

Zeitschrift

der

Deutschen geologischen Gesellschaft.

4. Heft (October, November und December 1876).

A. Aufsätze.

I. Mont-Blanc-Studien.

II.

Von Herrn FR. PFAFF in Erlangen.

Fast auf jedem Schritt und Tritt sieht sich die dynamische Geologie genöthigt, wenn sie ihrer Aufgabe, die Bewegungserscheinungen der Erdrinde zu erklären, nachkommen will, das Volumen der Massen, um die es sich handelt, irgendwie zu bestimmen, oder darauf zu verzichten, eine befriedigende Erklärung zu geben, sofern man unter letzterer nicht nur eine allgemeine Bezeichnung der Kraft, wie Schwere, Hebung, Abtragung durch das Wasser u. dergl. versteht, sondern auch die Intensität und das Maass der wirksamen Kraft zu einer solchen für erforderlich hält.

Richten wir unser Augenmerk zunächst auf die Masse des über dem Meeresspiegel sich befindenden Festen, so können wir hier das Volumen desselben für die einzelnen Continente als mittlere Höhe der Continente berechnen, wie es A. v. HUMBOLDT durchgeführt hat. Dabei ist weiter kein Unterschied zwischen dem Volumen der Tiefländer, Plateauländer und der eigentlichen Gebirge gemacht. Gerade die letzteren sind aber für den Geologen von besonderer Wichtigkeit, und die Orometrie, wie v. SONKLAR den Theil der geographischen Wissenschaften genannt, welcher sich mit dem Ausmaasse und der Darstellung der räumlichen Verhältnisse der Gebirge beschäftigt, ist für die dynamische Geologie eine der wichtigsten Hilfswissenschaften.

Ein doppeltes ist es, was wir für geologische Fragen oft zu wissen nöthig haben: 1) das Volumen einer gewissen Masse,

sei es eines einzelnen Berges oder einer Kette, die Quantität einer noch vorhandenen Gesteinsreihe, aber auch 2) das Volumen der zwischen diesen vorhandenen leeren Stellen, der Hohlformen des Bodens, wie sie v. SONKLAR mit einem allgemeinen Namen bezeichnete, Thal, Schlucht u. s. f., also die Quantität des fehlenden, meist fortgeschafften Materials.

Für die Frage nach der Thalbildung, der Wirkung des fließenden Wassers, ist es dieser zweite Punkt, welcher von besonderer Wichtigkeit ist. Selbst mit einer sehr grossen Anzahl von Höhenangaben ist es immerhin eine sehr schwierige, oder richtiger in ihren Resultaten sehr unsichere Aufgabe, durch Rechnung dieses fehlende Material zu bestimmen. Dagegen können wir dieses, wie auch die Bestimmung des Volumens der vorhandenen Gesteinsmasse sehr leicht und auch ziemlich sicher, wenn wir eine im grösseren Maassstabe ausgeführte Reliefkarte, sei es eines ganzen Gebirges oder eines Theiles desselben, haben.

Zu verschiedenen Zwecken war es mir wünschenswerth, ein genaues Relief des Mont-Blanc-Massivs zu haben, und da mir kein passendes, in grösserem Maassstabe ausgeführtes irgendwoher zu beziehen möglich war, entschloss ich mich, selbst ein solches anzufertigen. Die vortrefflichen Karten, die wir über dieses Massiv besitzen, vor Allem die des französischen und schweizerischen Generalstabs, in denen viele hunderte von Höhenangaben eingezeichnet sind, machte die Darstellung eines solchen nicht sehr schwierig, wenn auch etwas zeitkostend. Um es möglichst genau herstellen zu können, wählte ich den Maassstab 1:50,000, also die doppelte Grösse, die dieses Terrain auf der DUFOUR'schen Karte hat. *)

Mit einem solchem Relief lässt sich nun zunächst sehr leicht das Volumen des ganzen Gebirgsstockes und daraus die mittlere Höhe desselben finden. Als Basis dieses Massivs, das vielleicht schärfer als irgend ein anderes in den Alpen von der Natur abgegrenzt ist, wurde der von den 4 Thälern der Arve und Dora auf der Nord- und Südseite, dem Thale von Montjoie und dem Schweizer Val Ferret auf der West- und Ostseite scharf umschriebene Theil angenommen, dessen Grenze auch da, wo ein Zusammenhang mit anderen Gebirgsthteilen noch besteht, durch die 4 tief einschneidenden Pässe des Col de Balme, du Bonhomme, de la Seigne und Ferret genau von der Natur bezeichnet ist. Ist der Flächen-Inhalt dieser Basis auf dem Relief resp. auf der demselben entsprechenden

*) Herr B. Strüarz in Bonn liefert auf Verlangen geologisch colorirte Abgüsse desselben mit einer kleinen Uebersichtskarte zur Orientirung.

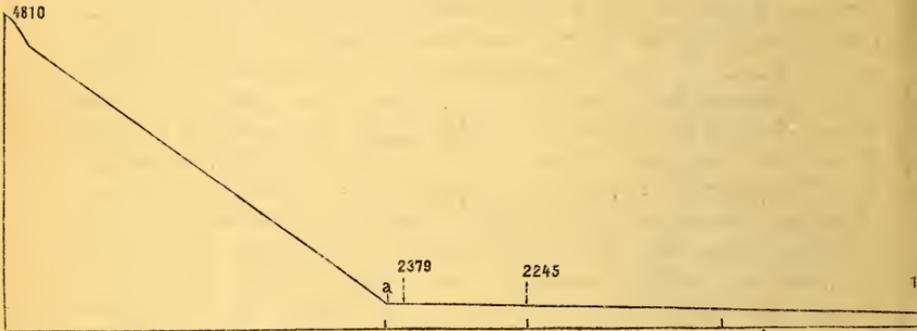
Karte bestimmt, so lässt sich daraus ganz leicht das Volumen der auf ihr sich erhebenden Masse bestimmen, indem man bis zu einer bestimmten Höhe die Basis mit einer senkrechten Wand abgrenzt, und nun mit feinem Sand das Relief so lange auffüllt, bis es vollständig bis zum höchsten Punkte bedeckt ist und der Sand eine horizontale Fläche bildet. Kennt man in Kubikcentimetern die Menge des dazu nöthigen Sandes, so findet man aus der Differenz zwischen dem Kubikinhalte der Masse, welche auf der gemessenen Basis bis zu einer bestimmten Höhe mit senkrechten Wänden sich erheben würde und der Menge des aufgeschütteten Sandes das Volumen der wirklich auf derselben Basis sich erhebenden Masse. Wäre z. B. die Basis zu 2000 Qu.-Centimetern gefunden, die sie umgebende Wand 10 Cm. hoch genommen, so ist offenbar, dass der gesammte Kubikinhalte einer Masse von 2000 Qu.-Cm. Basis und 10 Cm. Höhe mit senkrechten Seitenwänden 20,000 Kubik-Cm. betrüge. Habe ich nun aber nur 6000 Kubik-Cm. Sand nöthig, um den ganzen Raum zwischen den senkrechten Wänden vollständig bis zu 10 Cm. Höhe auszufüllen, so ist offenbar, dass das über der Basis sich erhebende Relief ein Volumen von 20,000 — 6000, d. i. 14,000 Kubik-Cm. haben muss. Die mittlere Höhe desselben betrüge dann $\frac{14000}{2000} = 7$ Cm. Ist der Maassstab des Reliefs $\frac{1}{50000}$, so entspricht dies einer mittleren Höhe von 3500 Metern.

Auf diese Weise wurde nun das Volumen des Mont-Blancmassivs bestimmt; es ergab sich daraus die mittlere Höhe desselben zu 2891 M. oder 8891 P. F., welche Zahl uns sehr deutlich vor Augen führt, welche eine gewaltige Masse in diesem Gebirgsstocke zu einer Höhe sich erhebt, die derjenigen der Gipfelhöhe in den östlichen Alpen fast gleichkommt.

Wenn man das Relief dieses mächtigsten aller Gebirgsstöcke der Alpen näher in's Auge fasst, so zeigt sich dasselbe in höchst eigenthümlicher Weise durchfurcht und eingeschnitten, und jeder dieser grösseren Einschnitte oder Mulden ist von einem Gletscher angefüllt, die theils einzeln, d. h. vereinzelt und ungetheilt in ihrem ganzen Verlaufe bleiben oder sich weiter unten vereinigen. Auch in dieser Beziehung berühren sich hier die Extreme; nur durch einen schmalen Grat getrennt ist der grosse, eine weite Rinne darstellende Gletscher von Argentière und das Mer de Glace, welches aus 4 grösseren Strömen zusammengesetzt ist.

Von den grossen Furchen, welche den Gipfel des Stockes erreichen, ist eine, welche durch die gewaltige Tiefe, mit der sie in den Berg eingeschnitten, vor allen anderen ausgezeichnet ist. Es ist die auf der Südwestseite des Gipfels beginnende, dem Eisstrome des Miage zum Abflusse dienende Schlucht.

Ziehen wir eine Linie vom Gipfel des Berges, stets der Richtung des Gletschers folgend und in der Mitte desselben (oben in seinem südlichen Arme sich haltend), so bildet sie, vom Gipfel nach a gerade gezogen, hier einen Winkel von 110° mit dem geradlinig verlaufenden Gletscherstamme. Die wahren Neigungsverhältnisse dieser gebrochenen, in der Zeichnung gerade gestreckten Linien, somit der Oberfläche des Gletschers, ergibt die folgende Figur, in welcher die Zahlen nach der Karte von MIEULET eingetragen sind, der Maassstab unserer Figuren ist 1 : 80000.



Figur 1.

Die Tiefe und Form derselben erhellt am besten aus einem Querschnitt an dem Punkte a, von wo die Breite bis zu dem unteren Ende des Gletschers gleichbleibt, welcher folgende Form darbietet.



Figur 2.

Ich glaube, es möchte wohl Niemand geneigt sein, zu bezweifeln, dass diese Schlucht, so dürfen wir sie trotz ihrer Breite von 600 M. an ihrem Grunde wohl nennen, ein Werk der Verwitterung und grösstentheils mechanischen Zerstörung ist. Das Relief macht es uns möglich, die Gesamtmasse des Weggetragenen zu bestimmen. Verschliessen wir wieder mit fest anliegender Pappe den Ausgang der Schlucht bis zur Gipfelhöhe der Seitenwände am Modelle und füllen die ganze Schlucht wieder mit feinem Sand aus, so erhalten wir aus

dessen Menge leicht das Volumen der fehlenden Masse. Ich habe es auf diesem Wege zu 10300 Millionen Kubikmeter gefunden.

Wir können mit dieser Zahl eine Prüfung des Zeitraums vornehmen, welcher zu dieser Sculpturarbeit der Natur wohl nöthig gewesen sein dürfte, entweder indem wir von einem bestimmten Betrage der Abtragung nach Analogie anderer Beispiele, an denen eine Rechnung möglich ist, ausgehen und so die Zeit bestimmen, welche die Aushöhlung dieses Thales erforderte, oder indem wir auch berechnen, welche Arbeitsleistung wir anzunehmen haben, wenn wir eine bestimmte Anzahl von Jahren dieselbe dauern lassen.

Wir haben leider bis jetzt sehr wenig Mittheilungen über die Menge des von Gebirgsflüssen fortgeführten Materials, aus denen wir im Stande wären, den Betrag desselben für ein ganzes Jahr zu berechnen. Nur für wenige Flüsse überhaupt liegen derartige Untersuchungen vor, und diese ergeben uns nur für den Unterlauf, nahe der Mündung in das Meer nach sehr langem Laufe das Volumen des fortgeschwemmten Festen. Dass im Oberlaufe, in den Gebirgen, wo die Zerstörung der Gesteine eine viel energischere und das Gefälle der fließenden Gewässer ein bedeutend höheres ist, der Betrag der theils fortgerollten, theils in Suspension fortgetragenen Massen ein ungleich höherer sein muss, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Wir dürfen daher das Maximum der im Unterlaufe grosser Ströme gefundenen Abtragungsgrösse für ein ganzes Jahr im Verhältnisse zu ihrem Quellgebiete zu Grunde legen, wenn wir den Effect für alpine Gewässer auf ihr Flussgebiet berechnen wollen; d. h. wenn wir aus dem Betrage der z. B. von dem Ganges in einem Jahre in's Meer geschafften festen Materialien berechnen, wie viel dadurch sein ganzes Quellgebiet im Laufe eines Jahres erniedrigt würde unter der Voraussetzung, dass diese Massen überall gleichmässig von demselben weggenommen wären, so würden wir wohl nicht zu gross die zerstörende Thätigkeit unserer alpinen Gewässer in dem Gebirge annehmen, wenn wir bei einer Berechnung derselben das zu Grunde legen, dass sie in eben demselben Verhältnisse ihr Quellgebiet in ihrem obersten Laufe abtragen, als der Ganges sein ganzes.

Nach den über die Thätigkeit des Ganges vorliegenden bekannten Angaben ist der Effect derselben so gross, dass bei gleichmässiger Abtragung sein Flussgebiet in 2000 Jahren um 1 Fuss erniedrigt würde.

Das Areal, welches jetzt alles Wasser, sei es flüssig oder fest, dem Miage zukommen lässt, beträgt nach meiner Messung mit einem Planimeter auf der Karte des französischen General-

stabs (Masstab 1:40000) 23,04 Millionen Qu.-Meter. Daraus berechnet sich leicht die mittlere Tiefe der Miageschlucht aus dem pag. 677 gegebenen Volumen zu 447 Meter oder 1376 Fuss.

Legen wir nun die für den Ganges gefundenen Werthe der Abtragung zu Grunde, so würde unter der Voraussetzung einer gleichen Stärke der Abtragung auf diesem Areale, also von $\frac{1}{2000}$ Fuss im Jahre, ein Zeitraum von 2752000 Jahren zur Aushöhlung derselben erforderlich gewesen sein.

Die Schlucht ist gegenwärtig von einem Gletscher ausgefüllt, welcher, aus derselben herausdringend und sich umbiegend, noch in dem Thale der Dora sich etwas mehr als 2000 M. abwärts bewegt. Die Wassermassen, die dem Gletscher entströmen, führen, wie bekannt, eine ungeheure Menge suspendirter Bestandtheile und feinen Sandes mit sich fort. Für die Aar, wo sie den Unteraargletscher verlässt, haben wir eine genaue Bestimmung der Menge derselben im Monat August, wo sie 284374 Kilogr. in 24 Stunden betrug, d. i. 3,25 Kilogr. für eine Secunde. Würde der dem Miage entströmende Bach dieselbe Menge das ganze Jahr hindurch liefern, so würde, da, das specifische Gewicht der mechanisch fortgeführten Bestandtheile zu 2,7 gerechnet, 3,25 Kilogr. 1,2 Kubikdecimeter entsprechen, schon in 250770 Jahren die gesammte Masse der Schlucht weggeführt sein. Nehmen wir selbst nur $\frac{1}{10}$ dieser Leistung an, d. h. für die Secunde nur 0,12 Kubikdecimeter, so würden wir doch nur $2\frac{1}{2}$ Millionen Jahre für die Dauer einer solchen Arbeit erhalten.*)

Wir können hier die Frage ganz unerörtert lassen, ob die Gletscherbedeckung den Grund des Thales gegen die Erosion schütze, wie RÜTMEYER meint, oder ob die Gletscher geradezu den Grund aushobeln, wie RAMSAY, TYNDALL u. a. annehmen, da ja doch Niemand leugnen kann, dass das Gletscherwasser feste Bestandtheile fortführt, und es für unsere Frage ziemlich gleichgiltig ist, ob dieselben mehr von den Seitenwänden über dem Eise, als unter dem Eise herstammen. Wir können diese Frage hier um so eher auf sich beruhen lassen, als wir den Beginn der Bildung der Schlucht nicht erst in die Zeit seit dem Bestehen von Gletschern verlegen dürfen, sondern viel früher. Da schon die jurassischen Ablagerungen, welche das

*) Dabei ist die immerhin nicht unerhebliche Masse der über das Gletscherende herabrollenden Blöcke ausser Acht gelassen, deren Betrag sehr schwer genau festzustellen sein dürfte. Nehmen wir die Vorwärtsbewegung des Endes auch nur zu einem Schuh in 24 Stunden an, so kommt schon durch diese das gesammte Steingerölle, das 1 Fuss breit den Gletscher bedeckt, zu der Moräne hinzu und aus der Schlucht fort.

Massiv des Berges umgeben, auf Conglomeratschichten lagern, welche den krystallinischen Gesteinen des Mont-Blanc entnommen sind, da jüngere Gesteine als die des Jura nirgends sich in seiner Umgebung finden, so müssen wir auch annehmen, dass der Stock dieser Gebirgsmasse nach der Ablagerung der letzteren Formation schon über dem Meere sich erhalten habe, wenn er auch noch nicht die Höhe erreichte, die er jetzt einnimmt.

Da die Entstehung von Gletschern die Anwesenheit von Vertiefungen oder Mulden (cirque nach AGASSIZ), die nach abwärts in Thalrinnen übergehen, voraussetzt, so müssen wir jedenfalls auch hier schon das Vorhandensein solcher Vertiefungen vor der Zeit, in welcher die Gletscher entstanden, annehmen, und nach dem eben Gesagten den Beginn der Entstehung des Thales nicht weiter als in die Zeit nach der Ablagerung der Juraformation zurückversetzen. Es würde uns daher auch von dieser kein grösserer Zeitraum trennen, als ihn die oben gefundenen Zahlen ergeben, unter denen zu wählen natürlich Jedem freisteht, ebenso wie man sie auch als ganz unsicher vollständig verwerfen mag. Es könnte scheinen, als ob in diesem ohne alle Beschränkung gemachten Zugeständnisse stillschweigend auch das zugleich eingeschlossen sei, dass derartige Berechnungen ohne allen Werth seien und daher müssige Spielereien. Dagegen möchte ich jedoch bemerken, dass sie nur, wenn auch im Augenblick keinen besonders praktischen, doch einen theoretischen Werth zu haben scheinen, nämlich den, darauf hinzuweisen, dass man doch nicht berechtigt sei, ganz willkürlich über die Zeit in der Geologie zu verfügen, und, wie es gewöhnlich geschieht, unendliche Zeiträume für jede Bildungsperiode anzunehmen, sondern dass man entweder von jeder Zeitbezeichnung abstehen muss, weil sie unsicher sei, oder sich an die Angaben halten, die man eben bei Berechnungen erhält, sei es an Maximal- oder Minimalwerthe. Mögen diese Zahlenangaben in den verschiedenen Fällen noch soweit auseinandergehen, nach und nach werden sie uns doch, wenn ihre Zahl grösser wird, einen genäherten Mittelwerth geben, und als ein Beitrag dazu hat jede solche Rechnung dann auch einen kleinen praktischen Werth. Die Differenzen, die sich bis jetzt noch aus verschiedenen derartigen Rechnungen selbst für ein und dieselbe Periode ergibt, wie z. B. die aus dem Zurückweichen der Fälle des Niagara für die quaternäre Periode ermittelte längere Zeitdauer, fordern, wie mir scheint, wenn sie auch auf der einen Seite etwas Entmuthigendes haben, nur umsomehr auf, wo es überhaupt angeht, solche Berechnungen anzustellen.

Doch kehren wir zu unserem speciellen Falle und zu unserem Modelle zurück, so fällt uns noch Eines auf, nämlich die Thatsache, dass dasselbe nirgends im ganzen Gebiete des Mont-Blanc-Stockes einen so tief gehenden Einschnitt erkennen lässt, alle anderen erscheinen als flache Mulden oder Rinnen der Miageschlucht gegenüber. Die Ursache davon möchte wohl hauptsächlich in zwei Umständen zu suchen sein, die sonst am Mont-Blanc nicht wiederkehren. Wir sehen nämlich, es ist diese Schlucht die einzige, welche erstens von dem Gipfel nach Südwesten und Süden gerichtet ist und dabei zweitens mit Ausnahme eines kaum in Betracht kommenden kleinen Stückchens am Gipfel ganz durch Glimmerschiefer geht, also durch ein Gestein, welches vor anderen der mechanischen Zerstörung unterworfen ist. Wie bedeutend dieselbe sei, davon kann ich als Beweis aus der höchst interessanten Versuchsreihe über Verwitterung von meinem Collegen, Herrn Professor HILGER, ein Beispiel anführen, dessen Veröffentlichung hier er mir noch vor Vollendung seiner eigenen Arbeit mit zuvorkommender Freundlichkeit gestattete. Ein Stück erzgebirgischen, typischen Glimmerschiefers von 20 Centimeter Länge und Breite und 7 Centimeter Dicke, in Form eines rechtwinkligen Parallelipipedums zugeschliffen, wurde auf einem kleineren Stückchen desselben Gesteins mit der grösseren Fläche horizontal in einem grösseren metallenen Gefässe frei in einem Garten hier aufgestellt. Nach einem Jahre hatte das 6850 Gramm schwere Stück 57 Gramm oder 0,8 pCt. an Gewicht verloren, und der Verlust war fast ausschliesslich durch die mechanische Abtragung bedingt. Nehmen wir an, dass dieser Substanzverlust gleichmässig die obere und die 4 senkrechten Seitenflächen betroffen habe, welche zusammen 960 Qu.-Centimeter enthalten, so würde dieser Verlust von 57 Gramm, das specifische Gewicht des Gesteins zu 2,7 angenommen, alle Flächen um 0,21 Mm. erniedrigt haben; und wenn wir, wie es der Natur mehr entspricht, der horizontalen Oberfläche die Hälfte des Verlustes zutheilen, so würde dieses einer Abtragung derselben um 0,52 Millim. entsprechen. Vergleichen wir mit der Regenmenge, die hier im Mittel 70 Centim. beträgt, diesen Verlust von 21 Kubik-Centim., so ergibt sich, dass, da auf die Fläche von 400 Qu.-Centim. 28000 Kubik-Centim. Niederschläge niedergehen, 0,07 pCt. der Wassermenge dem Volumen nach festes Material vom Glimmerschiefer abgetragen wird. Würden wir in unserem Beispiele des Miage eine gleich starke Abtragung des Glimmerschiefers annehmen, und berechnen wir die Menge des niedergehenden Wassers zu 1 Meter Höhe, so würden dadurch jährlich nach unseren

pag. 677 und 678 gegebenen Maassen eine Abtragung von 16100 Kub.-Met. und demnach eine dem Volumen des der Schlucht fehlenden Materials entsprechende Quantität schon in 640,000 Jahren erhalten. Wir sehen, auch diese Betrachtungen zeigen uns wieder, wie in einzelnen Fällen ganz entschieden sehr grosse Zahlen für die Dauer eines bestimmten Processes in der Natur anzunehmen, nicht gerechtfertigt ist, und die oben pag. 678 gefundenen Werthe nicht wohl zu klein sein dürften.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Pfaff Friedrich

Artikel/Article: [Mont-Blanc-Studien. 673-681](#)