es auch die mittlere Leiste der ventralen ist. Die Area in den untersuchten Exemplaren nicht sichtbar.

Breite $1\frac{1}{2}$, Länge nahezu dasselbe, Dicke $1\frac{2}{12}$ Zoll.

Steht *Spirifer linguifera* PHILLIPS (einem Kohlenkalk-Fossil) sehr nahe, aber wahrscheinlich verschieden.

Rio Claro, Thal von Coquimbo, Chile.

Terebratula inca. — Taf. V, Fig. 19. 20.

Schale kreisförmig, deprimirt, Oberfläche obsolete concentrisch gestreift; die Wachsthumsfurchen werden nach dem Rande zu stärker ausgesprochen. Dorsale Schale stark convex. Frontalrand obsolete doppelbuchtig und in jungen Exemplaren leicht abgestutzt. Schnabel der dorsalen Schale sehr vorspringend und gekrümmt, an den Seiten stumpfkantig, in ein kleines Loch ausgehend. Area sehr klein, aber deutlich.

Länge der dorsalen Schale $1\frac{8}{10}$, Breite $1\frac{7}{10}$ Zoll; Dicke 1 Zoll.

Iquique, südliches Peru.

R e g i s t e r.

A.

- Abich, über eine neue Varietät von Feldspath 261.
 Ablagerungen von Salz 106.
 Abrolhos-Inseln 212.
 Acosta, über eine Erdbebenwelle 75.
 Adern von Quarz, bei Montevideo 218; in Glimmerschiefer 235; Beziehung der — zur Spaltung 246; in einem Trappgang 228; — von quarzhaltigem Granit 237, 305; merkwürdige — im Gneisz bei Valparaiso 243.
 Adern, Beziehung zu Concretionen 184; —, metallführende der Uspallata-Kette 305; Erörterung über — —, 350.
 Agüerros, über Erhebung von Imperial 42.
 Alaun, schwefelsaurer 327.
 Albit, constituirendes Mineral im Andesit 261.
 — in Gesteinen des Feuerlandes 229, 231.
 — in Porphyren 256, 257.
 — Krystalle mit Orthit 261.
 Alison, über die Erhebung von Valparaiso 46, 50.
 Ammonites von Concepcion 188, 196.
 Amolanas, Las 332.
 Amygdaloide, merkwürdige Varietäten 257.
 — der Uspallata-Kette 319.
 — von Copiapo 339.
 Andesit, im Feuerland 229, 231.
 — in Chile 261.
 — im Thale des Maypu 265, 266.
 — im Cumbre-Pasz 282, 291.
 — der Uspallata-Kette 305.
 — bei Illapel 311.
 — von Los Hornos 313.
 — von Copiapo 325, 330, 339.
 Anhydrit, Concretionen von 267, 287.

Araucaria, verkieseltes Holz der 181, 303.

Arica, Erhebung von 69.

Arqueros, Bergwerke von 316.

Ascension, Gyps auf — abgelagert 76; blättrige vulcanische Gesteine von 249, 251.

Augit, in Fragmenten im Gneisz 210; mit Albit in Lava 262.

Aussterben fossiler Säugethiere 141.

Austen, Mr. R. A., über gebogene Spaltungsblätter 241.

Austin, Capt., über den Meeresgrund 37.

Australien, geblätterte Gesteine von 247.

Azara labiata, Schichten von, bei San Pedro 2, 115.

B.

Baculites vagina 189, 196.

Bahia Blanca, Erhebung von 5; Formationen bei 119; Character der lebenden Schalthiere 201.

Bahia (Brasilien), Erhebung bei 5; krystallinische Gesteine 209.

Ballard, über Niederschlag von schwefelsaurem Natron 110.

Banda Oriental, Erhebung der 1; Tertiärformationen 134; krystallinische Gesteine der 214.

Basalt von Santa Cruz 172; —ströme in der Portillo-Kette 275; in der Uspallata-Kette 301.

Bäume, begrabene, auf der Ebene von Iquique 105; senkrecht stehende verkieselte der Uspallata-Kette 303.

Beagle-Canal 231, 234.

Beaumont, Elie de, über zähes Quarzitgestein 306; über die Neigung von Lavaströmen 175, 277.

Beckenförmige Ebenen in Chile 85.

- Beechey, Capt., über den Meeresgrund 33.
 Belcher, Lieut., über gehobene Muscheln von Concepcion 44.
 Bella Vista, Ebene von 73.
 Benza, Dr., über zersetzten Granit 214.
 Bettington, über von Flüssen transportirte Säugethiere 147.
 Bimsstein, Rollsteine von 5; — Conglomerat, Rio Negro 162; — berge in der Cordillera 262.
 Blake, über das Zerfallen gehobener Muscheln bei Iquique 68; über Natronsalpeter 105.
 Blätterung, Definition 211; der Gesteine von Bahia 211; Rio de Janeiro 212; Maldonado 215; Montevideo 219; S. Guitru-gueyu 220; Falkland-Inseln 226; Feuerland 231; Chonos-Archipel 235; Chiloë 241; Concepcion 242; Chile 242; Erörterung über 244.
 Bollaert, über die Bergwerke von Iquique 348.
 Bolus 256.
 Bomben, submarine vulcanische 328
 Böschungen, recente, in Patagonien 36.
 Bougainville, über die Erhebung der Falkland-Inseln 19.
 Brande, über eine Mineralquelle 284.
 Brasilien, Erhebung von 4; krystallinische Gesteine 209, 215.
 Braunkohle, in Chiloë 184; bei Concepcion 189.
 Bravais, über die Erhebung von Scandinavien 65.
 Broderip, über gehobene Muscheln von Concepcion 44.
 Brown, Rob., über verkieseltes Holz der Uspallata-Kette 303; über verkieseltes Holz 336.
 Bucalemu, gehobene Muscheln bei —, 45.
 Buch, Leop. von, über Spaltung 247; über Kreide, Fossilien der Cordillera 271, 289; über Schwefelvulcane von Java 356.
 Buche, Blätter einer fossilen 176.
 Buenos-Ayres 114.
 Burchell, über gehobene Muscheln von Brasilien 4.
 Byron, über emporgehobene Muscheln 39.
- C.
- Cachapual, erratische Blöcke im Thal von 95, 97.
 Caldcleugh, über Erhebung von Coquimbo 56; über Gesteine der Portillo-Kette 275.
 Callao, Hebung bei 69; alte Stadt von 75.
 Cap der guten Hoffnung, metamorphische Gesteine 247.
Carcharias megalodon 192.
 Carpenter, D., über mikroskopische Organismen 113.
 Castro (Chiloë), Schichten bei 180.
 Cauquenes, Bäder von, erratische Blöcke 94, 97; vulcanische Formation bei ihnen 262; Schichtung daselbst 264; Rollsteine im Porphyry daselbst 255.
Cervus humilis, fossiles Geweihe 41.
 Chevalier, über Hebung bei Lima 70.
 Chile, Hebung der Küste 41; Structur des Landes zwischen Cordillera und Stillen Ocean 85; Tertiärformationen in 180; krystallinische Gesteine in 242; Geologie des centralen — 254; des nördlichen 311.
 Chiloë, Geröll an der Küste 26; Hebung von 40; Tertiärformation von 180, 195; krystallinische Gesteine 240.
 Chloritschiefer bei Montevideo 217.
 Chlorkalk 77, 102, 105.
 Chonos-Archipel, Tertiärformationen 179; krystallinische Gesteine 234.
 Chupat, Flusz, Schlacken von ihm transportirt 6.
 Claro, Rio, fossilführende Schichten an 322.
 Klima, späte Aenderungen desselben 103; — von Chile während der Tertiärperiode 200.
 Cobija, Hebung von 68.
 Colonia del Sacramento, Hebung 2; Pampas-Formation bei 119.
 Colorado, Rio, Geröll 28; Sanddünen 7, 25; Pampas-Formation 119.
 Columbia, Kreideformation von 349.
 Combarbala 311, 314.
 Concepcion, Hebung 43; Ablagerungen 187, 196; krystallinische Gesteine 241.
 Conchalee, Geröll-Terrassen 52.
 Concretionen von Gyps bei Iquique 103; im Sandstein bei S. Cruz 169; in Tuffen von Chiloë 170; in Gneisz 210; in Thonsteinporphyry bei Port Desire 222; im Gneisz bei Valparaiso 243; in metamorphischen Gesteinen 245; von Anhydrit 267; Beziehungen zu Adern 302.
 Conglomerat, Thonstein-, von Chile 255, 259; von Tenuyan 272, 279, 309; im Cumbre-Pass 284, 290; am Rio Claro 320; von Copiapo 337, 339.
 Cook, Capt., über die Form des Meeresgrundes 35.

Copiapo, Hebung von 67; Tertiärformationen von 193; Secundärformationen 327.
 Coquimbo, Hebung und Terrassen von 53; Tertiärformationen bei 190, Secundärformationen 316.
 Corallinen auf Rollsteinen lebend 34.
 Cordillera, von Geröllsäumen eingefasste Thäler 91; basale Schichten 255; Fossile der — 271, 290, 322, 324, 339, 348; Hebung der — 255, 281, 304, 307, 343, 347, 358, 361, 370; Gypsformation 267, 269, 283, 287, 312, 318, 326, 330, 348; Thonsteinporphyre 254; andesitische Gesteine 261; Vulcanane der — 262, 360, 369.
 Coste, über Hebung von Lemus 5, 39.
 Coy Inlet, Tertiärformationen 175.
Crassatella Lyellii 177.
 Cruikshanks, über Hebung bei Lima 75.
 Crystalle von Feldspath, allmähliche Bildung der — bei Port Desire 222.
Cucullaea alta 177.
 Cumbre-Pass in der Cordillera 281.
 Cuming, über die Lebensweise von *Mesodesma* 50; über die Verbreitung lebender Mollusken an der Westküste 198.

D.

Dana, über geblätterte Gesteine 248; über Amygdaloide 257.
 Darwin, Mount 230.
 D'Aubuisson, über Concretionen 184; über geblätterte Gesteine 248.
 De la Beche, Sir H., theoretische Untersuchungen über Geologie 33; über die Wirkung von Salz auf Kalksteine 77; über gebogene Spaltungslamellen 241.
 Denudation, an der Küste von Patagonien 24, 35, 203; grosse Kraft der 203; der Portillo-Kette 275, 280.
 Despoblado-Thal 337, 339, 342.
 Detritus, Natur des — in der Cordillera 94.
 Devonshire, gekrümmte Spaltung in 241.
 Domeyko, Mr., über Silberminen von Coquimbo 316; über Fossile von Coquimbo 322.
 D'Orbigny, A., über gehobene Muscheln von Montevideo 2; über gehobene Muscheln bei S. Pedro 3, bei Buenos Ayres 4; über Hebung von S. Blas 7; über plötzliche Hebung von La Plata 24; über gehobene Muscheln bei Cobija 68, bei Arica 69; über das Clima von Peru 71; über Salzablagerungen von Cobija 102; über Gypscristalle in Salzseen 108; über das

Fehlen von Gyps in der Pampas-Formation 116; über fossile Reste bei Bahia Blanca 125, 127; über fossile Reste von den Ufern des Parana 129; über die Geologie von S. Fé 131; über das Alter der Pampas-Formation 137, 150; über Mastodon Andium 155; über die Geologie des Rio Negro 162; über den Character der patagonischen Fossilien 177; über Fossile von Concepcion 189, von Coquimbo 193, von Payta 194; über fossile Tertiärmuscheln von Chile 197; über Kreidefossile vom Feuerlande 227; über Kreidefossile von der Cordillera von Chile 270, 289, 322, 325, 334, 349.

E.

Ebenen von Patagonien 9, 20, von Chilöe 41, von Chile 85; am östlichen Fusse der Cordillera 90, am Uspallata 88, von Iquique 104.
 —, beckenförmige, von Chile, 85.
 Edmonston, Mr., über Tiefen, in welchen bei Valparaiso Muscheln leben 49.
 Ehrenberg, Prof., über Infusorien in der Pampas-Formation 119, 125, 130; über Infusorien in der patagonischen Formation 166, 168, 176, 178.
 Eisberge, Wirkung auf die Spaltung 241, 245.
 Eisen, —oxyd in Laven 286, 341; in Sedimentärschichten 312, 316; Neigung hohle Concretionen zu bilden 185; schwefelsaures — 327.
 Elliot, Capt., über menschliche Reste 4.
 Ensenada, gehobene Muscheln 3.
 Entenmuscheln über dem Meeresspiegel 45, 52; an gehobenen Muscheln hängend 45.
 Entre Rios, Geologie von 131.
Equus curvidens 133, 155.
 Epidot im Feuerlande 229; im Gneisz 242; häufig in Chile 258; in der Uspallata-Kette 305; im Porphyre von Coquimbo 316.
 Erde, mariner Ursprung der 41, 47.
 Erdbeben in den Pampas 20; Wirkung des —s bei S. Maria 25; Hebung während der — in Lemus 39; — von 1822 in Valparaiso 49; Wirkung auf die Zerstückelung der Oberfläche 72; Spalten durch — 72; wahrscheinliche Wirkungen auf die Spaltung 72.
 Erdbebenwelle, Kraft der —, Muscheln aufzuwerfen 49; Wirkungen der — bei Lima 75; Kraft erraticheer Blöcke zu transportiren 102.
 Erhebungssaxen s. Hebung.
 Erman, Mr., über Andesit 262.

Erratische Blöcke in der Cordillera 95, 97; von Erdbebenwellen transportirt 101; in feinkörnigen tertiären Ablagerungen 190.

Erratische Formation von S. Cruz 13, 27, der Falkland-Inseln 19, des Feuerlandes 176; geht gewissen ausgestorbenen Säugethieren voraus 143.

F.

Falkland-Inseln, Hebung der 19; Rollsteine an der Küste 31, 33; Geologie 225.

Falkner, über Salzin crustationen 106.

Fehlen recenter Formationen an den südamerikanischen Küsten 201.

Feldspath, albitischer 261; erdiger, Metamorphose desselben bei Port Desire 223; orthitischer im Conglomerat von Tenuyan 272; im Granit der Portillo-Kette 274; Crystalle von — mit Albit 261; in Porphyren des Cumbre-Passes 292.

Feuerland, Form des Meeresgrundes beim 35; Tertiärformationen 176; Thonschieferformation 226; Kreideformation 228; crystallinische Gesteine 228; Spaltung des Thonschiefers 231, 244.

Feuillée, über Meeres-Niveau bei Coquimbo 56.

Fitton, Dr., über die Geologie des Feuerlandes 230.

Fitz Roy, Capt., über die Hebung der Falkland-Inseln 19, über Hebung von Concepcion 43.

Flüsse, geringe Kraft, Geröll zu transportiren 32, und Thäler zu bilden 101; Abfluss der — in der Cordillera 264.

Forbes, Prof. Edw., über Kreidefossile von Concepcion 189; über Kreidefossile und Senkung im Cumbre-Pasz 290; über Fossile von Guasco 325; über Fossile von Coquimbo 317, 323; und Copiapo 333; über die Tiefen, in welchen Muscheln leben 202, 337.

Formation, Pampas- 114, Ausdehnung der — 143, Aestuarium-Ursprung 146; Tertiär — von Entre Rios 132, von Banda Oriental 134, vulcanische — in Banda Oriental 137, von Patagonien 162, Zusammenfassung über — — 177, Tertiär — des Feuerlandes 176, des Chonos-Archipels 179, von Chiloë 180, von Chile 180, von Concepcion 186, 195, von Navidad 189, von Coquimbo 191, von Peru 194, Senkung während der — — 205; vulcanische — von Tres Montes 179, von Chiloë 181, alte — — bei Maldo-

nado 217, mit blättrigem Bau 251, alte — im Feuerlande 229; metamorphische von Thonsteinporphyr von Patagonien 221, 250, Blätterung derselben 245; plutonische mit blättriger Structur 251; recente — en fehlen an der südamerikanischen Küste 202; palaeozoische — der Falkland-Inseln 226; Thonschiefer — bei Concepcion 240; Jura — der Cordillera 272, 290; Neocom — des Portillo-Passes 272, des Cumbre-Passes 289; Gyps — von Los Hornos 311, 323, von Coquimbo 317, von Guasco 524, von Copiapo 525, von Iquique 348; cretaceo-oolithische von Coquimbo 322, 335, von Guasco 325, 335, von Copiapo 334, von Iquique 348.

Fossile, Neocom-, des Portillo-Passes 271, des Cumbre-Passes 289; Secundär — von Coquimbo 321, von Guasco 324, von Copiapo 334, von Iquique 348; palaeozoische — von den Falkland-Inseln 226.

Fragmente von Hornblende-Gestein im Gneisz 210; von Gneisz in Gneisz 213.

Freyer, Lieut., über gehobene Muscheln bei Arica 69.

Frezier, über den Meeresspiegel bei Coquimbo 56.

Fugen im Thonschiefer 231.

G.

Galapagos-Archipel, falsche Gänge 225.

Gallegos, Port, Tertiärformation bei 176.

Gänge im Gneisz in Brasilien 209, 215; bei Rio de Janeiro 215; falsche — bei Port Desire 224, im Feuerlande 228; quarzhaltende — im Chonos-Archipel 239; — mit Quarz bei Concepcion 241; granitisch-porphyrische — bei Valparaiso 242; selten blasig in der Cordillera 263; fehlen in den centralen Rücken des Portillo-Passes 270, mit Quarzkörnern im Portillo-Pasz 276; durchschneiden einander häufig 291; zahlreich bei Copiapo 339.

Garn, baumwollenes, mit fossilen Muscheln 71.

Gaudichaud, über die Granite von Brasilien 214.

Gay, Mr., über gehobene Muscheln 45; über erratische Blöcke in der Cordillera 87, 94, 97; über Fossile von der Cordillera von Coquimbo 324.

- Geröll am Meeresgrunde 23, 33; —formation in Patagonien 28; Transportmittel für das — 31; geneigte — schichten 293.
 —terrassen in der Cordillera 92.
 Geschiebe in Patagonien 78.
 Gesteine, vulcanische, von Banda Oriental 137, 217, von Tres Montes 179, Chiloë 180, Feuerland 228, mit blättriger Structur 250.
 Gill, Mr., über irdene Waare von Erdbebenwellen transportirt 75.
 Gillies, Dr., über Höhen in der Cordillera 263, über die Ausdehnung der Portillo-Kette 278.
 Glen Roy, Parallelstrassen von — 64; geneigte Terrassen von — 96.
 Glimmer selten bei Maldonado 216; fehlt in den Porphyren von Chile 256.
 Glimmerschiefer des Feuerlandes 230; bedeckt einen Granitberg im Chonos-Archipel 237; im Chonos-Archipel 234; Fragmente von — in Gängen 239; von Chiloë 240, des nördlichen Chile 242, der Portillo-Kette 275, von Guasco 324, von Copiapo 340; Rollstein von — in der Gypsformation von Copiapo 332.
 Gneisz bei Bahia 209; von Rio de Janeiro 212; Zersetzung des — 214.
 Gold, Verbreitung desselben 351.
 Gorodona, Formationen bei 129.
 Granaten im Glimmerschiefer 230, im Gneisz 213, bei Panuncilla 314.
 Granit, Axe schräg zur Blätterung 237; andesitischer 260; der Portillo-Kette 274; quarzhaltige —adern 237, 305; —rollstein im porphyritischen Conglomerat 332; —conglomerat 339.
 Grauwacke, der Uspallata-Kette 293.
 Greenough, über Quarzadern 247.
 Grünstein, Resultat des metamorphosirten Hornblende-Gesteins 218, des Feuerlandes 228; auf dem Gipfel der Campana von Quillota 254; —porphyr 256; Beziehung zum Thonschiefer 256.
 —porphyr, von Chile 258.
Gryphaea orientalis 317.
 Guasco, Hebung von 65; Secundär-Formationen bei 325.
 Guitru-gueyu, Sierra 220.
 Guyana, Gneisz-Gesteine von 211.
 Gyps, Knollen im Geröll beim Rio Negro 28; aus Meerwasser abgelagert 76; —lager bei Iquique 103; —crystalle in Salzseen 104; in der Pampasformation 116; in der Tertiärformation von Patagonien 163, 165, 168, 169; grosse —formation im Portillo-Pasz 268, 270, im Cumbre-Pasz 283, 287, bei Los Hornos 312, bei Coquimbo 317, bei Copiapo 327, 330, bei Iquique 348; von San Lorenzo 349.
- H.
- Hall, Capt. B., über Terrassen bei Coquimbo 59.
 Hamilton, über Hebung bei Tacna 69.
 Harlan, über menschliche Reste 4.
 Hayes, Mr. A., über Natronsalpeter 105.
 Hebung von La Plata 1, Brasilien 5, Bahia Blanca 5, 122, San Blas 7, Patagonien 7, 22, 24, Feuerland 17, Falkland-Inseln 19, Pampas 20, 152, Chonos-Archipel 39, Chiloë 40, Chile 42, Valparaiso 46, 50, 65, Coquimbo 53, 65, Guasco 65, Iquique 68, Cobija 68, Lima 69.
 Hebung, plötzliche bei S. Maria 25; plötzliche bei Lemus 39; unmerkliche bei Chiloë 41, bei Valparaiso 52, bei Coquimbo 56; —saxen bei Chiloë 186, 196, bei P. Rumena 186, 196, bei Concepcion 188, 196; ungünstig für Anhäufung permanenter Ablagerungen 203; —sclinien der Blätterung und Spaltung parallel 213, 215, 219, 220, 226, 231, 237, 241, 246; — — schräg zur Blätterung 237; —sbezirke als Ursachen von Hebungslinien und Spaltung 251; —sclinien in der Cordillera 255; langsame — in der Portillo-Kette 378; zwei —sperioden in der Cordillera des centralen Chile 279, der Uspallata-Kette 304; zwei Perioden der — im Cumbre-Pasz 307; horizontale — in der Cordillera von Copiapo 344; —saxen mit vulcanischen Oeffnungen zusammenfallend 347; — der Cordillera, Zusammenfassung über die 358, 361, 370.
 Henslow, Prof., über Concretionen 247.
 Herbert, Capt., über Thäler im Himalaya 88.
 Herradura Bay, gehobene Muscheln 55, Tertiärformationen 192.
 Himalaya, Thäler im 88.
Hippurites chilensis 317, 322.
 Hitchcock, Prof., über Gänge 210.
 Höhlen über dem Meeresspiegel 40, 45, 67.
 Holz, begraben bei Iquique 104, verkieseltes von Entre Rios 132, Santa Cruz 172, Chiloë 181, 189, Uspallata-Kette 303, Los Hornos 312, Copiapo 335, 339.
 Hooker, Dr. J. D., über fossile Buchenblätter 176.

Hopkins, über schräg auf die Blätterung stehende Erhebungssaxen 288; über den Ursprung der Erhebungslinien 251, 360.
 Hornblende-Gestein, Fragmente in Gneisz 210.
 Hornblendeschiefer bei Montevideo 219.
 Hornos, Los, Durchschnitt bei 312.
 Hornstein, Gänge von 239, 241.
 Huafo, Insel 180, 195; Senkung bei 205.
 Huatajaya, Minen von 348.
 Humboldt, A. von, über Salzin crustationen 106; über Blätterung des Gneisz 212; über Concretionen im Gneisz 243.

I.

Illapel, Durchschnitt bei 311.
 Imperial, Muschelschichten bei 42.
 Incrustationen, Salz- 106.
 Infusorien in der Pampas-Formation 114, 119, 125, 130; in der patagonischen Formation 163, 166, 168, 178.
 Iquique, Hebung 68, Salzablagerungen 102; cretaceo-oolithische Formation 348.
 Isabelle, Mr., über vulcanische Gesteine der Banda Oriental 139.

J.

Jaspis bei Port Desire 223.
 Jodsalze 105, 108.
 Jukes, Mr., über Spaltung in Neufundland 246.

K.

Kalkstein im Cumbre-Pasz 285, von Coquimbo 318, 321, von Copiapo 333.
 Kamtschatka, Andesit von 262.
 Kane, Dr., über die Bildung von kohlen saurem Natron 77.
 König George's Sund, Kalkschichten 53.
 Klippen, Bildung der 36.
 Knochen, verkieselte 192; frischer Zustand fossiler — 135.
 Kupfer, schwefelsaures 327; gediegen — bei Arqueros 316; —minen bei Panuncillo 314; —adern, Vertheilung der 351.

L.

Lava, basaltische, von S. Cruz 172; Thonsteinporphyr— bei Chiloë 182; alte submarine Thonstein— 260; basaltische — der Portillo-Kette 277; feldspathige — des Cumbre-Passes 286; submarine — des Uspallata-Zugs

299, 301, 307; basaltische — der Uspallata-Kette 304; submarine von Coquimbo 319, 321; von Copiapo 328, 337, 341, 344, 346.

Lehm, Pampas-, 114; lange auf dasselbe Gebiet abgelagert 151.

Lemus, Insel 179, 194.

Lemuy, Inselchen 181.

Lignit von Chiloë 182, von Concepcion 186.

Lima, Hebung von 69.

Lund und Clausen, über Reste in brasilianischen Höhlen 153, 156.

Lund, über Granite von Brasilien 214.

Lyell, über gehobene Muscheln, die ihre Farbe bewahren 19; über Terrassen bei Coquimbo 57; über Hebung bei Lima 75; über einen fossilen Pferde Zahn 133; über die erratische Formation dem Aussterben nordamerica nischer Säugethiere vorausgehend 143; über von Ueberschwemmungen herabgewaschene Säugethiere 147; über das Alter der americanischen fossilen Säugethiere 155; über Veränderungen im Clima 201; über Denudation 203; über Blätterung 247.

M.

Macculloch, Dr., über Marmorlager 246; über Concretionen 250.

Maclaren, Mr., Brief an — über Corallen-Formationen 208.

Macrauchenia patachonica 124, 141.

Madeira, Senkung von 38.

Magellanstrasse, Hebung in der Nähe der 17.

Magnesia, schwefelsaure, in Adern 169.

Malcolmson, Dr., über in's Meer geschwemmte Bäume 305.

Maldonado, Hebung 2; Pampas-Formation von 134; crystallinische Gesteine 215.

Maricongo, Schlucht von 342.

Marmorlager 216.

Marsden, über Hebung von Sumatra 42.

Mastodon Andium, Reste von 129; Verbreitung des 153.

Maypu, Rio, Mündung des — mit gehobenen Muscheln 45; Geröllsäume 95; Durchbruch durch die Cordillera 263.

Meer, Kraft des —es Thäler zu bilden 100.

Meeresgrund, auf der Höhe von Patagonien 23, 32.

Megalonyx, Verbreitung 155.

Megatherium, Verbreitung 155.

Meigs, Dr., über menschliche Reste 4.

- Mendoza, Ebenen bei 91.
 Mensch, Skelete (Brasilien) 4; Reste bei Lima 71; Alter der Indianer 72.
Mesodesma donaciforme, Schichten von 45, 52.
 Metallführende Adern 350.
 Metamorphose von Gängen 208, 215, 224; des Thonstein-Porphyr von Patagonien 221; der Porphyre in Chile 260; der Gesteine in der Cumbre-Kette 288; in der Uspallata-Kette 307; eigenthümliche, bei Panuncillo 314; bei Coquimbo 319.
 Mexico, emporgehobene Muscheln 78.
 Meyen, Dr., über Hebung bei Valparaiso 50; bei Copiapo 67; über Höhen der Ebenen in Chile 85, 87; über erratische Blöcke in der Cordillera 95; über vulcanische Gesteine in Chile 262, 265; über Fossile von der Cordillera 271; über Eisensulphat bei Copiapo 326.
 Miers, Mr., über gehobene Muscheln 52; über die Höhe der Uspallata-Ebene 88.
 Minas, Las 216.
 Mineralquellen im Cumbre-Pass 284.
 Mocha, Insel, Hebung 43; Tertiärformation 186; Senkung bei — 205.
 Molina, über eine grosze Fluth 97.
 Monte Hermoso, Hebung 5; Fossile 119.
 Montevideo, Hebung 2; Pampas-Formation 134; crystallinische Gesteine bei 217.
 Morris und Sharpe, über die paläozoischen Fossile der Falkland-Inseln 226.
 Murchison, Sir Rod., über Spaltung 244; über Geröll fortschaffende Wellen 33; über den Ursprung der Salzformation 350; über die Beziehungen von Metall führenden Adern und intrusiven Gesteinen 354; über das Fehlen von Granit im Ural 361.
 Muscheln, emporgehobene, Zustand derselben in Patagonien 18; gehobene, zu klein, um zur menschlichen Nahrung gedient zu haben 48; proportionale Zahlen variiren 54, 70; allmählicher Zerfall 68, 70, 76; Fehlen solcher auf den hohen Ebenen in Chile 89; gehobene — bei Bahia Blanca 123; in Concretionen erhalten 181, 184; Verbreitung der lebenden und fossilen an der Westküste 198, 201; die lebenden an der Ost- und Westküste verschieden 206.
- N.
- Nagethiere, Reste fossiler 120, 163.
 Natron, kohlen-saures 108; salpetersaures 105; schwefelsaures — bei Bahia Blanca 107, 110.
Nautilus d'Orbignyanus 189, 196.
 Navidad, Tertiärformationen von 189; Senkung von 205.
 Negro, Rio, Bimsstein-Rollsteine des 5; Geröll des 28; Salzseen am 219; Tertiärschichten 162.
 Nord-America, Fossile Reste von 155.
 Nord-Wales, geneigte Terrassen von 96; gebogene Spaltung 241.
 Nuevo Gulf, Ebenen 8; Tertiärformationen 166.
- O.
- Owen, Prof., über fossile Säugethiere 120, 123, 133, 135, 141.
- P.
- Palmer, Mr., über Transport von Geröll 35.
 Pampas, Erhebung 1, 20; Erdbeben in den 20; —Formation 28, 112; Oertlichkeiten, wo fossile Säugethiere gefunden worden sind 160.
 Pampas-Lehm, s. Lehm.
 Panuncillo, Minen von 314.
 Parana, Rio, Hebung beim 3; salzige Incrustationen am 106; Pampas-Formation beim 128.
 Parchappe, Mr., über Sanddünen in den Pampas 4; über Salzincrustationen 107; über die S. Tandil 220.
 Parish, Sir Woodb., über gehobene Muscheln bei Buenos Ayres 3, 4; über Erdbeben in den Pampas 20; über Süszwasser in der Nähe von Salzseen 111; über den Ursprung der Pampas-Formation 146.
 Patagonien, Hebung und Ebenen von 7; Denudation 22; Geröllformation 28; Meeresklippen 36; Senkung während der Tertiärperiode 205; crystallinische Gesteine von 220.
 Payta, Tertiärformationen von 194.
 Pechstein von Chiloë 181; von Port Desire 221; bei Cauquenes 262; von Los Hornos 313; Lager von — in der Uspallata-Kette 300, 302; von Coquimbo 318.
 Peilungen bei Patagonien 24, 33; beim Feuerlande 35.

Pentland, Mr., über Höhen in der Cordillera 282; über Fossile derselben 289.
 Pernambuco 5, 211.
 Peru, Tertiärformation in 194.
 Peuquenes, Pass in der Cordillera 263; —Rücken 269.
 Pferd, Zahn vom fossilen 124, 133.
Pholas, gehobene Muscheln von 40.
 Plata, La, Hebung von 2; Tertiärformation von 26, 115; crystallinische Gesteine von 215.
 Playfair, Prof., über den Transport von Geröll 34.
 Pluclaro, Axe von 317.
 Pondicherry, Fossile von 189.
 Porphyr, Rollsteine von, über Patagonien verstreut 29; doppelt-säuliger 262; ziegelrother und orthitischer des Cumbre-Passes 278, 292; intrusiver — wiederholt injicirt 292.
 Port Desire, Hebung und Ebenen von 9; Tertiärformationen von 165; Porphyre von 221.
 Portillo-Kette 272, 279; mit der Uspallata-Kette verglichen 309.
 Portillo-Pass in der Cordillera 263.
 Porzellan-Gesteine bei Port Desire 223; der Uspallata-Kette 299, 302, 306.
 Prefil oder Seemauer bei Valparaiso 50.
 Puente del Inca, Durchschnitt 284.
 Punta Alta, Hebung 5; Schichten 121.

Q.

Quarzit-Gestein der Sierra Ventana 221; C. Blanco 221; Falkland-Inseln 225; Portillo-Kette 274; Zähigkeit 305; —Adern bei Montevideo 219; Adern in Grünsteingängen 228; Adern in Glimmerschiefer 234; ihre Beziehung zur Spaltung 246.
 Quarzkörner in Gängen 237, 241.
 Quillote, Campana de 254.
 Quintero, Hebung 52.
 Quiriquina, Hebung 43; Ablagerungen bei 187.

R.

Rancagua, Ebene von 87.
 Rapel, Rio, Hebung beim 45.
 Reeks, Mr., Analyse zersetzter Muscheln 76; Analyse von Salzen 102.
 Reste, menschliche 71.
 Rio de Janeiro, Hebung bei 5; crystallinische Gesteine bei 212.
 Rio Chupat, Claro, Colorado, Maypu, Negro, Parana, Rapel, Salado, Santa Cruz, Uruguay, Volcan, Yeso s. die Flussnamen.

Rogers, Prof., Rede vor den amerikanischen Geologen 207.
 Rollsteine, von Bimsstein 5; Gröszenabnahme an der Küste von Patagonien 23; Transportmittel 32; mit lebenden Corallinen incrustirt 34; Verbreitung der — am östlichen Fusze der Cordillera 91; zerstreut in den Pampas 116; mit Farben gestreift 255.
 Rose, Prof. G., über Eisensulphat bei Copiapo 326.

S.

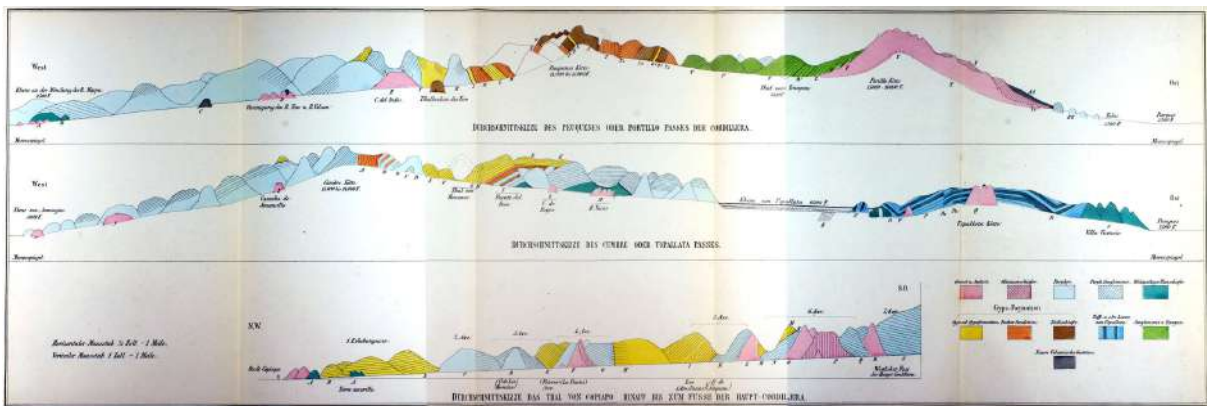
S. Blas, Hebung 7.
 S. Cruz, Hebung und Ebenen 11; Thal 12; Natur des Gerölles im Thale des —, 29; erratische Formation 143; Tertiärformation 168; Senkung am 206.
 S. Fé Bajada, Formation bei 131.
 S. George's Bay, Ebenen 9.
 S. Helena, Insel, Meeresklippen und Senkung 36.
 S. Jago, Chile 85.
 S. Josef, Hebung 7; Tertiärformation 164.
 S. Juan, Hebung bei 2.
 S. Julian, Hebung und Ebenen 10; Salzsee 108; Tertiärformation 167; erdige Ablagerung mit Säugethierresten 140; Senkung 205.
 S. Lorenzo, Hebung 69; alte Salzformation 349.
 S. Maria-Insel, Hebung 43.
 S. Pedro, Hebung 3.
 Salado, Rio, gehobene Muscheln 4; Pampas-Formation 116.
 Salinas 108.
 Salz, mit gehobenen Muscheln 70, 77; —seen 108; Reinheit des —s in Salzseen 110; deliquescirendes — notwendig zur Präservation des Fleisches 110; alte —formation bei Iquique 349; bei S. Lorenzo 349; —schichten, Ursprung der 350.
 Salzlager, oberflächliche 102.
 Sanddünen des Uruguay 3; der Pampas 5; bei Bahia Blanca 5, 24; des Colorado 6, 25; des Sta Cruz 14; von Arica 69.
 Sarmiento, Mount 230.
 Säugethiere, fossile, bei Bahia Blanca 119, 133; bei Sta Fé 131; der Banda Oriental 135; bei S. Julian 141; bei Port Gallegos 175.
 — durch Ueberschwemmungen hinabgeschwemmt 147.
 —reste, Anzahl und Verbreitung der — in den Pampas 151, 160.

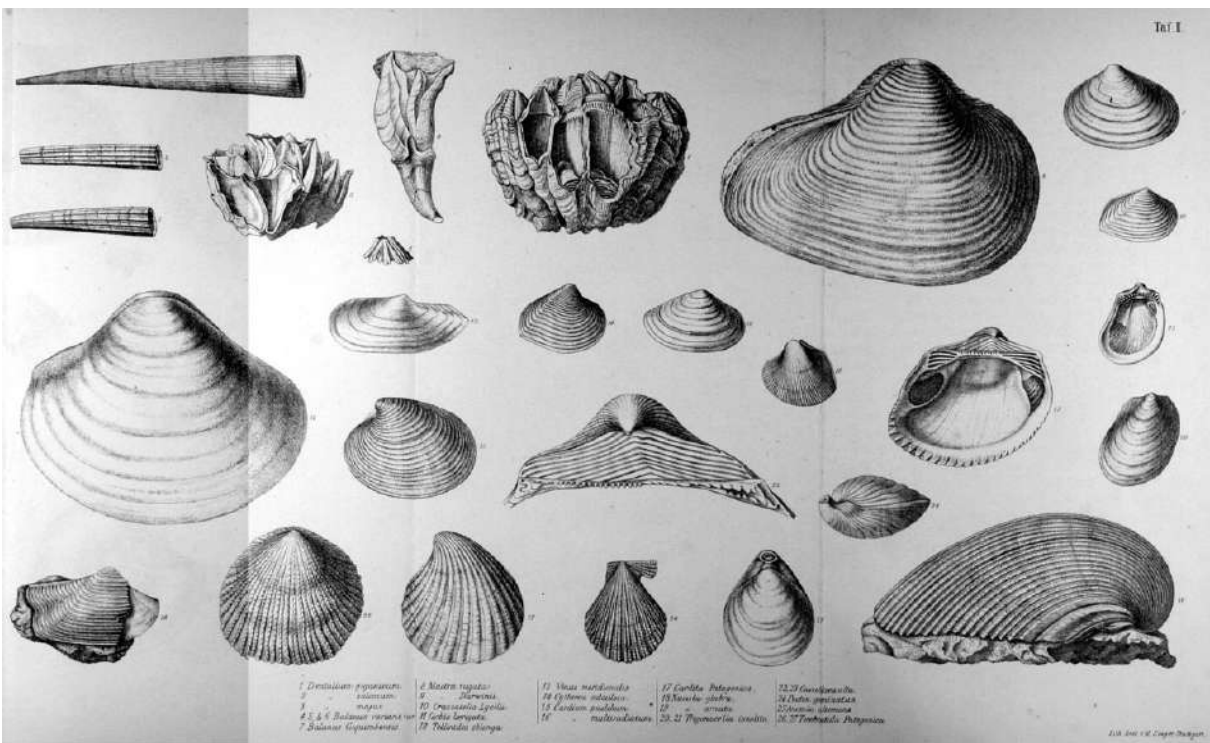
- Schichtung in metamorphischen Gesteinen 212; des Thonschiefers im Feuerlande 230; der Cordillera des centralen Chile 254, 264, 283; im Cumbre-Pass wenig gestört 282, 290; Störung der — bei Copiapo 375.
- Schiefergestein des Portillo-Passes 270; von Copiapo 332.
- Schidtmeyer, über goldführende Ablagerungen 341.
- Schomburgk, Sir Rob., über den Meeresgrund 33; über die Gesteine von Guyana 211.
- Schottland, geneigte Terrassen in 96.
- Schwefel, vulcanische Exhalationen von 357.
- Seal, Mr., Modell von S. Helena 36.
- Sebastian Bay, Tertiärformation 176.
- Sedgwick, Prof., über Spaltung 245.
- Seen, Ursprung der 35; Süßwasser in der Nähe von Salz —, 110.
- Senkung, während der Bildung von Meeresklippen 35; bei Lima 75; wahrscheinliche — während der Pampas-Formation 150; — nothwendig zur Anhäufung dauernder Ablagerungen 205; — während der Tertiärformationen von Chile und Patagonien 208; wahrscheinliche — während der Neocom-Formation des Portillo-Passes 272; wahrscheinliche — während der Bildung des Conglomerats von Tenuyan 280; während der Neocom-Formation des Cumbre-Passes 290; der Uspallata-Kette 304, 309; grosze — beim Sta Cruz 337; bei Copiapo 325; grosze — während der Bildung der Cordillera 588.
- Serpentin von Copiapo 327.
- Serpulae an emporgehobenen Felsen 72.
- Siau, Mr., über den Meeresgrund 33.
- Silberminen von Arqueros 316; von Chanuncillo 334; von Iquique 348; Verbreitung des Silbers 352.
- Smith, Mr., von Jordan Hill, über gehobene Muscheln ihre Farben bewahrend 19; über Madeira 38; über emporgehobenen Seetang 71; über geneigte Geröllschichten 293.
- Spalten, Beziehung der — zu Concretionen 185; erfüllte — bei Port Desire 225; in Thonschiefer 298.
- Spaltung, Definition von 211; bei Bahia 214, Rio de Janeiro 212, Maldonado 215, Montevideo 219, S. Guirugueyu 220, Falkland-Inseln 226, Feuerland 231, Chonos-Inseln 243, Chiloë 243, Concepcion 242, Chile 242, Discussion über —, 244.
- Spaltungsblätter, oberflächlich gebogen 241.
- Spannungslinien, Ursprung der Erhebungssaxen und der Spaltung 251.
- Spirifer* 322, 325.
- Spix und Martius, über Brasilien 214.
- Sprengel, über die Bildung von kohlen-saurem Natron 77.
- Steinkohle in Chiloë 181; Concepcion 189; S. Lorenzo 350.
- Straszen, Parallel-, von Glen Roy 64.
- Ströme von Lava am S. Cruz, Neigung der 174; im Portillo-Pass 277.
- Struthiolaria ornata* 177.
- Studer, über metamorphische Gesteine 247.
- Sumatra, Vorgebirge von 42; Hebung von —, 42.

T.

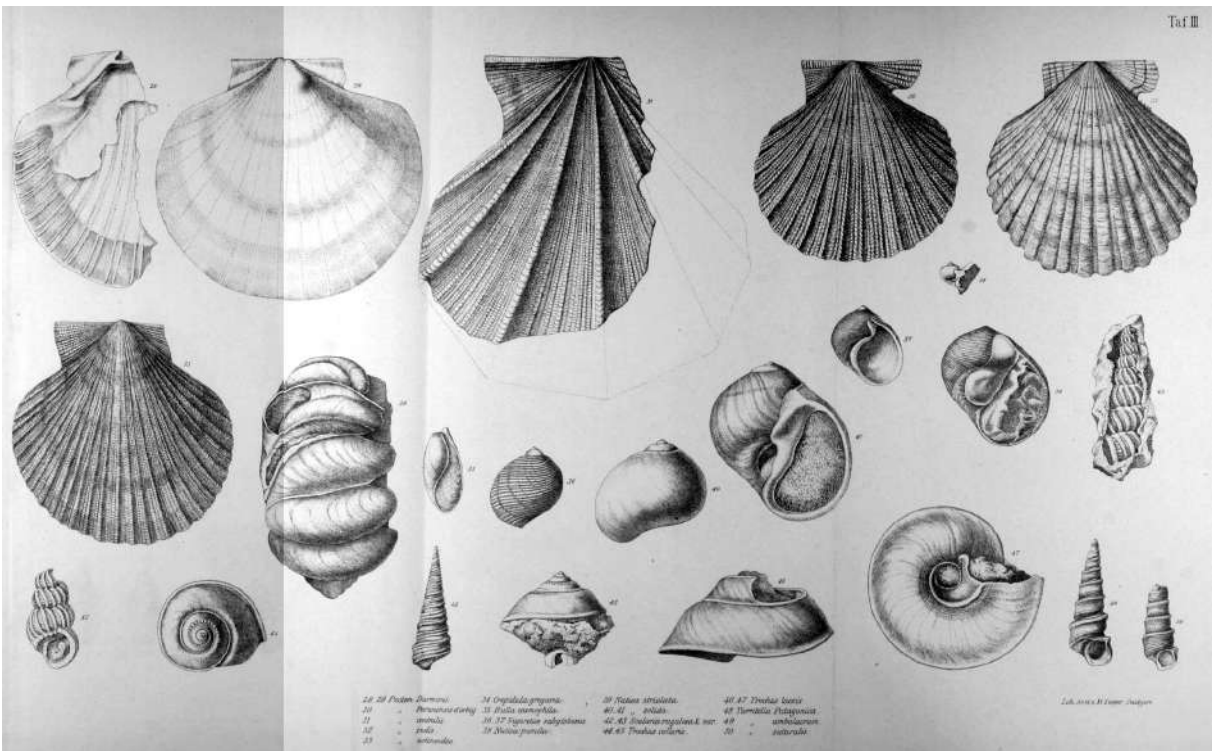
- Tacna, Hebung von 69.
- Tampico, gehobene Muscheln bei 77.
- Tandil, crystallinische Gesteine 220.
- Tapalguen, Pampas-Formation 116; crystallinische Gesteine 220.
- Taylor, Mr., über Kupferadern auf Cuba 351.
- Temperatur von Chile während der Tertiärperiode 200.
- Tenuy-Point, eigenthümlicher Durchschnitt 183.
- Tenuyan, Thal von 273, 309.
- Terrassen des Thals des Sta Cruz 15; — gleicher Höhen durch ganz Patagonien 19; Bildung der — von Patagonien 25, von Chiloë 42, Conchalee 52, Coquimbo 57; nicht horizontal bei Coquimbo 60, von Guasco 65, San Lorenzo 69; Geröll— innerhalb der Cordillera 93.
- Thal des Santa Cruz, Structur 12, Tertiärformationen 169; von Coquimbo 57, Geologie desselben 317; Bau des —s von Guasco 65, Secundärformationen 324; Copiapo, Bau des —s von 67, Secundärformationen 325; Despoblado 332, 339, 342.
- Thäler, Bildung der 94; in der Cordillera mit Geröllsäumen eingefasst 92; in der Cordillera 264.
- Theorien über den Ursprung der Pampas-Formation 144.
- Thonschiefer von Los Hornos 313; feldspathiger — des Feuerlandes 227, von Chile 253, 258, 264, im Cumbre-Passe 285, der Uspallata-Kette 294, 297; Streifen von schwarzem kieseligen — in der Porphyrfornation von Chile 260.

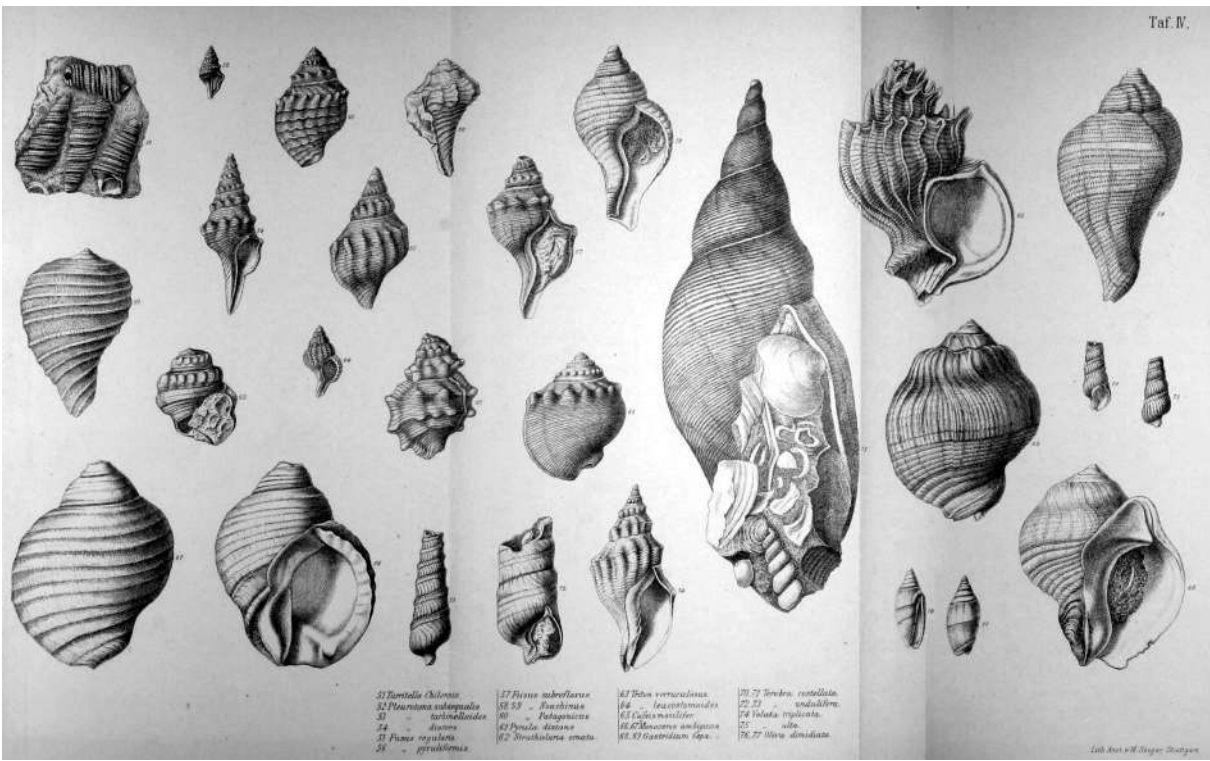
- Thonschieferformation des Feuerlandes 226, von Concepcion 240.
- Thonsteinporphyr, Formation, in Chile 254; Ursprung der — 258; eruptive Quellen der — 346.
- Thonsteinporphyr, von Chiloë 181, von Patagonien 221, von Chile 254, 258; der Uspallata-Kette 293, von Copiapo 327, 341; auf der östlichen Seite des Portillo-Passes selten 293.
- Thonwaren, fossile 73.
- Tierra amarilla 327.
- Tosca-Gestein 114.
- Trachyt von Chiloë 180, von Port Desire 221; in der Cordillera 262.
- Traditionen, dasz Vorgebirge Inseln gewesen sind 42; über Niveauveränderungen bei Lima 75.
- Tres montes, Hebung von 39; vulcanische Gesteine 179.
- Trigonocelia insolita* 177.
- Tristan Arroyo, gehobene Muscheln 3.
- Tschudi, über Senkung bei Lima 75.
- Tuff, kalkiger, bei Coquimbo 55; auf beckenförmigen Ebenen bei S. Jago 86; Structur des — —s in den Pampas 114, Ursprung desselben in den Pampas 147; Bimsstein — des Rio Negro 163, Nuevo Gulf 164, Port Desire 165, S. Cruz 169; Zusammenfassung über den — — von Patagonien 177, Chiloë 182; Bildung des —s in der Portillo-Kette 277; groszes —lager bei Copiapo 343.
- Tuffe, metamorphosirte vulcanische, von Uspallata 298, von Coquimbo 319.
- U.
- Ulloa, über Regen in Peru 71; über Hebung bei Lima 76.
- Uruguay, Rio, Hebung des Landes beim 2.
- Uspallata, Pass, 281; Ebene von 88, 292; —kette 293; Schlussbemerkungen über die — — 306.
- V.
- Valdivia, Tertiärschichten 186, Glimmerschiefer 241.
- Valparaiso, Hebung von 46; Gneisz bei 242.
- Venezuela, gneisartige Gesteine von 211.
- Ventana, Sierra, Pampas-Formation bei der — 117; Quarzit-Gestein der — 220.
- Verwerfungen, grosze, in der Cordillera 268, 345.
- Villa Vincencio, Pass, 293.
- Volcan, Rio, Mündung 266, Fossile von 271.
- Vulcane der Cordillera 178, 262, 360; alte submarine — der Cordillera 347; lange Thätigkeit der — in der Cordillera 368; Fehlen derselben ausgenommen in der Nähe groszer Wassermassen 277; Thätigkeit der — in Beziehung zu Niveauveränderungen 364.
- W.
- Wafer, über emporgehobene Muscheln 68.
- Weaver, über emporgehobene Muscheln 78.
- Wellen, Kraft der durch Erdbeben verursachten 50; Vermögen der — Muscheln aufzuwerfen 74, 101.
- Wetzstein, Pseudo-, von Coquimbo 318, von Copiapo 325.
- White, Martin, über Meeresgrund 33.
- Y.
- Yeso, Rio, und seine Ebene 266.
- Ypun, Insel, Tertiärformation 279.
- Z.
- Zeagonit 229.
- Zerfall, allmählicher, der emporgehobenen Muscheln 69, 70, 76.
- Zersetzung granitischer Gesteine 215.
- Zusammenfassung über die neueren Hebungsbewegungen 26, 78, 366; über die Pampas-Formation 143, 365; über die Tertiärformationen von Patagonien und Chile 177, 194, 363; über die chilenische Cordillera 354; über die cretaceo-oolithische Formation 355; über die Senkung der Cordillera 357; über die Hebung der Cordillera 359, 369.





1 *Dentalium papillatum* 2 *Nautilus rugatus* 17 *Cardium Patagonicum* 32, 29 *Cardium*
 3 " " 3 *Nautilus* 18 *Nautilus* 23 *Dentalium papillatum* 30 *Nautilus*
 4 & 5 *Salpinx ricinaria* 10 *Crassostrea Lyellii* 19 *Cardium serratum* 31 *Nautilus*
 7 *Salpinx* 11 *Nautilus* 16 *Cardium* 24, 27 *Tridacna Patagonica*
 8 *Nautilus* 12 *Nautilus* 15 *Cardium* 25, 26 *Nautilus*
 9 *Nautilus* 13 *Nautilus* 14 *Nautilus* 28 *Nautilus*
 10 *Crassostrea* 14 *Nautilus* 15 *Cardium* 16 *Cardium* 17 *Cardium* 18 *Nautilus* 19 *Cardium* 20 *Cardium* 21 *Cardium* 22 *Cardium* 23 *Dentalium* 24 *Cardium* 25 *Cardium* 26 *Cardium* 27 *Cardium* 28 *Cardium* 29 *Cardium* 30 *Cardium* 31 *Cardium* 32 *Cardium* 33 *Cardium*





37 <i>Turrida chilensis</i>	37 <i>Fusus suberlatus</i>	41 <i>Palaemon veruculatus</i>	70-77 <i>Turris costellata</i>
38 <i>Purpurina subtripudans</i>	38-39 <i>Fusinus</i>	42 <i>Fucosporionides</i>	72-73 <i>costellata</i>
39 <i>subtripudans</i>	40 <i>subgenus</i>	43 <i>Cyprina maritima</i>	74 <i>Palata replicata</i>
44 <i>diversa</i>	43 <i>Purpura sinensis</i>	44 <i>Monacorum ambigua</i>	75 <i>alba</i>
45 <i>Fusus regularis</i>	44 <i>Strutholara ornata</i>	45-47 <i>Strutholara</i> sp.	76-77 <i>Uva sinensis</i>
46 <i>pyraliformis</i>			

