

Kleinere
Geologische Abhandlungen

Charles Darwin,

Kleinere

geologische Abhandlungen.

Aus dem Englischen

von

J. V. Carus.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (H. Koch).

1872.

Kleinere
Geologische Abhandlungen

von

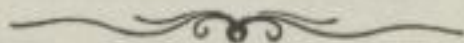
Charles Darwin.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 14 Holzschnitten und 1 Karte der Westküste von Süd-America.



STUTT GART.

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

1878.

Kleinere
Geologische Abhandlungen

von
Charles Darwin.

Aus dem Englischen übersezt

von
J. Victor Carns.

Mit 14 Holzschnitten und 1 Karte der Westküste von Süd-America.

STUTTGART.

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

1878.

Inhalt.

Über die Geologie der Falkland-Inseln. Mit 7 Holzschnitten . . .	Seite 1
Über den Zusammenhang gewisser vulcanischer Erscheinungen in Süd-America, und über die Bildung von Bergketten und Vulcanen, als Wirkung derselben Kraft, durch welche Continente erhoben werden. Mit 3 Holzschnitten und einer Karte der Westküste von Süd-America	12
Beobachtungen über das Erdbeben in Chile vom 20. Februar 1835	12
Über die Identität der Kraft, welche Continente erhebt, mit der, welche vulcanische Ausbrüche verursacht	20
Über Perioden vermehrter vulcanischer Thätigkeit, welche grosze Bezirke treffen	25
Natur der Erdbeben an den Küsten von Süd-America	33
Über verschiedene Arten von Erdbeben; und Folgerungen betreffs solcher, welche Hebungsbewegungen begleiten	42
Theoretische Betrachtungen über die langsame Erhebung von Gebirgsketten	46
Schlussbemerkungen	53
Über die Verbreitung der erratischen Blöcke und über die gleichzeitigen nichtgeschichteten Ablagerungen in Süd-America Mit 3 Holzschnitten	57
Erratische Formation im Thale von Santa Cruz	57
Das Feuerland und die Magellan-Strasze	60
Die Insel Chiloë	69
Bemerkungen über die Gletscher des Feuerlandes und über den Transport von Findlingsblöcken	75

Über die von den alten Gletschern in Caernarvonshire hervor- gebrachten Wirkungen und die von schwimmendem Eise trans- portirten erratischen Blöcke	81
Über die Bildung der Ackererde. Mit 1 Holzschnitt	93
Beschreibung des feinen Staubes, welcher oft auf Schiffe im atlan- tischen Ocean fällt	99

I n h a l t

Über die Geologie der Falkland-Inseln. Mit 5 Holzschnitten	1
Über den Zusammenhang gewisser vulkanischer Erscheinungen in Süd-Amerika und über die Bildung von Bergketten und Vül- canen, als Wirkung derselben Kräfte, durch welche Continente erhoben werden. Mit 3 Holzschnitten und einer Karte der West- küste von Süd-Amerika	12
Beobachtungen über das Erdbeben in Chile vom 20. Februar 1835	12
Über die Identität der Kräfte, welche Continente erheben und der welche vulkanische Ausbrüche verursacht	20
Über Perioden verschiedener vulkanischer Thätigkeit, welche gegen Bestand treffen	26
Natur der Erdbeben an der Küste von Süd-Amerika	30
Über verschiedene Arten von Erdbeben und Folgen davon	32
Ursachen, welche Hebungsbewegungen begünstigen	42
Theoretische Betrachtungen über die langsame Erhebung von Gebirgen hervon	46
Beobachtungen	53
Über die Verwitterung der erratischen Blöcke und über die gleich- zeitigen nichtgeschichteten Ablagerungen in Süd-Amerika. Mit 8 Holzschnitten	57
Kristalline Formationen im Thale von Santa Cruz	67
Das Feuerland und die Magellan-Straße	69
Die Insel Chile	69
Beschreibung von über die Geologie des Feuerlandes und über das Tertiäre von den Gletschern	72

Über die Geologie der Falkland-Inseln.

Aus: Proceedings of the Geological Society of London, Vol. II. P. I. 1846.
p. 267 – 274.

Da die Falkland-Inseln eine englische Colonie sind und den südlichsten Punkt bilden, von welchem paläozoische Fossile bis jetzt nachgewiesen worden sind, so sehe ich mich bewogen, eine kurze Schilderung der geologischen Structur dieser Inseln der Gesellschaft vorzulegen. Sie erstrecken sich von 51° bis $52^{\circ} 30'$ s. Br. und dehnen sich ungefähr 130 Meilen in geogr. Länge aus. Meine Untersuchung beschränkte sich auf die östliche Insel; ich habe aber durch die Güte des Capt. SULLIVAN und Mr. KENT zahlreiche Handstücke, ebenso wie ausführliche Notizen von der westlichen Insel erhalten, welche hinreichten, die beinahe vollkommene Gleichförmigkeit der ganzen Gruppe nachzuweisen.

Das niedrige Land besteht aus blass braunem und bläulichem Thonschiefer, welcher untergeordnete Schichten von hartem, gelblichem, zuweilen glimmerhaltigem Sandstein einschlieszt: in dem Thonschiefer sind organische Reste äusserst selten, während sie in einigen von den Sandsteinschichten ausserordentlich zahlreich sind, wobei die nämlichen Species meistens gruppenweise zusammen vorkommen. Die Herren MORRIS und SHARPE haben es freundlichst übernommen, diese Fossile in einer besondern Notiz zu beschreiben: sie bestehn (wie sie mir mitgetheilt haben) aus drei neuen Arten von *Orthis*, welche einen silurischen Character haben, drei *Spirifer*, welche eher devonischen Formen ähnlich sind, und einigen der von SOWERBY und J. MORRIS¹ beschriebenen australischen Formen sehr nahe stehn; einer *Atrypa* und einer *Chonetes*, welche letztere Art einigen Varietäten von *Ch. sarcinulata* von Europa sehr nahe kommt; einer *Orbicula* und einer *Avicula*, von nicht zu bestimmenden Arten; und endlich einem Trilobiten-Fragment

¹ Strzelecky's Physical Description of New South Wales etc. p. 279 u. flgde.
DARWIN, Geolog. Schriften (XII, 2).

und zahlreichen Spuren eines, dem Anscheine nach mit der Gattung *Actinocrinus* verwandten Crinoiden. Das Zusammentreffen dieser verschiedenen organischen Formen in diesem entfernten Theile des südlichen Oceans, welches dem Ganzen eine so grosse allgemeine Ähnlichkeit mit den paläozoischen Gruppen des Nordens gibt, ist ein interessanter Umstand. Indessen scheint keine der Species mit nördlichen Formen oder mit den silurischen und devonischen Mollusken, welche D'ORBIGNY von der Bolivianischen Cordillera beschrieben hat, absolut identisch zu sein; diese letzteren, elf an der Zahl, sind gleichfalls sämtlich verschieden von nördlichen Formen, obschon mehr äusserst nahe mit solchen verwandt sind; doch scheinen zwei Crustaceen und ein Graptolith mit europäischen Formen identisch zu sein. Bezug auf die vier- oder fünfunddreissig paläozoische Mollusken von Australien² ist Mr. MORRIS zu dem Schlusse gekommen, dass sie alle neu sind, mit Ausnahme einer *Terebratula*: einige Species haben überhaupt die Aufstellung neuer Genera erfordert. LONSDALE hat gleichfalls gefunden, dass die paläozoischen australischen Corallen beinahe sämtlich neue Species sind. Obgleich die häufige und grosse allgemeine Ähnlichkeit der paläozoischen Fossilien in sehr entfernt von einander liegenden Theilen der Welt äusserst merkwürdig ist, besonders wenn wir inner- und ausertropische Districte mit einander vergleichen (wie es bei den von D'ORBIGNY beschriebenen der Fall ist), so meine ich doch, dass die Ansicht, wonach die nämlichen Species von Muscheln je weiter wir in der Zeit zurückblicken, auch um so weiter verbreitet sind, bedeutend modificirt werden muss.

Wir müssen im Auge behalten, dass heutigen Tages Muscheln, welche Meere bewohnen, die, anstatt durch unübersteigliche Schranken von nord- und südwärts sich ausdehnendem Lande getrennt zu sein, von ost- und westwärts laufenden Küsten begrenzt oder mit Inseln bedeckt sind, häufig enorme Verbreitungsgebiete haben. Mr. CUMING theilt mir mit, dass er über hundert Species von Schalthieren von der Ost-Küste von Africa besitzt, welche mit denen, die er selbst an den Philippinen und an den östlichen Corallen-Inseln des Stillen Oceans gesammelt hat, identisch sind: die Entfernung dieser Inseln vom nördlichen Africa ist nun aber gleich der von Pol zu Pol. Unter ähnlichen Umständen hat Dr. RICHARDSON gefunden, dass Fische ungehe-

² Strzelecky, a. a. O., und der Anhang zu Ch. Darwin's *Vulcanische Inseln*.

Verbreitungsbezirke haben. Überdies müssen wir uns gegenwärtig halten, wie wenig Gattungen von Schalthieren auf besondere Gegenden der Welt beschränkt sind, d. h. wenn wir die ausertropischen Zonen mit einander und die intertropischen Zonen mit einander vergleichen. Wir dürfen daher wegen der Verbreitung jetzt lebender Mollusken nicht darüber überrascht sein, dasz fossile Species derselben geologischen Periode in den entferntesten Theilen der nämlichen groszen Zonen zuweilen identisch sind oder nur durch specifische Charactere von einander abweichen. Es ist indessen nothwendig hinzuzufügen, dasz nicht bloss alle die jetzt lebenden Schalthiere der Falkland-Inseln und des Feuerlandes von denen der nördlichen Hemisphäre specifisch verschieden sind, sondern ich glaube auch, dasz sie der Form nach greifbarer verschieden sind als die paläozoischen Species aus denselben Gegenden: indessen sind bei dieser Vergleichung der lebenden Schalthiere auch die littoralen Formen mit eingeschlossen, und diese zeigen ohne Zweifel die Wirkungen des Klimas und anderer äusserer Einflüsse immer viel deutlicher als Tiefwasser-Gattungen, wie es z. B. wahrscheinlich *Spirifer* und *Orthis* waren.

Die unteren Thonschiefer- und Sandstein-Districte der Falkland-Inseln werden von zahlreichen, in ihrer Höhe von einigen wenigen hundert bis zwischen 2000 und 3000 Fusz schwankenden und sämmtlich aus geschichtetem Quarz bestehenden Höhenzügen durchbrochen. Dieses Gestein variirt von einer sandartigen Mischung bis zu einer rein weissen körnig-krystallinischen Masse; es enthält zuweilen minutiöse unvollkommene Schuppen von Glimmer, die in parallelen Flächen angeordnet sind, und häufig Flecke einer weissen Substanz, welche erdigem Feldspath gleicht, einen thonigen Geruch ausgibt, aber vor dem Löthrohr völlig unschmelzbar ist. Gelegentlich erhält das Gestein ein merkwürdiges breccienartiges Aussehn (augenscheinlich in Folge einer Concretion), wo eckige Fragmente beinahe reinen Quarzes in einer opaken kieseligen, zum Theil aus der weissen erdigen Substanz gebildeten Masse eingebettet sind. Ich habe diese weissen und gelblichen erdigen Flecke in den Quarz-Gesteinen mehrerer anderer Länder beobachtet, wie auch gleicherweise in einem kalkigen Gestein auf einer der Capverdischen Inseln, welches durch das Flieszen submariner Lava über eine recente muschlige Masse entstanden war. Das Gestein ist

in diesem letztern Falle compact; an einer Reihe von Handstücken konnte die allmähliche Sonderung der kleinen Flecke erdiger Substanz, entweder durch ihre gegenseitige Anziehung, oder noch wahrscheinlicher durch den trennenden Einfluss der stärkern Anziehung der Atome des kohlensauren Kalks, äusserst deutlich verfolgt werden. Es finden sich gute Belege dafür, dass der Quarz der Falkland-Inseln durch Hitze erweicht worden ist; und die Analogie zwischen den kleinen erdigen Flecken in den beiden Fällen ist so vollkommen, dass ich glaube, sie sind in ähnlicher Weise entstanden.

Ich habe nirgends factisch die Überlagerung des Thonschiefers³ auf dem Quarz gesehen; aber an mehreren Stellen habe ich am Meeresufer die allerallmählichsten Übergänge zwischen diesen meist so sehr verschiedenen Formationen verfolgt. Es war besonders merkwürdig zu beobachten, wie unmerkbar die sanft geneigten Schichtungs-Ebenen im Quarz verschwanden und die in hohem Grade geneigten Spaltungsblätter des Thonschiefers, die sich in ihrem gewöhnlichen Laufe ausstreckten, auftraten: es war unmöglich, genau zu bezeichnen, wo die Schichtung endete und die Spaltung begann. Nach der Art und Weise, in welcher der Thonschiefer und Sandstein häufig von jeder Seite her an die Basis der Quarz-Höhenzüge heraufkommen, zweifle ich nicht daran, dass dies Gestein eine tiefere und sandartigere Formation in metamorphosirter Form ist.

Die vielen parallelen Züge von Quarz im östlichen Theile der Gruppe erstrecken sich von Ost nach West, aber in den westlichen Theilen laufen sie von West-nordwest nach Ost-südost; indessen findet sich auf der westlichen Seite des grossen Sundes zwischen den zwei Hauptinseln, der Angabe Capt. SULLIVAN's zufolge, ein schöner, 2000 Fusz hoher Zug in rechtem Winkel auf die gewöhnliche Richtung und von Nord-nordost nach Süd-südwest verlaufend. Der Umriss der zackigen Küste und die Lage der vor der Küste liegenden kleinen Inseln stehn in Übereinstimmung mit diesen Erhebungsaxen. Die Spaltungsflächen des Thonschiefers streichen beinahe ausnahmslos in derselben Richtung wie die Quarzzüge: die Blätter stehn entweder senkrecht oder sind bedeutend geneigt, meist in einem Winkel von über 50° und

³ Capt. Sullivan scheint auf der westlichen Insel untergeordnete Schichten eines Conglomerats oder grober Grauwacke gefunden zu haben. Auf dieser Insel erscheinen auch Spuren von tertiärer und erratischer Formation, welche denen des Feuerlandes entsprechen. Capt. Sullivan beobachtete auf der westlichen Insel zahlreiche basaltische Gänge.

fallen entweder nach Nord oder Süd, am häufigsten aber nach Süd. Das Zusammenfallen in der Richtung (aber nicht im Streichen) zwischen der Stratification des Quarzes und der Spaltung des Schiefers war am westlichen Ende der Wickham-Höhen sehr auffallend zu sehn, welche sich von ihrer gewöhnlichen ost-westlichen Richtung zu einem West-35°-Nord gehenden Verlaufe abbogen. Ich will noch hinzufügen, dasz ich auf dem Festlande von Süd-America gefunden habe, dasz sich die Spaltungsflächen, mit sehr bedeutender aber schwankender Neigung, gleichförmig über auszerordentlich grosze Bezirke in derselben Richtung wie auf den Falkland-Inseln und in derselben Linie wie die vorherrschenden Erhebungssaxen erstreckten, aber unter rechtem Winkel von anderen untergeordneten Axen durchschnitten; ich will mich indessen hier nicht weiter über diesen Gegenstand verbreiten.

Die Sandstein-Schichten, welche in dem Thonschiefer der tiefer gelegenen und weniger gestörten Theile der Insel eingeschlossen sind, sind entweder horizontal oder fallen in verschiedenen Richtungen, am häufigsten nach Süden, unter Winkeln zwischen 10° und 20°. Ich beobachtete wiederholt, dasz der Thonschiefer genau die nämliche bedeutend geneigte Spaltungsrichtung oberhalb und unterhalb dieser Schichten darbot. Wo dies vorkam, brach der Sandstein meistens, wenn er zerschlagen wurde, in der Richtung der Spaltflächen und quer auf seine eigenen Theilungsflächen; auch waren die Lager voll von fossilen Muscheln: Professor SEDGWICK⁴ hat dieselbe Thatsache an ähnlich gelagerten Schichten von Kalk beobachtet; es zeigt dies, dasz die moleculare Anordnung selbst dieser compacten Gesteine einer Veränderung unterlegen ist. Die Richtung der Spaltungsflächen, obschon mit den hauptsächlichen Erhebungslinien zusammenfallend, scheint keine Beziehung zu den untergeordneten Biegungen zu haben; sie bewahrt eine merkwürdige Gleichförmigkeit, mag nun die Schichtung des Thonschiefers (nur durch die eingeschalteten Sandsteinschichten zu unterscheiden) horizontal geblieben oder in geringen Winkeln und verschiedenen Richtungen aufgerichtet worden sein. Capt. SULLIVAN, welcher so freundlich war, sorgfältig das Spaltungsverhältnis der Gesteine zu beobachten, hat mir indessen eine Zeichnung und äusserst detaillirte Beschreibung einiger Thonschiefer-Schichten, die an einer Klippe der südlichen Küste exponirt waren, gegeben, an welchen die Spaltung in

⁴ Geological Transactions, 2. Ser. Vol. III. p. 477.

einigen von den Schichten vertical steht, ohne im Mindesten durch die untergeordneten Biegungen beeinflusst zu werden; während sie in andern genau rechtwinklig zu jeder Biegung einfällt. Die Schichten sind durch Druck in zahlreiche aufeinander folgende Falten gedrückt worden, von welchen eine im folgenden Holzschnitt dargestellt ist.

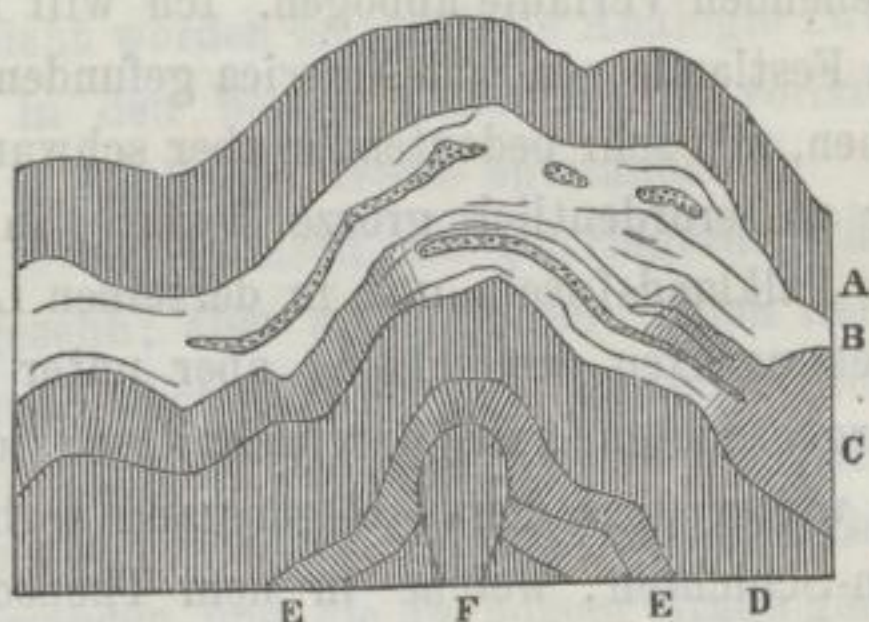


Fig. 1.

A. D. F. Schichten von Thonschiefer, mit senkrecht auf den Horizont stehenden Spaltungsblättern.

E und Theil von C. Ähnliche Schichten, mit rechtwinklig auf jeder Biegung stehender Spaltung.

B und Theile von C. Schichten unvollkommenen, nicht blättrigen Thonschiefers, mit eingeschalteten, durch Punkte bezeichneten Sandsteinflötzen.

F. Nucleus oder Kern von Thonschiefer durch den seitlichen Druck der Schichten gebildet, ungefähr zwei Fusz hoch und einen Fusz breit. Solche Kerne kommen in beinahe allen Falten vor.

Capt. SULLIVAN gibt an, dass in einigen von den Schichten „an jeder Stelle, wie stark sie auch gewunden war, die Spaltung senkrecht zum Horizont“, in andern „senkrecht zu jeder Curve war.“ Ich habe niemals selbst ein Beispiel dieser Structur gesehen und glaube, dass dies ein neuer und interessanter Fall ist.

Die noch übrigen Thatsachen, welche ich mitzutheilen habe, beziehen sich gänzlich auf die Structur der aus Quarzgestein gebildeten Höhenzüge. Geht man quer über die östliche Insel in einer nord-nordwestlichen und süd-südöstlichen Richtung in einer das obere Ende von Berkeley Sound schneidenden Linie, so findet man nördlich von ihr mehrere niedrige, parallele, unterbrochene östliche und westliche Züge, deren Schichten sämtlich ein wenig westlich von südlich fallen, und zwar in von 20° bis 40° schwankenden Winkeln. Südlich von Berkeley Sound ist der erste Höhenzug, an den wir kommen, ein niedriger, welcher wie alle die übrigen durch die Thonschiefer-Formation aufsteigt: die Schichten in der Nähe des Gipfels des Hauptbergs sind äusserst regelmässig gebogen, mit einer Krümmung von 28° in der Richtung unsres imaginären Durchschnitts, oder von 14° bis 16° in

der Richtung des Rückens: am Gipfel selbst sind sie horizontal. Hierdurch ist eine flach-gipfelige, ovale Kuppel gebildet worden (wovon ein Durchschnitt hier gegeben wird, Fig. 2). Da in der Nähe des Gipfels ein Thal ausgehöhlt worden ist, so bietet sich hier eine äusserst merkwürdige Scene natürlicher Architectur dar, welche das grösste Erstaunen des alten Reisenden DOM PERNETTI hervorrief. Am nördlichen und südlichen Fusze dieses Berges fallen die Schichten, anstatt wie in der Nähe des Gipfels kuppelförmig zu sein, unter Winkeln von 40° und 50° einwärts: nach dem, was ich an andern Orten gesehen habe, zweifle ich nur wenig daran, dass diese Schich-

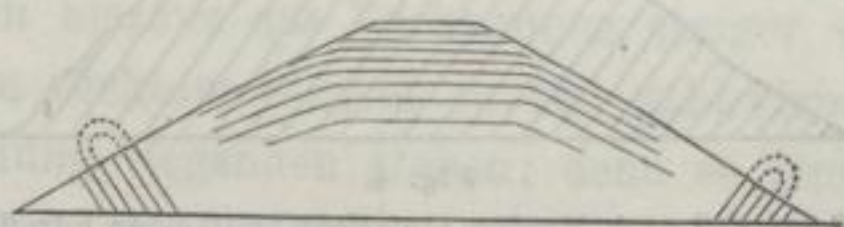


Fig. 2.

Kuppelförmiger Quarzhügel, dessen Schichten sowohl am nördlichen als südlichen Fusze einwärts fallen.

ten Theile nach auszen vorstehender Biegungen bilden (wie es im Durchschnitt durch die punktirten Linien angegeben ist), welche augenscheinlich durch das Gewicht der darüberliegenden Masse auf den untern Theil, so lange er noch im breiigen Zustande war, hervor-gebracht worden sind.

Gehen wir in unserem südlichen Curse weiter, so wird ein zweiter kurzer, öst-westlicher Höhenzug angetroffen, welcher aus drei Hauptbergen gebildet wird, deren erster (960 Fusz hoch) antiklinisch (mit von beiden Seiten her gegen einander geneigten Schichten) mit einem gebrochenen Gipfel ist. Der zweite Berg ist gleichfalls antiklinisch mit horizontalen Schichten an seinem breiten Gipfel und Spuren von Krümmung derselben nach den Rändern zu. Zwischen diesem zweiten

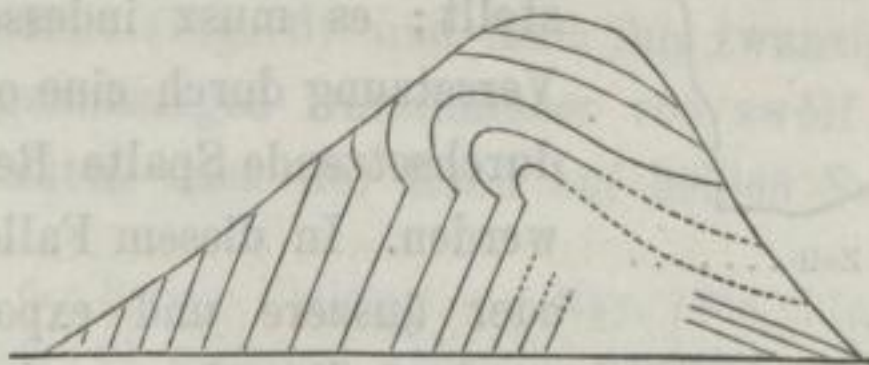


Fig. 3.

Quarzhügel, an dem der obere Theil der Schichten nach Süden umbogen ist.

und dem dritten Berge liegt ein antiklinischer Hügel, dessen Schichten an seiner südlichen Seite unter einem Winkel von 59° einfallen und dessen Gipfel gefaltet ist, wie im vorstehenden Durchschnitt dargestellt ist

(Fig. 3). Wir sehen hier, dass der obere Theil der Schichten (die Schichten in der Richtung ihres Falls, axis-planes nach Professor ROGERS) nach Süden übergebogen ist. Im ganzen dritten Berge scheinen die Schichten zuerst sämtlich conform, unter 50° und 55° nördlich bei östlich zu fallen; bei näherer Untersuchung aber fand ich eine kleine, nur fünfzig Yards quer in der Fallrichtung messende Partie, unter einem Winkel von 26° südwärts fallen, und die Spitzen der benachbarten Schichten waren, wie es in der Figur (Fig. 4) dar-

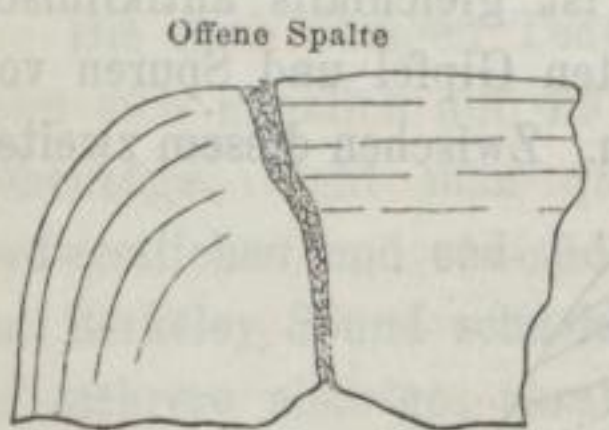


Fig. 4.

Quarz-Schichten, 50° bis 55° nach Norden einfallend, mit einer nur fünfzig Yards breiten Falle in der Mitte.

gestellt ist, kurz abgebogen. Es ist daher dieser Berg aus einer Masse von auf sich selbst zurückgebogenen Schichten gebildet worden, deren ganze obere Hälfte vollständig nach Süden übergebogen ist, wie es bei dem vorhin erwähnten Hügel mit dem oberen Theil allein der Fall war.

Ich habe diesen Berg wegen einer merkwürdigen Erscheinung ausführlicher beschrieben, welche die gebogenen Theile der Schichten darbieten. Die Wölbung ist so plötzlich gewesen, dass an einigen losen Bruchstücken, welche einen natürlichen Durchschnitt darbieten, der Halbmesser der Krümmung nur sieben Fusz beträgt. Der Durch-



..... 6 Fusz 9 Zoll

Fig. 5.

Basis eines gewölbten Quarz-Fragments.

schnitt des Endes eines solchen, zwölf Fusz langen Fragments ist im beistehenden Holzschnitt (Fig. 5) genau dargestellt; es muss indessen einer kleinen Versetzung durch eine offene, den Bogen durchsetzende Spalte Rechnung getragen werden. In diesem Falle ist die convexe oder äussere und exponirte Oberfläche merkwürdig eben und glatt; sie wird

in der Richtung der Krümmungsaxe von zahlreichen parallelen Adern durchsetzt, welche von einem Zehntel bis zu einem Zwanzigstel Zoll dick und von einem halben bis zu zwei Zoll von einander entfernt sind; sie keilen sich häufig an beiden Enden aus, aber wo die eine

aufhört, beginnt eine andere entweder ein wenig darüber oder darunter. Die Adern sind zum Theil von queren Fäden von sehr unvollkommen krystallisirtem Quarz erfüllt. Das Quarz-Gestein musz augenscheinlich in einem breiigen Zustande sich befunden haben, wenn es, ohne zu zerbrechen, so plötzlicher Biegung unterlag; und es war unmöglich, diese Gänge zu untersuchen, ohne in ihnen die Wirkungen der Streckung und in den Fasern oder unvollkommenen Krystallen von Quarz die klebrige Beschaffenheit der ductilen Masse zu erkennen⁵. Dieser Berg, ebenso wie die beiden andern in dem Höhenzuge zeigen Spuren einer nach beiden Seiten fallenden oder kuppelförmigen Schichtung; wir können hieraus das Vorkommen einiger wenigen Adern verstehen, welche in rechtem Winkel zu den zahlreichen in der Richtung der Hauptkrümmung liegenden stehen; denn es musz etwas Streckung in zwei Richtungen stattgefunden haben. Ich will noch hinzufügen, dasz die gewölbten Schichten an dem vorhin beschriebenen, regelmäsiger kuppelförmigen Berge (Nr. 2) von einem rechteckigen Netzwerk ähnlicher Adern, die in beiden Richtungen beinahe gleich zahlreich waren, durchsetzt wurden. Alle diese bedeutend gebognen Massen von Quarz sind sehr brüchig.

Um noch einmal auf das zuletzt abgebildete Fragment (Fig. 5) zurückzukommen, so sieht man, dasz es von unterbrochenen Schichtungsstreifen durchsetzt ist, welche mit der äusseren und convexen, jetzt zufällig exponirten Oberfläche concentrisch verlaufen, aber fest unter einander verbunden sind. Capitain SULIVAN hat indessen an einer andern Stelle unzählige ähnliche Fragmente gefunden, an denen die concentrischen Schichten getrennt waren, so dasz der Boden mit riesenhaften Halbcylindern von Quarz, wie Drainirungs- oder Firsten-Ziegeln überstreut war; er masz einen solchen, in der umstehenden Zeichnung dargestellt (Fig. 6) und fand ihn zwanzig Fusz lang mit einem nahezu regelmäsigen Durchmesser von zwölf Fusz. In diesem Falle sind die Kanten oder der Rand auf beiden Seiten von gleicher

⁵ In einer vor der Société Philomatique, May, 1839 (l'Institut, 1839, p. 161) von Élie de Beaumont gelesenen Abhandlung wird angegeben, dass Gaudin im Stande gewesen ist, Fäden von geschmolzenem Quarz ausziehen: auch hat Gaudin gefunden, dasz Quarz (verschieden von Thonerde) seine Zähigkeit beim Abkühlen einige Zeit lang beibehielt, — eine Thatsache, die wir im Auge behalten müssen, wenn wir die merkwürdigen Biegungen zu erklären versuchen wollen, welche beinahe sämtliche quarzige Züge auf dieser Insel, und auch in vielen andern Theilen der Welt, erlitten haben.

Dicke; in einigen andern Fällen aber dünnte sich der Rand, während er auf der einen Seite zwei Fusz dick war, zu Messerrückendicke aus, offenbar in Folge des ungleichen Druckes, dem er ausgesetzt war.

Nachdem wir ein breites Thal von Schiefer und Sandstein durchkreuzt haben, kommen wir zu der Haupt-Gebirgsaxe der Insel, welche in der Höhe von 1500 bis 2500 Fusz schwankt und nahezu von Ost nach West verläuft. Die Schichten auf ihrer nörd-

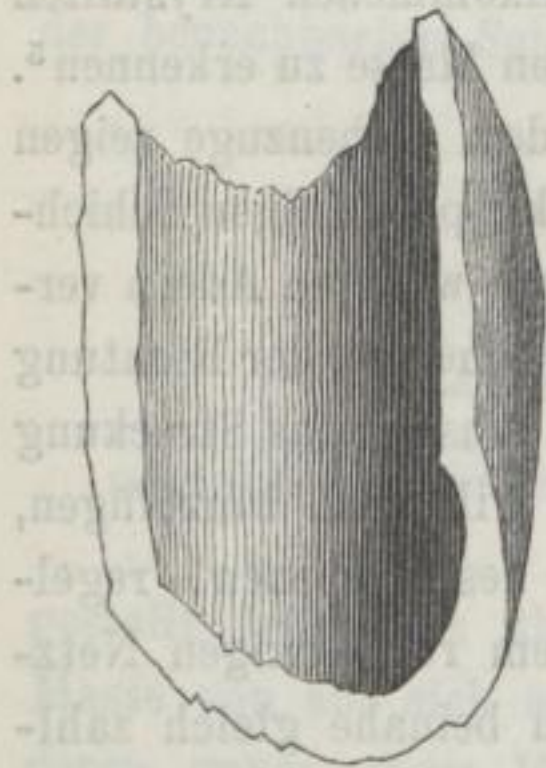


Fig. 6.

lichen Seite fallen nordwärts; auf dem Gipfel, welcher von einer bis zu zwei Meilen breit ist, sind sie horizontal; auf der südlichen Seite sind sie beinahe senkrecht mit etwas südlichem Fall und ihre Gipfel sind dicht an den horizontalen Lagern plötzlich gebogen, so dasz wir in diesem Hauptzuge dieselbe eigenthümliche Form der Emporhebung vor uns haben, welche bei allen den kleineren Hügeln so vorherrschend ist. Am südlichen Fusz waren die Schichten an einigen Stellen in der Gestalt aufrechter gewölbter Pforten gefaltet. Ich will noch erwähnen, dasz ich fünfzehn Meilen weiter westlich, am Fusze dieses selben Höhenzugs, zwei und zwanzig Yards von einander stehende Hügel von Quarz gefunden habe, deren Schichten unter genau demselben Winkel von 40° nach Süd-Südwest, also allem Anscheine nach völlig conform, fielen; aber bei näherem Zusehen ergab sich, dasz die Enden der Lager auf der innern Seite des einen Hügels in einer solchen Art und Weise gebogen waren, dasz es deutlich wurde, wie sie sich auf sich selbst gefaltet hatten mit einer Neigung der Schichtenfläche von 40° .

Ein weiter welliger District von Schiefer und Sandstein erstreckt sich südwärts von dem Haupthöhenzuge; an der Küste aber hat Capt.



Fig. 7.

SULLIVAN wieder zwei ost-westlich ziehende Quarzzüge gefunden: einer derselben wird von einer Bucht (in der Nähe von Port Fitz-Roy) durchschnitten, so dasz zwei gute Durchschnitte, hundert Fusz hoch,

dem Blicke dargeboten werden. Dieselben sind wegen der Complexität der Krümmungen in beistehendem Holzschnitt dargestellt (Fig. 7); sie sind beinahe denen ähnlich, welche bei der Durcheinandermischung zweier zäher Flüssigkeiten hervorgebracht worden. Ich habe die Abbildung auch deshalb gegeben, weil wohl Jemand, der quer durch dies Land geht, geneigt sein könnte, anzunehmen, dasz die kuppelförmigen Berge durch einzelne Kraftäuszerungen von unten her gebildet seien, während wir jetzt sehen, dasz senkrecht unter einer Kuppel eine zweite im soliden Gestein verborgen liegen kann⁶.

Die vorstehende Schilderung wäre kaum der Mittheilung werth gewesen, wenn sich nicht mit Recht ein groszes Interesse an sehr alte Fossilreste knüpfte, die aus einem sehr entfernten Theile der Welt kommen.

⁶ Es ist eigenthümlich, in wie vielen Punkten das alte Quarz-Gestein von Anglesea, wie es Professor Henslow in seiner ausgezeichneten Abhandlung in den „Cambridge Philos. Trans.“, Vol. I. p. 359, beschrieben hat, mit dem der Falkland-Inseln übereinstimmt. Der Quarz von Anglesea ist körnig-krystallinisch und enthält weisse erdige Flecke und ein wenig Glimmer; er geht unmerklich in einen darüberliegenden Chloritschiefer, und dieser wieder in Thonschiefer über. Die Schichten sind in einem breiigen Zustande gewesen und sind eigenthümlich gekrümmt worden: sie streichen in derselben Richtung mit den Blättern des darüberliegenden Schiefers, aber ihre mittlere Neigung ist geringer.

Über den Zusammenhang gewisser vulcanischer Erscheinungen in Süd-America, und über die Bildung von Bergketten und Vulcanen, als Wirkung derselben Kraft, durch welche Continente erhoben werden.

Aus: Transactions of the Geol. Society of London, 2. Ser. Vol. V. p. 601—631.

Mit einer Karte (Westküste von Süd-America.)

E i n l e i t u n g.

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung ist, die hauptsächlich, allgemein die Erdbeben an der Westküste von Süd-America begleitenden Erscheinungen zu beschreiben, und ganz besonders diejenigen, welche den Stosz begleiteten, der am Morgen des 20. Februar 1835 die Stadt Concepcion in Trümmer stürzte. Diese Erscheinungen beweisen in einer merkwürdigen Art und Weise den innigen Zusammenhang zwischen den vulcanischen und hebenden Kräften; ich werde ferner den Versuch machen, aus diesem Zusammenhange gewisse Folgerungen in Betreff der langsamen Bildung von Gebirgsketten abzuleiten.

Beobachtungen über das Erdbeben in Chile am 20. Februar 1835.

Dieses Erdbeben ist der Gegenstand mehrerer bereits erschienenener Abhandlungen geworden: der sechste Band des Geographical Journal¹ enthält eine wundervolle Beschreibung desselben von Capt. FITZ-ROY, in welcher viele interessante Thatsachen detaillirt mitgetheilt werden und die Erhebung einer bedeutenden Strecke der Küste unbestreitbar erwiesen wird. Auch die Philosophical Transactions für 1836 enthalten eine Abhandlung über diesen Gegenstand von Mr. CALDCLEUGH.

¹ „Sketch of the Surveying Voyage of His Majesty's Ships Adventure and Beagle.“ Vol. VI. P. II. p. 311.

In Bezug auf eine besondere Beschreibung des Erdbebens selbst und der Niveau-Veränderungen, welche dasselbe in der Umgebung von Concepcion begleiteten, musz ich daher auf diese Schriftsteller verweisen, deren Angaben ich, so weit ich zu beobachten Gelegenheit hatte, vollständig bestätigen kann. Ich will nur einige wenige Einzelheiten hinzufügen und dann dazu übergehn, die Art zu beschreiben, in welcher die südlichen Vulcane von Chile während des Stoszes afficirt wurden.

Die Insel Juan Fernandez, 360 geographische Meilen nordöstlich von Concepcion gelegen, scheint heftiger erschüttert worden zu sein, als das gegenüber liegende Ufer des Festlandes, und zu gleicher Zeit hatte ein submariner Vulcan in der Nähe des Vorgebirges Bacalao, wo die Tiefe des Meeres später zu 69 Faden bestimmt wurde, einen Ausbruch und blieb auch noch während des Tages und eines Theiles der darauf folgenden Nacht in Thätigkeit. Diese Thatsache gewährt ein eigenthümliches Interesse, insofern während des Erdbebens von 1751, welches Concepcion ganz in Trümmer legte, diese Insel gleichfalls in einer merkwürdigen Weise afficirt wurde, wenn man ihre grosze Entfernung vom Hauptsitze der Störung in Betracht zieht. Wenn ein genauer Bericht jenes Ereignisses aufbewahrt worden wäre, würden wahrscheinlich noch viele andere Punkte der Übereinstimmung nachgewiesen werden können. Nach einer alten Überlieferung wurde das Land damals dauernd erhoben, und das davon betroffene Gebiet scheint ziemlich genau dasselbe gewesen zu sein, wie das im Februar 1835 erschütterte. MOLINA² gibt gleichfalls an, dasz die wellenförmige Bewegung von Süden her fortschritt; und in dieser zweiten Katastrophe waren die Einwohner übereinstimmend der Meinung, dasz sie von Süd-West oder selbst noch reiner von Süden her ausgieng. Nach einem Zwischenraum von nur 84 Jahren ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, dasz die unterirdischen Kräfte nach identisch den gleichen Punkten hin gerichtet waren.

Da mir viel daran gelegen war, die Wirkungen des Erdbebens nach Süden zu verfolgen, schrieb ich, kurz nachdem ich Concepcion besucht hatte, an Mr. DOUGLAS, einen sehr intelligenten Mann, mit welchem ich auf der Insel Chiloë bekannt geworden war; die Antwort, welche ich seit meiner Rückkehr nach England erhalten habe, ist voll von merkwürdigen Mittheilungen.

² Compendio de la Historia del Reyno de Chile, Vol. I. p. 33.

Er beschreibt das Erdbeben, welches über den ganzen Bezirk hin in beinahe derselben Minute gefühlt worden zu sein scheint (so weit man sich auf die Uhren des Landes verlassen kann), als ein sehr heftiges. Er sagt, dasz 20 Minuten vor dem groszen Stosz ein unbedeutender gefühlt wurde, ein Umstand, von welchem ich in keiner andern Abhandlung etwas gehört habe. Er war zur Zeit auf der Insel Caucahue (einer der vielen kleinen Inseln auf dem nach dem Festland zugekehrten Ufer von Chiloë) und machte zur Zeit die folgenden Bemerkungen in sein Notizbuch: „ein Erdbeben gefühlt um halb zwölf Uhr, „die Bewegung horizontal und langsam, der eines Schiffes ähnlich, „welches auf dem Meere vor einer hohen regelmässigen Schwellung „geht, mit drei bis fünf Stöszen in der Minute, welche etwas stärker „waren als die fortdauernde Bewegung; Richtung von Nord-Ost nach „Süd-West. Waldbäume berührten beinahe den Grund in diesen Richtungen, in unserer Nähe fiel aber keiner um; der Taschen-Compassz „wurde horizontal auf den Boden gestellt, die Nadelspitze auf den „Nordpunkt eingestellt; bemerkte, dasz sie während des heftigen Stoszes „zwei Punkte nach Westen und nur einen halben Punkt nach Osten „schwang; stand auf Nord, wenn die Bewegung weniger heftig war. „Vier Minuten später kam ein Stosz, heftiger als irgend einer der „vorhergehenden, afficirte den Compassz wie vorher; ein weiterer heftiger Stosz, und dann wurden die Bewegungen allmählich weniger „deutlich, und 8 Minuten nach dem ersten Anfang hörten sie gänzlich auf.“

Ich habe die Angaben des Mr. DOUGLAS in Bezug auf den Compassz angeführt, obschon es nicht einzusehen ist, wie irgend eine Bewegung ihn stärker nach der einen Seite als nach einer andern zu schwingen veranlaszt haben kann. Ich vermuthe indessen, dasz, wenn die Nadel mit ihrer Karte nicht von der magnetischen Kraft beeinflusst worden wäre, sie in die Mulde (wenn ein solcher Ausdruck gestattet ist) der Wellenbewegung geworfen worden wäre, d. h. in die Richtung von Nord-West nach Süd-Ost, und dasz daher die Wiederholung dieser Neigung, welche gegen die polare Anziehung wirkte, die ungleichen, eben beschriebenen Schwingungen verursachte. In meiner Reise³ habe ich nachzuweisen gesucht, dasz die wirbelartige Bewegung, welche bei manchen Erdbeben die Steine in Gebäuden augen-

³ Reise eines Naturforschers etc. Übers. p. 354.

scheinlich afficirt hat, möglicherweise nach demselben Principe erklärt werden dürfte, dasz nämlich die Steine so erschüttert werden, dasz sie sich ihren Formen entsprechend in der Schwingungslinie so anordnen, wie es der Compasz gethan haben würde, wenn die magnetische Kraft nicht auf ihn eingewirkt hätte. Dasz die Bewegung der Oberfläche wellenförmig war, wird durch die Thatsache bewiesen, dasz in Concepcion die Wände, welche mit ihren Enden nach dem Hauptpunkte der Erschütterung hingerichtet waren, meistens aufrecht, wenngleich vielfach geborsten, stehen blieben, während diejenigen, welche in rechtem Winkel auf diese Hauptlinien standen, zu Boden gestürzt wurden; denn in letzterem Falle müssen wir annehmen, dasz die ganze Wand, weil sie mit ihrer ganzen Breite in die Wellenbewegung hineingebracht wurde, in dem nämlichen Augenblicke aus ihrer senkrechten Lage herausgeworfen wurde.

Die von Mr. DOUGLAS erwähnte Thatsache, dasz die Bäume beinahe den Grund in Folge der Bewegungen berührt hätten, ist, obschon sie ganz ausserordentlich ist, doch auch von Augenzeugen von Erdbeben in andern Theilen der Welt bemerkt worden⁴. Der Umstand (selbst wenn man annimmt, dasz er etwas übertrieben dargestellt ist,) ist um so merkwürdiger, da der Erdstosz in Valdivia, welches an der Küste zwischen Chiloë und dem Mittelpunkte der Erschütterung in Concepcion gelegen ist, keine derartigen Wirkungen hervorgebracht hat. Ich sass dort während des Erdbebens in einem dichten Walde, und die Bäume wurden nur unbedeutend geschüttelt.

Der Höhenzug der Cordillera gegenüber Chiloë, einer schmalen, 90 Meilen langen Insel, ist auch nicht annähernd so hoch, wie im centralen Chile, und nur einige wenige der vorspringenden Pks, welche sämmtlich active Vulcane sind, sind höher als 7000 Fusz. Mr. DOUGLAS hat mir eine detaillirte Schilderung der durch den Erdstosz auf sie hervorgerufenen Wirkungen gegeben.

Der Vulcan Osorno war in einem Zustande mäsiger Thätigkeit wenigstens 48 Stunden lang früher gewesen; Minchinmadom hat dieselbe leichte Thätigkeit während der letzten 30 Jahre gezeigt, und der Corcovado war während der ganzen vorausgehenden zwölf Monate ruhig gewesen. „Im Augenblicke des Stoszes warf der Osorno eine

⁴ Dies wird von Dolomieu als eine während des groszen Erdbebens in Calabrien vom Jahre 1783 wohlbekannte Thatsache erwähnt. Lyell, Principles of Geology, (5. edit.), Vol. II. p. 217.

„dicke Säule dunklen, blauen Rauchs aus, und unmittelbar nachdem diese ausgetreten war, sah man einen grossen Crater an der süd-südöstlichen Seite des Berges sich bilden; in ihm siedete Lava auf, er warf feurige Steine in eine geringe Höhe empor, bald aber umhüllte der Rauch den Berg. Als er einige wenige Tage später wieder zu sehen war, zeigte er am Tage nur sehr wenig Rauch, aber während der Nacht strahlte der neue Crater, ebenso wie der alte auf seinem abgestumpften Gipfel, mit einem beständigen Licht. Dieser Vulcan scheint das ganze Jahr hindurch in Thätigkeit geblieben zu sein. Die Thätigkeit des Minchinmadom war der des Osorno ähnlich: zwei sich kräuselnde Säulen weissen Rauchs waren den ganzen Morgen beobachtet worden; während des Stoszes aber schienen zahlreiche kleine Kamine innerhalb des grossen Craters zu rauchen, und Lava wurde aus einem kleinen herausgeworfen, gerade oberhalb der untern Schneegrenze. Acht Tage später war dieser kleine Crater erloschen; aber zur Nachtzeit waren fünf kleine rothe Flammen in einer Reihe gleich weit von einander abstehend zu sehn, wie die Laternen in der Strasse eines Dorfes. Am 1. März war seine Thätigkeit bedeutend vermindert; am 26. aber trat ein neues Erdbeben ein, und des Nachts waren die fünf Feuer wieder sichtbar. Vierzehn Tage später konnte man die Spitzen von fünfzehn kegelförmigen Hügeln innerhalb der Wände des grossen Craters sehn und zur Nachtzeit neun stetige Feuer, von denen sieben in einer Reihe standen, und zwei einzeln.“

Zur Zeit des grossen Erdstoszes gab der Corcovado keine Thätigkeit von sich, ebensowenig konnte man hören, dasz er in Thätigkeit getreten wäre, nachdem die Cordillera in den Wolken verborgen war. Indessen gibt Mr. DOUGLAS an, dasz, als der Vulcan eine Woche später sichtbar wurde, der Schnee rings um den nordwestlichen Crater geschmolzen war. Auf dem Yantales, einem hohen Berge südlich von Corcovado, wurden drei schwarze Flecken, welche das Aussehn von Crateren hatten, oberhalb der Schneelinie beobachtet; und Mr. DOUGLAS konnte sich nicht erinnern, dieselben vor dem Erdbeben gesehen zu haben. Hält man sich gegenwärtig, dasz bei vielen Gelegenheiten das Schmelzen des Schnees auf einem Vulcan die erste Andeutung einer neuen Periode der Thätigkeit gewesen ist, und dasz, wie ich sofort zeigen werde, die Ausbrüche des Corcovado und des Osorno zuweilen bis auf den Augenblick gleichzeitig sind, so meine ich lästzt sich nur

wenig daran zweifeln, dasz diese Erscheinungen den Beweis geben, dasz die Wirkungen der groszen Convulsion vom 20. Februar von diesen allersüdlichsten Vulkanen in America gefühlt worden sind.

Mr. DOUGLAS gibt an, dasz in der Nacht vom 11. November (zehn Monate nach dem Einsturze von Concepcion) der Osorno und Corcovado in heftige Thätigkeit ausgebrochen sind, Steine bis zu bedeutender Höhe emporgeworfen und viel Lärm gemacht haben. Er hörte später, dasz an demselben Tage Talcahuano, die Hafenstadt von Concepcion, nur ein Geringes weniger als 400 Meilen entfernt, von einem heftigen Erdbeben erschüttert worden ist. Diese letztere Angabe ist mir seitdem auch von einem Herrn bestätigt worden, welcher zu jener Zeit in Chile wohnte. Wir haben daher hier eine Wiederholung der nämlichen in Verbindung stehenden Thätigkeit, welche sich in einer so merkwürdigen Weise am 20. Februar zu erkennen gab. Mr. DOUGLAS fügt zum Schlusse noch hinzu, dasz am 5. December seine „Aufmerksamkeit von dem groszartigsten vulcanischen Schauspiel gefesselt worden sei, was er jemals gesehen habe; die süd-südöstliche Seite des „Osorno war eingestürzt, so dasz die beiden Cratere sich vereinigt hatten, welche nun wie ein groszer Feuerström erschienen. Ungeheure „Mengen von Asche und Rauch wurden während der darauffolgenden „vierzehn Tage ausgeworfen.“

Es ist daher offenbar, dasz die vulcanische Reihe vom Osorno bis zum Yantales (eine Längendistanz von nahezu 150 Meilen) nicht bloss im Momente des groszen Erdstoszes vom 20. Februar 1835 afficirt war, sondern während vieler folgender Monate in ungewöhnlicher Thätigkeit blieb.

Ferner wurden am 7. November 1837, zwei und drei Viertel Jahr nach dem Einsturze von Concepcion, sowohl Valdivia als auch San Carlos, die Hauptstadt von Chiloë, heftig erschüttert, selbst noch stärker, der Angabe GAY's zufolge⁵, als im Jahre 1835 oder zu irgend einer früheren, durch geschichtliche Notizen bestimmten Periode; dieser Erdstosz war hinreichend stark („bastante recio“⁶) in Talcahuano; und aus den von Capt. COSTE in den Comptes Rendus⁷ veröffentlichten Angaben geht hervor, dasz die Insel Lemus im Chonos-Archipel, 200 Meilen südlich von S. Carlos, durch dasselbe Erdbeben um mehr als

⁵ Comptes rendus, 1838. Séance, Juin 11.

⁶ Voyages of the Adventure and Beagle, Vol. II. p. 418.

⁷ Comptes Rendus, Octob. 1838, p. 706.

8 Fusz emporgehoben wurde; bei der Beschreibung des jetzigen Zustandes der Insel sagt Mr. COSTE, „des roches jadis toujours couverts „par la mer, restant aujourd'hui constamment découverts.“

Wir sehen daher, dasz im Jahre 1835 das Erdbeben von Chiloë, die Thätigkeit der Reihe der benachbarten Vulcane, die Emporhebung des Landes um Concepcion herum und die submarine Eruption bei Juan Fernandez, gleichzeitig stattfanden und Theile einer und derselben groszen Naturerscheinung waren. Ferner wurde 1837 ein groszer Theil des nämlichen Bezirks heftig afficirt, während ein District, 200 Meilen südlich von San Carlos in Chiloë, anstatt wie 1835 300 Meilen nördlich davon gelegen, dauernd emporgehoben wurde. Wir müssen daher annehmen, dasz diese beiden Erhebungen des Landes, obgleich sie nicht gleichzeitig eintraten, doch die Wirkungen der nämlichen Bewegungskraft waren, welche in innigem Zusammenhange mit einander standen.

Obgleich das Erdbeben vom Februar 1835 in Chiloë so heftig war, so wurde es doch in Calbuco, einem auf dem Festlande gegenüber dem nördlichen Ende der Insel gelegenen Dorfe mit bedeutend verminderter Heftigkeit, und auf der benachbarten Cordillera (in der Nähe von Mellipulli) durchaus gar nicht empfunden. Einige Männer, welche in den Bergen damit beschäftigt gewesen waren, Fichten-Planken zu spalten, sagten, als sie am Abend nach Calbuco zurückkehrten und ihnen von dem Erdstosz erzählt wurde, dasz „sie sich erinnerten, ungefähr zu der erwähnten Zeit nicht im Stande gewesen zu sein, mit „der Axt ordentlich zu schlagen, und dasz sie ein oder zwei Bretter „verdorben hätten, weil sie zu tief geschnitten hätten.“ Dies ist wahrscheinlich nicht so märchenhaft, wie es zuerst erscheint; mindestens beweist es, dasz, wenn dort irgend eine Bewegung zu fühlen war, sie von auszerordentlich sanfter Art gewesen ist. Es ist ein äusserst interessanter Umstand, auf diese Weise zu finden, dasz die groszen aus den hohen Schornsteinen der Anden aufsteigenden Rauchsäulen den erzitternden Boden erleichterten, welcher in jenem Augenblicke über das ganze umgebende Land hinweg in convulsivischer Bewegung war.

Mr. CALDCLEUGH⁸ hat in seiner Abhandlung die Angabe gemacht,

⁸ Philosoph. Transactions for 1836. Eine intelligente Person hat mir auch noch mitgetheilt, dasz sie von der Ebene in der Nähe von Talca aus in der auf

dasz mehrere Vulcane in der Cordillera nördlich von Concepcion nach dem Erdbeben in einem Zustande groszer Thätigkeit gewesen sind. Es ist daher merkwürdig, dasz der Vulcan von Villarica (in der Nähe von Valdivia), ein Vulcan, welcher häufiger Eruptionen erleidet, als beinahe irgend ein anderer in der ganzen Reihe, trotzdem er in sich in einer mittleren Lage zwischen denjenigen des mittleren Chile und denen Chiloë's gegenüber findet, nicht im mindesten afficirt war. Der Tag war sehr klar; und, wenn auch nicht im Augenblicke des Stoszes, so beobachtete ich doch innerhalb zwei Stunden nachher seinen abgestutzten Gipfel, nahm aber nicht die geringsten Zeichen von Thätigkeit wahr. Dieser Umstand steht wahrscheinlich in inniger Beziehung dazu, dasz in dem nämlichen zwischen inne liegenden District das Erdbeben eine geringere Kraft hatte. Im Jahre 1837 indessen litt er ähnlich wie Chiloë. Obgleich der Vulcan von Villarica im Jahre 1835 übergangen wurde, so heisst es doch in der Schilderung des Erdbebens von 1822 in Valparaiso: „in dem Augenblicke, wo der Stosz gefühlt wurde, brachen zwei Vulcane in der Nähe von Valdivia „(wo „das Erdbeben ziemlich heftig war) plötzlich mit groszem Getöse aus, „erleuchteten den Himmel und das umgebende Land für einige wenige „Secunden und fielen ebenso plötzlich in ihren ruhigen Zustand zurück“⁹. Die Auswurfsöffnungen im centralen Chile, dem hauptsächlichlichen Heerde der Störung näher, waren zur Zeit jenes Erdbebens nicht afficirt; aber den Mittheilungen zufolge, welche Dr. GILLIES¹⁰ 1836 von einem Bergmann erhielt, welcher viele Jahre in Sicht des Vulcans von Maypu gewohnt hatte, waren seine Eruptionen während der vier unmittelbar auf dasselbe folgenden Jahre sehr häufig. Es sind noch viele andere Beispiele von Erdbeben berichtet worden, welche gewisse Districte in der nämlichen Weise übersprungen haben, in der, wie wir sehen, die eruptive Kraft in Bezug auf den Vulcan von Villarica wirkte. HUMBOLDT¹¹ bemerkt, dasz die Bewohner der Anden, wenn sie von einem intermediären Stück Bodens sprechen, welches von der allgemeinen Bewegung nicht afficirt wurde, in richtiger Einfalt sagen,

das Erdbeben folgenden Nacht einen Vulcan in der Cordillera in groszer Thätigkeit gesehen habe.

⁹ Journal of Science, Vol. XVII.

¹⁰ The Edinburgh Journal of Natural and Geographical Science, August 1830, p. 317.

¹¹ Humboldt's Personal Narrative, Vol. IV. p. 21.

„daz es eine Brücke bildet“ (,que hace puente'); er fügt noch hinzu: „als beabsichtigten sie durch diesen Ausdruck anzudeuten, daz die „Wellenbewegungen in einer ungeheuren Tiefe unter einem trägen „Gestein fortgepflanzt würden“ ¹².

Über die Identität der Kraft, welche Continente erhebt, mit der, welche vulcanische Ausbrüche verursacht.

Es hat sich häufig ereignet, daz während einer und derselben convulsiven Zuckung grosze Bezirke der Erdoberfläche erschüttert worden sind und daz sich fremdartige Geräusche auf, viele hundert Meilen weit von einander getrennte Länder fortgepflanzt haben ¹³; aber in diesen Fällen ist es nicht möglich, sich irgend eine muthmaszliche Meinung zu bilden, über eine wie weit ausgedehnte Fläche irgend eine factische Veränderung in den unterirdischen Gegenden stattgefunden hat. Es ist hiervon verschieden, wenn wir von HUMBOLDT hören, daz in dem Augenblicke, wo der Vulcan von Pasto aufhörte, eine Rauchsäule auszusenden, die Stadt Riobamba, sechzig Stunden südlich davon gelegen, von einem Erdbeben erschüttert wurde; denn die hier erzeugte Wirkung kann sicherlich nicht durch die blosze Fortleitung einer Schwingung erklärt werden ¹⁴. Während des Erdbebens von

¹² Ein anderes Beispiel von Erdbeben, welches entfernt liegende Gegenden heftig afficirt und über das dazwischen liegende Land glatt hinweggeht, wird erwähnt in der „True Relation of the Earthquake of Lima, 1746“. Dort wird gesagt (p. 192), daz der Stosz in Lima und Callao am heftigsten war, daz er der Küste entlang allmählich geringer wurde, daz aber in Guancavelica äusserst heftige Stösze gefühlt und Geräusche gehört wurden. Der Herausgeber glaubt, daz es keinen andern Ort des Namens Guancavelica gibt, als die berühmten Quecksilberminen, 155 Meilen südöstlich von Lima. MacClelland (Report on the Coal Mines of India, p. 43) erwähnt einige Fälle, wo mitten inne liegende Orte während groszer Erdbeben nur unbedeutend erschüttert wurden.

¹³ Als Beispiele des ersten Falls kann angeführt werden: das Erzittern des Bodens an der Küste von Chile, einer Strecke entlang von mehr als tausend Meilen; und während des Erdbebens von Lissabon im Jahre 1755 wurden 3000 Meilen entfernt liegende Länder afficirt (s. Michell, on Earthquakes, in: Philos. Transactions, 1760). In Bezug auf den zweiten Fall gibt Humboldt an, daz während der Eruption auf St. Vincent unterirdisches Getöse an den Ufern des Apure gehört wurde, in einer Entfernung von zweihundert und zehn Stunden (Personal Narrative, Vol. IV. p. 27). Während der Eruption des Cosiguina im Jahre 1835 wurden, wie man sagt, Getöse auf Jamaica gehört, 660 Meilen entfernt.

¹⁴ Als ein weiteres Beispiel der nämlichen Art will ich den Ausbruch der Vulcane in der Nähe von Valdivia erwähnen, welcher in dem nämlichen Augenblicke erfolgte, in dem Valparaiso, beinahe 400 Meilen davon entfernt, dem Boden gleich

Concepcion war an dem einen Ende des afficirten Bezirks der Schnee auf dem Yantales geschmolzen und die in der Nähe liegende Auswurfsöffnungen erneuerten ihre Thätigkeit, während bei Juan Fernandez, in einer Entfernung von nicht weniger als 720 geographischen Meilen vom Yantales, eine Eruption unter dem Meere statt hatte; bald darnach brachen die Vulcane in der Cordillera, 400 Meilen östlich von jener Insel, in Thätigkeit aus, während auch eine grosse Fläche Landes, mitten inne liegend zwischen diesen extremen Punkten, dauernd emporgehoben wurde. Um sich eine richtige Idee von dem Maszstabe dieser Erscheinung zu machen, müssen wir uns vorstellen, dasz während einer und der nämlichen Stunde Europa von der Nordsee bis zum mittelländischen Meere erschüttert, eine grosse Strecke an der Ostküste von England dauernd erhoben worden, eine Reihe von Vulkanen an der nördlichen Küste von Holland in Thätigkeit ausgebrochen sei, eine Eruption auf dem Grunde des Meeres in der Nähe des nördlichen Endes von Island stattgefunden habe und die alten Auswurfsöffnungen der Auvergne, des Cantal, Mont d'or und andere, die schon seit langer Zeit erloschen sind, eine jede eine dunkle Rauchsäule nach dem Himmel hinauf gesendet haben. Da überdies in Chile ein grosser Theil desselben Bezirks zwei Jahre später äusserst heftig erschüttert wurde, zu derselben Zeit als Lemus erhoben wurde, so müssen wir uns noch weiter vorstellen, dasz später in Europa, während Frankreich vom Canal an bis zu den centralen Provinzen, wo die Vulcane zu langer und heftiger Thätigkeit angeregt waren, durch ein Erdbeben verwüstet wurde, eine Insel im mittelländischen Meere bleibend emporgehoben wurde; — in diesen Verhältnissen würden wir ein Bild davon

gemacht wurde. Ferner, als Lima 1746 zerstört wurde, traten an drei Vulkanen in der Nähe von Patas und einem bei Lucanas, — beide Orte sind 480 Meilen von einander entfernt, — während der nämlichen Nacht Eruptionen ein (Ulloa's Voyage, Vol. II. p. 84). Ich erwähne diese Fälle noch besonders deshalb, weil der vortreffliche Naturforscher Boussingault (Bulletin de la Soc. géolog., Vol. VI. p. 54), da er von der Thatsache, dasz diejenigen Erdbeben, welche am meisten Menschenleben zerstört haben, von keinen vulcanischen Ausbrüchen begleitet gewesen sind, sehr überrascht war, diese Bemerkung, wie ich glaube, zu sehr verallgemeinert hat. Das Erdbeben von Concepcion im Jahre 1835 war zweifelsohne eines von äusserster Heftigkeit, obschon es, da es sich bei Tage ereignete und allmählich begann, nur wenig Todesfälle verursachte (wahrscheinlich in der ganzen Provinz nicht mehr, als 70); trotzdem haben wir aber gesehen, dasz es von mehreren auf den Augenblick mit ihm zusammentreffenden Eruptionen an mehreren und sehr entfernten Punkten begleitet war.

haben, wenn die unterirdischen Bewegungen, welche Süd-America am 20. Februar 1835 und am 7. Februar 1837 erschütterten, in Ländern eingetreten wären, mit denen wir vertrauter sind.

Als ich zum ersten male diese Erscheinungen betrachtete, welche beweisen, dasz eine factische Bewegung in der unterirdischen vulcanischen Masse beinahe in demselben Zeitmomente an von einander sehr entfernten Orten vorkam, trat das Bild unwiderstehlich mir vor die Augen, wo Wasser durch Löcher in der Eisdecke eines gefrorenen Tümpels in die Höhe spritzt, wenn Jemand auf die Oberfläche stampft. Die Folgerung daraus war augenfällig; dasz nämlich das Land in Chile auf einem See von geschmolzener Steinmasse schwämme, dessen Umkreis, wie er sich durch die verschiedenen Eruptionspunkte am Tage des Erdbebens zu erkennen gibt, nahezu doppelt so grosz wäre als das Schwarze Meer. Wird diese Schlussfolgerung geleugnet, so ist die einzige andere Alternative die, dasz Canäle von den verschiedenen Eruptionspunkten sich an einem tief gelegenen Heerde, wie die Arterien des Körpers im Herzen, vereinigen, von wo aus ein Impuls entfernten Theilen der Oberfläche mit nahezu gleicher Kraft übermittelt werden kann. Wenn aber zwei gesonderte Vulcan-Reihen in den Anden irgend welchen Zusammenhang mit einander haben, was wegen der Symmetrie der Cordillera in hohem Grade wahrscheinlich ist (und wahrscheinlich ist sogar der Zusammenhang ein inniger, wie sofort erörtert werden wird), dann musz dieser Ansicht zufolge der gemeinschaftliche Heerd in einer ungeheuren Tiefe seinen Sitz haben. Sämmtliche Berechnungen aber in Bezug auf die Tiefe, in welcher geschmolzene Gesteine nothwendigerweise angetroffen werden müssen, gehen, wenn ihnen überhaupt getraut werden kann¹⁵, dahin zu beweisen, dasz die Erdrinde nicht viel mehr und vielleicht weniger als zwanzig Meilen dick ist; und wenn dies der Fall ist, dann kann die Rinde allerdings wohl mit einer dünnen Schicht Eis auf einem gefrorenen Tümpel verglichen werden.

Diese Betrachtungen sind vielleicht nur von geringem Gewichte; wir müssen aber im Auge behalten, dasz die Emporhebung von vielen Hunderten von Quadratmeilen Landes in der Nähe von Concepcion ein Theil der nämlichen Erscheinung ist, wie das Heraufspritzen vulcanischer

¹⁵ Parrot (Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, Tom. I. 1831. Sc. math., phys. et nat.) verneint durchaus, dasz die vorhandenen Daten schon hinreichen, uns über diesen Gegenstand irgend ein Urtheil zu bilden.

Masse, wenn ich es so nennen darf, durch die Öffnungen in der Cordillera im Augenblicke des Stoszes; und da diese Erhebung nur eine einzelne aus einer langen Reihe solcher ist, durch welche die ganze Küste von Chile und Peru, selbst weiter als tausend Meilen, innerhalb der neuern Periode um mehrere hundert Fusz gehoben worden ist (wie ich in einem früher vor der Geol. Society gelesenen Aufsatz¹⁶ zu zeigen suchte, und wie ich später noch ausführlicher zu beweisen hoffe), so musz die unten nachgerückte Masse ganz ungeheuer grosz sein. Wenn wir hierüber nachdenken, so wird es augenfällig, dasz der Ausdruck „Canal“ nicht auf eine Communicationsweise angewendet werden kann, welche sich unterhalb eines groszen Theils eines Continentes ausbreitet und von dem Innern der Erde bis auf die oberflächliche Rinde sich erstreckt¹⁷. Die Thatsachen scheinen mir deutlich auf irgend eine langsame, aber in ihren Wirkungen grosze Veränderung in der Form der Oberfläche der Flüssigkeit hinzuweisen, auf welcher das Land ruht.

Von einem geologischen Gesichtspunkte aus ist es von der höchsten Bedeutung, in dieser Weise zu erkennen, dasz drei groszartige Naturerscheinungen, — ein submariner Vulcanausbruch, eine Periode erneuter Thätigkeit durch viele gewohnheitsgemäsz benutzte Abzugsöffnungen, und eine bleibende Emporhebung von Land, — Theile einer einzigen Handlung und die Wirkungen einer einzigen groszen, nur durch locale Umstände modificirten Ursache sind. Wenn wir in Be-

¹⁶ Proceed. Geolog. Soc., Vol. II. p. 446. Jan. 1837.

¹⁷ Professor Bischof (Edinb. New Philos. Journal, Vol. XXVI. p. 59. 1838) hat selbst die Folgerung gezogen, dasz „die ungeheuren, von einem einzelnen Vulcan ausgeworfenen Lava-Massen und die enorme Ausdehnung, in welcher vulcanische Thätigkeiten zu einer und derselben Zeit gefühlt werden, kaum noch daran zweifeln lassen, dasz jeder active Vulcan mit der ganzen geschmolzenen Masse im Erdinnern in unmittelbarem Zusammenhange steht“. Wie unvergleichlich stärker ist dies Argument, wenn es auf die plutonischen ebenso wie auf die vulcanischen Gesteine angewendet wird, welche die groszen Massen der Cordillera zusammensetzen! Da wir aber jetzt wissen, dasz continentale Erhebungen genau durch die nämlichen Impulse verursacht werden wie das Auswerfen von Lava und Scoriae durch die Mündungen der Vulcane, kann das von dem Umfang der ausgeworfenen oder zwischengeschobenen Gesteinsmassen hergeleitete Argument bei Seite gelassen werden, da die unten nachrückende Masse, wenn ein ganzes Reich dauernd emporgehoben wird, weit diejenige übertreffen musz, welche entweder einen Vulcan oder die Axe einer Bergkette bildet; wir werden daher nur um so viel stärker dazu veranlaszt, ihre Quelle in „der ganzen geschmolzenen Masse des Erdinnern“, und nicht in irgend einem localen Behältnis zu suchen.

tracht ziehen, dasz die südlichen Vulcane einige Tage vor dem Erdbeben schon in Eruption begriffen waren, und dasz einer von ihnen, Minchinmadom, während der letzten dreiszig Jahre nur selten geruht hat, dasz sie ferner sämmtlich für viele Monate später noch in Thätigkeit blieben, so müssen wir den Schlusz ziehen, dasz der ihnen in jenem Augenblicke gegebene Anstosz von der nämlichen Art war wie die Kraft, welche sie während der vielen Jahrhunderte thätig erhalten hat, welche nothwendig dazu gehörten, die vulcanischen Massen in groszen, von Schnee bedeckten Kegeln anzuhäufen; und diese Kraft fährt noch immer fort, ihre Höhe zu vergrößern. Wenn das Erdbeben oder das Erzittern des Bodens (welches indessen, wie wir gesehen haben, in der Nähe dieser Vulcane geringer war als an andern Orten) auf keine andere Weise gewirkt hätte, als dasz es einfach die Kruste über der Lava innerhalb der Cratere gebrochen hätte, so hätten wohl einige wenige Rauchstösze ausgegeben werden können, es hätte aber dadurch keine lange anhaltende und energische Periode der Thätigkeit veranlaszt werden können.

Aber die Kraft, welche sich in der erneuten Thätigkeit offenbarte, welcher nämlichen in früheren Perioden thätigen Kraft auch die Bildung jener verschiedenen Vulcane offenbar vollständig zuzuschreiben ist, war gleichfalls die Ursache der dauernden Erhebung des Landes; — ich will noch bemerken, dasz dies eine Kraft ist, welche in paroxysmenweise auftretenden Erhebungen, wie die von Concepcion, und in groszen vulcanischen Eruptionen in genau der nämlichen Art und Weise wirkt; denn diese beiden Erscheinungen treten nur nach langen Zwischenräumen der Ruhe auf, während welcher der Vulcan vielleicht nur ein paar Schauer von Scoriae auswirft und das Land sich mit einer so langsamen Bewegung erhebt, dasz man sie unmerklich nennt; — es kann daher keine Theorie über die Ursache der Vulcane als wohlbegründet betrachtet werden, welche nicht auf continentale Erhebungen anwendbar ist. Diejenigen, welche glauben, dasz Vulcane durch das Durchsickern von Wasser bis auf die metallischen Grundlagen der Erde oder einfach durch intensiv erhitzte Gesteine verursacht werden, müssen sich dazu verstehen, entweder diese Ansicht aufzugeben, oder sie auf die Erhebung so ungeheurer Continente wie der von Süd-America auszudehnen¹⁸.

¹⁸ Die Gründe zu Gunsten der Theorie, dasz der durch das Durchsickern von Wasser bis in das Innere des abkühlenden Planeten erzeugte Dampf die bewegende

Über Perioden vermehrter vulcanischer Thätigkeit, welche grosze Bezirke treffen.

HUMBOLDT scheint, wo er gewisse vulcanische Erscheinungen in jenem Theile von Süd-America beschreibt, welcher das westindische Meer umgrenzt, der Meinung zu sein, dasz Perioden vermehrter Thätigkeit grosze Theile der Erdoberfläche afficiren. Er hat die zwei folgenden Tabellen zusammengestellt¹⁹, denen ich eine dritte hinzugefügt habe, welche die merkwürdigen Ereignisse enthält, die während der Jahre 1834 und 1835 sich zutrug.

1. Tabelle vulcanischer Erscheinungen.

- | | | |
|-------|--------------------|---|
| 1796. | November . . . | Der Vulcan von Pasto fieng an, Rauch auszustoszen. |
| 1797. | 4. Februar . . . | Zerstörung von Riobamba. |
| — | 27. September . . | Eruption auf den westindischen Inseln. Vulcan von Guadeloupe. |
| — | 14. December . . . | Zerstörung von Cumana. |

2. Tabelle.

- | | | |
|-------|-------------------|---|
| 1811. | Mai | Anfang der Erdbeben auf der Insel St. Vincent, welche bis zum 12. Mai dauerten. |
| — | 16. December . . | Anfang der Erschütterungen in den Thälern des Mississippi und Ohio, welche bis 1813 dauerten. |
| — | December | Erdbeben von Caraccas. |
| 1812. | 26. März | Zerstörung von Caraccas, Erdbeben, welche bis 1813 fort dauerten. |
| — | 30. April | Eruption des Vulcans auf St. Vincent, und an dem nämlichen Tage unterirdisches Getöse bei Caraccas und an dem Ufer des Apure. |

Kraft der vulcanischen Thätigkeit ist, sind vor kurzem nachdrücklich von Professor Bischof in seinem Aufsatz im Edinburgh Journal (Vol. XXVI. p. 25) entwickelt worden. Dasz jener einen modificirenden Einflusz von groszer Bedeutung äuszert, scheint in hohem Grade wahrscheinlich, dasz er aber die primäre Ursache von continentalen Erhebungen ist, kann ich nicht zugeben. Wie es mir erscheint, vollzieht sich das Phänomen in einem bei weitem zu groszartigen Maszstabe, als dasz es zu einer solchen Erklärung stimme. Kann das Emporsteigen der ganzen West-Küste von Süd-America und der ganzen Breite wenigstens seines südlichen Theils durch den während des allgemeinen Zusammenschrumpfens der Erdrinde ausgeübten Seitendruck, nur modificirt durch die Bildung von Dampf unter hohem Druck an denjenigen Stellen, wo Wasser bis zum erhitzten Innern durchgesickert ist, erklärt werden? Eine solche Erklärung ist doch gewisz unannehmbar.

¹⁹ Personal Narrative, Vol. IV. p. 36. Ich habe einige Daten in diesen Tabellen geändert, da sie nicht mit dem Texte oder mit der bekannt gewordenen Eintrittszeit der Ereignisse übereinstimmten.

3. Tabelle.

1834. 20. Januar . . .	Sabiondoy, $1^{\circ} 15'$ n. Br. (in der Nähe von Pasto), fürchterliches Erdbeben; achtzig Personen umgekommen; die Stadt Santiago verschlungen.
— 22. Mai	Santa Martha, $11^{\circ} 30'$ n. Br.; zwei Drittel der Stadt zu Boden geworfen; im Verlaufe von einigen wenigen Tagen sechzig schlimme Stösze.
— 7. September . . .	Jamaica; heftiges Erdbeben, die Stadt nicht sehr beschädigt.
1835. 20. Januar . . .	Osorno, in $40^{\circ} 31'$ s. Br. in Eruption.
— vor Tagesanbruch am Morgen	Aconcagua, in $32^{\circ} 30'$ s. Br., in Eruption. Cosiguina, in 13° n. Br., in fürchterlicher Eruption, blieb in fortdauernder Thätigkeit während der zwei folgenden Monate.
— 12. Februar	Erdbeben zur See, sehr stark der Küste von Guyana gegenüber.
— 20. Februar	Juan Fernandez, in $33^{\circ} 50'$ s. Br., submarine Eruption.
halb zwölf Mittags	Concepcion ($36^{\circ} 40'$ s. Br.) und sämmtliche in der Nähe liegenden Städte wurden durch ein Erdbeben zerstört; die Küste dauernd erhoben. Vulcane der ganzen Länge der Cordillera in Chile entlang in Eruption.
	NB. Diese Vulcane blieben einige Monate lang später noch in Thätigkeit, auch wurden viele Erdbeben gefühlt.
— 11. November . . .	Concepcion, heftiges Erdbeben; Osorno und Corcovado in heftiger Thätigkeit.
— 5. December	Grosze Eruption des Osorno.

In Bezug auf diese Tabellen musz bemerkt werden, dasz wir nicht eher darüber sicher sein können, ob wirklich ein Zusammenhang der vulcanischen Erscheinungen an sehr weit von einander entfernten Punkten besteht, bis einige besonders scharf markirte Ereignisse während des nämlichen Momentes an jenen Punkten stattgefunden haben, während das dazwischen liegende Land gleichfalls bis zu einem gewissen Grade mit afficirt war. In den beiden ersten Tabellen kann wohl der Zusammenhang zwischen den westindischen Auswurfsöffnungen und der Küste von Venezuela als beinahe sicher angenommen werden²⁰, auch ist die Entfernung nicht sehr grosz, höchstens nur 400 Meilen. Wenn wir aber auf der einen Seite Quito, von dem oben erwähnten Bezirk mehr als 1200 Meilen entfernt, und auf der andern

²⁰ Humboldt's Personal Narrative, Vol. II. p. 226, und Vol. IV. p. 36.

Seite das Thal des Mississippi mit einschlieszen, so wird der Fall sehr viel zweifelhafter. Das Zusammentreffen ist gewisz sehr merkwürdig, sowohl in Bezug auf das anfängliche Eintreten als auch auf das Aufhören jener langen Reihe von Erdbeben, welche Süd-Carolina, das Becken des Mississippi, die Inseln unter dem Winde, und Venezuela betrafen: und doch liegt Neu-Madrid mehr als 2000 Meilen von letzterem entfernt. Nur eine Wiederholung derartiger Fälle von Zusammentreffen kann bestimmt ergeben, in wie weit die vermehrte Thätigkeit der unterirdischen Kräfte an so weit von einander entfernt liegenden Punkten die Wirkung irgend eines allgemeinen Gesetzes oder nur zufällig ist.

Wir kommen nun zu der dritten Tabelle, mit welcher wir es hier ganz besonders zu thun haben. Ich habe bereits im Einzelnen die merkwürdigen vulcanischen Erscheinungen beschrieben, welche im Zusammenhange mit einander sich am Morgen des 20. Februar 1835 und gleicherweise während des darauf folgenden Jahres ereigneten.

Am 20. Januar, einen Monat früher, traten, wie in der Tabelle angegeben worden ist, drei Eruptionen beinahe zu derselben Stunde an sehr entfernt von einander liegenden Punkten der Cordillera ein. Gegen Mitternacht, am 19., schien der Gipfel des Osorno wie ein groszer Stern am Horizonte; und diese Erscheinung nahm bald bis zu einem prachtvollen Glanze von Licht zu, inmitten welches mit Hülfe eines Teleskops grosze dunkle Körper in endloser Aufeinanderfolge aufwärts schieszen und wieder niederfallen zu sehen waren. Als ich einige Zeit später in Valparaiso war, theilte mir Mr. BYERBACHE, ein Kaufmann, der sich dort niedergelassen hatte, mit, dasz er, als er eines Nachts sehr spät aus dem Hafen hinausgesegelt sei, vom Capitän aufgeweckt worden sei, um den Vulcan Aconcagua in Thätigkeit zu sehen. Da dies ein äusserst seltenes Ereignis ist, notirte ich mir das Datum. Einige Zeit darnach kamen Zeitungen von Central-America an, die eine Schilderung einer der fürchterlichsten Eruptionen der neueren Zeiten enthielten²¹. „Am 19. Januar gieng nach einer sechs- undzwanzigjährigen Ruhe ein unbedeutendes Dröhnen, von Rauch begleitet, vom Berge Cosiguina aus. Am folgenden Morgen (20.), ungefähr um halb sieben Uhr, wurde eine Wolke von sehr ungewöhnlicher Grösze und Gestalt von den Einwohnern bemerkt, welche „in der Richtung dieses Vulcans aufstieg“. Enorme Mengen von Bims-

²¹ Caldcleugh, über die vulcanische Eruption des Cosiguina, in: Philos. Transactions, 1836, p. 27.

tein wurden dann ausgeworfen, die Luft wurde verdunkelt und der Boden während der drei darauf folgenden Tage erschüttert. Beinahe noch zwei Monate später war der Vulcan in Thätigkeit. Mr. CALDCLEUGH macht die Bemerkung, dasz vielleicht der einzige parallele Fall, von dem man Nachricht hat, die bekannte Eruption von Sumbawa im Jahre 1815 ist.

Als ich die Daten dieser drei Ereignisse mit einander verglich, war ich sehr erstaunt zu finden, dasz sie bis auf einen Unterschied, der weniger als sechs Stunden betrug, mit einander übereinstimmten. Der Aconcagua liegt nur 480 Meilen nördlich vom Osorno, aber der Cosiguina liegt ungefähr 2700 Meilen nördlich vom Aconcagua. Es kann hier gefragt werden: waren diese drei Eruptionen, welche durch die nämliche Gebirgskette durchbrachen, in irgend einer Beziehung im Zusammenhang oder war das Zusammentreffen zufällig? Wir können gar nicht zu vorsichtig sein, uns gegen die Vermuthung zu wahren, dasz Naturerscheinungen in Zusammenhang stehen, weil sie in Perioden sich ereignen, welche irgend bestimmte Beziehungen zu einander darbieten. Wenn wir nachzuweisen wünschten, dasz die unterirdischen Kräfte nach Perioden von einem Jahrhundert thätig wären, wie zuweilen wohl angenommen worden ist, so könnten wir den Fall anführen, dasz Lima am 17. Juni 1578 und genau an demselben Tage wieder im Jahre 1678 erschüttert worden ist; oder die Eruptionen des Cosiguina von 1709 und 1809, welche die einzigen vor der von 1835 sind, welche in Berichten erwähnt werden. Ferner könnten wir auf derartige Gründe gestützt hervorheben, dasz die Convulsionen in Guatemala nach einem Zwischenraum von einem Jahre denjenigen bei Pasto folgten; denn ein District in der Umgebung des letzteren Ortes wurde durch einen heftigen Erdstosz genau ein Jahr vor der Eruption des Cosiguina zerstört; beides war am 20. Januar eingetreten. COSME BUENO glaubte, dasz diese Beziehung factisch zwischen den unterirdischen Bewegungen in Guatemala und Peru bestände, und dieser Fall fügt einen weiteren zu der Liste, welche ich unten im Auszuge nach HUMBOLDT gegeben habe²². In Bezug auf die gleichzeitigen Eruptionen

²² Mexico. (13° 32' n. Br.)	Peru. (12° 2' s. Br.)	Zeitunterschied.
30. November 1577.	17. Juni 1578.	sechs und einen halben Monat später,
4. März 1679.	17. Juni 1678.	acht Monate früher.
12. Februar 1689.	10. October 1688.	vier Monate früher.
27. September 1717.	8. Februar 1716.	sieben und einen halben Monat früher.
Humboldt's Personal Narrative, Vol. II. p. 227. Diese Thatfachen sind viel-		

des Aconcagua und Osorno bietet die Annahme nur geringe Schwierigkeiten dar, dasz sie in Zusammenhang gestanden haben können, weil in dieser nämlichen Gegend und nur einen Monat später Vulcane, welche noch weiter von einander entfernt liegen, von demselben Impulse afficirt wurden. Es besteht indessen zwischen den beiden Fällen dieser merkwürdige Unterschied: — die letztere, oder die vom 20. Februar, war eine Periode der Erschütterung über das ganze Reich Chile, während die gleichzeitige Eruption des Aconcagua und Osorno nicht von irgend welcher allgemeinen Bewegung in den unterirdischen Regionen begleitet gewesen zu sein scheint. Wahrscheinlich war diese Eruption die erste Andeutung jener bedeutenden vulcanischen Störungen, welche genau einen Monat später erfolgten; denn es scheint von sehr allgemeinem Vorkommen bei Erdbeben zu sein, dasz schwache Zuckungen den schlimmsten Convulsionen vorausgehen. So wurde am 4. November 1822 Copiapó (in $27^{\circ} 10'$ s. Br.) von einem heftigen Stosze heimgesucht, welcher viele Häuser beschädigte; diesem folgte aber am nächsten Tage ein bedeutend heftigeres Erdbeben, welches die Stadt nahezu zerstörte und selbst Coquimbo (in $29^{\circ} 50'$ s. Br.) beträchtlichen Schaden zufügte²³. Am 19. desselben Monats wurde Valparaiso beinahe zerstört. Es könnten noch andere Beispiele²⁴ angeführt werden, um zu zeigen, dasz die meisten Erdbeben, obschon sie plötzlich aufzutreten scheinen, doch in Wahrheit nur Theile einer länger dauernden Thätigkeit sind, wie es sowohl aus den Ereignissen

leicht geneigt, den Beweis zu versuchen, dasz Perioden vermehrter vulcanischer Thätigkeit entfernt von einander liegenden Theilen des Continents gemeinsam sind; da aber die Reihenfolge des ersten Eintretens nicht constant ist, kann ich nicht glauben, dasz noch irgend ein anderes Gesetz damit angedeutet würde.

²³ Journal of Science, Vol. XVII.

²⁴ Mehrere bestimmte Fälle sind bekannt, in denen Quellen und Brunnen afficirt wurden; vor schlimmen Erdbeben wurde ihr Wasser trübe und die Menge änderte sich. Dies wurde 1755 in Lissabon beobachtet; und in Neu-England wurden während zweier oder dreier Tage vor einem Stosze „die Wasser einiger Brunnen „schlammig und stanken unerträglich“: (Michell, Philosoph Transactions, 1760, p. 44). Humboldt und Andere haben bemerkt, dasz die Brunnen in der Umgebung des Vesuvs vor seinen schlimmen Eruptionen afficirt werden. Diese That-sachen sind nach der Vorstellung erklärbar, dasz ein unbedeutendes Strecken oder eine Bewegung in der Erdrinde statthat, ehe ihre Spannung überwunden, eine Spalte gebildet, und, als Folge, ein Erdbeben oder eine Eruption verursacht wird. Auch Courrejolles hat in seiner Abhandlung über Erdbeben (Journal de Physique, Tom. LXIV, p. 106) die Bemerkung gemacht, dasz groszen Erdbeben beinahe immer unbedeutendere vorausgehen.

hervorgeht, welche ihnen vorausgehen, als aus denen, welche ihnen folgen.

Wenn schon wir möglicherweise zugeben können, dasz die Eruptionen des Aconcagua und des Osorno, welche in der Mitte einer und der nämlichen Nacht eintraten, mit einander in Zusammenhang gestanden haben und als Theile derselben groszen darauffolgenden Störung anzusehen sind, — zu welchem Schlusse müssen wir aber wohl in Bezug auf ihr Zusammentreffen mit der des Cosiguina gelangen, der so ungeheuer weit von ihnen entfernt ist? Der Fall wird dadurch noch bei weitem auszerordentlicher, als zwei von diesen drei Vulcanen meistens ruhen. Der Cosiguina brach, der Angabe CALDCLEUGH's zufolge, aus nach einer sechsundzwanzig-jährigen Periode der Ruhe; und der Aconcagua bietet so selten irgend welche Zeichen von Thätigkeit dar, dasz es selbst bezweifelt worden ist, ob irgend ein Theil dieser gigantischen Masse, von mehr als 23000 Fusz Höhe, vulcanischen Ursprungs ist. Um den Fall durch uns näher liegende Verhältnisse zu erläutern: — wenn wir annehmen, der Stromboli und der Vesuv wären in der nämlichen Stunde der Nacht in heftige Eruption gekommen, so würde uns dieses Zusammentreffen nicht besonders frappiren; es würde schon etwas Anderes sein, wenn sich dasselbe mit dem Vesuv und dem Aetna ereignen sollte: und unsere Überraschung würde dann noch bedeutend gröszer werden, wenn wir später hörten, dasz der Hekla nach einer Ruhezeit von sechsundzwanzig Jahren zu der nämlichen Zeit mit furchtbaren Explosionen zum Ausbruch gekommen sei. Wenn aber ein derartiges Zusammentreffen in Europa, einem Lande, welches keinen einheitlichen Character besitzt, vorgekommen wäre, wo auch die beiden betroffenen Punkte nicht weiter als 2000 Meilen von einander entfernt sind, so ist es nichtsdestoweniger sehr zweifelhaft, in wie weit die Erscheinung der Betrachtung werth gewesen wäre. Der Fall liegt aber für America anders: dort fallen die vulcanischen Öffnungen sämmtlich auf eine grosze Mauer oder Spalte (denn die Anden können ebensogut so und so genannt werden), und die ungeheure Flächenausdehnung des ebenen Gebietes auf der Ostseite beweist, mit welcher wunderbaren Gleichmässigkeit die unterirdischen Kräfte auf diese Partie der Erdrinde gewirkt haben. Wenn überdies eine Küstenstrecke von mehr als zweitausend geographischen Meilen Länge innerhalb einer so neuen Zeit, dasz sie mit den zahllosen vergangenen Jahrhunderten verglichen, von denen wir in den Werken der Natur eine

Nachricht besitzen, als Einheit gerechnet werden kann, emporgehoben worden ist (wie ich später noch zu beweisen hoffe), so hört es an einer solchen Küste auf, in irgend einem excessiven Grade unwahrscheinlich zu sein, dasz die vielen Impulse, welche zusammen die eine grosze Wirkung hervorgebracht haben, zuweilen auch absolut gleichzeitig gewesen sein können.

Es ist schon seit langer Zeit bemerkt worden, dasz die Auswurfsöffnungen der ganzen Cordillera entlang in mehrere Systeme geordnet werden können. Wir haben in dieser Beziehung schon gesehen, dasz die äussersten südlichen Vulcane mit denen vom centralen Chile im Zusammenhang stehen; und ein intelligenter Bewohner des Landes hat mir mitgetheilt, dasz er den Aconcagua und zwei nördlich davon gelegene Vulcane zusammen in groszer Thätigkeit gesehen habe: — wir haben hiernach eine, 780 geographische Meilen lange Partie der Anden (ungefähr die Entfernung vom Süden von England bis zum Vesuv), welche ein zusammenhängendes System bildet. ULLOA²⁵ gibt an, dasz, als Lima im Jahre 1746 zerstört wurde, drei Vulcane in der Nähe von Patas und einer in der Nähe von Lucanas zum Ausbruch kamen; diese Orte liegen 480 Meilen von einander entfernt. Überdies ist Arequipa, nach Süden hin gelegen, zweimal (1582 und 1687) von schweren Erdbeben gleichzeitig mit Lima heimgesucht worden. Die Entfernung zwischen Arequipa (wo sich ein activer Vulcan findet) und Patas beträgt eher etwas mehr als 600 Meilen; und dies könnte vielleicht ein zweites System bilden.

HUMBOLDT sagt²⁶, „es erscheint als wahrscheinlich, dasz der höher gelegene Theil des Königreichs Quito und die benachbarte Cordillera, weit davon entfernt, eine Gruppe einzelner Vulcane darzustellen, eine einzige angeschwollene Masse bilden, einen ungeheuren vulcanischen Wall, welcher sich von Norden nach Süden erstreckt und dessen Rücken eine Fläche von mehr als sechshundert Quadratstunden darbietet. Der Cotopaxi, Tunguragua, Antisana und Pichancha sind auf diese nämliche Wölbung, auf diesen erhobenen Bodentheil gestellt“. Er weist dann später aus der bereits erwähnten Erscheinung, nämlich dem Verschwinden der Rauchsäule in dem Augenblicke als Riobamba zerstört wurde, den Zusammenhang dieser Vulcane mit denen von Pasto und Popayan

²⁵ Ulloa's Voyage, engl. Übers. Vol. II. p. 84.

²⁶ Personal Narrative, Vol. IV. p. 29.

nach. Dieses verbundene System ist etwas weniger als 300 Meilen lang. Ferner haben wir nach Norden zu in Guatemala, Mexico und Californien drei Gruppen von Vulkanen; jedes System ist vom andern einige wenige hundert Meilen entfernt.

Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Auswurfsöffnungen in jedem besonderen Systeme ist an einigen Stellen deutlich erwiesen worden, und ist bei allen äusserst wahrscheinlich; was für eine Beziehung aber die verschiedenen Systeme als solche zu einander haben, ist zweifelhafter. Mir ist kein Bericht von einer Thatsache bekannt, welche der gleichzeitigen Eruption des Osorno und Aconcagua mit der des Cosiguina ähnlich wäre. Es darf indessen nicht übersehen werden, dass derartige Ereignisse sich in jedem Jahre seit der spanischen Eroberung zugetragen haben können, ohne dass das Zusammentreffen auch nur einmal entdeckt worden wäre. Wenn es nicht durch das Zusammentreffen zweier Ereignisse gewesen wäre, hätte ich diesen Fall niemals erfahren. In einer und derselben Nacht könnte jede Auswurfsöffnung in der Cordillera vorübergehende Zeichen von Thätigkeit zu erkennen gegeben haben, und sechs Monate später würde es ebenso unmöglich gewesen sein zu entdecken, dass sich dies zugetragen hat, als, ob der nächst darauffolgende Tag hell oder bewölkt gewesen ist. Es gibt einige thätige und einige nahezu ausgestorbene Cratere in dem Zwischenraum zwischen dem chilenischen und peruvianischen Systeme (welches letztere das längste von allen ist, nämlich 900 Meilen lang); sie liegen aber in Ländern, welche sehr dünn bevölkert und in einigen Theilen gänzlich wüste sind; und wer findet sich in derartigen Fällen, über Erscheinungen Bericht zu geben, welche man, selbst wenn sie gesehen wurden, doch nur für von geringer Bedeutung hält?

Kehren wir zur dritten Tabelle zurück, so zweifle ich nicht daran, dass die vulcanischen Erscheinungen, welche in Süd-America einige Zeit vor so wie nach den Monaten Januar und Februar des Jahres 1835 vorkamen, bei weitem zahlreicher waren, als das Durchschnittsverhältnis solcher während einer andern gleich langen Zeit. Diese Bemerkung gilt auch für die beiden nach HUMBOLDT copirten Tabellen. Sieht man sich die Daten dieser Ereignisse an, so muss man sich daran erinnern, dass ein jedes Datum nur den Augenblick bezeichnet, wo die Kruste der Erde der Kraft nachgegeben hat, welche in einigen Fällen ihre Thätigkeit bereits gezeigt und ausnahmslos fortgeföhren

hatte, dies während einer gewissen Zeit, oft von beträchtlicher Länge, zu thun. Von diesen Gesichtspunkten aus können die Erdbeben von Caraccas und Neu-Madrid, des Cosiguina und von Concepcion als factisch gleichzeitig betrachtet werden.

Nach diesen verschiedenen Umständen bin ich stark zu der Annahme geneigt, dasz die unterirdischen Kräfte ihre Thätigkeit unter einem groszen Theile des südamericanischen Continents in derselben intermittirenden Art und Weise offenbaren, wie sie, in Übereinstimmung mit allen Beobachtungen, es auch unter isolirt stehenden Vulkanen thun, — das heiszt, sie bleiben eine Zeit lang in schlafähnlicher Ruhe und brechen dann über beträchtlich ausgedehnte Bezirke hin mit erneuter Kraft los.

Natur der Erdbeben an den Küsten von Süd-Americä.

Ich will nun noch besonders die Art und Natur der Erdbeben betrachten, welche in regelmässigen Zeitintervallen an der Küste von Süd-America vorkommen. Es kann gar nicht anders als schwierig sein, genau ihren Ursprung zu verfolgen; die folgenden Betrachtungen indessen führen, wie es mir vorkommt, nur zu einer einzigen Schlussfolgerung —, dasz sie nämlich durch das Zwischentreten verflüssigter Gesteinsmassen zwischen Schichtenmassen verursacht werden. ULLOA sagt in seinen Reisen²⁷:

„Die Erfahrung hat schon, besonders in diesem Lande (Süd-America) durch die vielen Vulcane in der Cordillera, welche durch sie hindurchtreten, zur Genüge gezeigt, dasz der Ausbruch eines neuen brennenden Berges ein heftiges Erdbeben verursacht, so dasz sämtliche Städte, welche innerhalb ihres Bereichs liegen, gänzlich zerstört werden, wie es sich beim Ausbruch des Vulcans in der Wüste von Carguagoazo ereignete. Diese zitternde Bewegung, welche wir ganz eigentlich ein Erdbeben nennen können, tritt nicht so gewöhnlich im Falle einer zweiten Eruption ein, wenn schon vorher eine Öffnung hergestellt worden war, oder es ist wenigstens die Bewegung in der Erde vergleichsweise nur unbedeutend²⁸.“

²⁷ Ulloa's Reisen, Vol. II. p. 85 (engl. Übers.).

²⁸ Michell hat in seiner merkwürdigen Abhandlung über Erdbeben in den Philosoph. Transactions für 1760 (p. 580) dieselbe Stelle zur Bestätigung seiner Ansicht citirt, „dasz die Eruptionen von Vulkanen, welche gleichzeitig mit Erdbeben eintreten, mit grösserer Wahrscheinlichkeit diesen Erdbeben zugeschrieben

Obgleich das Aufbrechen einer neuen Auswurfsöffnung ausnahmslos von einem Erdbeben begleitet werden mag, so ist doch das Umgekehrte nicht richtig; denn wenn dies der Fall wäre, so hätte bei Valparaiso, Concepcion, Lima, Caraccas und an andern Orten, in der unmittelbaren Nähe des am allerheftigsten erschütterten Theiles, immer eine Eruption stattfinden müssen, was, selbst wenn wir annehmen wollten, dasz sie unter der Meeresfläche vorgekommen sei, im allerhöchsten Grade unwahrscheinlich ist. Wir können aber vermuthen, dasz diese Erdbeben Folgen irgend einer, mit einer vulcanischen Eruption analogen Erscheinung sind. Diese Meinung wird durch die Thatsache bedeutend bestärkt, dasz grosze Erdbeben, wie grosze Eruptionen, meistens nur nach langen Zwischenräumen der Ruhe wiederkehren; und dadurch führen sie uns zu der Annahme, dasz die unterirdischen Kräfte durch beides in der nämlichen Art entspannt werden. Dies ist auch allerdings die directe Meinung der Bewohner der ganzen westlichen Küste von Süd-America, welche von einer innigen Wechselbeziehung zwischen der unterdrückten Thätigkeit der Vulcane in den Anden und dem Erzittern des Bodens ganz fest überzeugt sind. Wir haben auch gesehen, dasz, als die Insel Chiloë stark erschüttert wurde, einige an den Seitenabhängen der Cordillera mit Arbeit beschäftigte Männer (zwischen den Vulkanen Osorno und Minchinmadom, welche beide dunkle Rauchsäulen wie Signale zum Anzeigen der neuen Periode heftiger Thätigkeit ausstieszen,) von den groszen Convulsionen gar nichts merkten, welche zu jener Zeit die Ufer des Stillen Oceans über eine Strecke von mehr als tausend Meilen in Schwingungen versetzten.

Es besteht indessen doch eine, wenngleich mehr scheinbare als wirkliche Verschiedenheit zwischen Erdbeben wie den von Concepcion und jenen von ULLOA erwähnten. Bei den ersteren hat es sich bei-

„werden können, als die Erdbeben den Eruptionen, wenigstens so bald die Erdbeben „nur immer von beträchtlicher Ausdehnung sind“. Der Ausdruck Erdbeben wird hier gebraucht, um die Ursache des Erzitterns des Bodens zu bezeichnen. Sir James Hall gibt in seiner berühmten Abhandlung „Heat modified by Compression“ (Edinb. Philos. Transact., Vol. VI. p. 166) ausdrücklich an, „dasz die Erdbeben, „welche sich äusserlich nicht als vulcanisch darstellende Länder verwüsten, das Eindringen von Masse in flüssigem Schmelzungsgrade, von unten her die Gesteinsmasse „durchdringend, andeuten“; er dehnt aber weder die Ansicht, welches dieselbe ist wie die, die ich habe, zu einer umfassenden Verallgemeinerung aus, noch beschränkt er sie auf irgend eine besondere Classe von Erdbeben.

nahe ausnahmslos, wenigstens bei denen an der Küste von Süd-America, ereignet, dasz eine ungeheure Anzahl von Erdstößen der ersten groszen Convulsion gefolgt sind²⁹, und diese sind ebenso wie die begleitenden unterirdischen Geräusche von derselben Stelle ausgegangen wie der erste Stosz; sie sind also auch zweifelsohne Folge genau derselben Ursache, welche hier nur mit etwas geringerer Intensität wirkt. So wurden selbst schon in den ersten vierundzwanzig Stunden nach dem Erdbeben von 1746 in Lima nicht weniger als 200 horrible (ich gebrauche die Sprachweise der Historiker) Stösze gezählt. In Bezug auf den andern Fall sagt nun ULLOA, dasz, wenn sich einmal die Öffnung für eine Eruption gebildet hat, die Erde beinahe ganz ruhig wird; doch wissen wir, dasz der Vulcan selbst beinahe ausnahmslos viele Wochen lang später noch in groszer Thätigkeit bleibt. Hätte indessen ULLOA dem Crater selbst nahe gestanden, so würde er auch unzweifelhaft jene kleinen Erzitterungen gefühlt haben, welche jede frische Explosion begleiten, wie es von Andern beschrieben worden ist, welche in der genannten Lage es zu beobachten sich befunden haben. Es scheinen daher die Erzitterungen den secundären Erdstößen analog zu sein; und wenn sich dies so verhält, dann sind die beiden Fälle in jeder Beziehung einander äusserst ähnlich. Bei einem primären vulcanischen Ausbruche wissen wir, dasz dessen Ursache die Explosion flüssiger und gasförmiger Substanz, zuerst durch solide Schichten und später durch einen beinahe offenen Gang ist; wir werden damit zu der Schlussfolgerung geführt, dasz die Ursache des einfachen Erdbebens mit seinen secundären Stößen Explosionen einer ähnlichen Natur sind, welche indessen keinen Gang sich eröffnen, sondern nur hintereinander einzelne Partien der darüberliegenden Massen zerreißen.

In Concepcion, wo die Straszen in zwei verschiedenen, rechtwinklig auf einander stehenden Richtungen angeordnet sind, wurden die Wände der Häuser, wie bereits bemerkt wurde, je nach ihrer Richtung afficirt. Hierfür gab die Cathedrale einen sehr augenfälligen Beleg, wo die groszen, aus soliden Ziegelsteinen erbauten Strebepfeiler wie mit

²⁹ Courrejolles sagt in seiner Abhandlung über Erdbeben (Journal de Physique, Tom. LIV. p. 106): „Les grands tremblemens de terre sont presque toujours précédés et suivis quelque temps avant et après par de petites secousses.“ Michell (Philosoph. Transact., 1760, p. 10) hat einige Fälle von hinter einander auftretenden kleineren Stößen angeführt, welche augenscheinlich von demselben Punkte ausgingen, von welchem die früheren heftigeren hergekommen waren.

einem Meisel abgeschnitten und auf den Boden geschleudert waren, während die Mauer, zu deren Unterstützung sie vergebens aufgeführt worden waren, wenn gleich bedeutend beschädigt, doch noch aufrecht stand: — letztere war nämlich mit dem einen Ende nach dem Punkte hingerichtet, von wo die Schwingung ausgieng, während die Strebe- pfeiler in einer der Undulation parallelen Linie standen. Beinahe ganz ähnliche Verhältnisse wurden im Jahre 1822 in Valparaiso beobachtet³⁰. Bei dem groszen Erdbeben von Caraccas war die Richtung der Schwingung von Ost-Nordost nach West-Südwest, und irgend eine bestimmte Richtung scheint beinahe in jedem heftigen Erdbeben beobachtet worden zu sein. Nun könnte wohl gefragt werden: kann eine Schwingung, welche aufwärts durch die Erdrinde von einer ungeheuren Tiefe ausgegangen ist, an der Oberfläche so empfunden werden, als wäre sie von einem bestimmten Punkte des Compasses hergekommen, und kann sie in gleicher Weise das Einstürzen von Mauern bestimmen je nach der Stellung derselben in Beziehung auf irgend einen derartigen Punkt? Wie es mir erscheint, ist entschieden hierauf mit Nein zu antworten; dagegen musz eine Schwingung, um derartige Wirkungen hervorzubringen, von dem Zerreißen von Schichten an einem nicht sehr tief unter der Oberfläche der Erde gelegenen Punkte ausgehen.

Die von Erdbeben betroffenen Bezirke sind meistens länglich. Bei dem Erdstosz in Syrien vom Jahre 1837 wurde die Erschütterung gefühlt „auf einer Strecke von 500 Meilen Länge und 90 Meilen Breite³¹“. HUMBOLDT macht die Bemerkung³², dasz die Erdbeben der Küste von Neu-Andalusien in derselben Art und Weise folgen, wie sie es an der Küste von Peru und Chile thun. So wurde im Jahre 1822 bei dem Erdbeben von Valparaiso die Bewegung 880 Meilen der Küste des stillen Oceans entlang gefühlt, und bei dem von Concepcion im Jahr 1835 auf einer noch grösseren Strecke von mehr als tausend Meilen; aber bei keiner einzigen Gelegenheit ist der Stosz quer über die Cordillera auch nur bis in eine annähernd gleiche Entfernung fortgeleitet worden. Im Jahre 1835 war die Erschütterung des Bodens in Mendoza so sanft, dasz ein alter Mann, einer der dortigen Einwohner (und in diesen Ländern ist Jedermann im Besitze eines beinahe instinctiven Vermögens auch

³⁰ s. Miers' Travels in Chile, Vol. I. p. 392.

³¹ Proceedings of the Geological Society, p. 540; 5. Apr. 1837.

³² Personal Narrative, Vol. II. p. 224.

das unbedeutendste Erzittern wahrzunehmen), mir erzählte, er habe die Bewegung des Bodens eine Zeit lang für ein Schwindeln seines Kopfes gehalten und habe zu den Seinigen gerufen, dasz er sterben werde. In Concepcion, Valparaiso, Lima und Acapulco³³ glauben die Einwohner, dasz die Störung meistens vom Grunde des benachbarten Meeres ausgeht; sie erklären hieraus die ausser Frage stehende Thatsache³⁴, dasz die weiter landeinwärts gelegenen Städte meistens viel weniger beschädigt werden, als diejenigen in der Nähe der Küste. Augenscheinlich geht die Störung nicht von irgend einem einzelnen Punkte aus, sondern von vielen in einem Streifen angeordneten; andernfalls wäre die Thatsache der linearen und ungleichen Verbreitung der Erdbeben unverständlich. So wurden im Jahre 1835 die Insel Chiloë, die Umgebung von Concepcion und Juan Fernandez sämmtlich zu der nämlichen Zeit heftig afficirt, und zwar heftiger als die zwischen innerliegenden Bezirke. In gebirgigen Ländern, wie Neu-Andalusien, Peru und Chile kann man, wenn die Erdbeben den Küstenlinien folgen, von denselben sagen, dasz sie sich parallel den littoralen Bergstrecken verbreiten.

Die letzte Betrachtung, auf welche ich als auf eine die Ursache der Erdbeben andeutende hier noch eingehen will, ist die, dasz dieselbe in Süd-America zuweilen (wenn nicht, wie ich glaube, allgemein³⁵) von Emporhebungen des Landes begleitet worden sind; aber nach dem Erdstosz von Lima im Jahre 1746 zu urtheilen, ist dies allem Anscheine nach keine nothwendig begleitende Erscheinung, mindestens nicht in einem wahrnehmbaren Grade. Man könnte wohl auf den ersten Blick meinen, dasz in Concepcion das Emporheben des Bodens, welches den ersten und bedeutenden Erdstosz begleitete, für sich selbst schon die ganze Erscheinung des Erdbebens erklärt habe. Dem heftigen Stosze folgten indessen während weniger darauffolgender

³³ In Acapulco, sagt Humboldt, kommen die Stösze von drei verschiedenen Richtungen her, von Westen, Nord-West und Süd. (Polit. Essay on the Kingdom of New Spain; engl. Übers., Vol. IV. p. 58.)

³⁴ Beinahe jeder Schriftsteller seit der Zeit Molina's macht diese Bemerkung. s. Molina, Compendio de la Historia del Reyno de Chile, Vol. I. p. 32.

³⁵ Meine Annahme gründet sich auf die Thatsache, dasz sich an den nämlichen Küsten und innerhalb der nämlichen Perioden, aus denen eine ungeheure Anzahl von Erdbeben berichtet werden, auch Beweise für eine Erhebung des Landes finden, obschon nicht bekannt ist, dasz das Emporsteigen mit irgend einem besondern Erdbeben in Zusammenhang gestanden hätte.

Tage einige hundert unbedeutendere (wenn schon von gar nicht unbeträchtlicher Heftigkeit), welche von der nämlichen Stelle auszugehen schienen, von der auch der erste hergekommen war, während andererseits das Niveau des Bodens ganz gewisz durch sie nicht erhoben wurde; im Gegentheil stand es vielmehr nach einer Zwischenzeit von einigen Wochen eher niedriger, als unmittelbar nach der groszen Convulsion, — vielleicht in Folge des Sichsetzens des erschütterten Bodens. In der nämlichen Weise wurde im Jahre 1822 in Valparaiso die bleibende Veränderung des Niveaus an den Felsen an der Küste am nächsten Morgen nach dem grössten Erdstosze beobachtet, trotzdem dasz die Erde in Intervallen für viele Tage noch fortfuhr zu erzittern. In diesen Beispielen von Niveauveränderungen haben wir daher einen deutlichen Hinweis auf irgend eine Ursache der Störung, welche zu der, welche die Schwingungen hervorbrachte, hinzutritt und welche, wie es in hohem Grade wahrscheinlich ist, die einfache Erhebung der Küste in Masse begleitet.

Nach diesen Betrachtungen können wir, wie ich meine, in Bezug auf die Erdbeben an der West-Küste von Süd-America ruhig schlieszen,

1) dasz der hauptsächliche Stosz durch eine heftige Spaltung der Schichten verursacht wird, welche allgemein am Grunde des benachbarten Meeres vorzukommen scheint;

2) dasz denselben viele geringere Brüche folgen, welche, obschon sie sich aufwärts bis beinahe nach der Oberfläche hin erstrecken, dieselbe (ausgenommen den vergleichsweise seltenen Fall einer submarinen Eruption) nicht wirklich erreichen;

3) dasz das so gespaltene Gebiet sich parallel, oder annähernd so, zu den benachbarten Küsten-Gebirgen hinzieht;

4) dasz, wenn das Erdbeben von einer Erhebung des Landes in Masse begleitet wird, noch irgend eine weitere Ursache der Störung vorhanden ist.

Und endlich, dasz ein Erdbeben oder vielmehr die durch dasselbe angedeutete Thätigkeit die unterirdische Spannung in derselben Weise entlastet, wie ein Ausbruch durch einen gewöhnlichen Vulcan.

Was bildet nun, wo dieselbe sichtbar ist, die Axe der meisten groszen Gebirgsketten? Ist es nicht eine keilförmige lineare Gesteinsmasse, welche, wie kaum irgend ein Geologe bestreitet, früher einmal flüssig war und seitdem unter hohem Druck abgekühlt ist? Musz nicht das Eindringen einer derartigen Masse zwischen Massen von

Gesteinslagern den unterirdischen Druck in der nämlichen Art und Weise erleichtert haben, wie das Auswerfen von Lava und Scoriae durch eine vulcanische Öffnung? Müssen nicht, nachdem die Dislocation in dem Theile der oberen Rinde der Erde, welche jetzt ein Gebirge bildet, bewirkt worden ist, oberflächliche, von einem nicht tief sitzenden Heerde ausgehenden Schwingungen sich über das umgebende Land fortgepflanzt haben? Und wird, mögen diese Dislocationen eine Richtung angenommen haben, welche sie wollen, ein in derselben Richtung länglich ausgezogenes Gebiet nicht von der Schwingung afficirt worden sein?

Indem ich diese Parallele ziehe, spreche ich meine Meinung dahin aus, dasz diejenigen Erdbeben mit ihren secundären Stöszen, welche von derartigen Erscheinungen begleitet sind, wie das Erdbeben von Concepcion im Jahre 1835, durch das Spalten groszer Massen von Schichten und die Erfüllung solcher Spalten mit flüssigem Gestein verursacht worden sind; — ein Vorgang, welcher in dem Zustandekommen der Erhebung einen Schritt gebildet haben musz.

Die Einwohner von Concepcion waren der Meinung, dasz die Erzitterungen von Süd-Westen ausgiengen, nach welcher Richtung hin unterirdische Geräusche gleichfalls häufig gehört wurden. Es ist daher ein äusserst interessanter Umstand, dasz die Insel Santa Maria, 35 Meilen in dieser Richtung entfernt gelegen, wie Captain FITZ ROY gefunden hat, nahezu bis zu der dreifachen Höhe von der emporgehoben worden ist, bis zu welcher die Küste in der Nähe von Concepcion emporgestiegen war. Bei Tubul, Süd bei Ost von Santa Maria, war das Land 6 Fusz gehoben worden; an dem südlichen Ende der letztern Insel 8 Fusz, in ihrer Mitte 9 Fusz, und an ihrem nördlichen Ende mehr als 10 Fusz³⁶. Diese Messungen, welche von Capt. FITZ ROY mit der äussersten Sorgfalt ausgeführt worden sind, scheinen auf eine Erhebungsaxe im Meere auf der Höhe des nördlichen Endes der Insel Santa Maria hinzuweisen.

Eine Bemerkung musz ich hier einschalten. Die Bewegung der Erde am 20. Februar 1835 in Valdivia erschien mir wie die einer, über eine undulirende Flüssigkeit ausgebreiteten Kruste; und in meiner ‚Reise‘ habe ich die Bewegung mit den Biegungen dünnen Eises unter einem sich bewegenden Gewichte verglichen. Als ich dann später davon überzeugt wurde, dasz die Erdrinde dort auf einem See geschmol-

³⁶ Geographical Journal, Vol. VI. p. 327.

zenen Gesteins ruhe, wurde mein erster Eindruck in Bezug auf die Bewegung nur noch mehr befestigt. MICHELL hat schon vor langer Zeit bemerkt (Philos. Transact., 1760, p. 8), dasz „die Bewegung der „Erde bei Erdbeben zum Theil ein Erzittern ist, zum Theil in Wellen „sich fortpflanzt, welche eine der andern folgen, zuweilen in grösseren, „zuweilen in kleineren Abständen; und diese letztere Bewegungsart „wird meistens viel weiter fortgepflanzt als die erstere“. Diese Unterscheidung ist, glaube ich, vollständig richtig. Professor PHILLIPS³⁷ macht die Bemerkung, dasz Gesteine, obschon in ihren einzelnen Theilen elastisch, „dies doch in ihrer Masse nur sehr unvollkommen sind, und „zwar in Folge der zahlreichen Scheidewände, welche sie durchsetzen. „Aus solchen Materialien zusammengesetzt“, sagt er, „vibriert die „Erdrinde nicht, und in der That kann sie es kaum, im gewöhnlichen „Sinne dieses Worts; die beobachtete Bewegung ist der Undulation „einer biegsamen Lamelle auf einer erschütterten Flüssigkeit ähnlicher“. Das Resultat, zu welchem diese Betrachtungen führen, fällt hienach mit dem meinen zusammen, welches ich von dem Eindrucke meiner Sinne entnommen hatte; auf den ersten Blick scheint es in einer sehr zufriedenstellenden Art und Weise die in weitere Entfernungen führende Fortpflanzung der langen und sanften Undulationen gegenüber der der Vibrationen, und zwar durch die Fortleitung der ersteren in der unterirdischen Flüssigkeit und der letzteren in der Erdrinde, zu erklären. Was indessen den vermeintlichen Mangel an Elasticität in der Erdrinde, als Masse genommen, betrifft, so kann ich hier mit Professor PHILLIPS nicht übereinstimmen. Wo MICHELL (Philosoph. Transact., 1760, p. 35) die Thatsache der groszen Schwingungen, oder vielmehr Schwankungen während heftiger Stürme von spitzen Kirchthürmen oder selbst groszen Thürmen anführt, von denen man sagen kann, dasz sie aus einer sehr groszen Anzahl von Schichten verschiedener Dichtegrade zusammengesetzt sind und welche häufig von queren Spalten oder Verwerfungen durchsetzt sind, lässt kaum irgend einen Zweifel übrig, dasz eine ähnliche und viel bedeutendere Schwingung von den Tiefen der Erde aus, wo die Theile mit unvergleichlich viel stärkerer Gewalt zusammengedrückt werden müssen als in irgend einem Gebäude, fortgeleitet werden können. So plausibel auch die vorstehende Erklärung der beiden Arten von Bewegung ist, so glaube ich doch nicht, dasz sie die richtige ist; denn wenn eine wellenförmige Bewegung jemals

³⁷ Lardner's Encyclopaedia, Geol., Vol. II. p. 209.

in der unterirdischen flüssigen Masse erzeugt wird, so können wir uns kaum eine kraftvollere Ursache einer solchen vorstellen, als das Aufwärts-Schieszen einer groszen Masse geschmolzenen Gesteins und gasförmiger Substanz aus dem tiefsten Abgrunde eines Vulcans: wir wissen aber, dasz Eruptionen in einem enormen Maszstabe durch alte Auswurfsöffnungen stattgefunden haben, selbst auf Gebieten, welche weit ausgedehnten und wellenförmigen Erderschütterungen ausgesetzt sind, ohne dasz derartige Bewegungen hervorgerufen worden sind. In Folge dieser Betrachtung und wegen der Thatsache, dasz die Gewalt der Erdbeben in einer ganz bestimmten Beziehung zu der Dicke der gespaltenen Erdrinde steht, wie wir aus der groszen Verschiedenheit in den durch eine Eruption verursachten Wirkungen, je nachdem sie durch eine alte oder durch eine neugebildete Öffnung erfolgt, schlieszen können, so kann ich uns nicht für berechtigt halten, die Hypothese einer undulirenden Flüssigkeit anzunehmen. Die beiden Arten von Bewegung können vielleicht durch die Betrachtung erklärt werden, dasz, wenn die Erdrinde der Spannung nachgibt, in Folge ihrer allmählichen Erhebung, dann ein Stosz im Augenblicke des Brechens eintritt, während eine gröszere Bewegung durch das Aufrichten der Schichtenränder und durch den Eintritt von flüssiger Gesteinsmasse zwischen dieselben hervorgebracht werden dürfte. Wenn man eine lange Stange von Stahl zerbricht, wird da nicht eine Erschütterung durch den Bruch ebenso wie eine Vibration der beiden nun getrennten Stücke eintreten?

HOPKINS hat in seinen *Researches on Physical Geology*³⁸ nachgewiesen, dasz, wenn ein langgestrecktes Gebiet durch eine Kraft emporgehoben wird, welche gleichmässig unter allen Theilen wirkt, dann, wenn die Schichten nachgeben, Spalten entstehen müssen, welche der längeren Axe des Bezirks parallel sind, und andere untergeordnetere quer zu jener. Da wir nun mit Sicherheit wissen, dasz die Küste von Chile in der Nähe von Concepcion am 20. Februar erhoben wurde und ebenso auch, dasz das vom Erdbeben heimgesuchte Gebiet langgestreckt war; — wenn wir ferner noch im Sinne behalten, dasz mehrere solcher Erhebungen vorgekommen sind, wie sowohl historisch beglaubigt als durch die ausgedehnten Schichten recenter Muschelarten in der Höhe von einigen hundert Fusz bestätigt wird, so sind wir absolut genöthigt anzunehmen, dasz das Gebiet (wenn wir nicht vermuthen wollen, dasz die Schichten auszerordentliches Dehnungsvermögen besaszen) zu jener

³⁸ Transactions of the Cambridge Philosophical Society, Vol. VI. P. 1.

Zeit in Richtungen gespalten wurde, von denen die hauptsächlichsten seiner längeren Axe parallel waren. Hat indessen die emporhebende Kraft ungleichmässig auf verschiedene Theile gewirkt, wie es in Chile der Fall war, so können wir, nach der wundervollen Verallgemeinerung desselben Schriftstellers, einsehen, dass sich einzelne Spalten bilden konnten, welche in demselben Augenblicke an entfernt von einander liegenden Orten einzelne Stösze, vielleicht von verschiedener Intensität hervorgerufen haben werden. Wir brauchen daher nicht zu vermuthen, dass die Stösze, welche in Juan Fernandez, Concepcion und Chiloë stärker gefühlt wurden, als an zwischenliegenden Punkten, von irgend einem gemeinsamen Heerde ausgegangen sind, sondern dass sie in jedem der einzelnen Districte hervorgerufen worden sind, — wobei wahrscheinlich die Schwingungen in jedem einzelnen Falle verschiedene Richtungen einschlugen³⁹. Diese Erklärung ist, wie ich glaube, bei weitem zufriedenstellender als die von HUMBOLDT gebotene, welcher eine Trägheit einer zwischen inne liegenden Gesteinsmasse in Bezug auf die Fortleitung der Schwingungen von einem tief liegenden Heerde nach der Oberfläche annimmt.

Über verschiedene Arten von Erdbeben; und Folgerungen betreffs solcher, welche Hebungsbewegungen begleiten.

Ich habe die vorstehenden Bemerkungen auf die Erdbeben an der Küste von Süd-America oder auf ähnliche beschränkt, welche allgemein von einer Erhebung des Landes begleitet gewesen zu sein scheinen. Da wir aber wissen, dass in andern Theilen der Welt Senkungen eingetreten sind, so müssen sich dort Spalten gebildet haben, also auch Erdbeben eingetreten sein. Ich glaube, es würde für die Geologie von groszem Vortheil sein, wenn ein Schriftsteller, welcher die Wirkungen einer emporhebenden Kraft verfolgt hat, auch diejenigen in Betracht ziehen wollte, welche durch ein Fehlen einer Unterstützung der gewölbten Oberfläche der Erde hervorrufen werden. Die Erdbeben

³⁹ In Concepcion scheint die Schwingungslinie nordwestlich-südöstlich gelegen zu haben, die Welle von Süd-West gekommen zu sein. In Mocha (einer Insel zwischen Concepcion und Valdivia) musz nach der Art, in welcher das Wasser auf dem Boden eines an's Ufer gezogenen Bootes schwankte, die Schwingung quer nord-südlich gewesen und entweder von Osten oder von Westen gekommen sein. In Bezug auf die erwähnten Thatsachen s. Capt. Fitz Roy's Beschreibung der Reisen der Schiffe „Adventure“ und „Beagle“, Vol. II. p. 414.

von Calabrien, und vielleicht auch von Syrien und einiger anderer Länder, haben einen von dem der Erdbeben an der americanischen Küste verschiedenen Character. Als MOLINA, der Geschichtsschreiber von Chile, in Italien war, war er von dieser Verschiedenheit sehr überrascht; er sagt⁴⁰: in Chile erstrecken sich selbst die unbedeutenderen Stöße über das ganze Land und werden horizontal fortgepflanzt, während diejenigen, welche er in Bologna fühlte, von geringer Ausdehnung, aber momentan und ungewöhnlich explosiv waren.

Ich will noch hinzufügen, dasz in den von LYELL⁴¹ gesammelten Schilderungen der Erdbeben von Calabrien, Lissabon und einigen andern Orten, Fälle beschrieben werden, wo Stücke der Oberfläche von einem Abgrunde absolut verschlungen und nicht mehr gesehen wurden; dies scheint aber bei keinem der Erdbeben an der West-Küste von Süd-America vorgekommen zu sein. Wenn die flüssige Masse, auf welcher, wie ich vermüthe, die feste Erdrinde ruht, allmählich sinken würde anstatt sich zu erheben, so würde ein Bestreben eintreten, hohle Räume zu bilden, es würde daher eine saugende Thätigkeit nach abwärts wirken; oder es könnten auch factisch leere Räume erzeugt werden, in welche dann die einer Unterstützung entbehrenden Massen mit der Gewalt einer Explosion hineinstürzen würden. Nach dem, was in dem voranstehenden Theile dieser Abhandlung gezeigt worden ist, können wir schlieszen, dasz derartige Erdbeben nur selten von Eruptionen, und wahrscheinlich niemals von Perioden erneuerter vulcanischer Energie begleitet sein werden. Der Angabe BOUSSINGAULT's zufolge⁴² sind diejenigen Erdbeben in Süd-America, welche für Menschenleben am allerzerstörendsten geworden, d. h. welche äusserst plötzlich und heftig aufgetreten sind, nicht mit vulcanischen Eruptionen zusammen gefallen. Er führt mehrere Beispiele hierfür an, mit Einschlusz der im Jahre 1812 in Caraccas gefühlten Erdstöße; nach HUMBOLDT's Angaben⁴³ jedoch kann der Zusammenhang zwischen den unterirdischen Störungen an jenem Orte und den westindischen Auswurfsöffnungen kaum bezweifelt werden. Es darf in der That BOUSSINGAULT's Bemerkung, obgleich sie vielleicht im Allgemeinen richtig ist, nur mit einigem Vorbehalt angenommen werden; denn wäre das Erdbeben in

⁴⁰ Compendio de la Historia del Reyno de Chile, Vol. I. p. 36.

⁴¹ Principles of Geology, 5. edit. Vol. II. Book II, Chap. XIV.

⁴² Bulletin de la Soc. géolog., Vol. VI. p. 54.

⁴³ Personal Narrative, Vol. II. p. 226, und Vol. IV. p. 6.

Concepcion des Nachts eingetreten, so hätten Tausende von Menschen ganz unvermeidlich umkommen müssen.

In der Richtung einer durch Senkung hervorgebrachten Spaltung wird wahrscheinlich die Verdrehung und um das Umwerfen der Schichten selbst noch grösser sein als an einem durch Erhebung bewirkten Bruche, und zwar wegen des Umstandes, dass, sobald das Gewicht der Masse deren Cohäsion überwunden hatte und dieselbe zu sinken begann, keine Kraft vorhanden ist, welche diesen Wirkungen entgegenstrebend das Gleichgewicht zu halten sucht, wie die Schwerkraft während der Erhebung, um so die Bewegung aufzuhalten, allerdings wohl mit Ausnahme des seitlichen Druckes der Massen aufeinander, und dieser dürfte nur die Störung noch vermehren. In diesem Falle würde keine Axe von eingespritzten plutonischen Gesteinsmassen vorhanden sein, oder mindestens keine, welche oberhalb der allgemeinen Oberfläche vorragte; und hieraus können wir die ausserordentliche Störung in der Lage der Schichten in Ländern erklären, welche nur hügelig sind, wie Theile von Grosz-Britannien, und das dortige Vorkommen von Erhebungsaxen, wie sie meistens genannt werden, welche aber wahrscheinlich in den meisten Fällen noch passender Senkungsaxen genannt werden dürften.

Wenn die Theorie, welche ich in Bezug auf die Ursache der Erdbeben an der West-Küste von Süd-America aufgestellt habe, richtig ist, so dürfen wir natürlicherweise nach denselben Grundsätzen auch erwarten, Beweise von successiver Bildung in den vielen parallelen Rücken zu finden, aus denen die Cordillera zusammengesetzt ist. In den Theilen des centralen Chile, welche ich untersucht habe, ist dies richtig, selbst in Bezug auf die zwei Haupt-Rücken; von diesen wird der eine zum Theil aus geneigten Conglomeratschichten gebildet, welche aus Rollsteinen bestehen, die aus den Gesteinsmassen des andern herrühren. Ich bin auch im Besitze von Beweisen, allerdings von einer weniger befriedigenden Art, dass einige von den äusseren Bergzügen ganz und gar von späterem Datum sind als die centraler gelegenen Rücken. Überdies finden sich in allen Theilen der Cordillera Beweise für eine gleichmässige Erhebung in Masse bis zu einer sehr bedeutenden Höhe. Ich war von dieser letzteren Thatsache, im Zusammenhange mit dem, was, wie ich mir vorstellte, während des Erdbebens von Concepcion stattgefunden haben muss, so sehr überrascht, dass ich zu nahebei derselben Schlussfolgerung kam, wie sie HOPKINS

durch seine mathematischen Untersuchungen nachgewiesen hat, dasz nämlich Gebirgsketten bei continentalen Erhebungen nur subsidiäre und begleitende Erscheinungen sind. Verhält sich dies so, und nur Wenige werden es, nachdem sie HOPKINS' Abhandlung gelesen haben, bestreiten mögen, so müssen auch, wie es gewisz ist, dasz sicherlich continentale Erhebungen innerhalb der jetzigen Erdperiode in groszem Maszstabe stattgefunden haben, ebenso sicher auf den Spaltungslinien Massen ungleichmässig emporgehoben und eingedrückt worden sein, — d. h. mit andern Worten, es sind einige Schritte zur Bildung einer Gebirgskette gethan worden.

Wenn HOPKINS sagt⁴⁴, „er könne in keiner Weise die nach einander erfolgende Bildung von parallelen Spalten verstehen, ohne in Bezug auf die Wirkungsart der erhebenden Kraft Hypothesen aufzustellen, welche unendlich viel zu willkürlich sind, um auch nur für einen Augenblick angenommen werden zu können“, so möchte ich hier wohl fragen: hat er die Wirkungen langer Zwischenräume der Ruhe in Betracht gezogen, während welcher die injicirten Gesteinsmassen fest werden können? Wird die Erdkruste in solchen Fällen nicht leichter auf jeder Seite nachgeben, wie sie es meiner Meinung nach in der Cordillera gethan haben musz, als in der Linie der aus festgewordenen Gesteinsmassen, wie Granit oder Porphyr, zusammengesetzten Axe? Da eine äusserst langsame Erhebung des Landes mit langen Zwischenpausen der Ruhe die einzige Art von Bewegung ist, von welcher wir irgend eine Kenntniss haben, so kann das langsame Abkühlen jener Partie des verflüssigten Gesteins, welche in die oberen Theile der Kruste eingetrieben worden ist, nicht für eine willkürliche Vermuthung angesehen werden.

Nach den in dieser Abhandlung mitgetheilten Thatsachen dürfen wir ruhig schlieszen, dasz die vulcanische Thätigkeit, selbst eine sich in einem sehr groszartigen Maszstabe äussernde wie in den Anden, nur die eine Wirkung jener Kraft ist, welche Continente in der langsamen Weise erhebt, in welcher gegenwärtig die Küste von Süd-America emporsteigt. Blicken wir zurück auf die vergangene Geschichte der Erde, so erfahren wir von LYELL⁴⁵, dasz es vulcanische

⁴⁴ Abstract of a Memoir on Physical Geology, by W. Hopkins. p. 31.

⁴⁵ Elements of Geology. Im 24. Capitel hat Lyell Fälle von vulcanischen Eruptionen in jeder der groszen Epochen der geologischen Geschichte von Europa gesammelt. Die Beweisführung, welche oben im Texte folgt, ist die nämliche wie

Eruptionen während jeder Epoche gegeben hat, von der der cambrischen Formationen an bis auf den heutigen Tag. Die Eruptionen alter Zeiten scheinen von den sämtlichen Umständen begleitet worden zu sein, welche auch die heutigen noch begleiten; es findet sich, wie derselbe Autor bemerkt hat, kein Beweis dafür, dass die Quantität der ausgeworfenen Massen in der grösseren Anzahl alter Fälle excessiv gewesen ist. Wir müssen daher folgern, dass continentale Erhebungen, eine von den Wirkungen derselben bewegenden Kraft, welche die Vulcane in Thätigkeit erhält, seit jenen uralten Zeiten in demselben langsamen Schritte regelmässig fortgegangen sind, wie heutigen Tages, und folglich auch, wie oben erschlossen wurde, die stufenförmige Bildung von Gebirgsketten. Es kann daher gefragt werden, ob wir zur Annahme der Hypothese von einer paroxysmenartigen Erhebung irgend einer Gebirgskette berechtigt sind, ohne für jeden besondern Fall bestimmte Beweise dafür zu haben, dass nicht eine Reihe von Impulsen gleich denen, welche jetzt durch ihre häufige Einwirkung auf dieselben Linien die Erdrinde zerklüften und Partien derselben ungleichmässig erheben, die beobachteten Wirkungen hervorgebracht haben könne. Es ist indessen eine untergeordnete Frage, ob Beweise für Paroxysmen von Heftigkeit in einigen Gebirgsketten vorhanden sind; die bedeutungsvolle Thatsache, welche mir bewiesen zu sein scheint, ist die, dass gegenwärtig eine Kraft in Thätigkeit ist, und mit der nämlichen mittleren Intensität (die vulcanischen Eruptionen sind hier der Masstab) seit den allerentferntesten Perioden in Thätigkeit gewesen ist, welche nicht bloss hingereicht hat, ungleichmässige Erhebungen auf den Spaltungslinien hervorzubringen, sondern welche beinahe unvermeidlich solche hervorgebracht haben muss.

Theoretische Betrachtungen über die langsame Erhebung von Gebirgsketten.

Die Schlussfolgerung, dass Bergketten durch eine lang aufeinander folgende Reihe kleiner Bewegungen gebildet werden, kann, wie es mir erscheint, auch durch einfaches theoretisches Raisonnement wahrscheinlich gemacht werden. HOPKINS hat nachgewiesen, dass die erste Wirkung einer gleichmässigen Erhebung einer longitudinalen Partie

die, welche derselbe Autor in den Principles of Geology bringt (1. Buch, 5. Cap.); Lyell wendet sie aber besonders auf die Erdbeben und Convulsionen an, „durch „unterirdische Bewegungen verursacht, welche bloss ein anderer Theil der vulcanischen Phänomene zu sein scheinen“.

der Erdrinde die ist, dasz sich der längeren Axe parallele Spalten (andere, quer zu denselben stehende können hier vernachlässigt werden) von der Art bilden, wie sie in dem beistehenden Holzschnitt dargestellt sind (Fig. 1), welcher nach dem in den *Cambridge Philosophical Transactions* veröffentlichten copirt ist. Er zeigt aber noch weiter, dasz die viereckigen, jetzt unzusammenhängenden Massen, — weil es äusserst unwahrscheinlich ist, dasz die unterirdische Kraft dieselben, wenn sie getrennt, gleichmässig aufhebt oder später nieder-

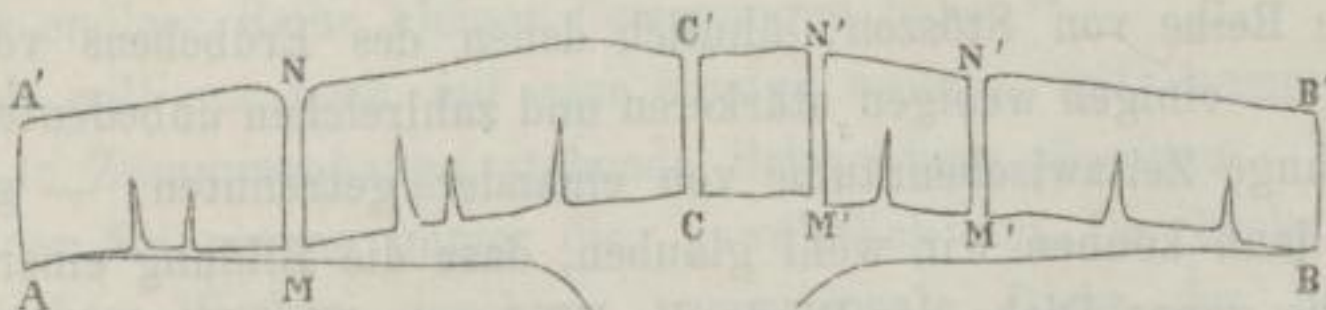


Fig. 1.

lässt, — irgend solche Stellungen annehmen, wie sie in der Fig. 2 wiedergegeben sind. In der Cordillera, welche als ein gutes Beispiel von der Structur einer grossen Gebirgskette genommen werden kann, sind die Schichten in den centralen Theilen gewöhnlicher in einem

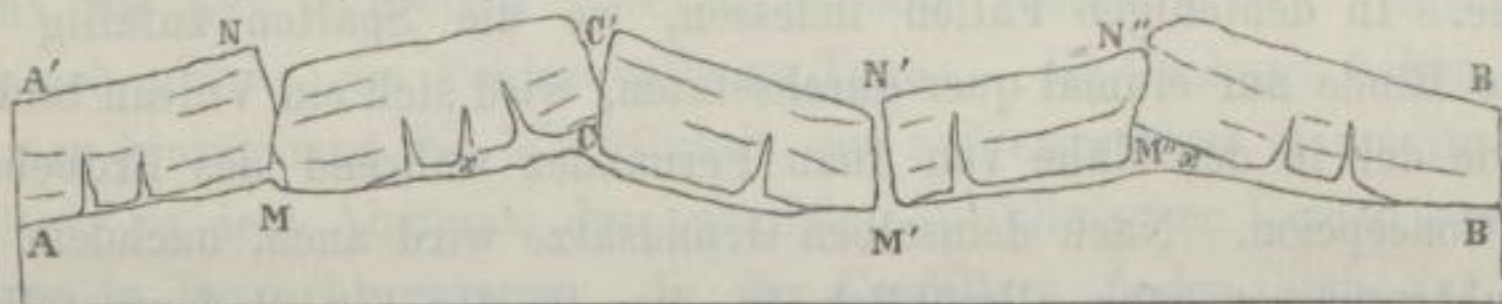


Fig. 2.

Winkel über 45° als darunter geneigt; und sehr häufig stehen sie absolut senkrecht. Die Axe der Dislocationslinien wird aus Massen von Syenit und Porphyr gebildet, welche nach der grossen Zahl der von ihnen abzweigenden Gänge flüssig gewesen sein müssen, als sie gegen die unteren Schichten angetrieben wurden⁴⁶. Wenn wir daher

⁴⁶ Der Angabe Boussingault's zufolge (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, Tom. VI. p. 55) ist dies in der Cordillera der äquatorialen Gegenden nicht der Fall. Er gibt an, dasz dort Trachyt die Basis der Gebirge bilde und dasz derselbe in einer festgewordenen Form vorgetrieben worden ist. Kann aber die tiefegelegene Axe einer gigantischen Gebirgskette aus Trachyt bestehen, einem wesentlich vulcanischen Gestein? Wenn wir in grössere Tiefen eindringen könnten, so würden wir, wie nicht bezweifelt werden kann, finden, dasz der Trachyt allmäh-

annehmen, der Holzschnitt Fig. 2 stelle einen Durchschnitt der Cordillera vor ihrer endlichen Erhebung dar, so möchte ich fragen, wie es möglich ist, dasz einige von den Schichten-Massen haben senkrecht gestellt, andere absolut übergebogen werden können, und zwar durch die Wirkung flüssigen Gesteins, ohne dasz geradezu die Eingeweide der Erde vorgestürzt sind? Würden wir da nicht eine enorme Sintfluth von vulcanischer Masse haben, anstatt keilförmiger, injicirter Massen von solidem krystallinischem Gestein? Wenn wir andererseits annehmen, dasz die höchste Kette von Gebirgen durch eine aufeinander folgende Reihe von Stößen, ähnlich denen des Erdbebens von Concepcion, — einigen wenigen stärkeren und zahlreichen unbedeutenderen, durch lange Zeitzwischenräume von einander getrennten, — gebildet würde, dann können wir wohl glauben, dasz die Bildung einer Spalte durch die ganze Dicke der Rinde die Wirkung vieler Kraftäusserungen in der nämlichen Richtung sein wird, und dasz während der Zwischenzeiten das zuerst injicirte Gestein abgekühlt sein wird. Wenn daher die Spannung (welche nach HOPKINS' Angabe zuerst auf die untere Fläche wirkt⁴⁷), den obern Theil zu brechen veranlaszt, so werden die Spalten, wenn sie in derselben Linie liegen, die festgewordenen Enden der Gesteinsgänge treffen, anstatt der darunter befindlichen flüssigen Masse. In denjenigen Fällen indessen, wo die Spalten zufällig die ganze Rinde auf einmal quer durchsetzten, wird sich ein Vulcan bilden, so wie der in der Nähe von Juan Fernandez während des Erdbebens von Concepcion. Nach demselben Grundsatz wird auch, nachdem die Schichtenmassen sehr allmählich in die, in der Fig. 2 dargestellten Lage emporgehoben worden sind, das Gestein unterhalb der antiklinischen Axen, weil es bis jenseits seiner früheren unterirdischen isothermen Linie fortgestoszen worden ist, abgekühlt und, wenn ihm hinreichend Zeit gestattet wird, fest werden. Auf diese Art und Weise, wenn jeder neue Bruch durch das Abkühlen der injicirten Gesteinsmasse fest verkittet wird, können die Schichten in jede nur mögliche

lich in ein plutonisches Gestein übergeht; und es dürfte wohl die Vermuthung gestattet sein, dasz seine Verbindung mit den darüberliegenden Schichten eine sehr verschiedene äuszere Erscheinung von dem des Trachyt darbieten wird; — wir können uns allerdings ganz gut vorstellen, dasz der Trachyt die Rinde derartiger plutonischer, unter geringem Drucke abgekühlter und in einer soliden Form aufwärts auf die Oberfläche der geschmolzenen Masse gezwängter Gesteine ist.

⁴⁷ Cambridge Philosophical Transactions, Vol. VI. p. 43—45.

Lage umgestürzt werden, und doch wird die Erde, weil sich eine allmählich verdickende Kruste über der flüssigen Masse bildet, auf welcher der Annahme nach das Ganze ruht, gegen eine Sintfluth von Lava geschützt. Ist diese Argumentation richtig, so lässt sich die merkwürdige Schlussfolgerung ableiten, dass wir bei einer Gebirgskette mit einer Axe von plutonischem Gestein, welches in einem flüssigen Zustande nach aufwärts getrieben worden ist, wo die Schichten die Wirkungen der allerheftigsten Thätigkeit verrathen, wenngleich nach einem riesenhaften Maszstabe doch die besten Belege für eine beinahe endlose Reihe kleiner Bewegungen haben⁴⁸.

Ich will nur noch auf eine einzige weitere, mit diesem Gegenstande in Zusammenhange stehende Betrachtung eingehen. Weil ich in meiner Erinnerung immer die, gewöhnlich auf Durchschnitten in geologischen Werken gegebene proportionale Dicke der Schichten vor mir hatte, war ich sehr überrascht, als ich die Cordillera überschritt und hoch aufgerichtete antiklinische Reihen eine die andere in kurzen Entfernungen sich folgen sah, dass das die Axe bildende Gestein nirgends anzutreffen war, ausgenommen in einzelnen Flecken in den Thälern. Wenn wir annehmen, dass Theile der Schichten in der Figur 2 senkrecht gestellt werden, so wird nothwendigerweise das Gestein der Axe in breiten Strecken exponirt werden; hier liegt aber, wie ich glaube, die Fehlerquelle zu Tage: — die Geologen haben nicht immer hinreichend die Mächtigkeit der aufgeworfenen Masse im Verhältniss zu dem Abstände der parallelen antiklinischen Reihen von einander in Betracht gezogen. In der Cordillera finden sich auf einer Breite von ungefähr sechszig Meilen acht oder noch mehr antiklinische Linien; und hiernach stehen also die Mittelpunkte der Mulden und der Höhenrücken ungefähr vier Meilen auseinander. Wenn wir nun annehmen, dass die aufgewulstete Rinde nur vier Meilen dick ist (was

⁴⁸ Humboldt hat die Thatsache hervorgehoben, dass in doppelten Bergketten, solche wie sie grosse Partien der Anden bilden, die hohen Theile der einen Reihe den unteren Theilen der andern entsprechen. Eine derartige Symmetrie der Structur ist bei der Vorstellung, dass sich Berge durch Paroxysmen von Heftigkeit gebildet haben, kaum zu verstehen; wenn wir aber die ganze Reihe als die Wirkung einer weit ausgedehnten, während vieler Jahrhunderte fortdauernder Erhebung betrachten, so ist es leicht zu verstehen, dass, wenn die eine Reihe schwach und in Folge dessen der Störung durch eine unterirdische Kraft eine lange Zeit hindurch ausgesetzt ist, wahrscheinlich die parallele und nahe dabei liegende Reihe eine um so kürzere Zeit hindurch afficirt wird.

etwas mehr ist als wirklich gesehen werden kann), dann werden die Schichten, wenn sie senkrecht gestellt werden, eine ebenso grosse horizontale Ausdehnung einnehmen, als vorher, ehe sie gestört wurden. In dem Holzschnitt Fig. 3, welcher, wie ich zu beachten bitte, nur zur Erläuterung dieses einen Punktes gegeben wird, habe ich Theile von Schichten von genau derselben Länge wie die in Fig. 2 genommen [hier des Raumes wegen unbedeutend verkleinert]; ich habe aber ihre Dicke vergrößert, so dasz dieselbe dem Abstände der antiklinischen Linien von einander gleichkommt; — wir werden nun sehen, dasz nicht nur die ganze Axe bedeckt wird, sondern dasz auch die Massen nicht wieder in ihre früheren horizontalen Grenzen eingezwängt werden können. Ich habe indessen weder der ungeheuren Abreibung, welche

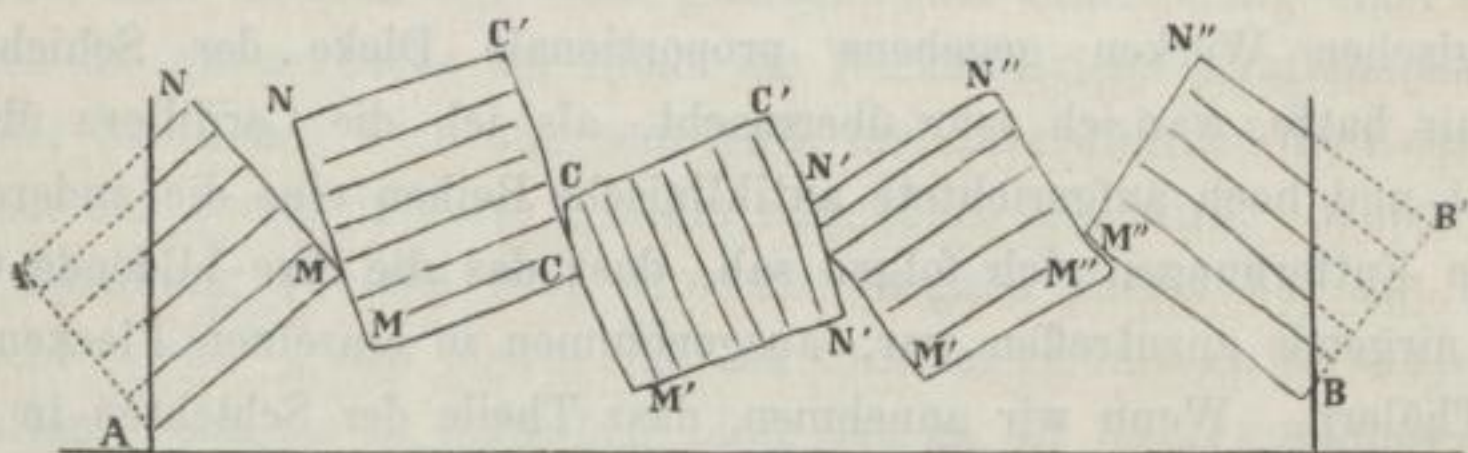


Fig. 3.

Schematische Zeichnung, um die Wirkung zu erklären, welche hervorgebracht werden würde, wenn die Dicke der, durch Hebungsbewegungen umgestürzten Erdrinde gleich dem Abstände zwischen den antiklinischen Linien wäre. [Gleiche Buchstaben bezeichnen die Punkte der früheren Verbindung der späteren Spaltränder.]

unter solchen Umständen die unteren Winkel zu erleiden haben, noch der Denudation und der Abrundung der obern, Rechnung getragen, Diese hier angenommene Zusammenquetschung solcher riesenhafter Bruchstücke wird vielleicht die ungeheure Verwirrung der Schichten erklären, mit welcher jeder Geolog vertraut sein musz, welcher nur irgend eine grosse Gebirgskette untersucht hat⁴⁹. Ich musz hier hin-

⁴⁹ In der Cordillera ist die Axe von plutonischem Gestein in dem Hauptzuge weniger exponirt, als in den untergeordneten Zügen; indessen kommen einige scharf ausgesprochene Ausnahmen vor. Auch in der ersteren sind die Schichten äusserst stark geneigt. Da nach den hier vertheidigten Ansichten die Bildung einer Bergkette Folge unzähliger einzelner Impulse ist, so musz der höchste Theil allgemein die grösste Zahl von Impulsen gefühlt haben, seine Schichtungsverhältnisse werden daher auch allgemein am meisten gestört sein. Und wenn ein grosser Theil der Störung Folge des seitlichen Druckes ist, welcher aus dem Zusammengedrücktwerden der grossen dicken Partien der Erdrinde resultirt, so werden die centralen Züge oder diejenigen, welche mehrere Rücken an ihren beiden Seiten haben, am meisten

zufügen, dasz nach diesen Ansichten, welche wie ich glaube correct sind, der theoretische Theil der vorstehenden Argumentation, nämlich die Schwierigkeit, während irgend einer in Paroxysmen auftretenden Bewegung die flüssige Masse innerhalb der Kruste festzuhalten, an Stärke verliert; und doch glaube ich, dasz das Princip Gültigkeit behält; denn um Theile einer sehr dicken Rinde zu brechen und überzustürzen, wie in Fig. 3, musz das betreffende Gebiet eine grosse horizontale Ausdehnung haben, und hierdurch werden, wenn die Bewegung plötzlich war, ebenso viele zusammenhängende Ausbrüche vulcanischer Massen verursacht worden sein, als jetzt Axen von solidem Gestein vorhanden sind. Wenn wir überdies betrachten, erstens, dasz die Bruchstücke einen Augenblick lang getrennt von einander gestanden haben müssen, und zweitens, dasz die zum Überstürzen und Zusammenquetschen dieser ungeheueren Massen mit einem Zuge nothwendige Kraft im Verhältniss zu jener, zum bloszen Aufheben derselben erforderlichen, enorm gross gewesen sein musz, so kann, wie ich meine, nicht einen Augenblick bezweifelt werden, dasz, wenn die Kraft plötzlich gewirkt hätte, diese Stücke Erdrinde wie Felsfragmente durch Schieszpulver absolut in die Höhe gesprengt worden wären; dies hat sich aber nicht ereignet, und deshalb hat die Kraft nicht plötzlich gewirkt ⁵⁰.

Wenn wir zugeben, dasz das Erdbeben von Concepcion am 20. Februar 1835 einen Schritt in der Erhebung einer Gebirgskette bezeichnete, dann musz auch, da während der zwölf darauf folgenden Tage über dreihundert Erdstösze gezählt wurden, welche von derselben

an einander gequetscht, und in Folge dessen werden die Schichten über ihnen am dichtesten zusammengepackt werden. Der Umstand, dasz das Gestein der Axe nicht auf den höchsten, sondern auf den secundären Rücken eines Gebirgszugs sichtbar ist, was sehr häufig vorkommt, ist mir von keinem andern Gesichtspunkte aus verständlich.

⁵⁰ Hopkins folgert überdies (Abstract of a Memoir on Physical Geology, p. 15), dasz, wenn die hebende Kraft den Character einer impulsiven Thätigkeit hätte, sie „die allerunregelmässigsten Erscheinungen hervorbringen würde, und solche, welche durchaus jenseits des Bereichs der Rechnung liegen würden. Ich schliesze daher die Hypothese dieser Art von Thätigkeit aus, nicht weil sie in sich irgend eine offenbare Unwahrscheinlichkeit involvire, sondern als unverträglich mit der Existenz bestimmter Annäherungen an allgemeine Gesetze in den resultirenden Erscheinungen.“ An andern Stellen weist der Verfasser nach, dasz derartige Annäherungen in der Natur existiren. — s. auch Philos. Magaz., 1836, Vol. VIII. p. 234.

Seite herkamen, von wo auch der heftige Stosz ausgieng, das flüssige Gestein durch ebenso viele einzelne Pumpenstösze in die Axe hineingepreszt worden sein; auch hörte der Procesz während vieler darauffolgender Monate nicht auf⁵¹. Auf den centralen Rücken der Cordillera finden sich Massen compacten nicht geschichteten Gesteins, noch ein halb mal höher als der Aetna, und nach den oben gegebenen Betrachtungen glaube ich, dasz dieselben durch nahezu ebenso langsame Schritte gebildet worden sind, wie die durch die unzähligen Lager vulcanischer Substanz angedeuteten, welche sich an den Seitenwänden des siciliani-schen Berges angehäuft haben. An dem Vulcan, d. h. an einem Berge, welcher im Zustande seines Werdens durchbrochen worden ist, wird das an die Oberfläche gebrachte flüssige Gestein rapid abgekühlt und dadurch werden auf einander folgende Lager gebildet; aber in der Axe von plutonischer Formation (oder in dem unterirdischen Vulcan, wenn man sie so nennen darf) verschmilzt die, nicht rapid abkühlende injicirte Masse zu einem einzigen ungeheuren kegelförmigen Haufen. Diese ganze Ansicht ist nichts weiter als eine Anwendung von HUTTON's Lehre von der Wiederholung kleiner Ursachen zur Hervorbringung groszer Wirkungen, welche LYELL bereits ausdrücklich in ihrer Anwendung auf diesen besondern Gegenstand verwerthet hat.

Die Thätigkeitsäusserung der hebenden Kraft, wie sie durch Schichten littoraler Muscheln, durch über einander liegende Linien von Abnutzung durch Wasser an Klippen von festem Gestein und durch, eine über der andern sich erhebende Terrassen bekannt sind, scheint überall von langer Dauer, wenn schon intermittirend gewesen zu sein: am Vulcan bezeugt die Structur des Berges, ebenso gut wie seine ganze Geschichte, dieselbe Thatsache in Bezug auf die eruptive Kraft. Während des Erdbebens von Concepcion waren diese Kräfte, die so analog in ihrer Wirkungsweise sind, wie wir gesehen haben, absolut Theile eines und desselben Phänomens. Hält man sich HOPKINS' Nachweis gegenwärtig vor der Seele: wenn beträchtliche Erhebung vorhanden ist, musz es auch Spalten geben, und sind Spalten vorhanden, dann findet sich beinahe sicher ungleichmässige Erhebung oder später erfolgendes Einsinken, — so lässt sich die ganze Argumentation schliesz-

⁵¹ In dem Auszuge eines Briefes, datirt „Concepcion, 6. Mai“, also sechsund-siebenzig Tage nach dem groszen Erdbeben, findet sich folgende Stelle: „Erst seit wenigen Tagen ist es vorgekommen, dasz ein Tag ohne einen Erdstosz vorübergegangen ist, und selbst gestern hatten wir einen.“

lich so fassen: — Bergketten sind die Wirkungen continentaler Erhebungen und die eruptive Kraft der Vulcane sind Folgen einer groszen bewegenden Kraft, welche jetzt in progressiver Thätigkeit ist; es ist daher die Bildung von Bergketten gleichfalls im Fortschreiten begriffen, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche nach jeder der beiden Erscheinungen, am nächsten aber nach dem Wachsthum der Vulcane, beurtheilt werden kann.

Schlussbemerkungen.

Wenn wir mit diesen Gesichtspunkten eine Karte von America betrachten und die Continuität der groszen Kette der Anden und ihre parallelen kleineren bemerken, auf welchen von $55^{\circ} 40'$ s. Br. bis zu 60° n. Br., auf einer Strecke von unbedeutend weniger als 7000 Meilen, die vulcanischen Kräfte entweder jetzt in Thätigkeit sind oder es neuerlich gewesen sind, — und gleichfalls auch die Symmetrie des Ganzen, — so werden wir einen tiefen Eindruck von der Groszartigkeit der einen bewegenden Kraft erhalten, welche, die Erhebung des Continents verursachend, als secundäre Wirkungen Bergketten und Vulcane hervorgebracht hat. Dieselben Gründe, welche mich zu der Überzeugung führten, dasz die Kette von unter einander in Zusammenhang stehenden Vulcanen in Chile und die neuerlich emporgehobene Küste, zusammen mehr als 800 geographische Meilen in der Länge, auf einer Fläche von flüssiger Masse ruhen, sind auch mit beinahe gleicher Kraft auf die Gebiete unter den andern Reihen anwendbar. Wir sehen, dasz diese Gebiete durch eine gleichförmige Kette von Bergen zusammenhängen, von welchen an vielen entfernt von einander liegenden Punkten flüssige Gesteinsmassen jährlich ausgeworfen werden; und da sich Beweise dafür finden, dasz beinahe die ganze West-Küste von Süd-America innerhalb einer, geologisch genommen, modernen Periode erhoben worden ist und dasz diese Bewegung, wenigstens an einigen Stellen, sich quer über den Continent erstreckt hat, — wenn wir auch die Wahrscheinlichkeit im Auge behalten, dasz während der Perioden vermehrter unterirdischer Thätigkeit, wie solche in den früher mitgetheilten Tabellen angedeutet wurden, der ganze westliche Theil des Continents beinahe gleichzeitig afficirt worden ist, — so scheint mir in der Annahme nur wenig Gefahr zu liegen, dasz dieser grosze Theil der Erdrinde in einer gleichen Weise auf einem See von geschmolzenem Gesteine schwimmt. Wenn wir überdies an

die zunehmende Temperatur der Schichten denken, je weiter wir in allen Theilen der Erde abwärts eindringen, und an die Gewisheit, dasz jeder Theil der Oberfläche auf Gesteinen ruht, welche früher einmal flüssig gewesen sind, — wenn wir die grosze Anzahl von Punkten bedenken, aus denen flüssiges Gestein jährlich entlassen wird, und die noch gröszere Zahl von Punkten, aus denen solches während der letzten wenigen geologischen Perioden zusammengenommen entlassen worden ist, welche, so weit das Abkühlen des Gesteins in den alleruntersten Abgründen in Betracht kommt, wahrscheinlich als eine einzige Periode betrachtet werden kann, wegen der auszerordentlichen Langsamkeit, mit welcher Wärme aus solchen Tiefen entweichen kann; — wenn wir uns ferner überlegen, wie viele und grosze Bezirke in allen Theilen der Welt sicher bekannt sind, von denen einige während der jetzigen Aera selbst bis auf den heutigen Tag gestiegen und andere gesunken sind, und nicht den innigen Zusammenhang vergessen, welcher, wie gezeigt wurde, zwischen diesen Bewegungen und dem Ausstoszen verflüssigten Gesteins auf die Oberfläche im Vulcan besteht; — so werden wir dazu getrieben, die ganze Erde mit in die vorstehende Hypothese einzuschlieszen.

Gegen den Glauben an diese groszen Seen von geschmolzenem Gestein, um nicht von einem vollständigen so constituirten concentrischen Lager zu sprechen, ist der Einwand erhoben worden, dasz, wenn der Flüssigkeitszustand nur einigermaßen vollkommen ist (was, wie wir guten Grund zu glauben haben, nach dem, was wir von der Verbindung der plutonischen mit den metamorphischen Formationen sehen, der Fall ist), so müszte die Lava (angenommen, eine vergleichende Untersuchung wäre möglich) innerhalb benachbarter vulcanischer Öffnungen auf nahezu gleicher Höhe stehen. Hierauf möchte ich, wenn mir anzunehmen gestattet ist, dasz die sich senkenden Gebiete ebenso gut wie die sich hebenden auf einer flüssigen Oberfläche ruhen, antworten, dasz die Kraft, was sie auch immer sein mag, welche die einen zu heben, die andern zu sinken veranlaszt, mit ungleicher Gewalt an verschiedenen Theilen selbst eines sehr beschränkten Gebiets wirkt (bedeutend auch durch ungleichen Widerstand modificirt). Die Hauptstärke des Erdbebens vom 20. Februar 1835 übersprang Valdivia, afficirte aber die nördlich und südlich davon gelegenen Districte; und augenscheinlich war diese Stadt bis zum November 1837 durch die unzähligen Erdstösze, welche Chile verwüsteten, weniger beschädigt

worden, als irgend eine andere; doch stehen die unterirdischen Tiefen unmittelbar unter ihr (wie durch die Ereignisse von Villarica im Jahre 1822 bewiesen wird) in Zusammenhang mit den Districten im Norden, welche so häufig convulsivisch bewegt worden sind; und im November 1837, zu derselben Zeit, in welcher eine weit südwärts gelegene Insel um acht Fusz erhoben wurde, wurde es von einem so heftigen Erdbeben erschüttert, dasz es einer gänzlichen Zerstörung nur dadurch entgangen ist, dasz die Häuser aus Holz gebaut waren. Das vergleichsweise Verschontbleiben Valdivia's von Störungen am 20. Februar kann der Thätigkeit des Vulcans von Villarica nicht zugeschrieben werden; denn wir haben gesehen, dasz dieser Vulcan ruhig war; es gibt auch in der That keinen Grund, warum eine derartige Wirkung seiner Thätigkeit zugeschrieben werden sollte, da die Eruptionen des Osorno und Minchinmadom die nördlichen Theile von Chiloë nicht bewahrten, trotzdem sie dieselbe relative Lage zu denselben einnehmen wie Valdivia zum Villarica. Sollen wir nun sagen, dasz Valdivia den unterirdischen Störungen, von welchen einige gleichzeitig nördlich und südlich davon gelegene Gegenden betrafen, nur in Folge einer bedeutenderen Stärke der Erdrinde an dieser Stelle entgieng? Das ursächliche Moment hier hinein zu verlegen, erscheint mir als völlig unangemessen; und es ist besser, direct anzunehmen, dasz, wie innerhalb der nämlichen Periode ein Theil des Continents mehr als ein anderer erhoben worden ist, so auch hier die Lava durch die Wirkung dieser Kraft mächtiger gegen einige als gegen andere von den vulcanischen Öffnungen, welche die Rinde durchdringen, angetrieben worden ist.

Das säculare Zusammenschrumpfen der Erdrinde ist von vielen Geologen als eine genügende Ursache betrachtet worden, um die primäre bewegende Kraft dieser unterirdischen Störungen zu erklären; wie dieselbe aber die langsame Erhebung nicht bloz linearer Strecken, sondern auch groszer Continente erklären könnte, kann ich nicht verstehen. Von demselben Gesichtspunkte aus sind in neuester Zeit einige in hohem Grade bedeutungsvolle Speculationen vorgebracht worden, — so z. B. über die Veränderungen des Druckes auf die innere flüssige Masse in Folge der Ablagerung neuer sedimentärer Schichten, und selbst über die Wirkung der Anziehung der planetaren Gestirne auf eine nicht durchaus solide Kugel; wir können aber wohl einsehen, dasz es viele, alle derartigen primären Kräfte modificirenden Einflüsse

geben musz. Die weiteste Verallgemeinerung, zu welcher die Betrachtung der in dieser Abhandlung geschilderten vulcanischen Erscheinungen zu führen scheint, ist die, dasz die Gestaltungsverhältnisse der flüssigen Oberfläche des Kerns der Erde einigem Wechsel unterworfen sind: die Ursache desselben ist vollständig unbekannt, seine Wirkung langsam, aussetzend, aber unwiderstehlich.

Ueber die Verbreitung der erratischen Blöcke und über die gleichzeitigen nichtgeschichteten Ablagerungen in Süd-America.

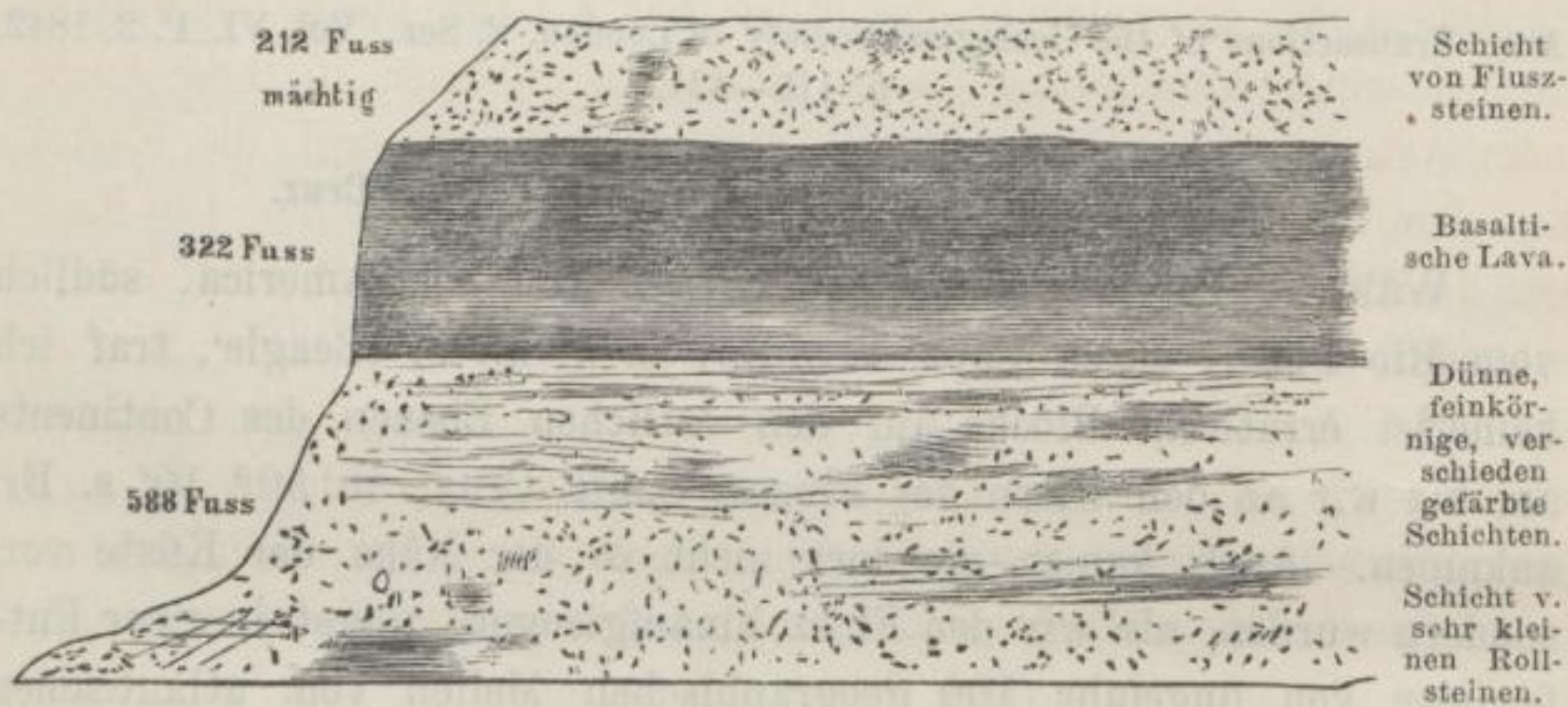
Aus: Transactions of the Geological Society of London, 2. Ser., Vol. VI. P. 2. 1842,
p. 415—431.

I. Erratische Formation im Thale von Santa Cruz.

Während der Aufnahme der Küsten von Süd-America, südlich vom Rio Plata, durch Capt. FITZ ROY in J. M. S. „Beagle“, traf ich keinerlei erratische Blöcke auf den östlichen Ebenen des Continents an, bis wir an den Ufern des Flusses Santa Cruz, in $50^{\circ} 10'$ s. Br. ankamen. Auch kamen sie dort nicht in der Nähe der Küste vor, sondern wurden, als wir den Flusz hinaufgiengen, zuerst in einer Entfernung von ungefähr 100 geographischen Meilen vom atlantischen Ocean und 67 Meilen vom nächsten Abhange der Cordillera bemerkt. Zwölf Meilen weiter westlich, in $70^{\circ} 50'$ w. L., d. h. also fünfundfünfzig Meilen von den Bergen waren sie auszerordentlich zahlreich; sie bestanden aus compactem Thonschiefer, feldspathigem Gestein, einem quarzhaltigen Chloritschiefer und basaltischer Lava; sie waren meistens von eckiger Form und viele von ihnen glichen Gesteinsfragmenten am Fusze eines Abgrundes. Die Grösze einiger war ungeheuer: ich masz einen aus Chloritschiefer, welcher auf jeder Seite fünf Yards lang war und fünf Fusz aus dem Boden vorragte; ein zweiter, mehr abgerundeter, masz sechzig Fusz im Umfang und stand sechs Fusz über dem Boden heraus; wie viel von jedem unter der Oberfläche eingegraben lag, konnte ich nicht ermitteln. Zahllose andere Fragmente von zwei bis vier Fusz im Geviert fanden sich noch. Die un-

geheuere offene Ebene, über welche sie ausgestreut waren, liegt 1400 Fusz über dem Meeresspiegel; ihre Oberfläche ist etwas, aber nicht sehr unregelmässig, und die Ungleichheiten scheinen hauptsächlich durch die Denudation loser Substanz von einem unregelmässigen Lager und durch Vorsprünge von Lava verursacht worden zu sein. Die Ebene senkt sich sehr sanft und mit groszer Regelmässigkeit nach dem atlantischen Ocean zu, wo die Küstenklippen ungefähr 800 Fusz hoch sind; nach der Cordillera zu, in der Nähe welcher sie über 3000 Fusz hoch ist, erhebt sie sich etwas plötzlicher. Die Cordillera ist in dieser Breite nicht sehr hoch, der höchste Gipfel ist nur 6400 Fusz über dem Meeresspiegel hoch.

Oberfläche der mit groszen, eckigen, erratischen Blöcken überstreuten Ebene,
1400 Fusz über dem Meeresspiegel.



Flusz Santa Cruz: hier 280 Fusz über dem Meeresspiegel.

Fig. 1.

Der vorstehende Durchschnitt (Fig. 1), welcher sich an den Ufern des Fluszes in der oben erwähnten geogr. Länge darbot, wird eine hinreichend deutliche Idee von der Zusammensetzung der Ebene geben, auf welcher die erratischen Blöcke liegen. Das obere Lager ist 212 Fusz mächtig und bietet Andeutungen einer groben Schichtung dar. Es besteht aus gut gerundeten Flussteinen, und auf seiner Oberfläche sind grosze eckige Blöcke umhergestreut und wahrscheinlich (denn wegen des Zustandes des natürlichen Durchschnitts war ich nicht im Stande, diesen Punkt sicher zu ermitteln) in dem ganzen oberen Theile der Schicht eingebettet. Diese Schicht von Flusgeschiebe setzt sich ohne Unterbrechung bis zur Küste fort und ist

dort sicher submarinen Ursprungs. Wegen ihrer allgemeinen Ähnlichkeit über diesen ganzen Raum habe ich keinen Grund daran zu zweifeln, dass das Ganze unter ähnlichen Umständen angehäuft wurde. Die unterste in dem Durchschnitt dargestellte Schicht besteht aus sehr kleinen Rollsteinen von denselben Gesteinsvarietäten wie die grossen erratischen Blöcke an der Oberfläche, mit Ausnahme derjenigen basaltischen Ursprungs. Der Gegensatz in den Transportmitteln, von denselben Ursprungsstätten aus, welcher sich zwischen den regelmässig ausgeglichenen sehr kleinen Rollsteinen der untersten Schicht und den ungeheuren eckigen Fragmenten der obersten, von jener durch einen grossen Lavastrom und eine beinahe 500 Fusz mächtige Ablagerung feinen Sediments getrennten darbietet, erscheint wohl der Beachtung werth.

Das Thal, in welchem der Flusz Santa Cruz flieszt, erweitert sich bei seiner Annäherung an die Cordillera zu einer, in ihrer Form einem Ästuarium ähnlichen Ebene, deren Mündung (vergl. die Karte) nach dem Gebirge hin gerichtet ist. Diese Ebene liegt nur 400 Fusz über dem Meeresspiegel und war aller Wahrscheinlichkeit nach innerhalb oder beinahe innerhalb der postpliocenen Periode unter Wasser getaucht. Auf diese Schlussfolgerung werde ich durch das Vorhandensein jetzt lebender See-Muscheln in dem Thale und durch die sich weit in dasselbe hinauf erstreckenden stufenförmigen Terrassen geführt, welche an der Meeresküste sicher neueren submarinen Ursprungs sind. Rund um die ästuariumartige Ebene und zwischen ihr und der grossen Hochebene liegt eine zweite Ebene ungefähr 800 Fusz über dem Meeresspiegel, und deren Oberfläche besteht aus einer Schicht von Fluszsteinen mit grossen erratischen Blöcken. In diesem Theile des Thales, nämlich zwischen dreissig und vierzig Meilen von der Cordillera, fanden sich im Fluszbett erratische Blöcke¹ von Granit, Syenit und Conglomerat, Varietäten von Gestein, welche ich auf der Hochebene nicht beobachtet habe; und ich bemerkte besonders, dass keine von basaltischer Lava darunter waren. Nach dieser letzteren Thatsache und nach mehreren andern Umständen, ganz besonders nach der un-

¹ Ich will bemerken, dass deutlich nachgewiesen werden kann (s. meine Reise, Übersetz. p. 207), dass der Flusz selbst, obschon er gross und reizend ist, kaum irgend welche Kraft hat, Gesteinsfragmente, selbst von unbedeutlicher Grösze, zu transportiren.

geheuren Menge fester Substanz, welche bei der Aushöhlung des tiefen und breiten Thales entfernt worden sein musz, dürfen wir sicher sein, dasz die erratischen Blöcke auf der zwischenliegenden mittleren Ebene und im Bette des Flusses nicht die Trümmer der ursprünglich auf der hohen Ebene abgelagerten sind. Diese Findlingsblöcke müssen daher später von der Cordillera herabgeschafft worden sein und nach einem Zeitraum, während welches das Land in die oben beschriebene Form ausgearbeitet worden war. Diejenigen auf der untersten Ebene müssen innerhalb oder nicht lange vor der Periode der jetzt existirenden Muscheln dahin geschafft worden sein.

Ich habe oben gesagt, dasz der erste erratische Block, welchen ich antraf, siebenundsechzig Meilen vom nächsten Abhang der Cordillera entfernt lag; ich musz indessen doch noch anführen, dasz ich ein einzelnes abgerundetes Fragment eines feldspathigen Gesteins im Fluszbett liegend in der Entfernung von 110 Meilen von den Bergen gefunden habe. Dieses Bruchstück masz sieben Fusz im Umfange und sprang achtzehn Zoll über die Oberfläche vor, während augenscheinlich ein groszer Theil unter ihr eingegraben lag. Da seine Dimensionen nicht sehr grosz sind, so dürfen wir wohl daran denken, dasz hier eine andere Methode des Transports thätig gewesen ist, verschieden von der, durch welche die Ebene in der Nähe der Berge mit so unzähligen Findlingsblöcken überstreut wurde, z. B. dasz es in einer Scholle von Fluszeis eingeschlossen war. Seine solitäre Lage ist indessen eine eigenthümliche Thatsache.

Ich habe sonst nirgendwo anders in Patagonien erratische Blöcke angetroffen: indessen gibt Capt. KING in seinen 'Sailing Directions' an, dasz die Oberfläche von Cap Gregory, ein Vorland von ungefähr 800 Fusz Höhe, am nördlichen Ufer der Magellan-Strasze, mit groszen Bruchstücken primitiver Gesteine überstreut ist.

2. Das Feuerland und die Magellan-Strasze.

Der östliche Theil des Feuerlandes wird von groszen Ausläufern der patagonischen Formation gebildet, welche von Ablagerungen viel neueren Ursprungs, deren Höhe ungefähr zwischen 100 und 250 Fusz schwankt, umsäumt werden. Diese niedrigeren, unregelmässigen Ebenen sind innerhalb der postpliocenen Periode emporgehoben worden. Sie bestehen aus feinkörnigem, erdigem oder thonigem Sandstein in sehr

dünnen, horizontalen, zuweilen indessen geneigten Blättern, häufig in Verbindung mit gekrümmten Schichten von Kies. Indessen geht an den Rändern der östlichen Theile der Magellan-Strasze diese feinkörnige Formation häufig in grosze nicht geschichtete Lager entweder von einer erdigen Consistenz und weiszlicher Färbung oder von dunkler Farbe und einer Consistenz wie erhärteter grobkörniger Schlamm, dessen Theilchen sich nicht ihrer Grösze entsprechend getrennt haben, über oder wechselt mit solchen ab. Diese Lager enthalten eckige und abgerundete Fragmente verschiedener Gesteinsarten, zusammen mit groszen erratischen Blöcken. Auf der Elisabeth-Insel innerhalb der Strasze finden sich gute Durchschnitte dieser Ablagerung in der Form 150 Fusz hoher Klippen, hauptsächlich aus weiszlicher Erde zusammengesetzt mit Bruchstücken von Syenit, Grünstein, feldspathigen Felsarten, Thon- und Hornblende-Schiefern und Quarz, Gesteinsarten, von denen die meisten in der Umgebung nicht in situ vorkommen. Diese Fragmente sind meistens ohne die geringste Spur von Ordnung abgelagert, — grosze und kleine, eckige und abgerundete liegen dicht bei einander; aber an einigen Stellen der Klippe wird die Masse durch Lagen geschichteter Fluszsteine getheilt, und diese sind am häufigsten im oberen Theile, — eine Thatsache, welche ich auch an andern Orten beobachtet habe.

Wenige von diesen Fragmenten übertreffen um ein Bedeutendes die Grösze eines Manneskopfes; aber zahlreiche grosze erratische Blöcke finden sich auf dem Strande. An der Klippe am Cap Negro, welches dicht bei der Elisabeth-Insel liegt und von derselben Höhe und nahezu von derselben Beschaffenheit ist, sah ich einen groszen erratischen Block eingeschlossen. Diese Ablagerung ist bei Nuestra Señora de Gracia eher feinkörniger und enthält weniger Bruchstücke; einige von diesen sind vollkommen gerundet, einige ganz eckig; und ein einzelnes ist häufig für sich allein in feinkörniger und feinblättriger Substanz eingeschlossen. Ich beobachtete hier auch einen erratischen Block von mindestens vier Fusz Durchmesser, welcher von der Fläche der Klippe vorsprang. Bei einer in der Nähe liegenden Klippe füllte eine weiszliche Masse Höhlen in einer darunter liegenden feiner gekörnten Schicht aus. Nördlich vom Cap Virgins, dicht ausserhalb der Mündung der Strasze sind die Klippen zwischen 200 und 300 Fusz hoch; sie bestehen aus einem thonigen Sandstein in horizontalen Blättern, so fein wie Dachschiefer, welcher an mehreren Stellen mit zwei oder

drei Schichten von der oben beschriebenen gröberen Beschaffenheit, und in jeder Schicht von fünf bis zwanzig Fusz mächtig, abwechselt. Diese Schichten keilen sich häufig an beiden Enden aus und werden krummlinig. Die eingeschlossenen Fragmente sind von derselben Beschaffenheit und Form wie vorhin erwähnt wurde; und ihr Geburtsgestein kann nicht weniger, und wird wahrscheinlich beträchtlich mehr, als 120 geographische Meilen, entfernt sein. In den andern oben beschriebenen Fällen musz die Entfernung mindestens sechzig Meilen betragen. Die Berge, von welchen sie wahrscheinlich sämtlich herkommen, liegen westlich und südwestlich.

Die zahlreichen vorhin erwähnten erratischen Blöcke am Strande, am Fusze der Klippen auf Elisabeth-Insel, bestehen aus denselben verschiedenen Gesteinsarten wie die kleineren eingeschlossenen Fragmente und sind von einem bis vier Fusz im Durchmesser grosz; ihr Umrisz ist unregelmäszig eckig, nur die Kanten sind abgestumpft. An den andern oben erwähnten Stellen, und gleichfalls am Fusze der Berge an der sich südlich von Port Famine hinziehenden Küstenstrecke, sind erratische Blöcke am Meeresstrande zahlreich. Obgleich ich nur zwei solche Blöcke in den Uferfelsen gesehen habe, so war ich doch, da die erratischen Blöcke, so weit ich zu beobachten im Stande war, nicht zerstreut über die Oberfläche des Bodens vorkommen, und da offenbar ein groszes Gebiet der Denudation unterworfen gewesen ist, zu dem Schlusse gekommen, dasz die meisten dieser Blöcke ursprünglich in der Ablagerung eingeschlossen waren und dasz sie, nachdem sie herausgewaschen worden waren, von den Brandungswellen bei Stürmen fortgetrieben und am Fusze der sich zurückziehenden Klippen angesammelt wurden. Es ist indessen bei S. Sebastian's Bay an der Ost-Küste des Feuerlandes diese Erklärung kaum anwendbar; denn hier liegen viele gigantische Findlingsblöcke in einer geschützten Lage am Fusze einer nackten, ungefähr 200 Fusz hohen und ganz und gar aus dünnen Schichten feinkörnigen Sandsteins, mit einigen wenigen Lagen kleiner, gut abgerundeter Rollsteine, zusammengesetzten Klippe. Da es sehr unwahrscheinlich ist, dasz die Findlingsblöcke jemals in einer Ablagerung von dieser Beschaffenheit eingeschlossen waren, so müssen wir annehmen, dasz sie ursprünglich auf die Oberfläche direct oder in eine dünne oberflächlich liegende Schicht hinabgeworfen wurden, welche letztere später entfernt worden ist. Ich will noch speciell anführen, dasz einer dieser erratischen Blöcke, welcher aus Syenit

bestand und ziemlich wie eine Scheune gestaltet war, siebenundvierzig Fusz im Umfang masz und ungefähr fünf Fusz über den sandigen Strand vorsprang. Es fanden sich noch viele andere von halb dieser Grösze; sie müssen sämmtlich mindestens neunzig Meilen von ihrer Geburtsstätte fortgewandert sein.

Die Lage der Findlingsblöcke in der S. Sebastian's Bay ist noch in einer anderen Beziehung interessant; denn die Form des Landes zeigt deutlich, dasz, lange bevor der Gesamtbetrag der durch emporgehobene recente See-Muscheln bezeugten Hebung erreicht war, ein weiter Canal (factisch auf allen vor der Reise des ‚Beagle‘ veröffentlichten Karten eingezeichnet) den mittleren Theil der Magellan-Strasze mit dem offenen Meere verbunden hat. In derselben Periode musz eine sehr niedrige Landenge in der Nähe von Cap Negro, welche jetzt mit Findlingsblöcken überstreut und von Klippen aus nichtgeschichteter Ablagerung begrenzt ist, einen geraden Canal zwischen der groszen, von Land rings eingeschlossenen, Otway Water genannten Bucht und dem östlichen Arm der Magellan-Strasze gebildet haben. Shoal Harbour (Haven), welcher in dieser Linie liegt, ist mit enormen eckigen Felsbruchstücken überstreut, welche von fünf bis acht Fusz über den Meeresspiegel vorragen und ihm ein eigenthümliches Aussehen geben. Die nicht geschichteten Lager erhärteten Schlamms und weiszlicher Erde, welche einige wenige Findlingsblöcke und zahlreiche kleinere, eckige sowohl als auch abgerundete Fragmente enthalten, kommen nur in der näheren Umgebung der Magellan-Strasze vor und stehen wahrscheinlich in Bezug auf ihren Ursprung mit der Existenz eines alten Canals in Verbindung, welcher nahezu dieselbe Richtung hatte wie der gegenwärtig existirende: es ist auch offenbar, dasz die Verbreitung der zahlreichen groszen, jetzt an der Oberfläche liegenden Findlingsblöcke (mögen sie nun sämmtlich ursprünglich in der nicht geschichteten Ablagerung eingeschlossen gewesen sein oder nicht) gleicherweise mit dem Laufe früher existirender Meeres-Canäle in Zusammenhang steht. Die Strömungen auf der Höhe des Cap Horn setzen beinahe beständig von Westen her ein, wie es auf Kosten aller derer bekannt worden ist, welche es zu umschiffen hatten; wahrscheinlich setzten sie daher auch in einer gleichen Richtung durch die oben erwähnten früheren Canäle ein, als dieselben noch offener und weniger gekrümmt waren als die Magellan-Strasze jetzt ist. Es ist mit diesem Umstande in Übereinstimmung, dasz in den oben beschriebenen Di-

stricten und in denen, von welchen sofort die Rede sein wird, die erratischen Blöcke und kleineren Fragmente sämmtlich von nach Westen hin gelegenen Bergen herabgewandert sind.

Auf einem ungefähr vierzig Meilen breiten Bezirke am äussersten südöstlichen Theile des Feuerlandes, mit Einschluss von Navarin und mehreren kleineren Inseln, sind die Ufer in einer ungefähr gleichen Höhe von einer Ablagerung eingefasst, welche den nichtgeschichteten Lagern in der Magellan-Strasze sehr ähnlich ist. Auf der Süd-Seite der Insel Navarin bildet sie eine kleine Ebene (das einzige flache Terrain in jenem Theile des Landes), welche von einer mehrere Meilen langen und ungefähr sechzig Fusz hohen Klippenreihe eingefasst wird. An diesen Klippen findet sich nicht eine Spur von Schichtung; und die erdige, eher thonige Masse enthält einige eckige, aber meistens abgerundete Fragmente von allen Gröszen, von bloszen Stückchen bis zu groszen Findlingsblöcken von nahezu derselben Zusammensetzung wie die Fragmente in der Magellan-Strasze. Ähnliche Gesteine kommen in situ nicht innerhalb sechzig Meilen vor, und wahrscheinlich sind einige von ihnen nur in einer beträchtlich grösseren Entfernung zu finden. Innerhalb der östlichen Mündung des Beagle-Canals, welcher einen Theil des oben erwähnten Gebietes bildet, sind die Klippen höher und in den Lagen finden sich zuweilen regelmässig Rollstein-Schichten zwischeneingeschaltet. Ich kann die äussere Erscheinung der Klippen rund um Navarin-Insel nicht genauer beschreiben, als mit der Bemerkung, welche ich, als ich sie sah, in mein Notizbuch einschrieb, „dass eine ungeheure Fluth plötzlich in ihrem Laufe aufgehalten worden zu sein scheint.“ Wegen der Weite und dem Offen-sein der Canäle sowohl nach Osten als nach Westen und wegen der Beweise für die sehr allmähliche Erhebung des Landes in den benachbarten Gegenden schien mir aber diese Erklärung mit der grössten Schwierigkeit zu kämpfen zu haben. Es ist daher der Ursprung dieser Lager, ebenso wie der in der Magellan-Strasze, welche, obschon nicht geschichtet, von submariner Bildung sind, mir gänzlich unerklärlich geblieben. Diese Ablagerung ist dem steinigen Thon (Löss, till) in Schottland, der Trift-Formation im nördlichen Europa und der Ost-Küste von England, in den folgenden Beziehungen ähnlich, welche, wie LYELL²

² On the Boulder Formation of East Norfolk, in: Philosophical Magazine, 1840, p. 348.

bemerkt hat, deutlich auf einen besonderen Ursprung hindeuten: erstens in dem vollständigen Fehlen einer Schichtung in einem Theil eines Lagers, welches an einem andern entweder durch seine ganze Dicke oder in abwechselnden Schichten Zeichen einer regelmässigen Ablagerung darbietet; zweitens in der dichten Nebeneinanderlagerung von Fragmenten weit hertransportirter Gesteinsarten, welche in ihrer Grösze von minutiösen Rollsteinen bis zu Findlingsblöcken schwanken und von denen einige abgerundet, andere kantig sind; und endlich, wie ich glaube, in dem häufigen Vorkommen einer Bedeckung von Kies. Nachdem LYELL diese Art von Ablagerung (welche ich der Kürze wegen mit dem Namen „Löss“ [dem schottischen ‚till‘] bezeichnen will) in mehreren der oben erwähnten Länder untersucht hatte, schrieb er ihren Ursprung der Ablagerung von Schlamm, Sand und Gesteinsblöcken von schmelzendem Treibeis in einem ruhigen Meere zu; aber in dem Gebiete in der Nähe der östlichen Mündung der Magellan-Strasze, wo sich das feinste Sediment in horizontalen Blättern und das grobe Fluszschiebe in Lagern angeordnet hat, erscheint es fremdartig, dass die Schichtung so gänzlich, und häufig so plötzlich, allein im Löss fehlt. Das blosze Herabfallen von Bruchstücken scheint kaum hinzureichen dies zu erklären; denn wir haben gesehen, dass sowohl kantige als abgerundete Fragmente zuweilen in der feinsten blättrigen Substanz eingebettet vorkommen. Vielleicht dürfte die durch das Stranden der Eisberge verursachte störende Wirkung, wie LYELL vermuthet hat, dieses merkwürdige Fehlen einer Schichtung im Löss erklären.

Ich will nur noch weiter hinzufügen, dass ich in diesen Löss-Ablagerungen vergebens nach irgend welchen Resten von Meeresthieren gesucht habe, und ein ähnliches Fehlen ist auch in denen in Europa beobachtet worden. Wir dürfen nicht etwa annehmen, dass ihre Abwesenheit dadurch erklärt werden könnte, dass ein derartiger Boden der Existenz von Seethieren ungünstig wäre; denn es wächst nicht blosz sowohl in den rings umschlossenen als in den nur theilweise geschützten Buchten des Feuerlandes der Kelp (*Fucus giganteus*) in einer Tiefe von zwei bis zwanzig Faden an den losen runden Steinen und beherbergt zwischen seinen Wurzeln zahllose lebende Wesen: sondern auch im offenen Meere, wo kein Kelp vorhanden war, fand ich zahlreiche *Terebratulae* und andere Muscheln an im Schlamme liegenden Steinen. Wenn wir aber bedenken, eine wie grosse Zahl von Eisbergen, manche

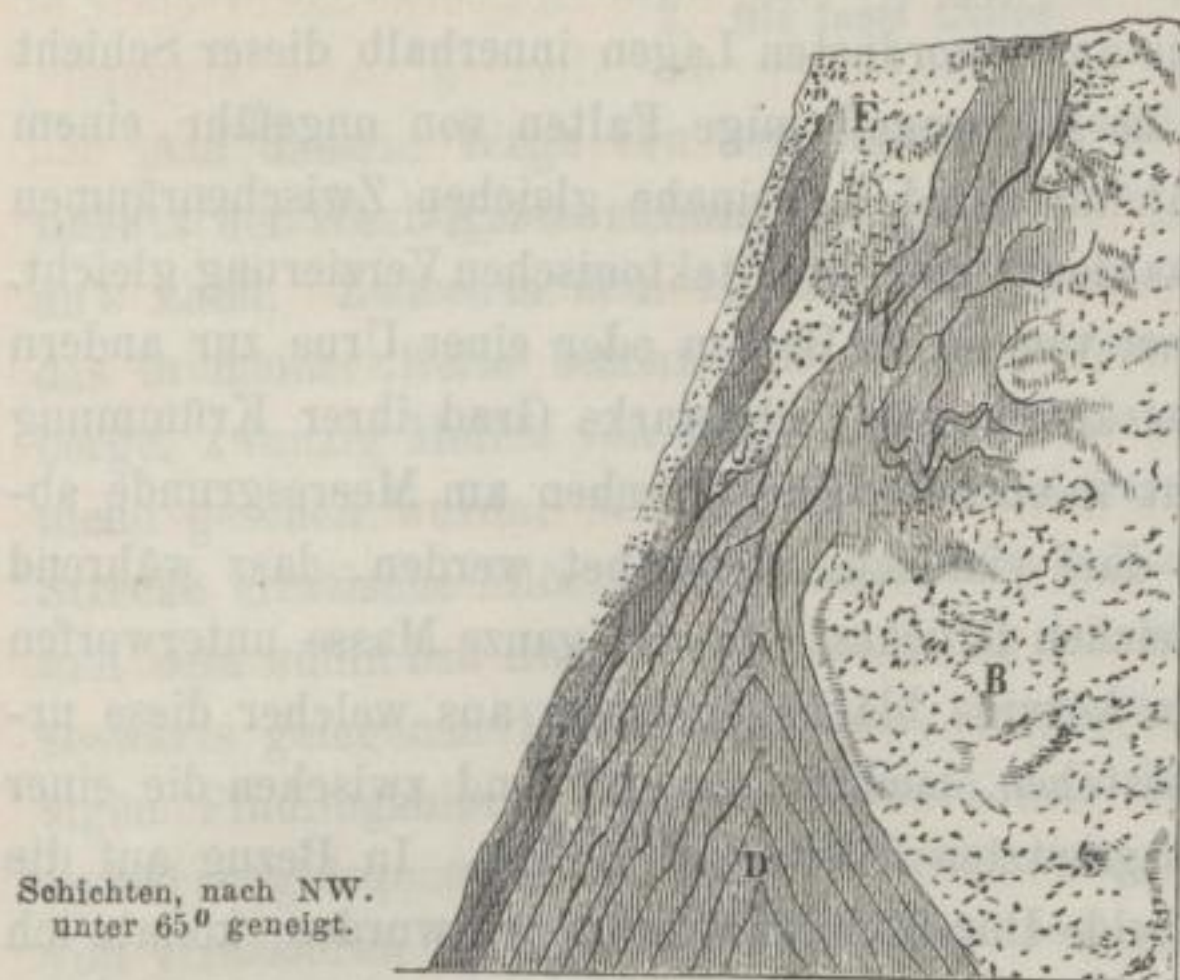
mit fremden Substanzen beladen, aber noch viel mehr ohne irgend solche, nach der obigen Theorie nach der Stelle hin getriftet sein müssen, wo sich der Löss anhäufte, und dasz diese Eisberge, von den Gezeiten auf und niedergeworfen, ebenso wie in Stücke zerbrochen und vielfach gestrandet, grosse Strecken des Meeresgrundes aufgeföhrt haben werden, so wird ein Theil der Schwierigkeit, das Fehlen mariner Thierreste in diesem Löss zu erklären, beseitigt; denn wir können uns die Existenz irgend eines Thieres auf einer weichen Schicht von Schlamm und Steinen nicht vorstellen, welche in Zwischenräumen mit grosser Heftigkeit aufgewöhrt wird.

Eine interessante Schilderung der Eis-Fragmente an der Küste von Sibirien hat WRANGELL³ gegeben; sie werden häufig senkrecht aufgerichtet und werden, um seine eigenen Worte zu gebrauchen, „mit „fürchterlichem Krachen gegen einander getrieben, werden niedergedrückt und erscheinen dann wieder an der Oberfläche, mit dem aufgewöhrt grünen Schlamm bedeckt, den wir oft auf den höchsten „Klötzen gesehen hatten.“ Der besondere, hier beschriebene Fall ereignete sich 100 Meilen vom Festlande entfernt, wo indessen das Wasser nur ungefähr fünfzehn Faden tief war: viele von den Eisklötzen waren ungefähr 100 Fusz hoch. WRANGELL gibt an, dasz innerhalb der Linie grosser Eisklötze das Meer meistens ruhig und nur mit kleinen Eisfragmenten überstreut war; es können sich daher in diesem Falle ungestörte Schichten von Kies oder anderer Substanz leicht (während der allmählichen, der Annahme nach dort im Fortschreiten begriffenen Hebung des Landes) über dem aufgewöhrt Grunde anhäufen, und in diesen letzteren Ablagerungen ist es nicht wahrscheinlich, dasz irgend welche organische Reste eingeschlossen werden.

Bei der Gregory Bay, im östlichen Theile der Magellan-Strasse, finden sich zwei Durchschnitte, welche einer Beschreibung werth sind. Die Klippen bestehen aus dem gewöhnlichen schwärzlichen erhärteten Löss, in welchen an einigen Stellen Schichten eines gelblichen, thonigen, einige wenige grosse Rollsteine einschliessenden Sandes eingeschaltet sind. An einer ungefähr fünf und zwanzig Fusz hohen Klippe (Fig. 2, welche nach einem an Ort und Stelle entworfenen Umriss ausgeführt ist,) besteht der hauptsächlichste Theil aus feinblättrigem gelben Schlamm (B), welcher ein wenig weiter nach rechts viele Gesteins-

³ Wrangell's Reise nach Sibirien und dem Polarmeer. Engl. Übersetz. von Major Sabine, p. 257.

fragmente einschlieszt und seinen blättrigen Character verliert. Nach links wechselt er mit Lagen von schwärzlichem Schlamm ab (D),



B Gelber sandiger Schlamm.

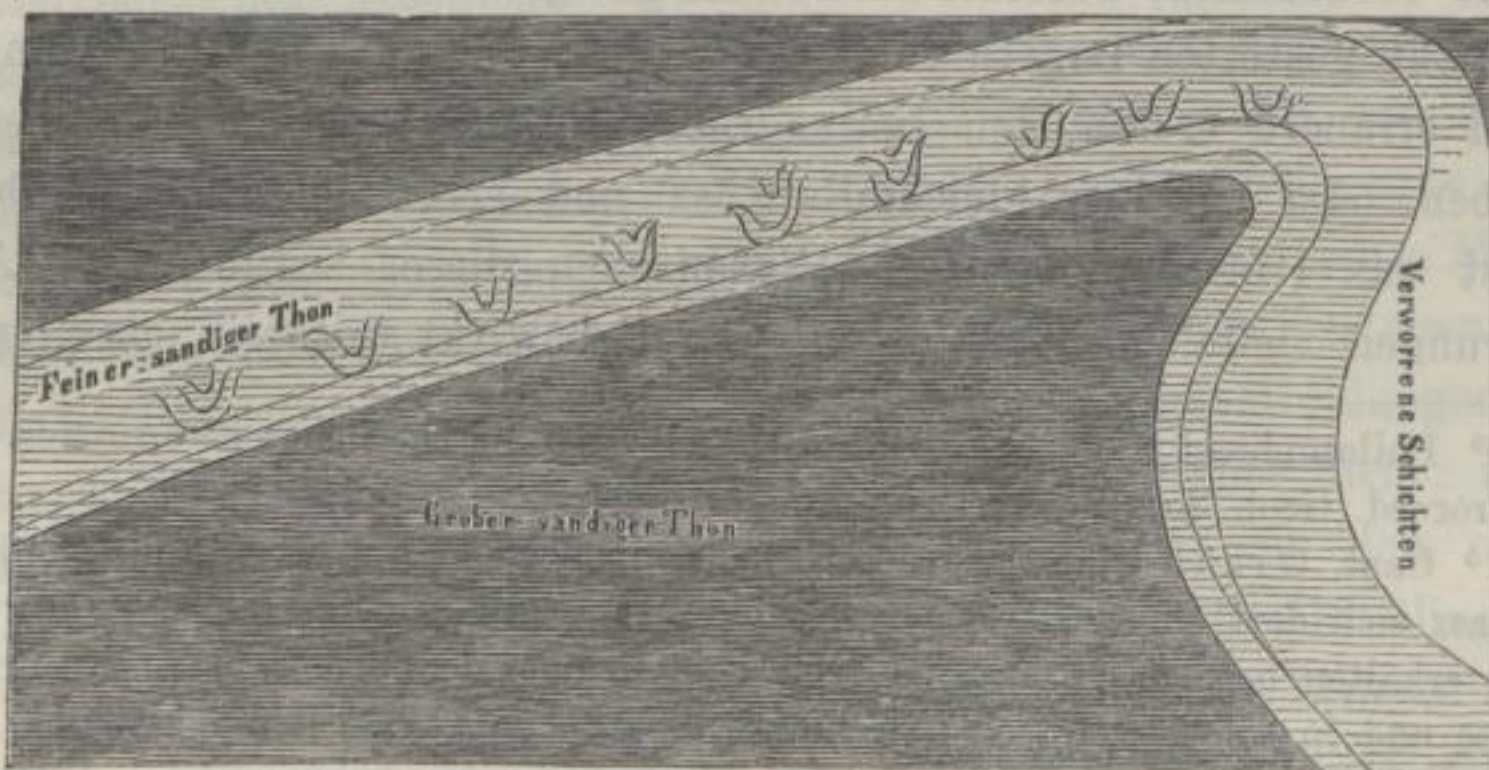
D Schwärzlicher Schlamm oder sandiger Thon.

E Eine Schicht, welche allmählich in der umgebenden Masse verschwand; die darin eingeschlossenen Lagen waren stark gewunden.

Gregory Bay im östlichen Theile der Magellan-Strasze.

Fig. 2.

welche in einem Winkel von 65° geneigt sind und am Fusze der Klippe einen regelmässigen Sattel bilden. Viele von diesen Schichten



Gregory Bay (Beschreibung s. im Text).

Fig. 3.

verlieren sich in dem gelben sandigen Schlamm in den allereigenthümlichsten Windungen. An einer andern Klippe, Fig. 3, fällt eine

ungefähr achtzehn Zoll dicke und dreiszig Fusz lange Schicht von feinem sandigen Thon, welche in einer Masse gröberer Art liegt, an dem einen Ende sanft ab und ist am andern rückwärts unter sich selbst eingebogen. Die untergeordneten Lagen innerhalb dieser Schicht sind in becken- oder besser urnenförmige Falten von ungefähr einem Fusz Breite gekrümmt und sind in beinahe gleichen Zwischenräumen angeordnet, so dasz das Ganze einer architektonischen Verzierung gleicht. Sie können nicht immer von einem Becken oder einer Urne zur andern verfolgt werden. Der auszerordentlich starke Grad ihrer Krümmung beweist, dasz sie nicht in ebenso vielen Furchen am Meeresgrunde abgelagert wurden; es darf vielleicht vermuthet werden, dasz während des groszen und ungleichen Druckes, dem die ganze Masse unterworfen worden ist, die feiner-körnige blättrige Masse, aus welcher diese urnenförmigen Becken bestehen, leichter nachgab und zwischen die einer geringeren Gewalt ausgesetzten Theile hineinglitt. In Bezug auf die Kraft, durch welche beide Durchschnitte gewunden wurden, konnte ich mich, wegen des allgemein nicht gestörten Zustandes des ganzen Landes und der unmittelbar anstosenden Schichten und gleicherweise wegen der Eigenthümlichkeit der Biegungen in Fig. 2, damals nicht überreden, dasz dies eine Folge der gewöhnlichen Kraft von unten sei, und eine andere Lösung fiel mir nicht ein. LYELL⁴ hat gezeigt, dasz in den Districten in Europa, wo der Löss (till) und erratische Blöcke vorkommen, äusserst merkwürdige gewundene Schichten dicht auf nicht gestörten Lagern aufgelagert sind, und als einen Erklärungsgrund erinnert er an den Seitendruck, welche gestrandete Eisberge ausüben. Da wir hier gleichfalls Löss und erratische Blöcke haben, so ist das Hinaufzwängen und Vermischen dieser sedimentären Ablagerungen vielleicht durch dieselbe Kraft bewirkt worden⁵, eine Kraft

⁴ Philosophical Magazine, 1840, p. 379; Lyell, on the Boulder Formation etc. in: Proceed. Geol. Soc. Vol. III. p. 178.

⁵ Capt. Graah gibt in seiner Expedition nach der Ost-Küste von Grönland an, dasz sich dort ein Theil der Küste findet, welcher seinen Namen „Puisortok“ daher erhalten hat, dasz das Eis „von dem Grunde des Meeres in einer solchen Weise und in solchen Massen aufschieszt, dasz es in vielen Jahren gänzlich unpassirbar wird“. Die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung ist unbekannt. Capt. Graah führt vermuthungsweise unter andern Ursachen an, dasz diese Massen die Überreste von bis zum Grunde gefrorenen Eisbergen sein könnten: es ist aber nicht viel wahrscheinlicher, dasz die Eisberge zuerst tief in den weichen Meeresgrund eingetrieben und nicht eher wieder frei wurden, bis ihr ganzer oberer Theil weggespült und ihre eingegrabenen Seiten durch das Schmelzen des Eises gelockert waren?

indessen, welche in den meisten Fällen bloß die Scheidung des angetrübten Materials in einzelne Schichten verhindert zu haben scheint.

3. Die Insel Chiloë.

Auf unserm Wege von dem äussersten südlichen Theil des Continents der West-Küste entlang gieng ich nicht südlich vom 47. Grade an's Land. Zwischen dem 49. und 50. Grade war es indessen, dasz das in meiner ‚Reise‘ beschriebene Fragment von Granit auf einem Eisberge, zwanzig Meilen von dessen Ursprungsgletscher entfernt, schwimmend gesehen wurde; wir dürfen daher sicher sein, dasz auf dieser Strecke erratische Blöcke vorkommen. Zwischen dem 47. Breitengrade und dem südlichen Ende von Chiloë gieng ich an mehreren Stellen der seewärts gelegenen Küste an's Land, bemerkte aber nicht einen einzigen Findlingsblock: da sie indessen von der Cordillera durch dazwischen gelegenes hohes Land getrennt ist, hätte sich das Fehlen von erratischen Blöcken wohl erwarten lassen.

Auf Chiloë fand ich wieder dahin transportirte erratische Blöcke in ungeheurer Anzahl. Diese Insel ist hundert Meilen lang, erstreckt sich von $41^{\circ} 46'$ bis $43^{\circ} 26'$ s. Br., und liegt mit der Cordillera in einer Entfernung von ungefähr dreissig Meilen von ihrem Fusze parallel. Sie besteht aus Glimmer-Schiefer, mit zwei vulcanischen Formationen, und ist hauptsächlich an der östlichen und nördlichen Seite von horizontal geschichteten Lagern tertiären Sandsteins und vulcanischen Sandes breit eingefasst; der Sandstein geht an einigen Stellen in ein lose zusammengefügttes Conglomerat über. An der östlichen Küste ist das Land undeutlich in hintereinander aufsteigende Ebenen modellirt, von denen die oberflächlichen Theile, und die ganze Mächtigkeit einiger der unteren, aus geschichteten Fluszsteinen bestehen. Diese Anhäufungen sind da, wo sie die tertiären Sedimentbildungen überlagern, offenbar von späterer Bildung: ich wage aber nicht, in allen Fällen die Fluszstein-Schichten neueren Ursprungs von dem oben erwähnten tertiären Conglomerate zu unterscheiden. Die Findlingsblöcke kommen in ausserordentlicher Anzahl auf der ganzen Strecke des östlichen und nördlichen Strandes vor und gleicherweise bis zur Höhe von mindestens 200 Fusz am Lande. Ich habe einige wenige in den Kies-Klippen gesehen; und da viele ausgedehnte Riffe beweisen, dasz eine starke Denudation hier stattgefunden hat, so vermuthe ich, dasz

viele dieser Massen ursprünglich im Kiese eingeschlossen waren. Erratische Blöcke sind gleichfalls sehr zahlreich auf den kleinen Inseln, welche dicht an der Ost-Küste von Chiloë liegen und von ihr durch Canäle getrennt sind, welche, obschon sehr eng, in der Tiefe von 50 bis 300 Fusz schwanken. An den zwei Stellen, wo ich die äuszere oder westliche Küste von Chiloë besuchte, habe ich keine dorthin geschafften Blöcke gesehen, ebenso wenig während eines Rittes von ungefähr dreissig Meilen quer durch das centrale Hochland.

Die erratischen Blöcke bestehen aus mehreren Varietäten von Granit und Syenit; solche von der letzteren Gesteinsart sind auf dem nördlichen Strande häufig; aber alle die Massen, welche ich dreissig Meilen weiter nach Süden beobachtete, waren von Granit. Ihr Ursprungsgestein existirt wahrscheinlich in der Cordillera: ein intelligenter Einwohner machte mich auf mehrere Varietäten von Syenit und Granit am nördlichen Ende der Insel aufmerksam, welche, wie er mir gesehen zu haben versicherte, ganze Berge in der Nähe des Reloncavi Sound bildeten, welcher in demselben Breitengrade liegt: verhält sich dies wirklich so, so müssen diese Blöcke mehr als vierzig Meilen gewandert sein. Auf Chiloë habe ich keinen Granit oder Syenit gesehen; sicher findet sich keiner an der nördlichen oder der östlichen Küste, welche ich ganz untersucht habe, und ich glaube ziemlich sicher zu sein, dasz keiner im nördlichen Theil der Insel vorkommt; es ist indessen nicht unwahrscheinlich, dasz einige von den westlichen Höhenzügen, welche zu 3000 Fusz geschätzt wurden, aus Granit bestehen könnten. Wenn irgend welche von den erratischen Blöcken von den Höhen von Chiloë gekommen sind, so müssen sie einen breiten und horizontalen Saum von tertiären Ablagerungen überschritten haben; es ist aber viel wahrscheinlicher, dasz sie sämmtlich von der Cordillera gekommen sind. Die grösseren Findlingsblöcke waren alle eckig und glichen den Fragmenten am Fusze eines Berges. Eine Granitmasse bei Chacao war ein rechtwinkliges Oblong, welches fünfzehn Fusz bei elf Fusz masz und neun Fusz hoch war: eine andere am nördlichen Ufer der Insel Lemuy war fünfeckig, völlig winklig und masz an jeder Seite elf Fusz; es sprang ungefähr zwölf Fusz über den Sand vor, ein Punkt war sogar sechzehn Fusz hoch: dieses Felsenbruchstück kommt beinahe den grösseren Blöcken auf dem Jura gleich. Es fanden sich noch sehr viele andere von zwei Dritteln bis zu einem Viertel dieser Dimensionen. Die erratischen Blöcke auf den kleinen Inseln

waren der Zahl nach weniger und mehr abgerundet als diejenigen auf den offenen Theilen der östlichen Küste; ich glaube aber diese Bemerkung gilt nur für die kleineren Massen, welche später nach ihrer ersten Entfernung abgerundet worden sein können.

Die Lage der Findlingsblöcke an dem äussersten nördlichen Punkt von Chiloë, wo ein ungefähr 250 Fusz hohes Vorland mit der Halbinsel Lecuy durch eine ganz niedrige Landenge verbunden ist, verdient noch eine weitere Erwähnung. Dieses Vorgebirge musz nach der Ähnlichkeit seiner Zusammensetzung, Höhe und Stratification früher einmal mit der Küste von Chiloë in Zusammenhang gestanden haben. Die Seeströmungen in alter Zeit, welche das Vorgebirge beinahe inselförmig umkreisten, lagerten auf seiner nach dem Lande zugekehrten Seite und an der gegenüberliegenden Küste Massen von regelmässig geschichteten Geröllsteinen ab. Einige erratische Blöcke waren in diese Schichten eingeschlossen, und viele sehr grosze eckige Findlinge von Syenit lagen sowohl auf der niedrigen sandigen Landenge als auch auf ihren Seiten in einer Höhe von 150 Fusz; transportirte Blöcke waren sicher hier viel zahlreicher als an irgend einem andern Theile des umgebenden Landes. Vor der Hebung, welche innerhalb der postpliocenen Periode stattgefunden hat, musz das Vorgebirge eine Insel gewesen sein, und die jetzige niedrige Landenge der Grund eines Canals, welcher dem Laufe der Fluthmassen zwischen Chiloë und dem Festlande von America offen lag. Wir sehen daher hier selbst noch deutlicher als am Feuerlande, dasz ein offenbares Verhältniss zwischen der Verbreitung der erratischen Blöcke und der Richtung entweder vor Alters bestandener oder jetzt noch existirender Straszen besteht. Nach dieser Betrachtung war ich zuerst über das Vorkommen zahlreicher Findlingsblöcke in den gewundenen Canälen zwischen den kleinen Inseln und der Ost-Küste von Chiloë überrascht; ich hatte aber die Thatsache übersehen, dasz vor der neuerlichen, eben erwähnten Erhebung der mittlere Theil von Chiloë in der Richtung des Sees Cucao wegen seiner tiefen Lage von einem queren Canal durchsetzt gewesen sein musz. Wäre die Strecke zwischen Chiloë und der Cordillera in Land umgewandelt worden, so würden die erratischen Blöcke in ihrer Lage mit Bezug auf ihr wahrscheinliches Ursprungsgestein, in ihrer Grösze und eckigen Gestalt denen auf dem Jura ähnlich gewesen sein; die jetzt zwischen den kleinen Inseln liegenden Granitblöcke wären dann die Repräsentanten derjenigen, welche, wie AGASSIZ

vor kurzem gezeigt hat, in den inneren Thälern jenes Gebirgszuges vorkommen.

Von den wenigen eingebetteten Findlingsblöcken, welche ich gesehen habe, lagen die meisten in dem geschichteten Kies; ich finde aber in meinem Notizbuche zwei in der südlichen Hälfte der Insel erhaltene Durchschnitte, die ich als aus erhärtetem Schlamm bestehend und winklige ebensowohl wie abgerundete Bruchstücke weit her transportirter Gesteinsarten und in einem Falle auch einen Findlingsblock einschliessend beschrieben habe. Diese Ablagerungen sind offenbar denen ähnlich, welche steiniger Thon oder Löss (till) genannt werden, und ich bin beinahe gewisz, dasz sie nicht geschichtet waren; da mir aber das Interesse, was sich an sie knüpfen würde, nicht bekannt war, verglich ich sie einfach mit den Ablagerungen im östlichen Feuerlande, und ich berichte hier nur, was ich damals niedergeschrieben habe. Auf der inneren Seite einer der Chonos-Inseln, ein wenig südlich von Chiloë, in $43^{\circ} 50'$ s. Br., finden sich ungefähr 300 Fusz hohe Klippen, welche ich gleichfalls nur theilweise beschrieben habe als aus schwärzlichem erhärtetem Schlamme mit zerstreuten Rollsteinen verschiedener Gröszen bestehend, einigen gut abgerundeten, andern nur unbedeutend gerundeten: da ich noch besonders bemerkt habe, dasz der Kies im obern Theile der Klippe geschichtet war, so vermuthe ich, dasz in den unteren nur wenig bestimmte Anordnung vorhanden war. In einer Schicht von losem Sande am Fusze dieser Klippe, wo der erhärtete Schlamm in blättrigen sandigen Thon übergieng, fand ich eine Menge zerbröckelter See-Muscheln von frischem Aussehen, aber zu sehr zerbrochen, um bestimmt werden zu können. Auch auf Chiloë fand ich an einer Stelle, wo eine Masse von Löss (till) in feinkörnige blättrige Schichten übergieng, ein oder zwei Fragmente einer *Cytherea*. Ich musz indessen bemerken, dasz das Fehlen von See-Muscheln in diesen Schichten von Löss viel weniger merkwürdig ist, als in denen von Grosz-Britannien, weil die umgebenden geschichteten Formationen hier nur sehr wenig Muscheln enthalten. In Chiloë fand ich geradz gar keine, ausgenommen da, wo der Sandstein kalkige Concretionen enthielt.

Was das Alter der erratischen Formation von Chiloë, und, wie ich hinzufügen will, des Feuerlandes betrifft, so habe ich darüber keinen genauen Aufschlusz. Die ganze östliche Küste der Insel ist innerhalb der postpliocenen Periode sicher von zwanzig bis vierzig

Fusz und wahrscheinlich noch viel mehr erhoben worden, denn auf der Halbinsel Lecuy (nahe der Stelle, von wo ich die erratischen Blöcke auf der niedrigen Landenge beschrieben habe) fand ich in einer Höhe von 350 Fusz eine grosse Schicht jetzt lebender Muscheln, aus welcher heraus Waldbäume wuchsen. Ich habe bereits angegeben, dass im östlichen Feuerlande die erratische Formation innerhalb der nämlichen Periode emporgehoben worden ist. Wenn wir nicht annehmen wollen, dass die Findlingsblöcke in einem tiefen Meere abgelagert wurden, was nach der Beschaffenheit und der Schichtung der begleitenden Ablagerungen nicht sehr wahrscheinlich erscheint, oder wenn wir nicht annehmen wollen, dass das Land grossen Niveau-Schwankungen ausgesetzt gewesen ist, so muss sich die erratische Formation seit dem Beginn der postpliocenen Formation oder nur kurze Zeit vor derselben angehäuft haben. Auch in Bezug auf die Findlingsblöcke auf den tieferen Ebenen am Santa Cruz kam ich nach indirecten, und daher nur mit beschränktem Vertrauen aufzunehmenden Beweisen zu diesem nämlichen Schlus. Es ist der Erwähnung werth, dass die Geologen die Zerstreung der in den temperirten Theilen der nördlichen Hemisphäre liegenden Findlingsblöcken in diese Periode verlegt haben.

Ich habe in meiner Reise angegeben, dass ich nordwärts von Chiloë (41° 47' s. Br.) keine Bruchstücke weit her transportirter Gesteinsarten, welche mit den oben beschriebenen erratischen Blöcken in eine Classe gebracht werden könnten, angetroffen habe: — ich nehme dabei ihre bedeutende Grösze, häufig eckige Gestalt und ihre vollständige Trennung von ihrer Ursprungsquelle durch weite Thäler oder Meeresarme als ihre unterscheidenden Charactere: ich habe Gelegenheit gehabt, sie in der Gegend um Valdivia, Concepcion und in vielen Theilen des centralen und nördlichen Chile zu beobachten. In diesen selben Districten traf ich auf keine Schicht von Löss. Nördlich von der Magellan-Strasze, an den Meeres-Ufern von Patagonien⁶ und

⁶ Ich will hier bemerken, dass ich auf der östlichen Falklands-Insel, obschon sie unter derselben Breite, wie das Feuerland, und nur 250 Meilen östlich davon liegt und Berge von über 2000 Fusz Höhe hat, keine erratischen Blöcke beobachtet habe. Da manchen Geologen der Gedanke kommen dürfte, dass die Insel ihre hauptsächlichste Erhebung später als in der Periode der Verbreitung der erratischen Blöcke auf dem Festlande erfahren hätte, will ich bemerken, dass die Thatfachen dieser Ansicht direct widersprechen; denn ich konnte keine emporgehobenen See-

La Plata, kommen weder Schichten von Löss noch erratische Blöcke unter denselben Breiten vor, unter denen beide an den Küsten des Stillen Oceans zu finden sind. In Bezug auf die erratischen Massen können wir nach dem, was bei der Schilderung der Auffahrt im Santa Cruz gezeigt worden ist, schlieszen, dasz ihr Fehlen daher rührt, dasz ein zu weiter Raum die Ufer des atlantischen Oceans von der Cordillera trennt. In meiner ‚Reise‘ habe ich im Einzelnen zu zeigen versucht, dasz in den nördlichen Theilen sowohl der Neuen als der Alten Welt und in den südlichen Theilen von America die Verbreitung der erratischen Blöcke beim Annähern an die Tropen auf beinahe dieselben Breiten beschränkt worden ist, und dasz keine echten Blöcke dieser Beschaffenheit in den zwischen den Tropen gelegenen Ländern beobachtet worden sind⁷; wir dürfen nun wohl auch vermuthen, dasz Schichten von Löss (till) sich auf dieselben Parallelen geographischer Breite beschränkt ergeben werden wie die erratischen Blöcke.

Muscheln auf dieser Insel finden, während ich nicht an einem einzigen Punkte der Küste von Patagonien oder des östlichen Feuerlandes an's Land gegangen bin, ohne solchen zu begegnen.

⁷ In meiner ‚Reise‘ hatte ich in der ersten Bearbeitung die scheinbaren Ausnahmen von dieser Regel betrachtet, und dabei zufällig einen solchen Fall weggelassen. In der Nähe von Rio de Janeiro traf ich einige erratische Blöcke von Grünstein von bedeutender Grösze, welche Schwefelkies enthielten; sie waren vollkommen abgerundet; es fehlte ihnen also das Merkmal der eckigen Form, welches, obgleich durchaus nicht immer vorhanden, doch, wo es sich findet, als eminent bezeichnend betrachtet werden musz. Ich konnte den Grünstein in der unmittelbaren Nähe nicht in situ sehen, doch verhinderte die auszerordentliche Üppigkeit der Vegetation eine genaue Nachforschung. Caldcleugh (Travels, Vol. II. p. 195) beobachtete Grünstein-Findlinge auf der Strasze nach Villa Rica, und Spix (Reisen etc., engl. Übers., p. 272) beobachtete andere auf dem Wege nach Santa Cruz. Mr. Fox, bevollmächtigter Minister in Rio de Janeiro, theilte mir mit, dasz er ähnliche Blöcke auf den Inseln S. Sebastian und Sta. Catarina und bei Porto Alegre an der südlichen Küste von Brasilien gefunden habe. Trotzdem ist es nicht unwahrscheinlich, dasz in all diesen Fällen das Ursprungsgestein nicht weit entfernt war. Ich habe in der Nähe von Rio de Janeiro zwei Grünstein-Gänge gefunden: von Eschwege erwähnt andere, und Fox beobachtete einen auf S. Sebastian. Auszer vielen augenfälligen Mitteln, grosze Gesteinsfragmente in mäsige Entfernungen zu transportiren, besonders jetzt, wo die Geologen allgemein annehmen, dasz die meisten Länder langsame Niveau-Schwankungen erlitten haben, dürfen wir nicht übersehen, was an einer exponirten und sanft geneigten Fläche während heftiger Stürme die Brandung für eine Kraft haben dürfte, Felsblöcke von der Höhe einer Strandlinie nach der andern zu treiben, wenn das Meer allmählich in das Land eindringt.

4. Bemerkungen über die Gletscher des Feuerlandes und über den Transport von Findlingsblöcken.

In dem noch übrigen Theile dieses Aufsatzes will ich einige wenige Bemerkungen über die Gletscher des Feuerlandes und über die Mittel zum Transport der erratischen Blöcke machen. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, auf irgend einem Gletscher zu landen, wir kamen aber in dem Beagle- und Magdalenen-Canal innerhalb zwei Meilen von mehreren vorbei. Die Berge waren mit Schnee bedeckt, und die Gletscher bildeten viele kurze Arme, welche bis zum Strande herabreichten und in niedrigen senkrechten Eisklippen endigten. Die Oberfläche dieser Gletscher, selbst bis zu einer beträchtlichen Höhe an den Bergen hinauf, war von einer hell himmelblauen Farbe und vollkommen rein, wie es auch die schwimmenden Bruchstücke waren. Dies hätte sich erwarten lassen wegen der Kürze der Gletscher, dann weil sie nicht von steilen Bergen begrenzt waren und weil sie sich nicht aus einer Vereinigung zweier oder mehrerer kleinerer Eisströme gebildet hatten. Obgleich der hauptsächlichste charakteristische Zug des Klimas der südlichen Theile von Süd-America seine Gleichmässigkeit zu sein scheint, so können doch die Gletscher nicht langsam herabsteigen, denn grosse Massen brechen beständig von den Eisklippen ab. Wir waren Zeugen von einem solchen Fall im Beagle-Canal; und das Wasser war mit kleineren Bruchstücken überstreut: Capt. KING⁸ erwähnt mehrere Buchten und Canäle im Feuerlande, die fast von solchen verstopft waren; Mr. BYNOE⁹ theilte mir mit, dass in Sir G. Eyre's Sound bis zu fünfzig Eisbergen zusammen gesehen wurden: hinter der Halbinsel Tres Montes, in einer der von Genf entsprechenden geographischen Breite, beschreiben einige spanische Missionäre¹⁰, in einer Schilderung ihrer Reise, einen Meeres-Arm von Eisbergen jeglicher Grösze dicht erfüllt. Einige von den in dieser Weise losgelösten Eisstücken sind von ungeheurer Grösze: KIRKE¹¹ begegnete einem in einer in das Land hineinziehenden Bucht, in der entsprechenden Breite von Paris gelegen, welcher zu zweiundvierzig Fusz Höhe geschätzt wurde und auf dem Grunde fest stand an einer Stelle, wo mit einer 126 Fusz

⁸ Voyages of the Adventure and the Beagle, Vol. I. p. 56, 58, 140, 258.

⁹ Meine Reise, Übers. p. 282.

¹⁰ ebenda, p. 283.

¹¹ Voyages of the Adventure and the Beagle, Vol. I. p. 337.

langen Leine kein Grund erlothet werden konnte. Diese Masse war daher mindestens 168 Fusz hoch, einer hohen Kirche gleich: wie heftig musz das Wasser der eingeschlossenen Bucht aufgeregt worden sein, als sie herabstürzte! Capt. KING vergleicht, da wo er einen andern Fall beschreibt¹², den Krach dem Breitseitenfeuer eines Kriegsschiffs durch diese einsamen Gegenden wiederhallend. Im Beagle-Canal verursachte der nicht bedeutende Sturz, von dem wir Zeuge waren, eine Welle, welche beinahe unsere Boote zerstört hätte, trotzdem sie an das Ufer heraufgezogen und von der Eisklippe eine halbe Meile entfernt waren. Derartige Wellen scheinen die auf dem Strande liegenden Fels-Bruchstücke von ihrer Stelle zu bewegen und vor sich her zu schieben. Obgleich die Gletscher, welche ich gesehen habe, vollständig rein waren, werden doch viele von den in Eyre's Sound gesehenen von KIRKE als dunkel gefärbt beschrieben und auf der Oberfläche des einen wurden mehrere Blöcke von Granit und Syenit gefunden.

Die Gletscher im Beagle-Canal waren meist von einer, aus ungeheuer groszen Fels-Bruchstücken gebildeten Landzunge eingefasst, und viele Findlingsblöcke waren über die benachbarten Ufer gestreut. Der einzige Gletscher, an welchen ich sehr nahe herankam, stieg in das obere Ende einer Bucht hinab, welche auf der einen Seite aus Glimmer-Schiefer, auf der andern Seite von einem breiten, ungefähr fünfzig oder sechzig Fusz hohen und allem Anscheine nach ganz und gar aus enormen Bruchstücken, hauptsächlich von Granit, zusammengesetzten Vorgebirge eingeschlossen wurde. Eines dieser Bruchstücke masz neunzig Fusz im Umfang und sprang sechs Fusz über den Sand vor. Dieses Vorgebirge, welches ohne Zweifel ursprünglich eine Seitenmoräne war, springt beinahe eine halbe Meile über das Ende des Gletschers vor und ist stellenweise mit alten Bäumen bedeckt; wir müssen daraus folgern, dasz sich der Gletscher früher beträchtlich weiter erstreckte, als er es jetzt thut.

Es würde unnütz sein, die Schwierigkeit auch nur zu erwähnen, welche jede Theorie über das Transportiren erratischer Blöcke, ausgenommen die, welche die Thätigkeit des Eises dabei berücksichtigt, begleiten; aber nach den merkwürdigen Entdeckungen von VENETZ, CHARPENTIER, AGASSIZ und Anderen über die weite Verbreitung in

¹² Voyages of the Adventure and the Beagle, Vol. I. p. 140.

Europa von Moränen, die von alten Gletschern gebildet worden sind, ist es nothwendig zu bemerken, dasz weder die „Löss“- (till) Schichten des östlichen Feuerlandes, welche in eine grosze Formation horizontal-blättrigen, marine Fossilreste enthaltenden Sandsteins übergehen und regelmässig schichtenweise mit dieser abwechseln, noch der geschichtete Kies und Löss, welcher an den Ufern von Chiloë niedrige Ebenen bildet und in regelmässigen Schichten die tertiären Lager überdeckt, sich wie gewöhnliche Moränen gebildet haben können; es können daher auch die eingeschlossenen erratischen Blöcke nicht durch die Gletscher fortgeschafft worden sein. Ich werde zu derselben Schlussfolgerung auch in Bezug auf den Löss des südlichen Feuerlandes geführt, welcher eine horizontale Ebene und einen Saum um mehrere Inseln bildet und welcher an einer Stelle in eine regelmässig geschichtete Ablagerung übergeht. Die erratischen Blöcke auf den unteren Ebenen am obern Ende des Flusses Santa Cruz sind über ein Land verstreut, welches sicher seine Modellirung der Thätigkeit des Meeres verdankt. Diejenigen auf der 1400 Fusz hohen Ebene sind sieben- undsechzig Meilen von der Cordillera entfernt, deren höchster Gipfel hier nur 6400 Fusz hoch ist, während der ganze Gebirgszug beträchtlich niedriger ist. Diese geringe Neigung der Oberfläche, in Verbindung mit dem Fehlen von Wällen oder Rücken auf ihr, und die eckige Form der Fragmente stehen der Ansicht entgegen, dasz die Blöcke durch Gletscher bis in eine so weite Entfernung geschoben worden sind. Ich komme daher zu dem Schlusse, dasz es in den zwei zuerst genannten Districten ganz sicher, und in den drei letzteren im hohen Grade wahrscheinlich ist, dasz die erratischen Blöcke durch schwimmendes Eis transportirt worden sind.

Die Thatsache, dasz viele von den Blöcken am nördlichen Ende von Chiloë von denen dreissig Meilen weiter nach Süden gelegenen, wo vor Alters ein Canal quer durch die Insel bestanden haben musz, verschieden sind, steht der vorstehend erwähnten Schlussfolgerung nicht entgegen: denn die Strömungen der Ebbe und Fluth müssen entsprechend der Zahl und Lage der sich nach dem Meere hin öffnenden Canäle bestimmte Räume des Bezirkes zwischen Chiloë und der Cordillera ausgespült haben; und je nach der Lage der Stelle, wo der Eisberg mit seiner Gesteinsladung zuerst in's Meer entlassen wurde, wird er nach dem einen oder andern Canal hin geschwemmt worden sein. Die wechselnden Winde werden ohne Zweifel theilweise den

Gang der Eisberge beeinflusst haben; da sie aber sehr tief schwimmen, werden die Strömungen viel mächtiger auf sie eingewirkt haben. Auch bietet der Umstand, dass die erratischen Blöcke auf der hohen und auf der untern Ebene des Santa Cruz von verschiedenen Gesteinsarten sind, keinerlei Schwierigkeit dar; denn nach der zur Erklärung der Existenz der unteren Ebenen nothwendigen Niveau-Veränderung des Landes hätten wir vorhersehen können, dass einige von den Gletschern, welche früher an der Küste mündeten, aufgehört haben werden dies zu thun, und dass bis jetzt unter der Meeresoberfläche untergetaucht gewesene Felsen exponirt worden sind; und deren auf die Gletscher herabfallenden Bruchstücke werden mit den Eisbergen fortgeschafft worden sein.

Augenscheinlich werden Massen von schwimmendem Eise, durch welche Felsenbruchstücke fortgeschafft werden, auf zweierlei Weise und unter beträchtlich verschiedenen, wenssich häufig zusammenwirkenden Umständen hervorgebracht, nämlich durch das Abbrechen von Eisbergen von Gletschern, welche factisch bis in das Meer hinabsteigen, und das thatsächliche Gefrieren der Oberfläche des Meeres oder der sich in dasselbe ergießenden Ströme. Grosze erratische Blöcke können in dieser letzteren Weise (mit seltenen Ausnahmen) nur da im Eise eingeschlossen werden, wo der Winter äusserst kalt ist, wie im Bothnischen Meerbusen und an den Ufern von Nord-America. Ein verhältnismässig groszer Theil der in dieser Art eingeschlossenen Fragmente wird meistens dem abreibenden Einflusse des Meeres-Strandes ausgesetzt gewesen sein; und da das Eis flache Schollen bildet, werden jene gern wiederholt an seichten Stellen gestrandet und dadurch noch mehr abgerieben sein. Die andere Methode des Transports, nämlich durch das Herabsteigen der Gletscher bis zum Meeresspiegel und die hiermit verbundene Entstehung von Eisbergen, erfordert durchaus nicht nothwendig einen äusserst kalten Winter; denn das tiefe Herabsteigen der Gletscher scheint (unter übrigens gleichen Umständen) in einem viel bedeutenderen Grade davon abzuhängen, dass der Sommer nicht warm genug ist, das Eis und den Schnee zu schmelzen, als davon, dass der Winter sehr kalt ist. Es steigen daher, wie ich in meiner Reise (elftes Capitel) zu zeigen versucht habe, Gletscher in Süd-America nach dem Meere herab von nicht sehr hohen Bergen und in Breiten, welche mit denen, unter welchen in Europa die gleiche Erscheinung stattfindet, verglichen ausserordentlich niedrig sind; und

doch haben die pflanzlichen und thierischen Erzeugnisse eines Klimas von dieser Art in einem gewissen Grade einen tropischen Character.

AGASSIZ hat nachgewiesen, dasz Gesteinsblöcke im Eise der schweizer Gletscher nicht eingeschlossen werden, ausgenommen hoch oben in der Nähe ihrer Quellen, und dasz jene zahlreichen Massen, welche an der Oberfläche liegen, weil sie keiner starken Abreibung ausgesetzt sind, eckig bleiben; es können daher nur lose eckige Gesteinsblöcke (wie es bei denen auf dem schwimmenden Eise in Eyre's Sound der Fall war) von Eisbergen, welche von Gletschern in temperirten Gegenden sich gelöst haben, transportirt werden. Und um dies zu bewirken, müssen die Eisberge senkrecht und in groszen Massen fortschwimmen, denn andernfalls würden die losen Fragmente sofort in's Meer geschleudert werden. Diese Bemerkungen gelten nicht nothwendigerweise auch für Eisberge, welche sich in einem polaren Klima gebildet haben; denn wenn ein Gletscher bei seinem Niedersteigen das Meer eher erreicht, als die Gesteinsfragmente, welche auf den weichen Schnee gefallen sind, an die Oberfläche kommen, werden Eisberge mit eingeschlossenen Felsbruchstücken gebildet werden. Ich habe im *Geographical Journal*¹³ den Fall von einem ungeheuren Fragmente in solcher Lage beschrieben, welches weit vom Lande im antarktischen Ocean gesehen wurde¹⁴.

Da eine der beiden oben erwähnten Methoden, erratische Blöcke weiter zu schaffen, nämlich die durch sich von Gletschern lösende Eisberge, jetzt in Süd-America in Thätigkeit ist, werden wir naturgemäsz zu der Folgerung geführt, dasz dies die hauptsächliche Kraft gewesen ist bei der ungeheuren Verbreitung, welche früher über einen noch ausgedehnteren Bezirk bewirkt worden ist. Es würde allerdings der stärksten Belege bedürfen, um uns glauben zu machen, dasz die Oberfläche des Meeres, oder selbst der Flüsse, zwischen dem 41. und 42. Grad s. Br. jemals dick genug gefroren wäre, um die ungeheuren Massen von Gestein einzuschlieszen, welche wir jetzt an der Insel Chiloë gestrandet finden. Die Eckigkeit ihrer Gestalt an diesem letztern Ort und am Santa Cruz stimmt zu ihrem Transport durch Eis-

¹³ *Geographical Journal*, 1839, p. 528.

¹⁴ D. Mertens beobachtete viele Gesteinsfragmente, welche nur eben über dem Meeresspiegel in der Seitenwand der Gletscher in Spitzbergen eingeschlossen waren; er hat niemals solche in den dem Meere zugekehrten Eisklippen gesehen. *Edinb. New Philosoph. Journal*, 1841, p. 173 und 176.

berge; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass das andere Moment, nämlich das Gefrieren des Meeres, früher im Feuerlande, und besonders in den südlichen Theilen dieses Landes, wo die erratischen Blöcke häufig Zeichen eines Abgeriebenseins darbieten, als wären sie an einem Meeresstrande umhergeschoben worden, wirksam gewesen ist. Wenn wir daher in irgend einem Lande, wo erratische Blöcke vorkommen, die Beschaffenheit des Klimas während ihrer Verbreitung zu bestimmen versuchen wollen, so müssen wir nicht bloß auf den Character der gleichzeitigen organischen Erzeugnisse achten, sondern auch auf die Form und die Lage der Gesteinsbruchstücke; denn diese Verhältnisse werden uns bei dem Nachweise unterstützen, ob dieselben in Eisschollen eingebettet gewesen oder an der Oberfläche tief schwimmender Eisberge fortgeschafft worden sind.

Ueber die von den alten Gletschern in Caernarvonshire hervorgebrachten Wirkungen und die von schwimmendem Eise transportirten erratischen Blöcke.

Aus: The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Vol. XXI, 1842, p. 180—188.

Durch den Auszug von Dr. BUCKLAND's Abhandlung „Über diluvio-glaciale Erscheinungen in Snowdonia und den benachbarten Theilen von Nord-Wales“¹ geleitet und belehrt besuchte ich mehrere der dort erwähnten Örtlichkeiten und bin, nachdem ich mich mit einigen der beschriebenen Erscheinungen vertraut gemacht habe, in den Stand gesetzt, einige weitere Bemerkungen hinzuzufügen.

Dr. BUCKLAND hat angegeben, dass eine Meile östlich vom See Ogwin eine Reihe von, mit Hunderten grosser Steinblöcke bedeckter Hügel vorkommt, welche dem Zustande einer nicht zerstörten Moräne näher kommen als irgend welche andere von ihm in Nord-Wales bemerkten Hügel von Detritus. Besteigt man diese Hügel, so ist es allerdings wohl leicht, sich vorzustellen, dass sie die nordwestliche Seiten-Moräne (Gangecke) eines, in einer nordöstlichen Richtung von dem Berge Great Glyder herabsteigenden Gletschers gebildet haben. Am südlichen Ende des See's Idwell bieten sich aber die Erscheinungen von Moränen, obschon in einem viel kleineren Maszstabe, mit vollkommener Deutlichkeit dar. Betritt man das wilde Amphitheater, in welchem der See Idwell liegt, so sieht man an dem andern Ende einige kleine conische, unregelmässige niedrige Hügel, welche sich der Aufmerksamkeit leicht entziehen können. Die besterhaltenen dieser Wälle liegen auf der westlichen Seite der grossen schwarzen senk-

¹ Vor der Geological Society am 15. Decbr. 1841 gelesen; der Auszug erschien im Athenaeum, 1842, p. 42.

rechten Felsenwand, welche die südliche Grenze des Sees bildet. Sie sind an vielen Stellen von Bächen durchschnitten und ergeben sich als aus Erde und Detritus bestehend, auf ihren Gipfeln grosze Felsblöcke tragend. Sie scheinen auf den ersten Blick völlig unregelmässig gruppiert zu sein; aber Jemand, welcher irgend einen der am weitesten vom Absturz entfernt liegenden Hügel besteigt, sieht sofort, dass sie drei schmale, gerade, lineare Rücken (mit Spuren eines vierten) bilden. Der dem Absturze am nächsten gelegene Rücken läuft eine Strecke weit am Berge hinauf, der äuszere aber ist länger und vollkommener und bildet mit der Seitenwand des Berges eine von 10 bis 15 Fusz tiefe Mulde. Auf der östlichen, gegenüberliegenden Seite des obern Endes des Sees sieht man entsprechende, aber weniger entwickelte Hügel von Detritus eine kurze Strecke weit am Berge hinaufreichen. Ich glaube, es ist für Jeden, welcher die Beschreibungen der die jetzt existirenden Gletscher in den Alpen begrenzenden Seiten-Moränen gelesen hat, unmöglich, auf diesen wallförmigen Hügeln zu stehen und auch nur einen Augenblick daran zu zweifeln, dass sie alte Moränen sind; es ist auch unmöglich, sich irgend eine andere Ursache vorzustellen, welche diese langen schmalen steilen Züge ungeschichteten Detritus gegen die Seiten der Berge aufgeworfen haben könnte. Die drei oder vier linearen Rücken bezeichnen offenbar die Hauptstadien im Rückgange des Gletschers; der äuszere ist der längste und entfernt sich am meisten von der groszen Felsenwand am Süd-Ende des Sees. Die innern Reihen bestimmen deutlich die Umrisse des Gletschers während des letzten Stadiums seiner Existenz. In dieser Zeit stieg ein kleiner, besonderer Gletscher aus einer engen aber hohen Gebirgsschlucht am nordwestlichen Ende des Sees herab; und hier kann man Überreste einer End-Moräne in den kleinen Hügeln erkennen, welche einen durchbrochenen Halbkreis um eine kaum mehr als hundert Yards im Durchmesser grosze, binsenbedeckte Ebene bilden. Die Felsen sind geglättet, warzig und gefurcht, und zwar um den ganzen See herum und auch noch in einiger Tiefe unter der Oberfläche des Wassers, wie ich sowohl sehen als fühlen konnte. Ähnliche Zeichen kommen auf allen Seiten in groszer Höhe vor, weit oberhalb der Grenzen der oben beschriebenen Moränen und wurden zu der Zeit hervorgebracht, als das Eis in einem groszen Strome sich über den, das nördliche Ende des Amphitheaters des Idwell-Sees begrenzenden Felsenwall ergosz.

Ich will hier erwähnen, dasz sich ungefähr achtzig Yards westlich von der Stelle, wo der Flusz durch einen niedrigen Detritus-Wall, wahrscheinlich früher eine End-Moräne, aus dem See austritt, ein Beispiel eines Blockes findet, welcher, wie es CHARPENTIER und AGASSIZ beschrieben haben, durch eine Spalte im Eise hinabgestürzt und zerbrochen ist. Der Felsblock besteht jetzt aus vier groszen tafelförmigen Massen, von denen zwei auf ihren Kanten stehen und zwei theilweise auf einen daneben stehenden Block übergefallen sind. Nach der, wenn auch an und für sich geringen Entfernung, durch welche die vier Stücke von einander getrennt sind, müssen sie mit groszer Gewalt in ihre jetzige Lage gestürzt sein; und da die beiden aufrechten dünnen tafelförmigen Stücken quer auf die sanfte Neigung gerichtet sind, auf welcher sie stehe, so ist es kaum möglich sich vorzustellen, dasz sie von den Bergen hinter ihnen herabgerollt sein könnten; man wird daher zu dem Schlusse geführt, dasz sie nahezu senkrecht von einer Höhe herab in ihre gegenwärtige Stellung herabgestürzt sind.

Der felsige und steile Wall, über welchen das Eis aus dem Amphitheater vom See Idwell in das Thal von Nant-Francon herabflosz, bietet von seinem Gipfel bis hinab zu seinem Fusze (zwischen 400 und 500 Fusz) die auffallendsten Beispiele von höcker- oder kuppelförmigen Felsen dar, und zwar in einem Grade, dasz sie zu einigen der Tafeln in AGASSIZ's Werk über die Gletscher hätten als Originale dienen können. Wenn zwei dieser Buckel nahe aneinander stehen und nur durch eine kleine Schlucht getrennt sind, so sind ihre steilen abgerundeten Seiten meistens deutlich mit Linien gefurcht, welche unbedeutend gegen das davor liegende Thal geneigt sind. Der Gipfel dieser Kuppeln ist vergleichsweise selten gefurcht; aber auf einer derselben dicht bei der Brücke über den Flusz Ogwin bemerkte ich einige merkwürdige zickzackförmige Schrammen. An dieser Stelle ist die Spaltungsrichtung des Schiefers stark geneigt, und, allem Anscheine nach in Folge der verschiedenen Härtegrade der Platten, sind glatte und sanfte Furchen, quer zu den Schrammen und zu dem wahrscheinlichen Laufe des Eises stehend, durch das Reiben des Eises hervorgebracht worden. Hier, ebenso wie an einigen wenigen andern Stellen bemerkte ich eine Erscheinung, welche es mit groszer Lebendigkeit klar machte, dasz sich diese Felsenkuppeln durch irgend einen, von der gewöhnlichen Erosion durch Wasser oder die Atmosphäre völlig verschiedenen Proceß gebildet haben; es ist dies das, von der glatten

Oberfläche einer solchen Kuppel steile Vorragen eines Felsstücks, welches einige wenige Yards im Geviert und einen oder zwei Fusz hoch ist und dessen Oberfläche so wie der Höcker, auf welchem es steht, geglättet und geschrammt ist, dessen Seiten aber zackig sind; wenn ein Bildhauer eine kleine Figur aus einer grösseren herauszumeiseln hätte, so würden die steil vorspringenden Theile, ehe er seine Arbeit ganz vollendete, diesen Gesteinsmassen zu vergleichen sein: woher es kommt, dasz ein Gletscher, wenn er einen solchen kuppelförmigen Felsen zu einer geringeren Grösze abschleift, jemals eine kleine Partie angenscheinlich unberührt lassen kann, ist mir unverständlich.

Auf dem Gipfel einiger dieser kuppelförmigen Hügel an diesem Felsenwall finden sich aufliegende erratische Blöcke; diese Erscheinung ist aber bei weitem auffallender dicht bei Capel Curig zu sehen, wo beinahe jeder solcher kuppelartige Felsen südlich vom Gasthofe einen oder mehrere eckige Massen einer fremden Felsenart trägt. Der Contrast zwischen der rohen Gestalt dieser Blöcke und den glatten warzigen Felshöckern, auf denen sie ruhen, fiel mir als eine der merkwürdigsten, durch die Bewegung der Gletscher hervorgebrachten Wirkungen auf. An den Abhängen der Berge oberhalb Capel Curig beobachtete ich einige erratische Blöcke, welche an sehr schmalen Felsvorsprüngen liegen geblieben waren, und andere von ungeheurer Grösze, welche in Gruppen zerstreut umher lagen. Der gröszte der von mir beobachteten erratischen Blöcke war ungefähr 26 Fusz lang und 12 Fusz breit und bis zu einer nicht zu bestimmenden Dicke eingegraben.

Geht man das grosze gerade Thal von Nant-Francon hinab, welches früher die vereinigten Gletscher aus den Seen Idwell und Ogwyn geführt haben musz, so begegnen wir beständig kuppelartig gebildeten Felsen bis unterhalb des Dorfes Bethesda. Von diesem Punkte an nach Bangor zu werden diese kuppelförmigen Felsen selten; wenigstens ist sicher, dasz eine grosze Zahl von Felsblöcken mit rauhen Oberflächen vorspringen, während höher hinauf in diesem Thale und in allen den groszen centralen Thälern von Snowdonia derartige nicht abgeschliffene Felsmassen nicht anzutreffen sind. Bei Bethesda trifft man zuerst auf nicht geschichtete Massen weiszlicher Erde, von zehn bis vierzig Fusz Dicke, welche voll sind von meist abgerundeten, aber auch theilweise eckigen Gesteinsbruchstücken von einem bis zu vier

Fusz im Geviert. Diese Ablagerung ist deshalb interessant, weil die Steine tief geschrammt sind, wie die Felsen in situ, über welche ein Gletscher gegangen ist. Die Schrammen sind zuweilen unregelmässig und gekrümmt, meistens aber völlig parallel, wie ich über die eine ganze Seite eines groszen Felsblocks weg sah. Einige dieser Blöcke waren nur an einer Seite geschrammt, andere auf zwei Seiten, aber wegen der Schwierigkeit die grösseren Blöcke umzudrehen weisz ich nicht, welches der häufigere Fall ist. Ich sah einen groszen Block, an welchem die Schrammen auf den entgegengesetzten Seiten sämtlich parallel waren, ferner einen andern unregelmässig conischen, vier Fusz langen, an welchem drei Viertel des Umfangs mit parallelen, nach der Spitze zu convergirenden Streifen gezeichnet waren. An den kleinen, länglichen, sechs bis zwölf Zoll im Durchmesser haltenden Blöcken beobachtete ich, dasz die Streifen meistens, wenn nicht immer, ihrer längeren Axe parallel waren, was beweist, dasz sie sich, als sie der reibenden Kraft ausgesetzt waren, in der Richtung des geringsten Widerstandes angeordnet hatten. Von drei groszen Blöcken, welche in eine senkrechte Kluft eingeklemmt geblieben waren, waren die senkrechten Seiten von zweien in horizontalen Linien und vom dritten in einer schrägen Richtung geschrammt. Diese verschiedenen Thatsachen, besonders die parallelen Streifen an der oberen und unteren Fläche, zeigen, dasz die Blöcke nicht an der Stelle gefurcht wurden, wo sie jetzt eingebettet liegen, wie es bei den erratischen Blöcken der Fall gewesen zu sein scheint, welche Mr. MACLAREN² in steinigem Thon (Löss) in der Nähe von Edinburg beschrieben hat. Sehr auffallend ist der Contrast im Zustande der Oberfläche dieser Gesteinsstücke und derjenigen, welche an den Gehängen der anstosenden Berge und der groszen centralen Thäler hinauf zerstreut liegen oder auf den niedergewaschenen Massen nackten Felsens aufsitzen; derartige Steinblöcke bieten, wie ich besonders bemerkte, keine Anzeichen von Schrammen oder Streifen dar, wie man hätte im Voraus erwarten können, wenn sie, wie angenommen wird, auf der Oberfläche der Gletscher fortgeführt wurden. In den Steinbrüchen, welche ich untersucht habe, nämlich unterhalb Bethesda und in einer geringen Höhe auf der östlichen Seite des Dorfes, ruhte der steinige Thon auf nicht in kuppelförmige Hügel abgewaschenem Schiefergestein. Ich fand indessen ein ziemlich glattes

² Geology of Fife and the Lothians, p. 212.

Stück Grünstein mit einigen wenigen tiefen Schrammen gezeichnet. Der Thon bildet in der Höhe, wahrscheinlich von 600 Fusz über dem Meeresspiegel, eine kleine, nach dem Meere hin sich abdachende Fläche; und zwischen Bethesda und Bangor finden sich noch andere geneigte, aus Thon und Kies bestehende Flächengebiete. Betrachtet man diese Thatsachen in Verbindung mit den später noch zu erwähnenden Beweisen für die neuerliche Erhebung dieser Küste, so kann ich nicht daran zweifeln, dasz sich der Thon in einer geneigten Schicht unterhalb des Wasserspiegels des Meeres bildete. In seiner Zusammensetzung ist er einigen von den Schichten im Feuerlande ähnlich, welche zweifellos diesen Ursprung hatten. Ich vermuthe, die geschrammten, abgerundeten und gestreiften Steinbruchstücke sind in der Form einer End-Moräne von dem groszen aus dem Thale von Nant-Francon herabsteigenden Gletscher in's Meer geschoben worden.

Mr. TRIMMER³ berichtet, nach dem Zeugnis einiger Arbeitsleute, dasz Seemuscheln auf Moel Faban, zwei Meilen nordöstlich von Bethesda, gefunden worden sind. Ich bestieg diesen und einige der benachbarten Berge, konnte aber keine Spur einer Ablagerung finden, von der es wahrscheinlich gewesen wäre, dasz sie Muscheln einschlösse. Es steht dieser Berg isolirt, aus dem Wege der Gletscher in den centralen Thälern herausgerückt; er ist höher als 1000 Fusz; seine Oberfläche ist zackig und bietet nicht die geringste Erscheinung vom Fortrücken von Gletschern dar; aber hoch an seinen Seiten hinauf (und vielleicht selbst auf seinem Gipfel) finden sich grosze, eckige und abgerundete Blöcke von fremdem Gestein.

Der Meeresküste zwischen Bangor und Caernarvon entlang und auf der Ebene von Caernarvonshire bemerkte ich keine kuppelförmigen Hügel von Gestein. Das ganze Land ist an den meisten Stellen mit Lagen von Thon und geschichtetem Kiese bedeckt, an deren Oberfläche erratische Blöcke zerstreut umher liegen; einige dieser Blöcke waren geschrammt. In Folge der von TRIMMER⁴ gegebenen Schilderung seiner

³ Proceedings of the Geological Society, Vol. I. p. 332, oder Philosoph. Magaz., 2. Ser., Vol. X. p. 143. Trimmer war einer der ersten, welcher die Schrammen und andere Zeichen an den Felsen von Nord-Wales beobachtete. Er hat auch bemerkt, dasz „einige der gröszeren Blöcke zwischen dem Kies auf ihrer „Oberfläche tiefe Ritzen haben.“ Trimmer selbst hat zerbrochene Seemuscheln im Diluvium bei Beaumaris gefunden.

⁴ Proceedings of the Geolog. Society, Vol. I. p. 332; Philosoph. Magaz., a. a. O.

merkwürdigen Entdeckung von zerbrochenen Stücken von *Buccinum*, *Venus*, *Natica* und *Turbo* unter einer zwanzig Fusz dicken Lage von Sand und Kies auf Moel Tryfan (südöstlich von Caernarvon) bestieg ich diesen Berg. Seine Höhe beträgt 1192 Fusz⁵ über dem Meere; er ist mit erratischen Blöcken fremden Gesteins überstreut, von denen die meisten dem Anscheine nach von den benachbarten Bergen herühren; aber in der Nähe des Gipfels fand ich die abgerundeten Kreide-Feuersteine⁶ und kleine Stücke eines weissen Granits, welche Dr. BUCKLAND erwähnt hat. Seine Form ist conisch und er steht isolirt; wo nur immer das nackte Gestein durchbricht, ist seine Oberfläche zackig rauh und bietet kein Zeichen dar, dasz sie an irgend einem Theile in Kuppeln ausgewaschen worden wäre. Der Contrast zwischen dem oberflächlichen Theile des nackten Gesteins auf diesem Berge und auf Moel Faban und dem der Gesteine innerhalb der groszen centralen Thäler von Caernarvonshire ist sehr merkwürdig; es ist ein Contrast von genau derselben Art, wie man ihn beobachten kann, wenn man in diesen selben Thälern an beiden Seiten hinaufsteigt bis über den Bereich der alten Gletscher hinaus. Eine kleine Strecke am Berge hinab sieht man eine zwei oder drei Fusz mächtige Schicht von zerbrochenen Schieferfragmenten, mit einigen wenigen unvollkommen abgerundeten Rollsteinen und Findlingssteinen verschiedener Gesteinsarten untermischt, an mehreren Stellen auf dem Schiefer ruhen, dessen Oberfläche bis zur Tiefe von mehreren Fuszen zerfallen, zerbrochen und in einer sehr merkwürdigen Art und Weise verdreht ist. Die blättrigen Bruchstücke haben indessen zuweilen theilweise ihre ursprüngliche Lage beibehalten.

Es gelang mir nicht, irgend welche Muschelfragmente zu finden; aber in der Nähe des Gipfels des Berges auf der östlichen oder nach dem Inlande zugekehrten Seite fand ich mindestens zwanzig Fusz mächtige Lager von unregelmässig geschichtetem Kies und Gesteinstücken mit deutlichen und völlig bestimmten Lagen eines groben gelben Sandes und andern von fein thoniger Beschaffenheit und röthlicher Farbe. Diese Lager sind denen von Shropshire und Staffordshire äusserst ähnlich, in welchem (wie ich es selbst an sehr vielen Stellen

⁵ Murchison, Silurian System, p. 528.

⁶ Ich will erwähnen, dasz ich bei Little Madely in Staffordshire Kreide-Feuersteine in den Kiesschichten in Gesellschaft von jetzt lebenden Species von Seemuscheln gefunden habe.

beobachtet habe) Fragmente von Seemuscheln gefunden werden, und von denen seit dem Erscheinen von MURCHISON's Capiteln über die Triftbildung dieser Grafschaften, wie ich glaube, Jedermann zugibt, dasz sie submarinen Ursprungs sind. Man darf daher schlieszen, dasz die Lager von grobem und thonigem Sand und von Kies, mit weither transportirten Roll- und Findlingssteinen, ihren Ursprung nicht einer Überschwemmung verdanken, sondern abgelagert wurden, als der Gipfel von Moel Tryfan unter die Oberfläche des Meeres untergetaucht stand. Da keine Zeichen von einem Übergange von Gletschern über diesen Berg vorhanden sind (was allerdings seiner Lage nach sich kaum ereignen konnte), so müssen wir annehmen, dasz die Wandersteine von schwimmendem Eise transportirt wurden; und dies stimmt auch mit der weit entfernten Ursprungsstätte einiger dieser Rollsteine und mit dem Vorhandensein von Seemuscheln überein. Innerhalb der centralen Thäler von Snowdonia scheinen die erratischen Steine ganz und gar den Gesteinen der Gegend selbst anzugehören. Dürfen wir nicht vermuthen, dasz die Eisberge, als sie über die Oberfläche weg rieben und von den Gezeiten aufgehoben und niedergelassen wurden, die weichen Schieferfelsen in derselben Weise zerbrachen und zerstieszen, wie sie die sedimentären Schichten der Ostküste von England (wie LYELL⁷ gezeigt hat) und des Feuerlandes verstört zu haben scheinen? Obgleich ich nicht im Stande war, auf Moel Faban irgend welche Schichten zu finden, von denen es wahrscheinlich gewesen wäre, dasz sie Seemuscheln bewahren sollten, so kann ich doch, in Anbetracht des Fehlens von Anzeichen eines Übergangs von Gletschern über diesen Berg, nicht daran zweifeln, dasz die erratischen Steine an seiner Oberfläche auf schwimmendem Eise transportirt wurden.

Das Hin- und Her-Getriftet-werden und das, lange Perioden hindurch stattfindende Reiben zahlreicher Eisberge an hintereinander sich erhebenden Küstenstrecken, wodurch der Grund häufig aufgerührt wurde und Gesteinsfragmente auf ihn niederfielen, erklärt die sich abdachende Fläche nichtgeschichteten steinigen Thons, glegentlich in Verbindung mit Lagern von Sand und Kies, welche den Westen und Norden der groszen Berge von Caernarvonshire umsäumen.

⁷ On the Boulder Formation of Eastern Norfolk; Philosoph. Magaz., 3. Ser., Vol. XVI. May, 1840, p. 351.

In einer vor der Geological Society gelesenen Abhandlung⁸ habe ich bemerkt, dass Gesteinsblöcke von schwimmendem Eise unter verschiedenen Bedingungen transportirt werden: 1) durch das Frieren des Meeres, in Ländern, wo das Clima das tiefe Hinabsteigen der Gletscher nicht begünstigt; 2) durch die Bildung von Eisbergen in Folge des Herabsteigens von Gletschern von nicht sehr hohen Bergen in das Meer, in solchen Breiten (so z. B. in der Breite von Genf oder von der Loire-Mündung in der südlichen Hemisphäre), wo die Oberfläche des Meeres niemals gefriert; und 3) durch beide Wirkungen in Verbindung. Ich habe ferner bemerkt, dass der Zustand und die Art der transportirten Steine meistens durch die Art, wie sich das schwimmende Eis gebildet hat, beeinflusst worden sein wird. In Übereinstimmung mit diesen Ansichten will ich noch bemerken, dass es nach dem niedrigen Niveau der Kreideformation in England nicht wahrscheinlich zu sein scheint, dass abgerundete Kreide-Feuersteine selbst in den kältesten Zeiten häufig auf die Oberfläche von Gletschern gefallen sein können. Ich komme daher zu dem Schlusse, dass derartige Rollsteine wahrscheinlich durch das Gefrieren des Wassers an den alten Meeresküsten eingeschlossen worden sind. Wir sind indessen im Besitze der deutlichsten Beweise für die Existenz von Gletschern in dieser Gegend; und offenbar erreichten, als das Land ein niedrigeres Niveau hatte, einige von den Gletschern, wie bei Nant-Francon, das Meer, wo sich dann gelegentlich mit Fragmenten beladene Eisberge gebildet haben werden. Wir dürfen annehmen, dass auf diese Weise die groszen eckigen Blöcke walliser Gesteine transportirt worden sind, welche über die mittleren Grafschaften von England zerstreut liegen⁹. Ich habe in den Thälern in der Nähe von Capel Curig und

⁸ 5. May, 1841: „On the distribution of Erratic Boulders, and on the contemporaneous unstratified deposits of South America“; in: Transactions of the Geological Society of London; 2. Ser. Vol. VI. 1841. p. 415—431. Deutsch, s. diesen Band, 2. Abth. p. 57.

⁹ Auf dem Gipfel von Ashley Heath in Staffordshire findet sich ein eckiger Block von syenitischem Grünstein, vier und einen halben zu vier Fusz im Geviert und zwei Fusz dick. Dieser Punkt liegt 803 Fusz oberhalb des Meeresspiegels. Aus dieser Thatsache, in Verbindung mit den sich auf Moel Tryfan und Faban beziehenden, müssen wir, wie ich glaube, schlieszen, dass dieser ganze Theil von England in der Periode des schwimmenden Eises tief untergetaucht war. Nach den früher von mir entwickelten Gründen (Philosoph. Transact., 1839) zweifle ich nicht daran, dass in dieser selben Zeit die centralen Theile von Schottland min-

in Nant-Francon sorgfältig nach Schichten von Rollsteinen oder andern Zeichen von mariner Erosion gesucht, habe aber keine entdecken können; als indessen Moel Tryfan und Faban unterhalb des Meeresspiegels standen, müssen sich Buchten von Seewasser hoch hinauf oder ganz und gar durch diese Thäler erstreckt haben, und wo dieselben tief waren, werden die Gletscher (wie gegenwärtig in Spitzbergen¹⁰) sich auf der Oberfläche des Wassers schwimmend herausgezogen und leicht in groszen Stücken gelöst haben. Nach dem Vorhandensein kuppelförmiger Felsen weit unten im Thale von Nant-Francon und an den Ufern der Seen von Llanberis (310 Fusz über dem Meere) ist es offenbar, dasz Gletscher die Thäler erfüllten, nachdem das Land bis nahe zu seiner gegenwärtigen Höhe emporgehoben worden war; und diese Gletscher müssen aus den Thälern all den Schutt rein ausgekehrt haben, welchen das Meer zurückgelassen hatte. Soweit meine sehr beschränkten Beobachtungen reichen, vermuthe ich, dasz kuppel- oder höckerförmige Felsmassen als eines der besten Kennzeichen dienen werden, um zwischen den von Gletschern und den von Eisbergen hervorgebrachten Wirkungen zu unterscheiden¹¹.

destens 1300 Fusz tiefer standen, als ihr jetziges Niveau, und dasz ihre Hebung seitdem sehr langsam gewesen ist. Der erratische Block auf Ashley Heath ist wahrscheinlich dem Zerfall durch atmosphärische Einflüsse länger ausgesetzt gewesen, als irgend ein anderer in diesem Theile von England. Es interessirte mich daher, den Zustand seiner untern Fläche, welche zwei Fusz in compactem eisen-schüssigen Sande eingebettet lag (er enthielt nur Quarz-Rollsteine aus dem darunter liegenden Buntsandstein), mit dem oberen Theile zu vergleichen. Ich konnte indessen in der Erhaltung der scharfen Umrisse seiner Seiten nicht den geringsten Unterschied wahrnehmen. Ich liess ein Loch unter einem andern groszen erratischen Block von dunkelgrünem feldspathigen Schiefergestein graben, der in einem tieferen Niveau lag; er lag 18 Zoll weit vom Buntsandstein entfernt und war von ihm durch Sand getrennt, welcher zwei Rollsteine von Granit und einige eckige und abgerundete Massen von Buntsandstein enthielt. Eine der abgerundeten Kugelmassen des letztern Gesteins war in zwei Stücke gespalten und tief geschrammt, offenbar durch das Stranden des erratischen Blockes.

¹⁰ Dr. Martens, über die Gletscher von Spitzbergen, in: New Edinb. Philos. Journ., 1841, Vol. XXX, p. 288.

¹¹ Ich habe in meiner ‚Reise‘ (Übersetzung, p. 283 flgde.) zu zeigen versucht, dasz viele von den, sonst Überschwemmungen und der Bewegung von Gletschern auf festem Lande zugeschriebenen Erscheinungen aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Wirkung des Strandens von Eisbergen hervorgebracht worden sind. Ich habe nach der Autorität des Dr. Richardson angegeben, dasz die felsigen Betten der Flüsse in Nord-America, welche Eis führen, geglättet und polirt sind, und (p. 288, Anm.) dasz die Eisberge vor den Arctischen Küsten sämtliche Rollsteine vor sich her schieben und die submarinen Felsplatten absolut nackt lassen.

Dr. BUCKLAND hat im Detail die Zeichen vom Durchgang von Gletschern beinahe dem ganzen Verlauf der groszen centralen Walliser Thäler entlang beschrieben; ich beobachtete, dasz diese Zeichen in der Höhe von einigen Hundert Fusz an den Bergabhängen, oberhalb der Wasserscheiden, augenfällig waren, da wo sich die bei Conway, Bangor, Caernarvon und Tremadoc in das Meer ergieszenden Flüsse theilen: es geht hieraus hervor, dasz Jemand, der von einem der genannten Orte (oder eine Strecke weit oberhalb, wo die Gletscher in den Thälern endeten) ausgieng, früher, ohne vom Eise herunter zu kommen, an einem der andern drei Orte oder weit unten in den Thälern, in denen sie liegen, herausgekommen wäre. Die Berge müssen in dieser Zeit Inseln gebildet haben, welche von einander durch Eisströme getrennt und vom Meere umgeben waren. Die Mächtigkeit des Eises in mehreren dieser Thäler ist grosz gewesen. Im Thale von Llanberis bestieg ich einen sehr steilen Berg, in Ost-Nordost vom obern Ende des obern Sees, welcher unbedeutend vorspringt, da wo sich das Thal ein wenig biegt. Auf den unteren 1000 Fusz (ich glaube, richtig geschätzt zu haben) sind die von den Gletschern zurückgelassenen Zeichen sehr deutlich, besonders in der Nähe der oberen Grenze, wo sich auf Gesteinskuppeln aufsitzende Findlingsblöcke finden und wo die Schrammen an den beinahe senkrechten Felswänden, wie ich meine, deutlicher sind als irgendwelche andere, welche ich gesehen habe. Diese Schrammen sind meistens unbedeutend nach dem Meere zu geneigt, aber in verschiedenen Winkeln, wie es die Oberfläche des Gletschers früher gewesen sein musz. Aber an einer besonderen, ungefähr zu 50 Graden geneigten Felsenwand stiegen continuirliche, scharf ausgesprochene und beinahe parallele Linien unter einem Winkel von 18° mit dem Horizonte aufwärts, d. h. in einem der Oberfläche des Gletschers entgegengesetzten Sinne. Diese Felsenwand lag nicht parallel mit den Seiten des Hauptthales, sondern bildete die eine Seite des abfallenden Bergendes, über und um welches herum das Eis mit ungeheurer Gewalt herumgeschwenkt sein und sich seitlich ausgebreitet haben musz, nachdem es bei dem oben erwähnten Vorsprung dicht eingeeengt worden war. An diesem Punkte, wo sich der Gletscher nach Westen herumgewendet und ausgebreitet hat, scheint sich seine Oberfläche auf einer kurzen Strecke bedeutend geneigt zu haben; denn an einem Berge, welcher ungefähr eine Viertel-Meile nordwestlich von dem Vorsprung liegt und einen untern Theil desselben Bergzugs bildet

(er liegt südöstlich von der Victoria Inn und hat einen röthlichen Gipfel), finden sich die Zeichen für den Durchgang des Gletschers auf einem beträchtlich niedrigeren Niveau. Indessen sind auf dem Gipfel selbst dieses Berges mehrere grosse Gesteinsblöcke von ihren Stellen bewegt worden, als wäre gelegentlich das Eis über den Gipfel weggegangen, aber nicht hinreichende Zeit lang, um ihn glatt zu reiben.

Ich kann mir keine instructivere und interessantere Belehrung denken für irgend Jemand, welcher (wie ich es that) die von dem Fortschreiten der Gletscher hervorgebrachten Wirkungen kennen zu lernen wünscht, als einen Berg zu besteigen wie einen von den, südlich vom obern See von Llanberis gelegenen, welcher vom Fusz bis zum Gipfel aus derselben, ähnlich geschichteten Felsart besteht. Die untern Partien bestehen gänzlich aus convexen Kuppeln oder Höckern nackten Gesteins, meistens geglättet, aber mit oft tief in nahezu horizontalen Linien geschrammten Seiten und mit, gelegentlich aufsitzende Findlinge fremden Gesteins tragenden Gipfeln. Andererseits sind die obern Partien weniger entblöszt und die zackigen Enden der schiefrigen Felsen springen in unregelmässigen Vorsprüngen durch den Rasen durch; es sind keine glatten Gesteinkuppen, keine geschrammten Flächen, keine Findlinge zu sehen; und dieser Wechsel wird durch ein Emporsteigen von nur einigen wenigen Yards hervorgebracht! Der Contrast ist so gross, dasz ein Jeder, welcher diese Berge aus der Entfernung besieht, in vielen Fällen ganz natürlich zu dem Schlusse kommen würde, dasz ihre Basen und ihre Gipfel aus ganz verschiedenen Formationen beständen.

Ueber die Bildung der Ackererde.

Aus: Transactions of the Geological Society of London, 2. Ser., Vol. V. 1838.
p. 505—509.

Die Bildungsweise der oberflächlichen Erdschicht, welche gewöhnlich vegetabilische Ackererde (*vegetable mould*) genannt wird, bietet ihrem vollständigen Verständnis einige Schwierigkeiten dar, welche allem Anscheine nach übersehen worden sind. Auf alten Weideländereien zeigt die Ackererde bis zur Tiefe einiger wenigen Zolle nur unbedeutende Verschiedenheiten, wenn sie auch auf verschiedenen Arten von Untergrund aufliegt. Die gleichförmige Feinheit ihrer Theilchen ist einer der hauptsächlichst unterscheidenden Charactere; derselbe ist besonders gut in einer kiesigen Gegend zu beobachten, wo ein neuerdings umgepflügtes Feld unmittelbar an ein anderes Stück Landes anstöszt, welches lange Zeit zum Grasen benutzt und ungestört geblieben ist. In dem letzteren wird weder auf der Oberfläche noch unmittelbar darunter ein Stein zu sehn sein, trotzdem dasz auf dem gepflügten Felde ein verhältnismässig groszer Theil des Bodens aus kleinen Steinen zusammengesetzt sein mag. Nach dem vorherrschenden Gebrauche des Ausdrucks „vegetabilische Ackererde“ möchte es den Anschein gewinnen, als würde ihr Ursprung allgemein einer Wirkung der Vegetation zugeschrieben; indessen ist es doch kaum zu begreifen, dasz der Rasen in einem Falle wie dem der zwei aneinander stossenden Felder, eine so merkwürdige Verschiedenheit, wie die so eben erwähnte, hat hervorbringen können.

Meine Aufmerksamkeit wurde durch Mr. WEDGWOOD auf diesen Gegenstand gelenkt, welcher mir, während ich mich in Maer Hall, in Staffordshire, aufhielt, mehrere Felder zeigte, von welchen einige ein paar Jahre früher mit Kalk und andere mit gebranntem Mergel und Kohlenstückchen bedeckt worden waren. In allen Fällen lagen diese Substanzen einige Zoll unter den Rasen vergraben. An mehreren

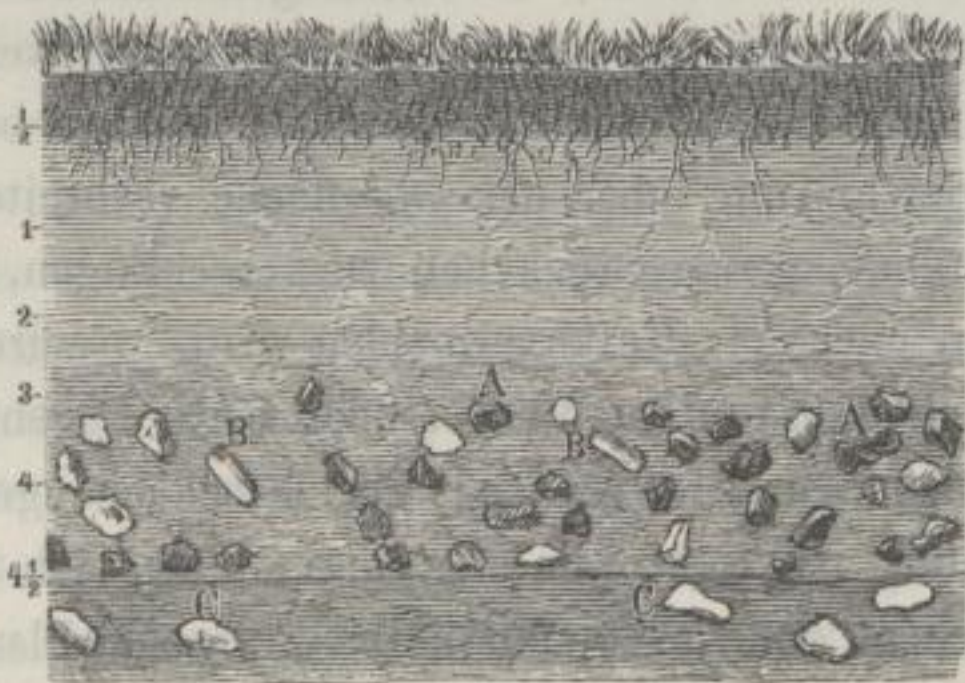
Stellen von drei zur Weide benutzten Feldern grub ich viereckige Löcher und erhielt die folgenden Resultate: — 1) Auf einem Stück guten Weidelandes, welches, ohne umgepflügt worden zu sein, vor ungefähr zehn Jahren gekalkt worden war, war der Rasen oder die Schicht, in welcher die Wurzeln der Graspflanzen dicht unter einander verwoben sind, ungefähr einen halben Zoll dick. Zwei und einen halben Zoll unter diesem, oder ungefähr drei Zoll von der Oberfläche bildete eine Schicht Kalk oder eine Reihe kleiner zusammengeballter Kalkklümpchen eine scharf abgezeichnete weisse Linie rings um die Löcher. Der Boden unter dieser Schicht Kalk war kieselig oder von einer grob sandigen Beschaffenheit und war von der Ackererde in der Nähe der Oberfläche beträchtlich verschieden. Ungefähr vor drei Jahren waren auch ausgeglühte Kohlen auf diesem Felde ausgebreitet worden; als ich es aber untersuchte, waren sie in einer Tiefe von einem Zoll eingegraben. Sie waren nicht hinreichend zahlreich, um eine Schicht zu bilden, obschon eine Reihe schwarzer Flecke deutlich verfolgt werden konnte, welche mit dem weissen Streifen von Kalk parallel war und und über demselben lag. Einige andere Kohlenstücke, welche auf einem andern Theile dieses nämlichen Feldes erst vor einem halben Jahre ausgestreut worden waren, lagen entweder an der Oberfläche oder waren von den Wurzeln der Graspflanzen eingewickelt.

Das zweite Feld erwähne ich nur wegen der Thatsache, dasz die Stückchen ausgebrannter Kohlen in solchen Mengen ungefähr drei Zoll tief begraben waren, dasz sie eine nahezu einen Zoll dicke Schicht bildeten. Diese Schicht war an einigen Stellen so continuirlich, dasz der obere Bodentheil mit dem untern nur durch die längern Graswurzeln verbunden wurde. Der Untergrund war ein röthlicher Thon; er trat ein wenig unterhalb der Kohlenstückchen auf.

Der dritte Fall, den ich beschreiben werde, betrifft ein Feld, welches, wie mir Mr. WEDGWOOD mittheilte, vor fünfzehn Jahren wüstes Land war. Es wurde zu jener Zeit drainirt, gepflügt, geeggt und ordentlich mit gebranntem Mergel und Kohlenstückchen bedeckt. Es ist seitdem nicht wieder aufgestört worden und trägt nun eine erträglich gute, aber eher grobe Weide. Ein Durchschnitt durch dieses Feld, wie er im Holzschnitt dargestellt worden ist, ergab: Rasen einen halben Zoll dick, vegetabilische Ackererde zwei und einen halben Zoll; eine, einen und einen halben Zoll dicke Schicht von Bruchstücken von gebranntem Mergel (wegen ihrer hellrothen Farbe auffallend), von

Kohlenstückchen und einigen wenigen Quarzsteinen, mit Erde vermischt. Eines der eckigen Bruchstücke von gebranntem Mergel, was in der Nähe des Bodens dieser Schicht lag, masz einen Zoll in der Länge, einen halben Zoll in der Breite und einen Viertel-Zoll in der Dicke. Endlich lag ungefähr vier und einen halben Zoll unter der Oberfläche der ursprüngliche schwarze torfige Boden. Wir finden hiernach diejenigen Substanzen, welche vor fünfzehn Jahren auf die Oberfläche gestreut worden waren, unterhalb einer nahezu vier Zoll dicken, aus feinen mit zerfallener vegetabilischer Substanz vermischten Erdtheilchen bestehenden Schicht liegen.

Das äuszere Aussehen in allen den oben angeführten Fällen war so, als ob (in der Redeweise der Landwirthe, welche mit diesen That- sachen wohlbekannt sind) die Bruchstücke sich selbst tiefer hinein



gearbeitet hätten. Es ist indessen doch kaum möglich, dasz Kohlen- stückchen und Steine, und noch weniger gepulverter Kalk bis zu einer Tiefe von einigen Zollen durch compacte Erde und eine Schicht von verfilzten Pflanzenwurzeln hindurchsinken können; auch ist es durch- aus nicht wahrscheinlich, dasz der Zerfall von Gräsern, trotzdem er der Oberfläche einige der constituirenden Theile der Ackererde hinzu- fügt, in so kurzer Zeit die feine von der groben Erde trennen und die erstere über denjenigen Gegenständen anhäufen könnte, welche so spät noch an der Oberfläche gewesen sind. Ich will noch hinzufügen, dasz ich wiederholt Scherben von Töpferwaaren und Knochen auf Feldern in der Nähe von Städten (auf welche derartige Substanzen häufig mit dem Dünger geworfen werden) unterhalb des Rasens begraben fand; und da diese Felder augenscheinlich nicht umgepflügt worden waren, überraschte mich oft dieser Umstand. In kürzlich umgegrabenem

Gärten habe ich im Gegentheil bemerkt, dasz der Regen durch Wegwaschen der feineren Erdtheilchen Steine und andere harte Gegenstände an der Oberfläche angehäuft liegen läßt.

Ich habe nicht den geringsten Zweifel, dasz die Erklärung dieser Thatsachen, welche Mr. WEDGWOOD einfiel, obschon sie auf den ersten Blick trivial erscheinen mag, doch die richtige ist, nämlich, dasz die ganze Operation eine Folge des Verdauungsprocesses des gemeinen Regenwurms ist. Bei sorgfältigem Untersuchen zwischen den Grashalmen auf den oben beschriebenen Feldern fand ich kaum einen Raum von zwei Quadrat-Zollen ohne einen kleinen Haufen der cylindrischen Excremente von Würmern. Es ist ganz gut bekannt, dasz die Würmer in ihren Höhlen erdige Substanz verschlingen und dasz sie dann, nachdem sie die ihnen zur Nahrung dienende Partie daraus entfernt haben, das Übrigbleibende in kleinen, darmförmigen Häufchen an der Mündung ihrer Gänge auswerfen. Diese behalten theilweise ihre Form, bis der Regen oder im Winter das Thauen, wie ich beobachtet habe, die Substanz gleichförmig über der Oberfläche verbreitet. Der Wurm ist nicht im Stande, grobe Stückchen zu verschlingen, und da er auch natürlich reinen oder Ätz-Kalk vermeiden wird, so wird die unter den Kohlenstückchen, gebranntem Mergel oder Kalk liegende feinere Erde durch einen langsamen Procesz nach der Oberfläche geschafft werden. Diese Vermuthung ist nicht rein imaginär; denn ich habe auf dem Felde, auf welchem erst vor einem halben Jahre Kohlenstückchen ausgestreut worden waren, factisch die wurmförmigen Excremente auf den kleineren Fragmenten angehäuft gesehen. Ich wiederhole auch, dasz diese Thätigkeit nicht so trivial ist, als wofür sie auf den ersten Blick gehalten werden möchte: wie ein Jeder, der nur jemals auf einem Grasfeld gegraben hat, wissen musz, gleicht die grosze Anzahl der Regenwürmer die unbedeutende Menge des von jedem Einzelnen Geleisteten aus. Durch die Vorstellung, dasz die oberflächliche Ackererde auf diese Weise präparirt wird, erklärt sich der Vortheil alten Weidelandes, gegen dessen Umpflügung, wie wohl bekannt ist, die Landwirthe in England so besonders abgeneigt sind; denn die Länge der zur Bildung einer dicken Schicht nothwendigen Zeit ist ganz beträchtlich. Auf dem torfigen Felde waren im Verlaufe von fünfzehn Jahren ungefähr drei und ein halber Zoll ordentlich präparirt worden; es ist aber wahrscheinlich, dasz der Procesz, wenn auch in einer sehr langsamen Weise, bis auf eine bedeutend gröszere Tiefe fortgesetzt wird. Jedesmal, wenn

ein Wurm in Folge trocknen Wetters oder aus irgend einer andern Ursache dazu getrieben wird, tief hinabzusteigen, musz er, wenn er den Inhalt seines Körpers entleert, einige wenige Partikel frischer Erde auf die Oberfläche bringen¹. Hierdurch werden die vom Menschen zugebrachten Düngemittel, ebenso wie die ursprünglichen Bestandtheile des Bodens, durch und durch unter einander gemischt, und das Ganze erhält einen nahezu homogenen Character.

Obgleich der Schlusz auf den ersten Blick überraschend erscheinen mag, so dürfte es doch schwer sein, die Wahrscheinlichkeit zu leugnen, dasz jedes Körnchen Erde, welches die Erdschicht bildet, von der sich auf alten Weidestrecken der Rasen erhebt, durch den Darmcanal der Regenwürmer hindurch gegangen ist; daher würde auch der Ausdruck „thierische Ackererde“ in einigen Beziehungen noch zutreffender sein als der „vegetabilische Ackererde“.

Ich will mit der Bemerkung schlieszen, dasz der Landwirth beim Pflügen des Bodens einer im strengen Sinne natürlichen Methode folgt; er ahmt nur in einer rohen Art und Weise, ohne im Stande zu sein weder die Steine tiefer einzugraben noch die feine von der groben Erde zu sieben, die Arbeit nach, welche die Natur täglich durch die Thätigkeit der Regenwürmer ausführt.

Anmerkung. — Seit Abfassung meiner, am 1. November gelesenen Abhandlung über „die Bildung der Ackererde“ habe ich von Staffordshire einen Bericht erhalten, welcher die dort gemachten An-

¹ Mr. Lindsay Carnagie von Kimblethment gibt in einem Schreiben aus Schottland an Lyell über den Gegenstand dieser Abhandlung, wie in den Proceedings der Gesellschaft mitgetheilt wird, an, dasz er beim Abklären eines steifen thonigen Bodens oberhalb eines Steinbruchs Würmer in kleinen, in Kammern abgetheilten Gängen zwischen sieben und acht Fusz unter der Oberfläche gesehen habe. Die schwarze Ackererde auf dem Thon war dort zwei Fusz dick. Mr. Carnagie bemerkt auch in seinem Briefe, dasz die schottischen Farmer in Folge eines Glaubens, dasz der Kalk an und für sich eine Neigung habe einzusinken, sich fürchten, ihn auf gepflügtes Land eher als unmittelbar vor dem Liegenlassen des Feldes zu Weidegrund zu bringen. Er fügt dann hinzu: „Vor einigen Jahren, im Herbste, brachte ich Kalk auf Haferstoppeln und pflügte ihn ein; ich brachte ihn dadurch in unmittelbare Berührung mit der abgestorbenen Pflanzensubstanz und stellte seine ordentliche Mischung mittelst aller späteren Operationen der Brache sicher; in Folge des oben erwähnten Vorurtheils glaubte man, ich habe einen groszen Fehler begangen, das Resultat war aber auszerordentlich erfolgreich, und die Methode wurde theilweise weiter befolgt. Durch Mr. Darwin's Beobachtungen wird, wie ich glaube, das Vorurtheil gänzlich beseitigt.“ — Juni 1838.

gaben über das augenscheinliche Einsinken von, auf die Oberfläche von Rasenland gelegten Gegenständen bestätigt. Den ersten Fall erwähne ich nur, weil die betreffende Substanz von den früher beschriebenen verschieden ist. Im Frühjahr 1835 wurde ein morastiges Feld, welches lange als Grasland liegen gelassen worden war, so dick mit Sand bestreut, dasz die ganze Oberfläche röthlich gefärbt erschien. Gegenwärtig, nämlich zwei und ein halb Jahr später, bildet der Sand eine Schicht drei Viertel Zoll unter der Oberfläche; diese drei Viertel Zoll bestehen aus torfigem Boden.

Der zweite Fall ist interessanter. Es ist ermittelt worden, dasz ein Feld, welches seitdem gepflügt worden ist, ungefähr vor achtzig Jahren mit Mergel bedeckt worden war; eine unvollkommene Schicht von Mergel, aber immerhin deutlich genug, um verfolgt werden zu können, wird jetzt in einer, sehr sorgfältig von der Oberfläche gemessenen Tiefe an einigen Stellen von zwölf Zoll und an andern von vierzehn Zoll gefunden: die Verschiedenheit entspricht dem Rücken und der Höhlung der durch das Pflügen hervorgebrachten Furche. Sicher ist, dasz der Mergel gesunken sein oder eingegraben worden sein musz, ehe das Feld gepflügt wurde, denn im andern Falle würden die Fragmente im Boden zerstreut worden sein: überdies erklärt auch diese Schlussfolgerung den Umstand, dasz die Mergelschicht horizontal war, während die Oberfläche wellig war. Gegenwärtig kann unmöglich ein Pflug den Mergel berühren, da die Erde in dieser Gegend niemals in grösserer Tiefe als bis zu acht Zoll umgestürzt wird. In der vorstehenden Mittheilung habe ich gezeigt, dasz auf einem kürzlich aus wüstem Zustande unter den Pflug genommenem Felde von den Würmern im Laufe von fünfzehn Jahren drei Zoll Ackererde präparirt worden waren. Wir sehen nun, dasz innerhalb einer Periode von weniger als achtzig Jahren (um wie viel weniger, kann aber nicht angegeben werden, wenn nicht das Datum bekannt wird, wann das Feld zum ersten male gepflügt wurde) die Regenwürmer den Mergel, welcher ursprünglich auf die Oberfläche gestreut wurde, mit einer Erdschicht von einer mittleren Dicke von nicht weniger als zwölf oder dreizehn Zoll bedeckt haben.

14. November, 1837.

Beschreibung des feinen Staubes, welcher oft auf Schiffe im atlantischen Ocean fällt.

Aus: The Quarterly Journal of the Geological Society of London, Vol. II, 1846, p. 26.

Es sind viele an verschiedenen Orten zerstreute Schilderungen erschienen in Bezug auf den Staub, welcher in beträchtlichen Mengen auf Schiffe an der africanischen Seite des Atlantischen Oceans niedergefallen ist. Es schien mir wünschenswerth zu sein, diese Schilderungen zusammenzustellen, ganz besonders nach Prof. EHRENBURG'S merkwürdiger Entdeckung, dasz der Staub zu einem beträchtlichen Theile aus Infusorien und Phytolitharien besteht. Ich habe fünfzehn verschiedene Angaben darüber gefunden, dasz Staub niedergefallen ist; und mehrere derselben betreffen eine Periode von mehr als einem Tage, einige sogar von einer beträchtlich längeren Zeit. Es sind auch andere weniger bestimmte Berichte erschienen. Am Ende dieses Aufsatzes will ich die besonderen Fälle anführen und will mich hier nur auf die auffallenderen beziehen und einige wenige allgemeine Bemerkungen machen.

Die Erscheinung ist am häufigsten in der Nähe des Cap-Verdischen Archipels beobachtet worden. Der südlichste Punkt, von welchem berichtet wird, dasz Staub dort gefallen sei, wird von Capt. HAYWARD¹ angegeben, auf dessen Schiff er fiel, als er von 10° bis 2° 56' N. segelte; die Entfernung von der nächsten Insel des Archipels des Grünen Vorgebirges betrug zwischen 450 und 850 Meilen. Was die nördliche Grenze betrifft, so war das Wasser eine bedeutende Strecke lang auf beiden Seiten des Cap Noon (28° 45' Breite) misfarbig, nach der Angabe des Lieut. ARLETT² zum Theil in Folge der Mengen herabfallenden Staubes. Es ist daher die Erscheinung über einen Raum von mindestens 1600 Miles Breite beobachtet worden. Dieser Staub ist mehrere Male auf Schiffe gefallen, als sie sich zwischen 300 und

600 Miles von der Küste von Africa entfernt befanden; er fiel im Mai 1840 auf die „Princess Louise“³ (in $14^{\circ} 21'$ n. Br. und $35^{\circ} 24'$ w. L.), als sie sich 1030 Miles vom Grünen Vorgebirge, dem nächsten Punkte des Festlandes entfernt fand, und daher halbwegs zwischen Cayenne in Süd-America und dem trockenen Lande nördlich vom Senegal in Africa.

Als sich am 16. Januar (1833) der „Beagle“ zehn Miles dem nordwestlichen Ende von S. Jago gegenüber befand, zeigte es sich, dasz etwas sehr feiner Staub der untern Seite der horizontalen Windfahne an der Mastspitze anhieng; er schien mir von der Gaze aus der Luft filtrirt zu sein, da das Schiff nach dem Winde hingeneigt lag. Der Wind hatte vorher einundzwanzig Stunden lang aus Ost-Nord-Ost geweht; der Staub war daher nach der Stellung des Schiffs wahrscheinlich von der Küste von Africa gekommen. Die Atmosphäre war so neblig, dasz der sichtbare Horizont nur vier Meilen entfernt lag. Während unseres Aufenthalts von drei Wochen auf S. Jago (bis zum 8. Februar) war der Wind Nord-Ost, wie es während dieses Theiles des Jahres immer der Fall ist; die Atmosphäre war häufig neblig, und sehr feiner Staub fiel beinahe beständig, so dasz die astronomischen Instrumente rauh und etwas beschädigt wurden. Der an Bord des „Beagle“ gesammelte Staub war äusserst feinkörnig und von einer röthlich braunen Färbung; er braust mit Säuren nicht auf; er schmilzt vor dem Löthrohr leicht zu einer schwarzen oder grauen Perle.

Als im Jahr 1838, vom 7. bis zum 10. März, Lieut. JAMES in J. M. S. „Spey“ in der Entfernung von zwischen 330 und 380 Miles vom Continente segelte, fielen zwischen $21^{\circ} 10'$ n. Br., $22^{\circ} 14'$ w. L. und $17^{\circ} 43'$ n. Br., $25^{\circ} 54'$ w. L. beträchtliche Mengen von Staub auf sein Schiff; vier Päckchen hiervon mit einer schriftlichen Mittheilung verdanke ich der Freundlichkeit Mr. LYELL's. Dem Staube, welcher am ersten Tage (oder dem 7.) fiel, gieng ein dichter Nebel voraus; er ist gröber als der, welcher an den folgenden Tagen fiel; er enthält zahlreiche, unregelmässige, durchscheinende, verschieden gefärbte Stückchen Stein von ungefähr $\frac{1}{1000}$ Quadratzoll, mit einigen wenigen etwas grösseren und viel feiner Substanz. Die Thatsache, dasz Stückchen dieser Grösze mindestens 330 Miles weit vom Lande hergebracht worden sind, ist interessant, da sie auf die Verbreitung der Sporen kryptogamer Pflanzen und der Eier von Infusorien Licht wirft.

Der Staub, welcher an den drei folgenden Tagen fiel, ist im Ansehen und in seinem Verhalten vor dem Löthrohr dem von mir auf S. Jago gesammelten ähnlich und ist so excessiv fein, dasz Lieut. JAMES genöthigt war, ihn mit einem in Süszwasser angefeuchteten Schwamme zu sammeln. Da der Wind während der vier oben erwähnten Tage beständig nahezu in derselben Richtung wehte, und da die Entfernung vom Lande nur wenig nach dem ersten Tage vergrößert war, so möchte es wahrscheinlich erscheinen, dasz der gröbere Staub von einem Windstosz in die Höhe gehoben wurde, mit welchem die Brisen an dieser Küste so häufig zu wehen anfangen.

Was die Richtung des Windes während der Niederfälle von Staub betrifft, so war er in jedem Falle, wo die Richtung angegeben worden ist, zwischen Nord-Ost und Süd-Ost, meistens zwischen Nord-Ost und Ost. In dem von Mr. W. CLARKE⁴ mitgetheilten Falle indessen gieng ein nebliger Wind, welcher einige Zeit lang aus Ost und Süd-Ost geweht hatte, in eine Stille über; ihm folgte dann einige wenige Stunden hindurch ein Südwest-Wind, welcher dann stark nach Osten umkehrte; während dieser ganzen Zeit fiel Staub. Was die Zeit des Jahres betrifft, so sind die Staubbälle immer in den Monaten Januar, Februar, März und April vorgekommen, in dem Falle der „Princess Louise“ aber noch so spät wie der 9. Mai. In dem einen Jahre 1839 ist der Zufall eingetreten, dasz Fall von Staub am 14. und 15. Januar und dann wieder am 4., 9., 10., 11., 12. und 13. Februar berichtet wurde. Ich will noch hinzufügen, dasz Baron ROUSSIN⁵ während seiner Vermessung der nordwestlichen Küste von Africa gefunden hat, dasz, so lange sich der Wind mit dem Ufer parallel hält, der Nebel und Staub sich nur eine geringe Entfernung weit seewärts erstreckt; wenn aber während der oben angeführten vier Monate der Harmattan aus Nord-Ost und Ost-Nordost weht und von Wirbelstürmen begleitet ist, dann wird der Staub weit hinaus geweht und wird so hoch in die Höhe gehoben, dasz Sterne und alle andern Gegenstände innerhalb 30° vom Horizont verborgen werden.

Aus den verschiedenen veröffentlichten Schilderungen⁶ geht hervor, dasz die Menge von Staub, welche auf Fahrzeugen im offenen Atlantischen Ocean fällt, beträchtlich ist und dasz die Atmosphäre häufig ganz dunstig gemacht wird; aber näher an der africanischen Küste ist die Menge noch beträchtlicher. Mehrere Male sind Schiffe auf den Strand gelaufen in Folge der Dunstigkeit der Luft: und HORSBURGH⁷

empfiehlt aus diesem Grunde allen Fahrzeugen, die Durchfahrt zwischen dem Cap-Verdischen Archipel und dem Festland zu vermeiden. Auch ROUSSIN wurde während seiner Vermessung hierdurch sehr gehindert. Lieut. ARLETT⁸ fand das Wasser so misfarbig, dasz der von seinem Schiff zurückgelassene Streifen eine lange Zeit hindurch sichtbar war; er schreibt dies zum Theil dem feinen, von den Wüsten hergewehten Staub zu, „von dem Alles an Bord bald vollkommen eingebacken wird.“

Prof. EHRENBURG* hat den von Lieut. JAMES und mir gesammelten Staub untersucht: er findet, dasz er zu einem beträchtlichen Theile aus Infusorien besteht, welche nicht weniger als siebenundsechzig verschiedene Formen umfassen. Diese bestehen aus 32 Species kiesel-schaliger Polygastrica, aus 34 Formen von Phytolitharia oder den kieseligen Geweben von Pflanzen, und aus einer Polythalamie. Das kleine Päckchen von mir gesammelten Staubes würde nicht einen Viertel Theelöffel gefüllt haben, und doch enthält es siebenzehn Formen. Prof. EHRENBURG bemerkt, dasz, da 37 Species mehreren der Päckchen gemeinsam zukommen, der von mir und an vier auf einander folgenden Tagen von Lieut. JAMES gesammelte Staub bestimmt von demselben Orte hergekommen sein musz; doch war der meinige von einem Ost-Nordost-Winde, der Lieut. JAMES' von einem Südost- und Ost-Südost-Winde hergetrieben worden. Die Infusorien sind sämmtlich alte bekannte Species, mit Ausnahme einer, welche einem ungarischen Fossil verwandt ist; sie sind ferner dem Ursprung nach Süßwasserformen mit Ausnahme zweier (*Grammatophora oceanica* und *Textilaria globulosa*), welches sicher Meeresformen sind. Prof. EHRENBURG konnte Nichts von den weichen Theilen der Infusorien entdecken, als wenn sie schnell aufgetrocknet wären; es dürfte daher hieraus hervorgehen, dasz sie vom Winde in die Höhe geführt wurden, nachdem sie schon eine Zeit lang abgestorben waren. Die gröszere Anzahl der Species ist von weiter oder mundaner Verbreitung; vier Species kommen gemeinsam Senegambien und Süd-America zu und zwei sind dem letztern Lande eigenthümlich; überdies ist es eine merkwürdige Thatsache, dasz von den vielen Formen, welche Prof. EHRENBURG als für

* Diese mikroskopischen organisirten Körper sind in den Monatsberichten der K. Akad. Berlin, Mai 1844, und 27. Febr. 1845 beschrieben worden. Im letztern Aufsatz ist eine ausführliche Namenliste mitgetheilt; die mit „S. Jago“ bezeichnete Columne enthält die von mir gesammelten Proben.

Africa charakteristisch kennt, und besonders für die Sahara und Senegambien, keine in dem Staube gefunden wurde. Nach diesen That- sachen möchte man auf den ersten Blick daran zweifeln, ob der Staub aus Africa gekommen ist; bedenkt man aber, dasz er ausnahmslos mit einem Winde zwischen Nordöst und Südost, das heiszt also direct von der Küste von Africa her gefallen ist, dasz der erste Beginn des dunstigen Nebels mit diesen Winden herankommend beobachtet wurde, dasz zuerst gröbere Stückchen gefallen sind, dasz der Staub und die dunstige Atmosphäre häufiger in der Nähe der africanischen Küste als weiter hinaus im Atlantischen Ocean vorkommt, und endlich, dasz die Monate, während welcher er fällt, mit denen zusammenfallen, in denen der Harmattan vom Festlande weht, wobei auch bekannt ist, dasz Staub- und Sandwolken von ihm emporgehoben werden, so denke ich, läszt sich daran nicht zweifeln, dasz der Staub, welcher im atlanti- schen Ocean fällt, von Africa kommt. Wie das Räthsel zu lösen ist, dasz in ihm charakteristische africanische Formen fehlen und zwei Species von Süd-America vorkommen, will ich nicht zu vermuthen wagen. Endlich will ich bemerken, wie der Umstand, dasz solche Mengen von Staub periodisch Jahr auf Jahr über ein so ungeheures Gebiet des Atlantischen Oceans geweht werden, deshalb interessant ist, weil er zeigt, auf welche scheinbar unwirksame Ursache eine weitaus gedehnte Ablagerung im Procesz der Bildung zurückzuführen sein dürfte; und aus den Untersuchungen Prof. EHRENBURG's geht hervor, dasz diese Ablagerung zum hauptsächlichsten Theil aus Süszwasser-Polyga- stern und aus Phytolitharien besteht.

Liste der Verweisungen.

¹ Nautical Magazine, 1839, p. 364. Der Staub fiel vom 9. bis zum 13. Februar 1839 beim Segeln von (10° n. Br., $29^{\circ} 59'$ w. L.) nach ($2^{\circ} 56'$ n. Br., $26^{\circ} 30'$ w. L.). Der Wind war am 9. Ost-Nordost, am 10. Nord- ost bei Ost und an den drei folgenden Tagen Nordost.

² Geographical Journal, Vol. VI, p. 296. »Survey of some of the Canary Islands and part of the coast of Africa, by Lieut. ARLETT, R. N.«

³ Edinburgh New Philos. Journal, Vol. XXXII, p. 134. Aus BERG- HAUS' Almanach ist die Schilderung des Staubes entnommen, welcher auf die „Princess Louise“ fiel am 14. und 15. Jan. 1839 zwischen ($24^{\circ} 20'$ n. Br., $26^{\circ} 42'$ w. L.) und ($23^{\circ} 05'$ n. Br., $28^{\circ} 18'$ w. L.): und dann wieder 1840 vom 6. bis 9. Mai, als sich das Schiff zwischen ($10^{\circ} 29'$ n. Br., $32^{\circ} 19'$ w. L.) und ($16^{\circ} 44'$ n. Br., $36^{\circ} 37'$ w. L.) befand. Am 27. October 1830, während der Reise eines Schiffs desselben Namens, auf welchem Dr. MEYEN einer der Passagiere war (Reise um die Erde, 1. Th.,

p. 54), wurde beobachtet, dass die Segel durch ein Pulver gefärbt wurden, welches Dr. MEYER für eine minutiöse kryptogame Pflanze hielt; das Datum bringt mich zu der Annahme, dass die Erscheinung in diesem Falle von den im Aufsätze beschriebenen Fällen von Staub verschieden war.

⁴ Proceedings of the Geolog. Soc., Vol. IV, p. 145. Der von Mr. CLARKE beschriebene Staub fiel vom 2. bis 4. Februar 1839 zwischen ($21^{\circ} 14'$ n. Br., $25^{\circ} 6'$ w. L.) und nahe bei ($12^{\circ} 36'$ n. Br., $24^{\circ} 13'$ w. L.). Die Richtung des Windes ist bereits im Aufsätze mitgetheilt worden, ebenso wie da, als der Staub vom Lieut. JAMES und mir gesammelt wurde. Mr. CLARKE hat seitdem eine Mittheilung für das Tasmanian Journal geschrieben (Vol. I, p. 321), welchem ich für zwei Verweisungen verbunden bin.

⁵ Nautical Magazine, 1838, p. 824.

⁶ Nautical Magazine, 1837, p. 291. Mr. BURNETT fand vom 12. bis 15. Februar, als er von ($4^{\circ} 20'$ n. Br., $23^{\circ} 20'$ w. L.) nach (8° n. Br., $27^{\circ} 20'$ w. L.) segelte, auf einer Strecke von 300 Miles, mit Nordost-Wind, welchem eine Südost-Böe vorausgieng, die sich nach Ost-Südost und dann nach Nordost drehte, dass die Segel, Takelage und Masten mit rothem Staub bedeckt waren. Der Staub fieng zu fallen an, sobald der Wind Nordost wurde: die Atmosphäre war sehr dunstig. Das nächste Land war 600 Miles entfernt. Dieselbe Erscheinung beobachtete Mr. BURNETT im April 1836.

Mr. FORBES gibt (SHARON TURNER'S S. Hist. of the World, p. 149) einen Bericht über Staub, welcher auf ein Schiff fiel, als es 600 Miles von der Küste, zwischen Cap Verde und dem Flusz Gambia entfernt war; der Wind war die ganze vorausgehende Nacht Nordost gewesen.

In Edinburgh New Philos. Journal (Vol. VII. p. 402) findet sich eine andere Schilderung von Staub, welcher am 29. März 1821, in $11^{\circ} 3'$ n. Br., als sich das Fahrzeug 300 Miles vom nächsten Punkte von Africa entfernt fand, in beträchtlicher Menge niederfiel.

In HOWARD MALCOLM'S Travels (Vol. II, p. 200) findet sich ein ähnlicher Bericht über Staub, welcher während mehrerer Tage im Februar auf ein Schiff nördlich vom Aequator fiel, als es über 1000 Miles von der Küste von Africa entfernt war; der Wind war Nordost.

⁷ HORSBURGH'S East India Directory, p. 11.

⁸ In TUCKEY'S Narrative of the Congo Expedition (p. 10) werden ein misfarbiges Meer und eine dunstige Atmosphäre am 9. April in 22° n. Br. und $19^{\circ} 9'$ w. L. beschrieben, bei einer Entfernung von 32 Lieues vom Festland.

Es dürfte der Erwähnung werth sein, dass Sir A. BURNES (Travels in Cabool, p. 223), wo er Khoten, einen Theil von Hoch-Asien, beschreibt, hinzufügt; »man sagt, dass die Productivität von Wolken rothen Staubes »abhängt, welche in diesem Theile von Asien immer niederfallen oder ge- »weht werden.« Er meint aber, dass die Angabe Bestätigung bedürfe.

