

ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWEI UND FUNFZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT ACHT UND ZWANZIGSTER.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1841.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

X. *Ueber den Zusammenhang der vulkanischen Phänomene in Süd-Amerika, und über die Bildung von Bergketten und Vulkane als Wirkung derselben Kraft, durch welche Continente erhoben werden;*
von Charles Darwin.

(Aus den *Transact. of the geolog. Soc. at London.* Im Auszug.)

Der Zweck dieses Aufsatzes ist eine Beschreibung der HAUPTERSCHEINUNGEN der Erdbeben an der Westküste von Südamerika, und besonders desjenigen, welches am 20. Februar 1835 *Concepcion* zerstörte. Diese Erscheinungen zeigen eine innige Verbindung zwischen den vulkanischen und den Hebungskräften, und es wird versucht, Schlüsse in Bezug auf die langsame Bildung der Bergketten zu ziehen.

Bei dem Erdbeben in Chili am 20. Februar 1835 hat eine Hebung der Küste auf eine beträchtliche Ausdehnung stattgefunden; für die Umgebung von *Concepcion* wird bestätigt, was Fitz Roy und Caldclough über diese Hebung berichtet haben. Die Insel *Juan Fernandez*, 90 geographische Meilen nordöstlich von *Concepcion*, wurde mehr beunruhigt, als die gegenüberliegende Küste des Festlandes. Ein Vulkan brach noch bei *Bacalao Head* an dem Tage und in der folgenden Nacht an einer Stelle des Meeres aus, deren Tiefe später zu 69 Faden bestimmt wurde.

Diese Thatsache ist merkwürdig, weil auch während des Erdbebens, welches 1751 *Concepcion* zerstörte, diese weit entlegene Insel heftige Schwankungen erlitt. Einer Sage nach soll auch damals das Land gehoben worden seyn, ziemlich in demselben Bereiche, wie bei dem Erd-

beben von 1835. Molina giebt an, dafs die wellenförmige Bewegung von Süden her kam, und ungefähr so wird es auch von der zweiten Katastrophe angegeben.

Dafs die Bewegung der Oberfläche wellenförmig war, zeigt der Umstand, dafs in Concepcion die Mauern, welche in der Richtung derselben sich befanden, im Allgemeinen aufrecht stehen blieben, obgleich sehr zerrüttet, während die rechtwinklich dagegen liegenden umgestürzt wurden. Auf der Insel *Chiloe* beugten sich die Bäume, nach dem Zeugniß von Hrn. Douglas, bis zur Erde nieder.

Die Kordilleren-Kette, welche dieser Insel Chiloe gegenüberliegt, ist bei weitem niedriger, als die Hauptkette; nur wenige ausgezeichnete Gipfel erreichen 7000 Fufs Höhe. Der Vulkan von *Osorno* befand sich zwei Tage vor dem Erdbeben in einer mäfsigen Thätigkeit; der *Minchinmadom* in gleichem Zustande wie seit 30 Jahren; der *Corcovado* war während eines Jahres ganz ruhig gewesen. In dem Augenblicke des Stofses brach aus dem *Osorno* eine dicke Rauchsäule hervor, ein Krater brach an der Südostseite des Berges auf, glühende Steine wurden ausgeschleudert; einige Tage später glühte der neue Krater noch, so wie der alte auf dem abgestumpften Gipfel des Berges. Die Thätigkeit dauerte während des ganzen Jahres fort. Der *Minchinmadom* verhielt sich ähnlich; zwei wirbelnde weifse Rauchsäulen waren während des Morgens gesehen worden, aber bei dem Stofse erhoben sich ihrer viele im grofsen Krater, und Lava ergofs sich aus einem kleineren an der Schneegränze. Dieser kleinere Krater erlosch nach acht Tagen; aber bei Nacht leuchtete er fort. Am 26. März war ein starker Erdstofs, und diese fünf Feuersäulen erschienen von Neuem; 14 Tage später überragten die Spitzen von 15 Kegeln die Wände des grofsen Kraters.

Der *Corcovado* zeigte bei dem Hauptstofse keine besondere Thätigkeit; aber als nach einer Woche Wol-

ken ihn wieder sichtbar machten, war der Schnee um den nordwestlichen Krater geschmolzen. Am *Yantales*, einem hohen Berge südlich vom *Corcovado*, wurden drei schwarze Flecken über der Schneegränze bemerkt von kraterförmigen Ansehen, welche man früherhin nicht beobachtet hatte; da auch sonst die Ausbrüche des *Osorno* und *Corcovado* gleichzeitig sind, so scheint diess genügend, um zu zeigen, dafs die Wirkungen der grofsen Katastrophe vom 20. Februar auch an diesen südlichsten der amerikanischen Vulkane bemerkt wurden.

Am 11. November waren wieder heftige Ausbrüche des *Osorno* und *Corcovado*, welche Steine zu grofsen Höhen auswarfen und viel Geräusch verursachten; *Talcahuano*, der Hafen von *Concepcion*, nicht viel weniger als 80 Meilen davon entfernt, litt an demselben Tage durch ein heftiges Erdbeben. Hier trat wiederholt dieselbe Verbindung der Erscheinungen wieder auf, wie am 20. Februar. Am 5. December stürzte die Süd-Süd-Ostseite des *Osorno* ein; die beiden getrennten Kratere vereinigten sich, wie es schien, zu einem grofsen Feuerstrome, ungeheure Massen von Asche und Rauch wurden in den nächsten 14 Tagen ausgestoßen. Die vulkanische Kette vom *Osorno* bis zum *Yantales*, nahe auf 40 Meilen Länge, wurde nicht allein in dem Moment des Hauptstofses am 20. Februar 1835 in Thätigkeit gesetzt, sondern blieb mehre Monate darin.

Am 7. November 1837 wurde *Valdivia* und *San Carlos*, die Hauptstadt von *Chiloe*, heftig erschüttert, stärker als jemals früher; dieser Stofs war bedeutend zu *Talcahuano*, und es scheint, dafs die Insel *Lemus* in dem *Chonos*-Archipelagus, 50 Meilen südlich von *San Carlos*, während dieses Erdbebens um 8 Fufs in die Höhe stieg.

Im Jahr 1835 waren das Erdbeben von *Chiloe*, der Ausbruch der benachbarten Vulkanreihe, die Hebung des Landes um *Concepcion*, der Ausbruch im Meere bei *Juan*

Fernandez gleichzeitig, und bildeten eine und dieselbe grofse Erscheinung. Im Jahre 1837 wurde ein grofser Theil derselben Fläche heftig erschüttert, während eine Gegend, 50 Meilen südlich von *San Carlos* und *Chiloe* gehoben wurde, indessen 1835 eine Gegend 80 Meilen nördlich davon eine solche Hebung zeigte. An einem Ende der bewegten Fläche schmolz der Schnee auf dem *Yantales* und die nahen vulkanischen Oeffnungen nahmen von Neuem eine Thätigkeit an, gleichzeitig mit dem Ausbruche unter dem Meere bei *Juan Fernandez*, in 180 geogr. Meilen Entfernung; bald nachher brachen die Vulkane 100 Meilen östlich von dieser Insel auf, und eine grofse Fläche Landes zwischen diesen Punkten wurde gehoben.

Aus der gleichzeitigen vulkanischen Bewegung an so entfernten Punkten folgert der Verfasser, dafs das Festland von Chili auf einem unterirdischen See geschmolzener Masse schwimmend ruhe. Wollte man dieser Ansicht nicht beistimmen, so bleibe nur die Annahme übrig, dafs Kanäle von den verschiedenen Ausbruchspunkten sich in einer grofsen Tiefe verbinden, so dafs von einem Punkte aus sich eine Kraftäufserung in gleicher Stärke nach sehr entlegenen Theilen der Oberfläche fortpflanzen könne. Wenn aber eine Verbindung zwischen zwei Vulkanreihen der Andes stattfinde, wie es sehr wahrscheinlich sey, so müsse dieselbe überaus tief liegen. Die Berechnungen über die Tiefe, in der alle Gebirgsarten bereits geschmolzen sind, zeigen, dafs diefs etwa in 4 bis 5 Meilen Tiefe stattfinde, und dafs die Rinde wirklich nur mit einer dünnen Eisdecke auf einem Teiche verglichen werden könne. Wenn aber mit diesen Erscheinungen gleichzeitig die Küste von Chili und Peru auf Hunderte von Meilen erhoben wurde, so kann das Verbindungsmittel, welches sich unter einem grofsen Theile des Kontinents verbreitet, nicht füglich mit Kanälen verglichen werden. Die Thatsachen deuten auf eine grofse, wiewohl langsame Veränderung der Ober-

fläche der inneren flüssigen Masse, auf welcher die feste Erdrinde ruhe; und die Verbindung, in welcher die Hebung des Landes mit den vulkanischen Ausbrüchen stehe, welche sich eben so wie diese nur in einzelnen Katastrophen deutlich zeige, mache es nothwendig, jede Theorie der Vulkane zu verwerfen, welche nicht auch gleichzeitig Rechenschaft von den Erhebungen der Continente gebe.

A. v. Humboldt in der Beschreibung der Vulkane, welche den Mexicanischen Bufen einfassen, stellt zum Beweise, daß ihre erhöhte Thätigkeit große Flächenräume umfaßt, folgende Erscheinungen zusammen:

- | | | |
|-------|----------------|--|
| 1796. | November. | Der Vulkan von <i>Pasto</i> beginnt Rauch auszustoßen. |
| 1797. | 4. Februar. | Zerstörung von <i>Riobamba</i> . |
| — | 27. September. | Ausbruch auf den Westindischen Inseln. Vulkan von <i>Guadeloupe</i> . |
| — | 14. December. | Zerstörung von <i>Cumana</i> . |
| 1811. | Mai | Anfang des Erdbebens auf der Insel <i>St. Vincent</i> , welches bis zum 12. Mai dauert. |
| — | 16. December. | Anfang der Erschütterungen im <i>Mississippi-</i> und <i>Ohio-</i> Thale, welche bis in's J. 1813 dauern. |
| — | December. | Erdbeben in <i>Caracas</i> . |
| 1812. | 26. März. | Zerstörung von <i>Caracas</i> , Erdbeben, welche bis in's Jahr 1813 dauern. |
| — | 30. April. | Ausbruch des Vulkans von <i>St. Vincent</i> , an demselben Tage unterirdisches Getöse zu <i>Caracas</i> und am Flusse <i>Apure</i> . |

Diesen Zusammenstellungen läßt sich folgende über die Erscheinungen im Jahre 1834 und 1835 zur Seite stellen.

1834. 20. Januar. *Sabiondoy* (1° 15' N. Br.) bei Pasto, furchtbares Erdbeben, 80 Personen kamen um; die Stadt *Santiago* wurde verschlungen.
- 22. Mai *St. Marta* (11° 30' N. Br.). Zwei Drittel der Stadt stürzten in wenigen Tagen ein, 60 gefährliche Stöße.
- 7. September. *Jamaica*, heftiges Erdbeben, die Stadt litt großen Schaden.
1835. 20. Januar. *Osorno* (40° 31' S. Br.). Ausbruch.
- 20. Januar. vor Tages Anbruch. *Aconcagna* (32° 30' S. Br.) Ausbruch.
- am Morgen. *Coseguina* (13° N. Br.), ein schreckbarer Ausbruch, blieb zwei Monate in Thätigkeit.
- 12. Februar. Erschütterung auf dem Meere, sehr stark in der Nähe der Küste von Guyana.
- 20. Februar. *Juan Fernandez* (33° 30' S. Br.). Ausbruch im Meere.
- 11½ U. v. M. *Concepcion* (36° 40' S. Br.) und alle benachbarte Städte durch ein Erdbeben zerstört; die Küste dauernd gehoben; die Vulkane in der ganzen Länge der Kordillere von Chili machen Ausbrüche, blieben Monate hindurch thätig und viele Erdbeben kamen vor.
- 11. November. *Concepcion*, heftiges Erdbeben, *Osorno* und *Corcovado* in heftiger Thätigkeit.

1835. 5. December. *Osorno*, Einsturz mit einem großen Ausbruche.

Der Ausbruch des *Coseguina* ist von Caldclough beschrieben; am 29. Januar zeigte sich nach 26jähriger Ruhe ein leises Geräusch und eine Rauchsäule; am Morgen des folgenden Tages um 6½ Uhr zeigte sich eine Wolke von ungewöhnlicher Größe und Gestalt; ungeheure Massen von Asche und Bimsstein wurden ausgeworfen und der Boden an den nachfolgenden drei Tagen zerrissen ¹⁾. Die Gleichzeitigkeit der drei Ausbrüche am 19. und 20. Januar ist überraschend, der Anfang ist nur 6 Stunden von einander entfernt. Der *Aconcagua* ist 120 Meilen gegen Nord vom *Osorno* entfernt, aber der *Coseguina* 675 Meilen gegen Nord vom *Aconcagua*. Bei dieser ungeheuern Entfernung kann man allerdings fragen, in wiefern diese Erscheinungen einen gemeinsamen Ursprung haben, oder ob ihr Zusammentreffen zufällig sey. In Bezug auf den *Aconcagua* und *Osorno* findet keine Schwierigkeit statt, weil in demselben Bezirke, und nur einen Monat später, weiter von einander entfernte Vulkane gleichzeitig aufgeregt wurden; dennoch findet dabei der Unterschied statt, daß der frühere gleichzeitige Ausbruch des *Aconcagua* und des *Osorno* von keiner allgemeinen Bewegung des unterirdischen Bezirkes begleitet war. Der Fall des *Coseguina* wird dadurch so auffallend, daß zwei dieser drei Vulkane gewöhnlich ruhen; bei dem *Coseguina* ist, nach Caldclough, eine 26jährige Ruhe vorausgegangen, und der *Aconcagua* zeigt sich so selten thätig, daß sogar bezweifelt worden ist, ob irgend ein Theil seiner gigantischen, 23000 Fufs hohen Masse wirklich vulkanischen Ursprungs sey. In einer Gegend, deren Charakter keine Einheit besitzt, wird bei so entlegenen Vulkanen kaum an eine gemeinsame Ursache gedacht werden, aber in Amerika führt die Lage sämtlicher Vulkanmündungen

1) S. Ann. Bd. XXXVII S. 447 und Bd. XXXXI S. 221.

auf einer Spalte, und die Gleichförmigkeit der ebenen Flächen auf der Ostseite als ein Zeichen der gleichförmigen Wirkung vulkanischer Kräfte in diesem Theile der Erde wohl darauf hin. Wenn nun gar die Küstenstrecke auf 500 geogr. Meilen Länge in so neuen Zeiten, daß sie gegen geognostische Zeitalter zu einem Punkt sich zusammenziehen, gehoben worden ist, so kann man es nicht als unwahrscheinlich betrachten, wenn die Aufregungen, die diese Wirkungen herbeiführten, einmal gleichzeitig gewesen sind.

Daraus ergibt sich, daß die unterirdischen Kräfte ihre Wirkungen unter einem großen Theile von Süd-Amerika mit erheblichen Unterbrechungen zeigen, wie bei einzelnen Vulkanen; sie ruhen eine Zeit lang und werden dann mit erneuter Stärke in großen Districten wirksam.

Die Natur der Erdbeben, welche mit unregelmäßigen Unterbrechungen die Westküste von Süd-Amerika treffen, führt zu dem Schlusse, daß sie durch das Eindringen feuerflüssiger Massen in die feste Erdrinde hervorgebracht werden. Heftige Erdbeben, eben so wie heftige Ausbrüche, erneuern sich nur von Zeit zu Zeit, und es scheint daher wohl, daß beide in gleicher Art die Spannung der unterirdischen Kräfte vermindern. Diefes ist auch die Ansicht der Einwohner, welche von einem innigen Verhältniß der unterirdischen Thätigkeit der Vulkane und den Erschütterungen des Bodens überzeugt sind. Bei den Erdbeben, wie dem von Concepcion, folgen viele Stöße dem ersten Hauptstöße, sie kommen von derselben Gegend her, eben so wie der unterirdische Donner, und haben daher sicherlich dieselbe Ursache, nur eine geringere Stärke. So zählte man an dem ersten Tage nach dem Erdbeben von Lima, 1746, nicht weniger als 200 furchtbare Stöße. Dagegen bei Erdbeben, welche den ersten Durchbruch eines neuen Vulkans bezeichnen, die Erde bald nachher ruhig wird; nur in der

unmittelbaren Nähe wird der Boden erschüttert bei jedem neuen Auswurfe. Diese Erschütterungen sind den nachfolgenden Stößen der Erdbeben zu vergleichen. Die Ursache eines ersten vulkanischen Ausbruches ist das Hervorstossen gasförmiger und feuerflüssiger Massen erst durch die feste Rinde, dann durch einen beinahe offenen Ausweg, daher scheint die Ursache der Erdbeben mit den nachfolgenden Stößen in Explosionen ähnlicher Beschaffenheit zu liegen, welche sich keinen Ausweg bahnen, aber nach und nach Theile der aufliegenden Massen von einander reißen.

Die wellenförmige Bewegung, welche sich horizontal in dem Boden in einer bestimmten Richtung fortpflanzt, kann nicht von einem Punkte in großer Tiefe ausgehen, sondern nur von dem Zerreißen der festen Masse in einer geringen Tiefe unter der Oberfläche. Uebereinstimmend mit diesen Bewegungen dehnt sich das Erdbeben in die Länge aus, das von Valparaiso im Jahre 1822 auf eine Länge von 220 geogr. Meilen an der Küste des stillen Meeres, das von Concepcion im Jahre 1835 auf mehr als 250 Meilen Länge; aber niemals in einer großen Erstreckung quer gegen die Richtung der Cordillere. In Concepcion, Valparaiso, Lima, Acapulco glauben die Einwohner, daß die Störungen von dem benachbarten Meere ausgehen, daher die Städte im Innern weniger beschädigt werden, als an der Küste. Die Störungen gehen nicht von einem Punkte aus, sondern von vielen, die in einem Bande liegen, daher auch die linienartige und ungleiche Erstreckung der Erdbeben.

Die Erhebung des Bodens scheint in Süd-Amerika sehr oft mit dem Erdbeben zusammenzufallen, doch ist nicht immer eine solche in einer bemerkenswerthen Größe damit verbunden, wie das Erdbeben zu Lima von 1746 beweist. Es möchte scheinen, daß die Hebung allein alle Wirkungen des Erdbebens von Concepcion erklärt, aber dem Hauptstöße folgten in den nächsten Tagen

viele kleinere, welche von derselben Seite herkamen, wie der Hauptstofs: damit wurde der Boden ganz bestimmt nicht gehoben; einige Wochen nachher befand sich der Boden sogar noch etwas niedriger als unmittelbar nach der grossen Erschütterung. Auch zu Valparaiso im Jahr 1822 geschah die Hebung am Morgen nach dem grossen Stofse, wiewohl der Boden mit Unterbrechungen noch Tage lang zitterte. Aus diesen Betrachtungen folgert der Verfasser 1) dafs der Hauptstofs durch eine heftige Zerreiſung der festen Erdrinde erzeugt werde, welche oft unter dem benachbarten Meere zu liegen scheine; 2) dafs demselben viele kleinere Brüche folgen, welche sich beinahe bis zur Oberfläche erstrecken, dieselbe aber nur in dem seltenen Falle eines untermeerischen Ausbruches erreichen; 3) dafs die zerrissene Fläche sich ungefähr dem Küstengebirge parallel erstrecke; 4) dafs wenn mit dem Erdbeben eine Hebung des Landes in Masse verbunden ist, eine besondere Ursache dieser Störung noch hinzutreten müsse; und endlich, dafs ein Erdbeben, oder die durch dasselbe angedeutete Wirkung, die unterirdische Spannung in derselben Art wie ein Ausbruch aus einem gewöhnlichen Vulkan vermindere.

Die Axe der meisten Gebirgsketten wird von keilförmigen, lang gestreckten Gesteinsmassen gebildet, welche nach der jetzt allgemeinen Annahme einst flüssig waren, und unter hohem Druck erkaltet sind. Das Eindringen solcher Massen in die feste Erdrinde mufs die unterirdische Spannung eben so vermindert haben, wie ein Lava-Ergufs aus einer Vulkan-Oeffnung. Die Raumveränderungen in den oberen Theilen der Erdrinde müssen von Schwingungen begleitet werden, welche sich nahe an der Oberfläche über die angränzende Gegend verbreiten und welche Richtung diese Raumveränderungen nehmen, mufs nicht eine in derselben Richtung verlängerte Fläche diese Schwingung gefühlt haben. Diese Analogien zeigen wohl, dafs Erdbeben, wie das von

Conception 1835, durch die Zerreiſung großer Maſſen der feſten Erdrinde und durch Eindringen geſchmolzener Maſſen in die Spalten hervorgebracht wurden.

Der Schluß, zu welchem der Verfaſſer weiter gelangt, daß die Erhebung von Bergketten nur eine untergeordnete und abhängige Erſcheinung der Hebung des Continents ſey, iſt weniger begründet, und führt in ein Gebiet, welches nicht aus einem einseitigen Standpunkte und von wenigen Thatſachen ausgehend betrachtet werden darf.

XI. *Hebung an der Weſtküſte Frankreichs*¹⁾.

Der Phare von la Rochelle enthält merkwürdige Beobachtungen über die Zunahme des Landes an der franzöſiſchen Küſte des Oceans, durch welche der Grund und Boden auf eine bedeutende Weiſe vermehrt wird. In Bourgneuf befinden ſich jetzt die Trümmer eines engliſchen Schiffes von 64 Kanonen (welches 1752 auf einer Austerbank zu Grunde gegangen war) mitten in einem großen bebauten Felde, deſſen Fläche 15 Fuſs über der Meeresfläche erhaben iſt. In dieſer einzigen Gemeinde Bourgneuf ſind ſeit 25 Jahren über 500 Hektaren anbaufähiges Land gewonnen worden. Die Inſel Bouin, die ſonſt von Bourgneuf durch eine Rhede von 7500 Fuſs Breite getrennt war, liegt jetzt ganz in der Nähe, und wenn nicht der kleine Fluß Faleron hier mündete, würde dieſer ſchmale Kanal bald ausgefüllt und die Inſel Bouin mit dem Feſtlande verbunden ſeyn. Port Bahaud, wo die holländiſche Schiffe ihre Salzladungen einnahmen, liegt jetzt 9000 Fuſs von dem Meere. Der Hafen St. Gilles füllt ſich von Tage zu Tage mehr

1) Entnommen aus der Haude- und Spener'schen Zeitung.