

Die Gletscher

in ihren Beziehungen zur Hebung der *Alpen*,
zur Kontraktion krystallinischer Formationen
und zu den erratischen Geschieben,

von

Hrn. Professor GUSTAV BISCHOF.

Wenn ich das Wort nehme über einen Gegenstand, welcher seit einigen Jahren die Aufmerksamkeit mehrerer Geologen in Anspruch genommen hat und eines der räthselhaftesten geologischen Phänomene auf eine einfache und sehr genügende Weise zu erklären verspricht, so möge diess durch den Umstand gerechtfertigt erscheinen, dass ich bei der Bearbeitung meiner „Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers (*Leipzig 1838*)“ auf eben diesen Gegenstand geführt worden bin und ihn in Beziehung auf die Temperatur-Veränderungen, welcher die Oberfläche unserer Erde in früheren Zeiten unterworfen gewesen seyn mag, betrachtet habe. Dieser Gegenstand betrifft die Frage, ob die Gletscher im Allgemeinen zunehmen oder nicht. Nachdem ich dasjenige kurz zusammengestellt hatte *), was durch die Untersuchungen der in den *Alpen* einheimischer Naturforscher in Beziehung auf das jährliche Vorrücken der Gletscher in der wärmeren Jahreszeit beobachtet und beschrieben worden

*) S. 130 meiner Wärmelehre; daraus im *Jahrbuch 1838*, 174 ff. und im *Edinburgh philos. Journal*.

ist, kam ich zur Beleuchtung der, wenigstens früherhin, in den *Alpen* ziemlich verbreiteten Meinung, dass im Allgemeinen die Gletscher zunähmen, und schloss dieses Kapitel mit der Bemerkung, wie es gewiss sey, dass zwei Ursachen, welche in den *Alpen* ununterbrochen fortduern, dem Wachsthum der Gletscher stets entgegenwirken. Diese Ursachen sind nämlich: das Ausfressen der Unterlage der Gletscher durch das Vorrücken derselben und durch das beständige Herabfliessen der Gletscher-Bäche; zweitens das Einstürzen hoher Felsen und Kämme.

Da zwischen den Gletschern und ihrer Unterlage stets eine grosse Menge mehr oder weniger grosser Felsblöcke und Stein-Gerölle sich befindet, welche während des Vorrückens der Gletscher durch die ganze Last der darauf ruhenden Eis-Masse gedrückt werden: so ist leicht zu begreifen, dass dadurch ein Aushöhlen der Unterlage, besonders wenn jene Steine härter, als das Gestein der Unterlage sind, bewirkt werden müsse *). Die Gletscher-Bäche führen diese

*) Durch neuere Beobachtungen ESCHER'S VON DER LINTH (POGGEND. Ann. Bd. LVI, S. 610 > Jahrb. 232) ist meine Ansicht vollkommen bestätigt worden. Überall wo er einen Gletscher unmittelbar auf dem Boden aufliegend oder an felsigen Seitenwänden anliegend sah, fand er in der Nähe der Grenzflächen des Eises eine Menge grösserer und kleinerer Gesteinstücke und Sandkörner im Eise fest eingebacken. Sehr häufig werden auch, bemerkte ESCHER, ausgedehnte horizontale Strecken von Gletschern in der Nähe ihrer untern Fläche aus einer wahren Breccie, aus grossen und kleinen Gesteinstücken durch Eis zämentirt, gebildet. So sah er auf dem *Finelen-Gletscher*, der seit 20 Jahren beständig im Abnehmen begriffen ist, im letzten Jahre aus dem reinen Gletscher-Eise eine Schutt-Masse von mehreren hundert Fuss Länge und Breite hervortauchen. Dasselbe fand er (1841) am *Viesch Gletscher*, unten zwischen dem Eise und der Granitwand, einen ziemlich weit fortziehenden hohlen Raum, dessen Boden mit einer Menge feinen und groben Sandes und grossen Granit-Trümmern bedeckt war. Oben lag das Eis unmittelbar auf dem Granit-Ufer auf, und enthielt an seiner Grenzfläche fest eingebacken eine Menge verschiedenartiger Gesteinstücke. Die Granitwand war völlig abgerundet.

VON CHARPENTIER (*Essai sur les Glaciers etc.* p. 96) berichtet gleichfalls eine an diese Thatsachen sich anreichende Erscheinung. Als nämlich das Gouvernement des Kantons *Wallis* einen Kanal

losgerissenen Massen nicht bloss mechanisch fort, sondern sie lösen auch davon, wenn sie aus Kalk bestehen, auf. Die bedeutenden Kalksinter-Lager, welche man z. B. in den Umgebungen von *Grindelwald* und auf dem Wege von da nach dem *Faulhorn* findet, bezeugen Diess unter andern. Ich führte in dieser Beziehung an, dass nach den Beobachtungen STÄHLIN'S über die Menge des Wassers, welche jährlich im *Rhein* aus der *Schweitz* abfliesst, verknüpft mit der Analyse des *Rhein*-Wassers von PAGENSTECHER jährlich ein Cubus von 866 Fuss Seite kohlensauren Kalkes der *Schweitz* bloss in wässriger Auflösung entzogen wird. Gleichzeitig nahm ich Bezug auf die wunderlich gewundenen Vertiefungen, die man auf der weiten *Mosa-Alp*, an der Südseite des *Muschelhorns*, auf der Nordseite der *Gemmi* und auf der kleinen Ebene vor dem *Rhein*-Gletscher bemerkte, worauf schon EBEL^{*)} aufmerksam gemacht hat, und die er um so mehr für die Wirkung der Gletscher-Wasser hält, als sich dieselbe Gestaltung der Oberfläche auf dem Felsen, worauf der *Rhein*-Gletscher liegt, zeigt, wenn er bisweilen in sehr heissen Sommern eine Strecke weit hinein abschmilzt.

Je mehr, fuhr ich fort, in einem gewissen Zeitraume die Unterlage des Gletschers sich austieft, desto mehr kommt er in wärmere Regionen. Sein Abschmelzen wird also zunehmen, und wenn von oben nicht mehr als früherhin nachgeschoben wird, so wird er abnehmen, ja in einer gewissen Zeit ganz verschwinden. Dass wirklich viele Gletscher seit vielen Jahren bedeutend zurückgetreten sind, zeigen die oft weit von dem untern Ende derselben abstehenden Gandecken. Beispielsweise führte ich die Gandecke am oberen *Grindelwald*-Gletscher, die am untern Gletscher, welche

unter dem untern *Gietroz*-Gletscher in dem *Bagné*-Thale gruben liess, um die Erneuerung des bekannten schrecklichen Ereignisses am 16. Juni 1818 zu verhüten, und desshalb ein Theil des Gletschers bis auf seine Unterlage weggenommen wurde, fand man dieselbe aus Kieselsteinen mit einigen grösseren Felsblöcken gemengt bestehend.

^{*)} Anleitung, die *Schweitz* zu bereisen etc., Zürich 1810, 3. Auflage, II, 256, III, 31 und IV, 111.

jetzt mit Bäumen bewachsen sind, so wie die von dem dermaligen Ende des *Rhone*-Gletschers um 240 Schritte abstehende Gandecke an und fügte hinzu: „Mögen endlich nicht manche Schutthaufen, die man in Thälern, weit entfernt von Gletschern findet, ehemalige Gandecken seyn?“ *). Diese deutlichen Merkmale ihrer ehemaligen und jetzigen Ausdehnung möchten, sagte ich, gewichtigere Zeugnisse ihres Zurückweichens seyn, als die blosen Sagen von Entstehung neuer Gletscher.

Was endlich die zweite der oben angedeuteten, dem Wachsthumus der Gletscher entgegenwirkenden Ursachen, das Einstürzen hoher Felsenhörner, betrifft, so ist, wie ich damals bemerkte, von selbst klar, dass Gletscher verschwinden müssen, wenn mit ewigem Schnee bedeckte Gebirgs-Massen, die sie nähren, verschwinden. Ich bezog mich desshalb auf die Hypothese EBEL's **), dass auf der Nordseite der *Gemmi* ehemals grosse Gletscher lagen, welche sie bis unterhalb des *Dauben-See's* bedeckten, und hielt dieselbe um so mehr begründet, als die ungeheuren Einstürzungen, welche dort, wahrscheinlich als Folge des so leicht zerstör- und verwitter-baren Schiefers, auf welchem die *Gemmi* ruht, stattgefunden haben, und wovon die grossen Schutt-Kegel am südlichen Fusse der *Gemmi* und im *Rhone*-Thale herrühren, hiervon Zeugniss geben. Spuren solcher Einstürzungen und ehemaligen grossen Gletscher zeigen sich auch, wie ich bemerkte, auf der nördlichen Seite der *Gemmi*, unterhalb des Wirthshauses *Schwarrbach* und in der Nähe der *Spital-Matte*. Auf dieser Alpe findet man mehre mit Tannen bewachsene Berge, die aus regellos aufeinander geschichteten

*) Die schon von DE SAUSSURE aufgefundenen Granitblöcke auf dem Kalksteine an Stellen mehr als 100 Fuss über dem heutigen Niveau des *Arveiron*-Gletschers mögen unter anderen als Bestätigung meiner damals geäußerten Ansichten eine Stelle finden. Jene Blöcke können nur aus den Hochthälern, aus welchen der Gletscher Ursprung nimmt, am *Montanvert* etc. herrühren, da der Gletscher noch gegenwärtig solche Blöcke in seinen Moränen auswirft. Es ist also mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der *Arveiron*-Gletscher in früheren Zeiten in einem viel höheren Niveau lag.

**) A. a. O. III, 30 und 338.

mehr oder weniger grossen Kalkfelsen bestehen. Endlich führte ich an, dass man den sehr mächtigen Schutthaufen am linken Gebirgs-Abhang unterhalb *Kanderstätt* für eine sehr grosse Gandecke zu halten geneigt seyn möchte *) und dass selbst noch weiter hinab, bis nach *Frutigen*, aus mächtigen Kalkblöcken bestehende aufgeschüttete Hügel theils in der Mitte des Thals und theils an die hohen Seiten-Gebirge angelehnt gefunden werden.

Nachdem ich schliesslich mehre Beispiele von Einstürzungen in den *Alpen* angeführt und darauf aufmerksam gemacht hatte, wie der Wechsel von Frost und Aufthanen das Zerspalten und Absprengen bedeutender Felsmassen verursachen muss, schloss ich mit der allgemeinen Bemerkung, dass die Gletscher durch solche Einstürze ihren Zuwachs an Schnee-Lawinen verlieren, sich vermindern oder ganz verschwinden. So rücken denn nach und nach viele Punkte aus der Region des ewigen Schnee's herab, nähern sich der grossen Wärme-Quelle im Innern der Erde und werden dadurch zugänglich dem organischen Leben.

Seitdem ich die vorstehenden Bemerkungen niedergeschrieben habe, hat sich die Aufmerksamkeit mehrer Naturforscher auf die Gletscher gelenkt, und die Beobachtungen und Aufsätze hierüber haben sich sehr vervielfältigt. Meine Ansichten, dass die Gletscher in früheren Zeiten eine grössere Ausdehnung gehabt haben, sind bis zu einem Grade gesteigert worden, der kaum mehr eine Vergleichung mit ihrem dermaligen Stande zulässt. Ich will es nun versuchen,

*) AGASSIZ (Untersuchungen über die Gletscher, 1841, S. 17) berichtet, dass bei einem wiederholten Ausfluge in's *Berner-Oberland* und das *Oberwallis* die grosse Moräne von *Kanderstätt*, die H. GUYOT schon bemerkt hatte, die ausgebreiteten Karrenfelder der *Gemmi* etc. reichen Stoff zur Untersuchung und Belehrung darboten. Ohne Zweifel ist hier dieselbe Moräne genannt. Ob H. GUYOT diesen Schutthaufen vor oder nach mir für eine Moräne gehalten, ist ziemlich gleichgültig, da er keinem Beobachter, der seine Aufmerksamkeit auf Moränen richtet, entgehen kann. Ich war im September 1835 in *Kanderstätt* und meine Wärmelehre erschien ein Jahr nachher. Hr. AGASSIZ, der mein Buch an einer andern Stelle zu zitiren die Güte hatte, wird wohl entscheiden können, wem die Priorität gebührt.

die Thatsachen, durch welche man zu solchen Folgerungen gekommen ist, zu beleuchten. Zunächst will ich auf die Beobachtungen Bezug nehmen, welche in den letzten Jahren beim Besteigen einiger der höchsten Berge des *Berner Oberlandes* gemacht worden sind.

Die wahre Gestalt der mit ewigem Schnee bedeckten Berge der Alpen-Kette kann von den Thälern aus niemals genau erkannt werden *). So erscheint das *Schreckhorn* und besonders das *Finsteraarhorn* mit scharfen Rücken, während die *Jungfrau*, der *Mönch* und der *Eiger* sich als grosse Pyramiden darstellen. Da man die letzten nur von vorn sieht, so scheint es ganz natürlich, dass man ihrer ausserordentlichen Breite eine verhältnissmässige Dicke zutheilt. Auf der Spitze der *Jungfrau*, wo man diese Kolosse von allen Seiten sieht, war DESOR nicht wenig erstaunt zu finden, dass auch der *Mönch* nichts anders als einen ungeheuren Grat beinahe so scharf wie das *Finsteraarhorn* bildet, nur dass er sich von Ost nach West zieht, während das letzte von Nord nach Süd gerichtet ist. Die *Jungfrau* selbst ist gleichfalls keineswegs so massig, als sie von *Bern* und selbst von *Interlachen* aus erscheint; sie gewinnt in dieser Beziehung auch durchaus nichts, wenn man sie von oben herab sieht; denn statt einer zusammenhängende Masse zu bilden, ist sie nur aus einer Reihe von Rücken gebildet, wovon einer hinter den anderen sich befindet, die durch tiefe Einschnitte oder Thäler von einander abgesondert sind. Diese Rücken sind gemäss ihrer Höhe geordnet, so dass der erste oder nächste der Pläne der niedrigste und der letzte der höchste ist. Diese eigenthümliche Beschaffenheit kann in grosser Entfernung wahrgenommen werden; denn betrachtet man aufmerksam die *Jungfrau* bei klarem Wetter, so unterscheidet man leicht die tiefen Einschnitte durch ihre dunklere Farbe; der letzte, welcher den höchsten Pik von dem nächsten trennt, ist am deutlichsten zu erkennen. Der *Eiger*, obgleich massiger als der *Mönch*, ist gleichwohl viel weniger pyramidal als er erscheint.

*) Besteigung der *Jungfrau* von DESOR in *Edinb. N. philos. Journ.*
January to April 1842.

DESOR glaubt die Erklärung dieser scharfen Gestalt in der Natur der Felsart zu finden, welche im Allgemeinen Gneiss oder Glimmerschiefer, d. i. ein mehr oder weniger in grossen Platten spaltbares Gestein ist, so dass die kolossalnen Rücken des *Finsteraurhorns*, des *Mönchs*, der *Jungfrau*, des *Schreckhorns* und des *Eigers* einigermassen im grossen Maasstabe die schiefrechte Zerspaltung der von ihren Seiten herabgefallenen Massen, welche die Gletscher unter der Form von Gandecken fortführen, darstellen. Besteht das Gestein aus ächtem Granit oder Protogyn, so sind die Piks stets massiger, wie diess der *Mont-Blanc*, der *Mont-Maudit* und andere zeigen.

Diese Form der *Berner Alpen* stimmt, wie DESOR richtig bemerkt, nicht mit der seit EBEL'S Zeiten sehr allgemein angenommenen Ansicht überein, dass die verschiedenen Pik's eben so viele Glieder einer und derselben grossen Kette seyen. Nach den Untersuchungen von STUDER *) zerfallen die *Alpen*, weit entfernt eine zusammenhängende Kette zu bilden, im Gegentheil in Gruppen, welche eben so viele abgesonderte Zentralmassen bilden, die meistens in derselben Richtung streichen, aber häufig in Beziehung auf einander eine schräge Richtung, wie die Felder eines Schachbretts um eine Zentral-Axe herum einschlagen, nahe so wie die verschiedenen Krater-Kegel, die zu derselben vulkanischen Zone gehören. Die Zwischenräume zwischen den Zentral-Massen enthalten besondere Formationen, deren Struktur und mineralogische Natur mit denen der Grundmassen in Beziehung stehen. In diesen Formationen sind die meisten der inneren Alpen-Thäler ausgetieft, denen die grössere Zahl der Hörner korrespondirt.

Die sekundären Formationen, die Kalke, Schiefer und Sandsteine, welche sich längs des nördlichen und zum Theil längs des südlichen Rückens der Hochalpen fortziehen, sind innig verknüpft mit den Formationen, welche den innern Thälern eigen sind.

Daneben ist es, nach STUDER, nicht möglich, die Grenzen

*) *Bibliothèque univers. de Genève* No. 75; auch in *Edinb. N. Philos. Journ.* April to July 1842, p. 144.

der verschiedenen Zentral-Massen des Alpen-Systems zu bestimmen. Er erkennt jedoch sechs Hauptmassen oder Gruppen in dem Alpen-Gebirge seiner nächsten Nachbarschaft: 1) die Gruppe des *Montblanc*, 2) die Gruppe von *Aiguilles Rouges*, 3) die Gruppe von *Dent-Blanche*, 4) die Gruppe des *Mont-Rosa*, 5) die Gruppe des *St. Gotthard*, 6) die Gruppe des *Finsteraurhorn*. Diese letzte ist die grösste von allen und übt den überwiegendsten Einfluss auf das Relief der Oberfläche der *Schweiz* aus. Der Pass über die *Gemmi* und der über *Kisten* gegen Osten von *Tödi* mögen als ihre äussersten Grenzen betrachtet werden. Der Pass über die *Grimsel* von *Imgrund* bis nach *Obergestelen* und die Strasse über den *St. Gotthard* von *Amsteg* bis zu *Ursern* durchkreuzen sie in ihrer ganzen Breite. Die Nachbarschaft der *St. Gotthard's*-Gruppe und die Entfernung der andern Gruppen bewirken die merkwürdige Symmetrie der *Schweizer Alpen* gegen Osten und Westen des *St. Gotthard's*.

Im geologischen Sinne sind die hohen Rücken der Hochalpen nur untergeordnet, die Haupt-Erscheinung muss in den Massen, welche sie tragen, gesucht werden. Der Zusammenhang zwischen diesen Rücken und den sie umgebenden Schneefeldern erscheint, von der Spitze der *Jungfrau* oder eines anderen der früheren Pik's herab gesehen, ganz anders, als wie er gewöhnlich betrachtet wird. Wenn man sagt, dass ein Gletscher oder ein Firnmeer von einem solchen Gipfel sich herabzieht, so übertreibt man stets die Bedeutung des Pik's, dem sie zugeschrieben werden. Man betrachtet die Rücken als eine nothwendige Bedingung der Gletscher, und doch tragen sie zu ihrer Unterhaltung nur wenig bei. Sie können noch weniger für Separations-Linien oder Wasser-Scheiden zwischen zwei verschiedenen Bassins gehalten werden; denn man darf nur bis zu einer Höhe von 10,000 Fuss steigen, um sich zu überzeugen, dass alle Schneefelder miteinander korrespondiren, und dass die Pik's, welche von der Ferne gesehen so prädominirend erscheinen, in der That nur Fels-Inselchen sind, die aus einem ungeheuren, sie von allen Seiten umgebenden Eismeer aufsteigen. Schon die Gebrüder MEYER, welche den erster Versuch zur Besteigung

der *Jungfrau* machten, haben auf diese Erscheinung hingewiesen. Es ist daher auffallend, in ihrer Karte gerade das Gegentheil davon zu erblicken; denn auf ihr werden die Berge als grosse fortlaufende Rücken, welche bestimmte Absonderungen zwischen den verschiedenen Gletschern bilden, dargestellt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass die mit ewigem Schnee bedeckten Hörner nicht die Bedeutung für die Gletscher haben, welche ich ihnen nach den früheren Ansichten EBEL's beigelegt habe, und eben desshalb kann auch das theilweise Herabstürzen solcher Hörner wenig zu ihrer Verminderung beitragen.

Die Felsen in dem Thale des *Unteraar-Gletschers*, welches in dem Zentral-Kern der primitiven Gesteine geöffnet ist, sind nach DESOR *) Glimmerschiefer, Gneiss, Protogyn und undeutlich geschichteter Granit, den die Schweizer Geologen Gneiss-Granit nennen. Bisher hat man diese verschiedenen Gesteine wenig unterschieden, weil sie an vielen Orten unmerklich in einander übergehen. DESOR bemerkte indess schon im verflossenen Jahre beim Anblicke der Moränen, die von den höhern Regionen herabsteigen, sehr merkliche Verschiedenheiten, je nach den Punkten, an welche sie sich anschliessen. In diesem Jahre versuchte er bis zum Ursprunge dieser Moränen aufzusteigen, und er fand in der That eine sehr scharfe Grenze zwischen dem anstehenden und besonders zwischen dem schwärzlichen Glimmerschiefer von feinem Korn, der sich in sehr dünne Platten spaltet, und dem sehr kompakten Gneiss-Granit, der, gewöhnlich wenig Glimmer haltend, gegen den Schiefer sehr auffallend kontrastirt. Indem er später mit ESCHER VON DER LINTH diese Kontakt-Verhältnisse auf den verschiedenen, das *Hôtel des Neufchâtelois* auf dem untern *Aar-Gletscher* umgebenden Gipfeln verfolgte, fanden sie, dass die Grenze, obgleich sehr distinkt, doch keine wirkliche Trennung bildet, indem man sehr leicht Stücke abschlagen kann, welche beide Gesteine

*) *Observations recueillies dans une ascension sur le Schreckhorn.*
— Extrait d'une Lettre de M. E. DESOR à M. ELIE DE BEAUMONT.
Compt. rend. T. XV, No. 9, p. 461.

zeigen. Man bemerkt keine Veränderung auf der Grenze des Schiefers; bloss die Feldspath-Krystalle des Granits nehmen an den Berührungs-Punkten bisweilen ein etwas glasiges Ansehen an. Der Granit bildet auch häufig Gänge im Schiefer, die bisweilen eine Mächtigkeit von 20, 30 bis 50 Fuss, bisweilen nur von 2 bis 3 Zoll haben. Sie fanden ferner, dass der Gang-Granit im Allgemeinen von feinerem Korn ist, als der anstehende Granit. Niemals fanden sie aber Gänge von Glimmerschiefer im Granit.

Um eine allgemeine Übersicht von diesem Wechsel der Felsen zu gewinnen, bestiegen sie das bis dahin unbestiegene *Schreckhorn*. Sie sahen auf dem Gipfel, dass jene Grenze sich gegen Süden durch die *Lauteraar-Hörner* in die Masse des *Finsteraarhorns* und gegen Norden in das *Ritzlihorn* zieht. Diese Grenze entspricht durchaus dem Streichen der Schichten, das sehr konstant ist. Alle grossen Gipfel der *Berner Alpen* liegen westlich von dieser Grenze und sie bestehen aus Glimmerschiefer: unter andern das *Schreckhorn*, das *Finsteraarhorn*, der *Mönch*, der *Eiger*, die *Vieschenhörner*. Die Schiefer verlieren zwar nach und nach ihr feines Korn, sobald man sich von den Berührungs-Punkten entfernt, sie werden sogar manchmal sehr grobkörnig (auf der *Jungfrau*); dennoch unterscheiden sie sich nicht weniger vom Gneiss-Granit durch ihre schiefrige Struktur, wie durch ihr allgemeines Aussehen. Die Masse des Gneiss-Granits erhebt sich nirgends bis zu so bedeutenden Höhen und bildet keine (wenigstens nicht in jenem Theile der *Alpen*) so zerrissene Spitzen, wie der Schiefer. Man möchte sagen, der Granit sey der eigentliche Kern und die Schiefer-Rücken seyen durch ihn hinauf und seitwärts, zur Zeit der Hebung, geschoben worden. In der Berührung der beiden Felsarten taucht der Schiefer hier gegen Süden unter den Granit (plonge au sud sous le granit), indem er mit der Vertikale einen Winkel von 10° bis 20° bildet. Nach STUDER findet dasselbe im *Haslithale* bis nach *Gütlannen* statt, während auf der *Grimsel* die Schichten vertikal stehen. Zu *Obergestelen*, im *Rhone-Thal*, fangen sie schon an gegen Norden unterzutauchen und vollenden so den Fächer der Gruppe

des *Finsteraarhorns*. Die Thäler schneiden diese Masse nach allen Seiten. So ist das *Finsteraar-Thal* in Beziehung auf das Streichen der Schichten ein Querthal, und das *Unteraar-Thal* fast ein Längen-Thal.

Ans diesen Beobachtungen ergibt sich, dass der Gneiss-Granit, als er mit dem Glimmerschiefer in Berührung kam, flüssig gewesen seyn musste; denn sonst würde die Adhäsion zwischen beiden Gesteinen nicht zu erklären seyn. Der Glimmerschiefer muss aber auch in hohem Grade erhitzt gewesen seyn, als der Granit mit ihm in Berührung kam; denn sonst würden sich nicht Granit-Gänge von nur 2 bis 3 Zoll Mächtigkeit in ihm haben bilden können. Betrachtet man, bemerkt DESOR, bloss diese Gänge, so wird man unwillkürlich zur Annahme geführt, dass sie sich aus flüssigen Massen, die in den Schiefer eingedrungen sind, gebildet haben. Aber, setzt er hinzu, wie lässt sich Diess mit der Ansicht vereinigen, dass selbst der Gneiss-Granit nichts anders als ein metamorphosirtes neptunisches Gebilde sey?

Ich bin der Meinung, dass von der Annahme einer Metamorphosirung eines neptunischen Gesteins gänzlich abstrahirt werden müsse, wenn wir es als eine Gang-Masse, besonders von so geringer Mächtigkeit, wie jene Granit-Gänge sind, erblicken; es sey denn, dass man eine vollkommene Schmelzung eines solchen Gesteins voraussetzt. Diess kann indess nicht der Begriff einer Metamorphose seyn; denn mit der Schmelzung muss das Hauptkennzeichen einer geschehenen Umwandlung, die ursprüngliche Schichtung, verschwinden. Und die Annahme einer Schmelzung führt uns in der Erklärung nicht weiter, als wenn wir eine ursprünglich im feurigflüssigen Zustande gewesene Masse annehmen, die durch allmähliche Erkaltung in eine krystallinische Gebirgsart sich umgewandelt hat. Will man daher den Gneiss-Granit, wie er in den Alpen als eine mächtige Gebirgsart erscheint, für ein metamorphosirtes neptunisches Gebilde halten, so muss man diese Massen gänzlich unterscheiden von den granitischen Gang-Massen. Ob aber eine solche Unterscheidung zulässig sey, ob man eine von dem Gebirgs-Gneiss-Granit unabhängige granitische Gang-Masse annehmen könne, die, in einer späteren

Periode aufgestiegen, den Glimmerschiefer durchsetzt und vielleicht erst gehoben habe, darüber können nur die in den *Alpen* einheimischen Naturforscher Vermuthungen wagen. Der Umstand, dass der Gang-Granit von feinerem Kern ist, als der anstehende Gneiss-Granit, kann allein nicht zu Gunsten einer solchen Ansicht sprechen; denn eine Gang-Masse von wenigen Zollen Mächtigkeit wird, wenn die Wände der Spalte auch noch so sehr erhitzt sind, doch viel schneller erstarren, als eine Masse von bedeutendem Umfange. Die Verschiedenheit des Kerns kann also lediglich von der ungleichen Dauer der Erstarrung abhängen.

Was den Glimmerschiefer betrifft, den man für ein metamorphosirtes neptunisches Gebilde zu halten geneigt ist, so ist man, da er überall Schichtung zeigt, allerdings dazu berechtigt. Unter dieser Voraussetzung entsteht die Frage, wie und wo fand diese Umwandlung statt?

Diess kann als entschieden betrachtet werden, dass ein formloses neptunisches Gebilde nur durch Hitze in ein kry stallinisches umgewandelt werden könne. In zwei früheren Abhandlungen in diesem Jahrbuche *) habe ich mich zu zeigen bemüht und durch mehre Erscheinungen nachgewiesen, dass eine solche Umwandlung keineswegs eine Erhitzung bis zur Schmelzung voraussetze; sondern dass ein anhaltender glühender Zustand dazu vollkommen hinreiche. Wie kann aber eine neptunische Gebirgsart von bedeutender, mehre Tausend Fuss betragender Mächtigkeit bis zum Glühen erhitzt werden?

Wir wissen, dass durchschnittlich mit einer Zunahme der Tiefe von je 115 Fuss die Temperatur um je 1° R. zunimmt. Wir schreiben die Temperatur-Zunahme dem noch feurigflüssigen Zustande im Innern der Erde zu. Ob auch in den höheren Temperaturen gleichen Tiefen-Unterschieden gleiche Temperatur-Unterschiede entsprechen, wissen wir nicht; ja es könnte wohl seyn, dass in höheren Temperaturen die Zunahme rascher erfolgte. Bleiben wir indess bei jener in zugänglichen Tiefen gefundenen Temperatur-Zunahme

*) 1843, 49 u. a., dann 1843, 311 ff.

stehen und nehmen wir z. B. für die Temperatur der feurigflüssigen Masse im Innern der Erde = 1532° R. an: so wird 115 Fuss von der Grenze der festen Kruste unserer Erde nach oben noch eine Temperatur von 1531° herrschen. Ist die bei Tage eben noch sichtbare Rothglühelhitze 400° R., so wird diese Temperatur in einer Höhe von 130.180 Fuss über der Grenze der festen Erdkruste stattfinden. Angenommen nun, dass von der innern feurigflüssigen Masse eine bedeutende Quantität durch eine weite Spalte aufsteigt, und eine neptunische Gebirgschicht von mehren Tausend Fuss Mächtigkeit hebe oder auch nur damit in Kontakt komme: so finden für dieselbe fast genau die nämlichen Verhältnisse Statt, wie für eine gleichmächtige Schicht über dem feurigflüssigen Innern der Erde. In jener neptunischen Schicht, die in unmittelbarem Kontakte mit der aufgestiegenen feurigflüssigen Masse die Temperatur derselben annimmt, wird nach und nach eine Temperatur-Abnahme von 1° R. auf 115 Fuss eintreten, und wäre diese Schicht auch 130.180 Fuss dick, so wird doch noch das oberste Ende eine eben noch bei Tage bemerkbare Rothglühelhitze zeigen. Wegen der schlechten Wärmeleitungs-Fähigkeit des Gesteins wird freilich ein sehr langer Zeitraum erforderlich seyn, ehe eine neptunische Gebirgs-Masse von mehren Tausend Fuss Dicke durch und durch so weit erhitzt wird, dass sich eine Temperatur-Abnahme von 1° R. auf eine Dicke von 115 Fuss herstellt; was sind aber Jahrhunderte oder Jahrtausende für geologische Perioden?

Die Möglichkeit ist also leicht zu begreifen, wie eine neptunische Schicht selbst von einer Mächtigkeit von mehren Tausend Fuss, welche an ihrer untern Fläche oder wohl auch an ihren Seiten mit einer feurigflüssigen Masse in Berührung kommt, nach und nach bis zu einem solchen Grade erhitzt werden kann, dass sie in eine krystallinische Gebirgsart umgewandelt wird. Ein eben so langer Zeitraum, als erfordert wird zur Erhitzung dieser Schicht, wird auch zu ihrer Abkühlung erforderlich seyn. Beide Zeiträume werden gross seyn, wenn die Mächtigkeit der Schicht bedeutend ist. Ebenso wird aber auch der Zeitraum des anhaltenden Glühens,

die nothwendige Bedingung der Umwandlung einer formlosen Masse in eine krystallinische, von langer Dauer seyn.

Sollte auch die feurigflüssige Masse, welche mit der neptunischen Schicht in Berührung kommt, von geringerem Umfange, als die letzte seyn, so kann es doch nicht an der nöthigen Wärme fehlen, um dieselbe bis zum Glühen zu erhitzen, da die aufgestiegene feurigflüssige Masse bis zu ihrer krystallinischen Erstarrung mit dem geschmolzenen Kern unserer Erde in Kommunikation bleibt. Die freie Zirkulation der Wärme mit einer so unerschöpflichen Wärmequelle und der Umstand, dass alle Wärme, welche die aufgestiegene feurigflüssige Masse bis zu ihrer Erstarrung und Erkaltung verliert, durch die neptunische Schicht entweichen müss, machen es also begreiflich, dass sich in der neptunischen Schicht nach einer gewissen Reihe von Jahren daselbe Gesetz der Temperatur-Abnahme äussern müsse, wie es in der festen Erdkruste überall stattfindet. Es ist nur der Unterschied, dass durch das Aufsteigen feurigflüssiger Massen die unerschöpfliche Wärmequelle des Erd-Innern der Oberfläche näher rückt und desshalb dort eine Temperatur sich offenbaren müss, die jetzt nur in einer grossen Tiefe herrscht.

Der Umstand ist übrigens nicht aus den Angen zu verlieren, dass ein grosser Theil der in die neptunische Schicht dringenden Wärme zur Verdampfung des in ihr ursprünglich schon vorhanden gewesenen Wassers, so wie der in sie während ihrer Metamorphosirung dringenden Meteor-Wasser verwandelt werden müsse. Während dieser ganzen Periode müssen daher Wasser-Dämpfe aus ihr aufsteigen, und es kann nicht fehlen, dass nicht an solchen Stellen, wo die Wasser eingeschlossen sind, gewaltsame Wirkungen, Zerberstungen des Gesteins und partielle Hebungen eintreten. Vielleicht dass die häufigen Klüfte nach mehrfachen Richtungen, welche im Glimmerschiefer gefunden werden, eine Folge dieser eingeschlossen gewesenen Wasser sind. An der untern Fläche der neptunischen Schicht, in der Berührung mit der aufgestiegenen feurigflüssigen Masse konnte sogar die letzte in Spalten eintreten, welche durch die

Wasser-Dämpfe in dem Gesteine entstanden waren, und so Gänge bilden.

In solcher Weise können wir uns die Bildung der mächtigen Glimmerschiefer-Masse, welche die Gruppe des *Finsteraarhorns* ausmacht, in Folge der Metamorphosirung einer an dieser Stelle vorhanden gewesenen neptunischen Schicht denken: sey es, dass diese Schicht in ihrem ursprünglichen Zustande von der feurigflüssigen Masse gehoben wurde und ihre Umwandlung erst nach dieser Hebung erfolgte, oder dass sie, als sie noch ein Tief-Land bildete, metamorphosirt und in einer späteren Periode gehoben wurde. Sollte es geschehen seyn, dass diese Schicht im unveränderten Zustande bis zur Höhe der mit ewigem Schnee bedeckten Hochebene gehoben, dort metamorphosirt und später theilweise nochmals gehoben wurde, wodurch die Pik's sich bildeten: so würde ein Fall eingetreten seyn, den schon ELIE DE BEAUMONT in einer noch viel grösseren Ausdehnung voraussetzte *). So wie nämlich, nach diesem Naturforscher, in dem Momente der Hebung der Haupt-Alpenkette (von *Wallis* bis *Österreich*) die Gletscher, welche das schon existirende System der West-Alpen bedeckten, plötzlich schmelzen und die Diluvial-Ströme herbeiführen mussten: so würde auch ein ähnliches Ereigniss eingetreten seyn, wenn die Pik's des *Finsteraarhorns* sich später aus der Hochebene erhoben haben sollten. Dass diese Pik's schon metamorphosirt, wenn auch noch in einem sehr erhitzten Zustande, gehoben wurden, hat mehr Wahrscheinlichkeit, als dass diese Metamorphose erst in ihrer gegenwärtigen Stellung erfolgt sey; denn da sie nach Verhältniss ihrer Masse eine grosse Oberfläche darbieten, so ist es etwas schwierig zu begreifen, wie sie, von allen Seiten den erkältenden Einflüssen der Luft exponirt, durch die sie hebende feurigflüssige Masse so weit erhitzt werden konnten, dass sie eine krystallinische Beschaffenheit annahmen.

Schliesslich muss man überhaupt die Frage aufwerfen, ob nach den oben mitgetheilten Bemerkungen STUDER's, wor-nach die Alpen keine zusammenhängende Kette bilden, sondern

*) *Sur les révolutions de la surface du globe*, p. 285.

in einzelne Gruppen zerfallen, von einer Hebung des Alpen-Gebirges als eines Ganzen nicht gänzlich abstrahirt werden müsse?

Es ist bekannt, dass einige unserer ausgezeichnetsten Geologen die Fortführung der erratischen Alpen-Blöcke durch ungeheure Wasser-Ströme, hervorgehend aus dem Schoosse der Alpen, zu erklären suchten: sey es, dass diese Ströme von einem plötzlichen Sinken der Oberfläche des Meeres, das damals einen Theil der Alpen bedeckt haben sollte, oder von einem augenblicklichen Ausflusse ausgedehnter See'n, in den Thälern der Alpen, oder von einem plötzlichen Schmelzen der Gletscher herrührten. Unter den Einwendungen, welche gegen diese Hypothese gemacht wurden, haben die von CHARPENTIER's *) ein besonderes Gewicht, da dieser in den Alpen so einheimische Naturforscher das Gebiet der erratischen Blöcke und alle seine Verhältnisse mit derselben Umsicht untersuchte, wie sie 30 Jahre früher LEOP. von BUCH zum Gegenstande seiner Untersuchungen erwählt hatte.

Gegen die Erscheinungen, welche durch die bekannte Überschwemmung des *Bagne-Thales* im J. 1818 bewirkt wurden, dass nämlich fünf Granit-Blöcke **) 1800 Fuss weit vom Wasser fortgeführt worden, bemerkte von CHARPENTIER, dass Diess nur die ungeheure Menge Holz, welches von den fortgeföhrtten Sennhütten, Scheunen, Häusern, Bäumen und Faschinien herrührte, zuzuschreiben sey, indem diese Blöcke ohne diesen Umstand wahrscheinlich gar keine Orts-Veränderung erlitten haben würden. Da wo dieser Strom sich erweiterte, blieben die grösseren Geschiebe liegen; sie wurden nur auf seinem Bette, keineswegs auf seiner Oberfläche oder gegen seine Ufer fortgeführt; denn nirgends fanden sie sich ausserhalb der gewöhnlichen Strömung. In den Strassen der Burg von *Martigny*, die ungefähr 10 Fuss über diesem Strombett und 3000 Fuss unterhalb jener Granit-Blöcke liegen, hatte der Strom eine Tiefe von $9\frac{1}{2}$ Fuss und so viel

*) *Essai sur les Glaciers et sur le Terrain erratique du Bassin du Rhône. Lausanne 1841, p. 214 et suiv.*

**) Der grösste dieser Blöcke von 10,000 Cubikfuss existirt nicht mehr, indem er als Bau-Material verbraucht wurde.

Gewalt, dass er viele Häuser und Scheunen fortführte. Gleichwohl führte er nur seinen Schlamm, keineswegs grössere Geschiebe, selbst nicht Sand mit sich. Dasselbe fand in der Stadt *Martigny* Statt; auch hier liess das Wasser nur eine sehr beträchtliche Masse feinen Schlamms zurück. Man würde daher nicht begreifen können, wie irgend eine Fluth auf das benachbarte Gebirge *Plan-y-Beuf*, in das *Ferret-Thal* bis zu einer Höhe von 2700 Fuss über der Thal-Sohle Blöcke von mehr als 100,000 Kubik-Fnss hätte absetzen können. Nach den Erscheinungen der Fluth im *Bagne-Thal*, die so oft zu Gunsten der Strom-Hypothese angeführt worden, würde demnach die vorausgesetzte grosse Diluvial - Strömung in *Wallis*, nachdem sie die niedere *Schweitz* erreicht hätte, sogleich alle mitgeführten Geschiebe abgesetzt und nicht auf die Abhänge des *Jura* in Form von Dämmen und in parallelen Linien bald ohne Spur von Schichtung und bald deutlich und regelmäsig geschichtet bis zu einer Höhe von mehr als 300 Fuss geschoben haben.

Dazu kommt, dass sich in den erratischen Geschieben keine Auswahl je nach der Grösse der Fragmente zeigt, was doch stattfinden müsste, wenn sie durch eine Fluth getragen worden wären, indem in dem Augenblicke, wo sich deren Geschwindigkeit verminderte, die grössten unter ihnen zuerst und die kleinern sich sofort immer später abgesetzt haben müssten; ferner, dass gerade der Mündung des *Rhone-Thals* gegenüber die grösste Anhäufung der erratischen Geschiebe sich findet, was nicht der Fall seyn könnte, wenn Ströme sie dahin geführt hätten, indem sie dann links und rechts, wo die Strömung sich vermindert hätte, abgesetzt worden wären; dass endlich die Geschiebe bei der ungeheuren Geschwindigkeit, womit sie durch die Fluth, ohne die Erde zu berühren und abgerundet zu werden, fortgetrieben worden wären, hätten zersplittern und Spuren des gewaltigen Stosses an dem Abhange des *Jura* zurücklassen müssen, was aber durchaus nicht der Fall ist. Ein Blick auf die Karte von der *Schweitz* zeigt, dass das Plateau des *Jorat*, dessen höchster Punkt 2154' über dem *Genfer-See*, fast genau in der Richtung der Mündung des *Rhone-Thals* liegt. Wäre daher

über diese kleine Gebirgs-Gruppe die Fluth hinweggegangen, so würden alle Geschiebe, die in einer geringeren Höhe, als 2154 Fuss fortgeführt worden wären, sich vor diesem Plateau abgesetzt haben. Nichts der Art ist aber hier zu sehen. Eben so wenig findet man bedeutende Anhäufungen in dem kleinen *Vallorbe-Thale im Jura*, welches doch ganz der Strömung gegenüber gelegen hätte.

Schon diese Thatsachen widerlegen die Annahme der Vertheidiger der Strom-Hypothese, dass der ganze Strom eine schlammige Masse gebildet habe, auf der die grossen Blöcke sich, ohne unterzusinken, erhalten und schwimmen konnten. Überdiess hatte von CHARPENTIER häufig Gelegenheit, grosse mit vielen Geschieben beladene Schlamm-Ströme zu beobachten, auf denen sich Blöcke von mehr als 100 Kubik-Fuss zwar auf der Oberfläche erhielten, aber keineswegs schwammen, sondern über anderen Geschieben fortgetrieben wurden. Wie lässt sich aber damit die Konservierung der Oberfläche und der vorspringenden Theile einer grossen Zahl von Blöcken von 60,000 Kubik-Fuss Grösse, welche einen Weg von mehr als 60 Meilen zurückgelegt hatten, einigen? — Muss man daher von der schlammigen Beschaffenheit des Stromes abstrahiren, so bleibt nichts Anderes übrig, als ihm eine solche Geschwindigkeit zuzutheilen, dass diese Blöcke dadurch verhindert wurden, unterzusinken. Diese Geschwindigkeit hätte aber die Strömung schon haben müssen, ehe die von den höchsten Kuppen abstammenden Granit- und Gneiss-Blöcke zugekommen wären, was eben so wenig zu begreifen ist.

Da man ungeheure Gruppen grosser Blöcke von demselben Gestein, wie z. B. die Granite von *Ferret*, welche am Abhange des Gebirges oberhalb *Monthey* eine Fläche von $\frac{3}{4}$ Meile Länge und 300—800 Fuss Breite bedecken, findet: so würde nicht einzusehen seyn, wie sich dieselben, ohne sich mit anderen gleichzeitig vorhandenen Geschieben zu vermengen, abgesetzt haben könnten.

Wie kann man endlich durch die Strom-Hypothese die eigenthümliche Stellung mehrerer erratischer Blöcke aufeinander, die sich durch schwache Stützen darin erhalten, und

die vertikalen Spalten in manchen in ihrer ganzen Höhe, welche offenbar die Folgen eines Falles sind, erklären?

Nach allen diesen mit so vieler Klarheit von CHARPENTIER gegen die Strom-Hypothese vorgebrachten Einwendungen kann man sich in der That nicht geneigt fühlen, ihr fernerhin zu huldigen.

Nun könnte man in Erinnerung bringen, dass, sofern die Ströme die Folge des geschmolzenen Schnee's des Firn-Meer's und des Gletscher-Eises waren, ein grosser Theil des letzten beladen mit Felsen und Gesteinen fortgeführt worden wären. Berücksichtigt man aber die engen Pässe und die oft sehr bedeutenden Krümmungen der Alpen-Thäler so wie die grosse Zerbrechlichkeit des Gletscher-Eises: so stösst man ebenfalls auf grosse Schwierigkeiten. Wie kann man sich denken, dass solche Flösse in der Schweizer-Niederung oder gar am südlichen Abhange des *Jura* ankommen könnten, ohne am Gebirge des *Col du Trient* in der Nähe von *Martigny*, wo das *Rhone-Thal* einen rechten Winkel macht, zu zerschellen? — Hier müsste man ungeheure Massen von Geschieben finden; man trifft aber daselbst keinen einzigen an. VON CHARPENTIER *) führt noch andere Lokalitäten in den Seiten-Thälern an, wo ebenfalls diese supponirten Eis-Flösse hätten zerschellen müssen; jedoch weder hier noch dort finden sich Geschiebe, welche von solchen Eis-Flössen abgeleitet werden könnten.

ELIE DE BEAUMONT'S Ansicht von der Entstehung der Diluvial-Ströme könnte nur auf denjenigen Theil der Haupt-Alpenkette Anwendung finden, der in den Kreuzungs-Punkten dieses Systems und des der *West-Alpen* liegt. Nur da konnte der Schnee und das Eis der früher schon vorhanden gewesenen Firne und Gletscher durch die Hebung der Haupt-Alpenkette zum Schmelzen kommen. Aber auch die *Tyroler*, *Bairischen* und *Österreichischen Alpen* haben erratische Geschiebe geliefert, deren Transport durch andere Ursachen, als durch jene Diluvial-Ströme bewirkt worden seyn müsste.

Ausser den im Vorhergehenden vorgetragenen Gründen

*) A. a. O. S. 185.

gegen die Strom-Hypothese führt ESCHER VON DER LINTH *) noch andere an, welche von der Beschaffenheit der Furchen auf den polirten Felsen hergenommen sind.

Jeder im Eise eingebackene und fest an die Felswand gepresste Stein wird beim allmählichen Vorrücken des Gletschers ebenfalls vorwärts geschoben und wird in der Richtung dieser Bewegung eine Reibung auf die Wand ausüben. Dadurch wird entweder eine Abglättung oder eine Ausfurchnung bewirkt je nach der Gestalt der Felswand, je nachdem der vorrückende Stein gleich hart oder härter als die Felswand ist, und je nachdem er glatt oder ranh ist. Ist der reibende Stein ein zackiger Quarz, so wird jeder dieser Zacken seinen Weg durch feine Streifchen bezeichnen. Ebenso wird auch feiner, zwischen der Felswand und dem Gletscher befindlicher Sand wirken **).

*) A. a. O.

**) Wenn es mineralogisch ganz richtig ist, dass nur der härtere Körper den minder harten ritzen kann: so zeigt uns doch die tägliche Erfahrung, dass selbst weiche Körper, wenn sie harte anhaltend reiben, dieselben ausfurchen können. An dem linken *Rhein*-Ufer finden sich viele Basalt-Säulen, an welchen die Tauen der mit Pferden Strom-aufwärts gezogenen Schiffe vorbeigezogen werden, an einer oder mehreren Stellen oft 1 Zoll tief gefurcht. Diese Wirkung röhrt zwar nicht von der Hanf-Faser allein her, sondern zum Theil von den erdigen Theilen, womit sich die Tauen beladen, wenn sie über die Erde streifen, ganz reine Tane würden aber in längerer Zeit gewiss ebenso die Basalte ausfurchen. Ein anderes noch auffallenderes Beispiel bietet schnell rotirendes Eisen dar, das, als dünne Scheibe, bekanntlich Stahl schneidet. Es mögen also die Gesteine oder Sand zwischen dem Gletscher und seiner Unterlage oder seinen Felswänden härter oder weniger hart, als die letzten seyn, stets werden dieselben abgeschliffen. Die feinen Furchen auf den Gesteinen werden indess stets das Resultat des letzten Abschleifens durch härtere Körper, wahrscheinlich durch Quarze seyn.

Es ist ohne Zweifel nicht weniger gewiss, dass auch das Eis selbst zur Abrundung und namentlich zur Politur der Felsen beitragen wird.

Bei einer Reibung zwischen dem Gletscher und seiner Unterlage oder den angrenzenden Felswänden unter einem so ungeheuren Drucke wird ebenso, wie wir es unter dem Radschuh eines

ESCHER bemühte sich in vielen der wildesten Gebirgs-Fluthen der *Schweiz* eben solche feine Furchen an den vom Strome abgerundeten Felsen aufzufinden; jedoch vergebens. Er entdeckte zwar zuweilen mehr oder minder tiefe Furchen, die in gerader Linie ziemlich weit fortliessen, jedoch fast nie gleichförmig breit und tief waren. Nie folgten sie auch nur einige Fuss weit einer bestimmten Richtung; sondern die Felsen waren entweder ziemlich gleichförmig abgeschliffen, oder sie zeigten eine Menge unregelmässiger, oft flacher, oft tiefer Anshöhlungen und buckelförmiger Erhöhungen. Wie kann auch die Abrundung und Ausfurehung eines mit Geschieben beladenen Stroms auf die Seitenwände seines Bettes anders, als sehr ungleichförmig seyn? Wie lässt sich die Möglichkeit einer fast horizontalen Furchen-Bildung durch einen solchen Strom begreifen?

Über die Höhe, bis zu welcher die polirten und gefurchten Felsen ansteigen, berichtet DESOR Folgendes: am untern Ende des *Oberaar-Gletschers* fand sich die Linie der polirten Felsen ungefähr 500 Fuss über seiner Oberfläche; aber je höher hinauf, desto mehr verminderte sich diese Differenz, und zuletzt fand sich ein Punkt, wo jene Linie und die Oberfläche des Gletschers sich unter einem spitzen Winkel schritten und die polirten Felsen sich unter dem Firn verloren. Dieser Punkt liegt mehr als 9000 Fuss hoch.

Längs des *Viescher-Gletschers* hatten sie manche Gelegenheit zu sehen, auf welche Weise der Gletscher die ihn einschliessenden Felswände polirt. Das vorherrschende Gestein ist Gneiss bisweilen von feinem Korn, bisweilen in grossen Krystallen, die es nicht verhindern, dass er an vielen Stellen nicht ebenso glatt, wie polirter Marmor ist. Sie bemerkten gleichfalls sehr deutlich die parallelen Streifen, das eigenthümliche Merkmal der durch Gletscher polirten Oberflächen.

Auf der linken Seite des *Viescher-Gletschers* fanden sie

schwer beladenen Wagens wahrnehmen, viel Wärme entwickelt werden. Die Wärme wird natürlich ein theilweises Schmelzen des Gletscher-Eises bewirken, und die dadurch schlüpfig erhaltene Unterfläche des Gletschers sein Fortrücken befördern.

viele alte Moränen, die sich weit ausdehnten bis zu einer Höhe von mehreren hundert Füssen über seine dermalige Oberfläche. Eine Menge erratischer Blöcke lagen überdiess in einer noch viel grösseren Höhe zerstreut umher und schienen bis zu der Spitze des Berges selbst zu reichen. Unter den Gneiss-Blöcken, woraus die Moräne bestand, sahen sie einen von ungeheurer Grösse, der auf einer Seite schön polirt war, woraus sie schllossen, dass er ein von den Thal-Wänden, die hier bis zu grosser Höhe polirt sind, abgerissener Felsblock sey.

Die Höhe, bis zu welcher diese polirten Felsen reichen, haben sie unglücklicher Weise nicht bestimmen können, da sie bei ihrer Besteigung der *Jungfrau* kein Barometer bei sich hatten.

Die letzten Felsen mit polirten Flächen fanden sie an den Seiten des *Kranzbergs* oder des *Lütschhorns* in der Fronte des *Grünhorns*. Leider haben sie auch diese Höhe, bis zu welcher die polirten Felsen ansteigen, nicht bestimmen können. Wo in höheren Regionen Felsen erschienen, war es unter der Form von gezackten Stücken: ein selbstredender Beweis von der mächtigen Konvulsion, welche die Erd-Kruste bei der Hebung dieser Pik's erlitten haben muss, und ein ebenso überzeugender Beweis, dass die Hebung dieser Pik's nur im festen, wenn auch noch im sehr erhitzten Zustande erfolgt seyn muss.

Die Höhe der polirten Felsen scheint also 9000 Fuss nicht viel zu übersteigen. Da sie in grösseren Höhen nicht vorkommen, so kann man sie kaum für Rutschflächen halten, und um so weniger, wenn sie horizontale parallele Streifen zeigen.

Polirte Felsen an Stellen, wo wir heutzutage noch Gletscher finden, für Wirkungen derselben halten, kann nicht befremden. Finden wir sie aber auch selbst, wie am *Oberaar-Gletscher*, 500 Fuss über der dermaligen Oberfläche des Eises, so nöthigt uns diess noch keineswegs zu der Annahme dass in einer früheren Periode der Gletscher um 500 Fuss dicker war. Nehmen wir an, dass ein Gletscher von seiner Unterlage jährlich nur einen Zoll abreibt, so würde diess

in 6000 Jahren 500 Fuss betragen. Hält man diess für zu viel, so nehme man $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ Zoll an, und man kommt doch erst auf eine 12.000, 24.000jährige Existenz der Gletscher. Niemand wird aber diese Zahlen, welche das Alter einer der grossartigsten Katastrophen, das der Erhebung der *Alpen*, andeuten würde, für zu hoch halten!

Es ist überflüssig, weitere Beweise für die beständig fortwirkende Austiefung der Unterlage eines Gletschers beibringen zu wollen. Ein Gletscher wirkt wie ein Hobel von ungeheurer Mächtigkeit. Fügt man hinzu, dass das in die Klüfte und Spalten des Gesteins dringende Wasser zur Winters-Zeit friert und vermöge seiner Ausdehnung es zersprengt, wodurch beim Eintritte der warmen Jahreszeit und des erneuerten Fortrückens der Gletscher ganze Stücke vom Gesteine fortgeführt werden, dass endlich das Gestein, wenn es, wie Kalk, im Wasser etwas auflöslich ist, auch auf chemischem Wege Abgang erleidet: so hat man Ursachen genug, welche ein beständiges Ansressen der Gletscher-Unterlage herbeiführen. Die Annahme also, dass jährlich ein Gletscher von seiner Unterlage 1 oder $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Zoll abreibt, lässt sich gewiss in jeder Beziehung rechtfertigen, und der aus ihm abfließende Strom wird natürlich die Austiefung in seinem Bette fortsetzen.

Auf der mit ewigem Schnee bedeckten Hochebene finden wir keine Ursachen, welche ein Abreiben des Gesteines herbeiführen könnten. Dort findet keine Bewegung des gefrorenen Wassers statt, oder doch nur an Abhängen, und dann nur eine Bewegung lockern Schnee's, wie sie auch von unsrern Reisenden auf dem Firn des *Aletsch-Gletschers* wahrgenommen worden ist. Eben so wenig tritt ein Wechsel von Frieren und Aufthauen ein, wodurch das Gestein zersprengt werden könnte. Kurz ein Abreiben oder Austiefen des Gesteins auf der mit ewigem Schnee bedeckten Hochebene ist nicht denkbar. Das Niveau dieser Hochebene wird sich also, seitdem die emporgehobenen Massen keine inneren Kontraktionen mehr erlitten haben, nicht merklich verändert oder erniedrigt haben. Haben aber im Laufe der Zeit die von dieser Hochebene sich herabziehenden Gletscher

ihre Unterlage ausgetieft, so hatten sie in ihrer frühesten Periode eine viel geringere Neigung als jetzt.

Für den *Oberaar-Gletscher* ist diese geringere Neigung in der Vorzeit nach den oben erwähnten Beobachtungen unserer Reiseenden ermittelt, indem am untern Ende dieses Gletschers die polirten Felsen ungefähr 500 Fuss über seiner dermaligen Oberfläche sich finden, in einer Höhe von mehr als 9000 F. über der Meeresfläche sich aber unter den Firn verlieren. Es dürfte hieraus mit Zuverlässigkeit geschlossen werden, dass der Firn dieses Gletschers in der Vorzeit bis zu keiner grösseren Höhe angestiegen ist, als er jetzt ansteigt.

War die Unterlage aller Gletscher in der Vorzeit weniger geneigt, als jetzt, so musste, sofern ihr Fortrücken nach der seit SAUSSURE ziemlich allgemein angenommenen Ansicht ein Herabgleiten auf einer schiefen Ebene ist, dieses Herabgleiten ehemals viel langsamer erfolgt seyn als jetzt. Es kam daher weniger von der Gletscher-Masse in diejenige Region, wo das meiste Abschmelzen erfolgt. Da überdiess das untere Ende der Gletscher in einer viel grösseren Meereshöhe und mithin in einer geringeren mittlen Temperatur sich befand, als jetzt: so konnte auch dieser Ursache wegen weniger von ihm abschmelzen. Endigte sich z. B. der *Oberaar-Gletscher* in einer 500 F. grösseren Meereshöhe, als jetzt: so befand sich damals sein unteres Ende in einer Region, deren mittle Temperatur fast um 1° R. niedriger war, als sie jetzt ist. Der Gletscher wird aber damals nicht da geendet haben, wo er jetzt endigt, sondern er wird noch weiter vorgeschoben worden seyn, wahrscheinlich bis dahin, wo seine Meereshöhe der heutigen gleich war.

An die vorstehenden Gründe, welche für eine grössere Ausdehnung der Gletscher in der Vorzeit sprechen, reiht sich ein neuer, der sich aus meinen Untersuchungen über die Kontraktion, welche die krystallinischen Gebirgsarten einstens erlitten haben, als sie aus dem feurigflüssigen Zustande in den festen übergegangen sind, ergibt *).

*) Dieses Jahrbuch 1843, 1 ff.

hat darauf schon BRONN in seinen Bemerkungen gegen die Gletscher-Theorie von AGASSIZ Bezug genommen *); ich halte es aber doch für nöthig, Einiges hinzuzufügen.

Wenn der Glimmerschiefer, worans die hohen Grate des *Berner Oberlandes* bestehen, in festem, wenn auch in sehr erhitztem Zustande gehoben worden sind, so kann die Kontraktion dieser Gebirgs-Massen nicht so bedeutend gewesen seyn, wie ich sie z. B. beim Granit gefunden habe: nämlich 0,25 seines Volumens. Diese Kontraktion und mit-hin die nachherige Senkung dieser gehobenen Massen wird daher um so weniger betragen haben, je weniger sie erhitzt waren. Sollte indess der Granit es gewesen seyn, welcher den Glimmerschiefer emporgehoben hat, so kommt zur Kontraktion des Glimmerschiefers noch die des Granits, welcher die Unterlage von jenem bildet. Das Aufsteigen des Granits kann aber nach den oben angeführten Gründen nur im feurig-flüssigen Zustande erfolgt seyn. Waren die Umstände so, wie sie hier durch viele Wahrscheinlichkeits-Gründe unterstützt dargelegt sind, so musste nach der Hebung der Gruppe des *Finsteraarhorns* eine sehr bedeutende Senkung der gehobenen Massen in Folge der Zusammenziehung des inneren Granit-Kerns erfolgen; denn der Granit musste einen Gang bilden, der bis dahin in das Innere unserer Erde reichte, wo die Massen noch im flüssigen Zustande sich befinden. Ja es ist sogar denkbar, dass dieser Granit-Gang jetzt noch in bedeutenden Tiefen im krystallinischen Erstarren begriffen ist, und dass also jetzt noch das Alpen-Gebirge allmählich sinkt, wie es BOUSSINGAULT *) mit so vieler Wahrscheinlichkeit für die *Andes* nachgewiesen hat. Auch STUDER bezieht sich auf Erscheinungen in dem *Mettenberg*, *Laubstock* und *Pfaffenkopf*, wernach Thäler von bedeutendem Umfange grössttentheils durch Einsenkungen entstanden zu seyn scheinen.

Sind wir berechtigt, auch bei den übrigen Gruppen der *Alpen* eine allmähliche Senkung anzunehmen, sey es dass diese Senkung nur in der Vorzeit stattfand, oder dass sie

*) Ebendaselbst 1842, 76.

**) *Annals de chim. et de phys.* T. LVIII, p. 83. [Jahrb. 1842, 77].

jetzt noch fortfährt, so muss dieser Umstand eine sehr in die Augen fallende Ursache einer viel bedeutenderen Ausdehnung der Gletscher in früheren Zeiten, wo dieses Gebirge eine viel grössere Höhe als jetzt hatte, seyn. Wollte man für den aus dem Innern unserer Erde emporgestiegenen mächtigen Granit-Gang eine Tiefe von 6—7 geogr. Meilen annehmen *), und ist die lineare Zusammenziehung des Granits vom feurigflüssigen bis zum krystallinischen Zustande $\frac{1}{10}$ von der Höhe in jenem Zustande: so würde sich eine lineare Kontraktion von nicht weniger als ungefähr 16.450 Fuss ergeben. Darnach würden also die höchsten Berge der *Alpen* unmittelbar nach ihrer Hebung mehr als noch einmal so hoch gewesen seyn, als jetzt. Eine solche Höhe würde wohl hinreichen, um sich alle Hochthäler der *Alpen* mit ewigem Schnee bedeckt, die Gletscher bis zum Jura sich fortziehend und die erratichen Blöcke auf ihm als ihre Moränen zu denken. Indess solche Rechnungen, die auf ungewissen Elementen ruhen, können bloss einen approximativten Werth haben. Ich läugne aber nicht, dass ich doch lieber auf diese Rechnungen bauen möchte, als eine über die ganze Erde verbreitete Eis-Bedeckung anzunehmen, die sich weder mit der faktischen Säkular-Abkühlung unserer Erdoberfläche, noch mit dem allmählichen Übergange der fossilen Thier-Spezies einer geologischen Periode in die nächstfolgende, wie BRONN so treffend nachgewiesen hat, vereinigen lässt.

Die Vertheidiger der Eis-Periode werden entgegnen, dass mit der Annahme einer Extension der Gletscher in den *Alpen* nicht viel gewonnen sey, weil dadurch die polirten und gestreiften Felsen an Orten, die weit von den *Alpen* abliegen, nicht erklärt werden. Darauf ist zu erwidern, dass ohne allen Zweifel manche Erscheinungen dieser Art für Wirkungen der Gletscher gehalten worden sind, die ganz andere Ursachen haben. Selbst die parallelen feinen Streifen können blosse Rutschflächen seyn, wenn nicht ihre horizontale Lage und ihre langgezogene Verbreitung eine solche Annahme unwahrscheinlich macht.

Als MURCHISON mit BUCKLAND und anderen Freunden die

*) Nach den in meiner Wärmelehre S. 270 angestellten Berechnungen.

gefurchten Oberflächen von den *Braid Hills* bei *Edinburgh* besuchte *), überzeugte er sich, dass diese Furchen, obgleich sie von *BUCKLAND* damals einer Wirkung des Eises zugeschrieben wurden, weder davon, noch von Wasserströmen, sondern nur von den Veränderungen des Gesteins beim Übergange aus dem weichen oder teigigen Zustande in den festen herrühren können. Diese Erscheinungen sind wesentlich verschieden von den gewöhnlichen Ritzen durch das Eis. Sie sind breite wellenförmige Furchen (undulations or furrows) und statt sich von den höhern Punkten nach den tiefen fortzuziehen, wie es natürlich der Fall seyn würde, wenn sie von Gletschern herrührten, steigen sie auf zu dem Gipfel des niedrigen Rückens in einer transversalen Richtung und auf keinem benachbarten Punkte höher. Beim Wegnehmen des dünnen Rasens, der das Gestein bedeckt, erschienen einige von diesen wellenförmigen Furchen in der Oberfläche so weit, dass sie einen Menschen aufnehmen konnten, und obgleich sie einigermaßen parallel liefen, so wichen sie doch öfters davon ab. Da ihre Oberfläche glatt und nicht sehr unähnlich dem gewöhnlichen Ansehen der sogenannten moutounirten Gesteine war, so hielt sie der Anhänger der Gletscher - Theorie unter den Begleitern *MURCHISON's* als Beweise für dieselbe. Unglücklicher Weise fanden sich aber in einem nahegelegenen Steinbruch auf demselben Hügel in einem viel niedern Niveau und auf Lagern, die so eben durch die Arbeitsleute entblösst worden waren, unter sehr festem Gestein andere Reihen von wellenförmigen Furchen, so ähnlich denen auf der Spitze des Hügels, dass ein geringer atmosphärischer Einfluss schon hinreichte, die Identität zu vollenden.

Ähnliche Erscheinungen, wie diese, sind, wie *MURCHISON* erzählt, seitdem in *Wales* durch den verstorbenen *BOWMANN* beobachtet worden. Eingenommen für die Eis-Theorie und bemüht zu zeigen, dass sie eben so gut auf Süd- wie Nord-Schottland angewendet werden könne, untersuchte er die höchsten Regionen von *Wales*, im Voraus halb überzeugt, dass er in diesen gebirgigen Gegenden Beweise für die von

*) *Edinb. new philos. Journ. April to July 1842, p. 129.*

ihm angenommenen Ansichten finden würde. Er verliess jedoch diese Gegenden, ohne irgend ein Zeugniß zu Gunsten der Alpen-Theorie gefunden zu haben, obgleich sich ihm verschiedene Beispiele von gestreiften Felsen, die in unerfahrener Hand leicht für eine Wirkung des Eises gehalten werden können, darboten. Eben so wenig fand er auf den Abhängen der Gebirge Schutthaufen, die als Moränen hätten betrachtet werden können. Er beschrieb drei deutlich und verschieden geformte Reihen von parallelen Marken, die er auf den kurz vorher entblößten Oberflächen der schiefrigen silurischen Felsen beobachtete, und that zur Genüge dar, wie solche Erscheinungen, so wie das Ausgehende der Absonderungs-Flächen von flüchtigen Beobachtern leicht für Ritzen gehalten werden können, obgleich sie nur der Struktur des Gesteins zuzuschreiben sind.

Im Gegensatz von BOWMANN bemühte sich BUCKLAND neuerdings zu beweisen, dass die Felsen an den Seiten der Haupt-Thäler in *Wales*, die von einem gemeinschaftlichen Erhebungs-Zentrum auslaufen, gestreift, abgerieben und polirt in der Richtung des dermaligen Wasserlaufes seyen, und dass er Diess für Zeugnisse früherer Gletscher halte, welche alle Thäler, die von *Snowdon* als von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus mehre Meilen weit sich fortziehen, ausfüllten. MURCHISON sagt ganz richtig, dass er fast unübersteigliche Einwendungen gegen diese Ansichten erblicke. Abgesehen von andern Beweisgründen ist die physikalische Geographie dieses Landstrichs selbst mit einer solchen Hypothese im Widerspruch. In den *Alpen*, so wie überall, wo es Gletscher gibt, steht ihre Länge im Verhältnisse zu der Höhe der Gebirge, von denen sie sich herabziehen. Während nun in der heutigen Zeit ein kleiner Gletscher von einem mächtigen Riesen, wie der 15.000 Fuss hohe *Mont-Blanc* sich herabzieht, sollen nach BUCKLAND die nur 4000 Fuss hohen Berge von *Walisischen* Gletscher von mehreren Meilen Länge gehabt haben. Ohne daher, meint MURCHISON, Gebirge von ungleich grösserer Höhe, als sie jetzt existiren, in der Vorzeit anzunehmen, haben wir keine entsprechenden Mittelpunkte für die Entwicklung ungeheurer Gletscher.

Ahnliche Erscheinungen, wie die vorbenannten, beobachtete LEOP. von BUCH in den *Alpen* selbst. Neben der hölzernen Brücke, welche über *Handeck* im *Hassli-Thale* von der linken zur rechten *Aar*-Seite führt, sah er ganz nahe glatte Schichten sich unter daraufliegenden verbergen und mit gleicher Glätte unter sie hinlaufen. Schöne Gewölbe in Schalen über einander fand er auch am *Sidelhorn-Abhang* des *Grimsel-Thales* und auf dem *Grimselpasse* selbst *).

Die mehr oder weniger bedeutende Kontraktion, welche die krystallinischen Gebirge bei ihrem Übergange aus dem feurigflüssigen in den festen Zustand erlitten haben, ist eine unläugbare Thatsache; denn die ganze Reihe der krystallinischen Gebirgs-Arten vom Basalt bis zum Granit nimmt in ihrem spezifischen Gewichte ab, wenn sie geschmolzen werden, und zeigt selbst nach ihrer raschen Erkaltung zu einer glasigen Masse eine bedeutende Abnahme in ihrem spez. Gewichte, wie sich aus meinen Versuchen ergeben hat. Eine feurigflüssige Masse, die aus dem Innern unserer Erde aufsteigt und zu einer krystallinischen Gebirgsart erstarrt, wird daher, je nachdem aus ihr Basalt oder Trachyt oder Porphyr oder Granit wird, eine mehr oder weniger bedeutende Kontraktion erleiden. Diese Kontraktion kann sich durch eine allgemeine Senkung der ganzen gehobenen Masse, oder durch Höhlen-Bildungen in ihrem Innern äussern. Steigt eine feurigflüssige Masse durch eine Spalte auf, die sich nach oben verengt, so ist es denkbar, dass sich die Kontraktion in der ganzen Höhe der erstarrenden Masse durch eine allgemeine Senkung äussert, und in einem solchen Falle wird die Senkung ihr Maximum erreichen. Setzt man indess einen dünnflüssigen oder auch nur teigigen Zustand voraus, so muss ein Überfliessen über die Seitenwände der Spalte stattfinden. In diesem Falle wird die Senkung der übergeflossenen Masse nur der in ihr stattfindenden Kontraktion proportional seyn. Lagerte sich z. B. eine feurigflüssige Masse 1000 Fuss hoch über das Grund-Gebirge und erstarrte sie zu Granit, so wird sie nach völliger Abkühlung sich um ungefähr $\frac{1}{10}$, also um 100 Fuss, gesenkt haben. Setzt sich

*) POGGEND. Ann. Bd. LVIII, S. 294.

hierauf die Erstarrung der in der Spalte zurückgebliebenen flüssigen Masse fort, so wird die dadurch bewirkte Kontraktion wenig oder gar keinen Einfluss auf die früher erstarrte übergeflossene Masse haben, da die letzte sich wie ein Gewölbe über die Spalte spannt und der Zusammenziehung der ersten in der Spalte nicht folgen kann.

So lange als die Erstarrung einer aufgestiegenen Masse in ihrer ganzen Höhe fortdauert, muss die Kraft, welche die Masse emporgehoben hat, als fortwirkend gedacht werden, wenn dieselbe nicht zurücksinken soll. Wirkt diese Kraft in gleicher Intensität fort, so können sich keine leeren Räume in der erstarrenden Masse als Folge ihrer Kontraktion durch Krystallisation bilden. Es kann höchstens geschehen, dass, als letzter Akt der Kontraktion der Masse in ihrem festen Zustande, Absonderungsflächen entstehen, welche, wie z. B. die Basalt-Säulen, Zwischenräume lassen.

Wirkt hingegen die Kraft nicht in gleicher, sondern in verminderter Intensität fort, so werden sich entweder leere Räume in der Masse bilden, oder sie wird zurück sinken. Damit aber ein Zurücksinken möglich werde, ist erforderlich, dass die Spalte sich nicht nach unten, wenn auch nur an irgend einer Stelle, verengt; denn in diesem Falle würde sie eingeklemmt bleiben.

Wirkt endlich die Kraft mit gesteigerter Intensität fort, so können sich keine leeren Räume bilden und ebenso wenig kann die erstarrte Masse zurück sinken, sondern sie wird vielmehr während ihrer allmählichen Erstarrung fortwährend gehoben werden. Dieser Fall mag wohl am häufigsten und am meisten bei denjenigen Bergen stattgefunden haben, die sich sehr steil über die Erdfläche erheben. Die Pik's in den *Alpen*, unsere Basalt- und Trachyt-Kegel sind ohne Zweifel auf diese Weise in einem solchen schon erstarrten, wenn auch noch sehr erhitzten Zustande gehoben worden. Eine solche schon in der Spalte erstarrte Masse wird auch, besonders wenn die Spalte sich nach oben verengt, darin eingeklemmt werden und einen Theil des Grund-Gebirges mitheben, welches dann, wie wir so häufig finden, die durchgebrochene Masse mantelförmig umgibt. Auch ein

solcher Berg wird nach seiner Hebung sich wieder etwas senken, aber nur in Folge seiner Zusammenziehung im starren Zustande, die stets nur ein geringer Theil der ganzen Zusammenziehung vom flüssigen bis zum krystallinischen Zustande ist.

Alle diese Hebungen sind nur partielle Erscheinungen, Folgen von Spalten-Erfüllungen, und daher nichts Anderes als Gang-Bildungen in vergrössertem Massstabe.

Von anderer Art sind aber Hebungen ganzer Gebirgs-Systeme, seyen es krystallinische Gebirge, welche schon in einer früheren Periode erstarren, oder Sedimente aus einer früheren Zeit. Geschah es nämlich, dass feurigflüssige Massen von bedeutendem Umfange, welche die Unterlage dieser Gebirge bildeten, durch irgend eine Kraft emporgehoben wurden, so schoben sie die über ihnen befindlichen Gebirge in die Höhe. Hierbei konnte es geschehen, dass die feurigflüssige Masse nirgends zum Durchbruche kam, oder doch nur an wenigen Stellen, wo das gehobene Gebirge zerspaltet oder zerrissen worden war. Reichte die Kraft nicht hin, die flüssige Masse durch die entstandenen Spalten zu pressen, so kam die Masse nirgends zum Überfliessen, sondern blieb in ihnen stecken und bildete Gang-Ausfüllungen. Da diese Gang-Ausfüllungen unter dem Drucke des gehobenen Gebirges und unter der Kraft, welche das Emporsteigen der flüssigen Masse bewirkte, erstarrte: so konnten sich in diesen Gängen keine leeren Räume als Folge der krystallinischen Kontraktion bilden. Daher kommt es, dass solche Gang-Ausfüllungen, ungeachtet der erlittenen Zusammenziehung, in innigstem Zusammenhange mit den Seiten-Wänden sich finden und höchstens nur säulenförmige Absonderungen zeigen, wenn die Masse einer solchen fähig war; denn die säulenförmige Absonderung ist stets eine Folge der Zusammenziehung einer erhitzten Masse in ihrem starren Zustande.

War die Erstarrung der Gang-Ausfüllungen vollendet, und folgte nun die Erstarrung der darunter befindlichen Hauptmasse: so konnte, sofern die hebende Kraft in gleicher Intensität fortwirkte, auch dann nicht ein Sinken des gehobenen Gebirges in Folge der krystallinischen Zusammenziehung Statt haben. Wenn hingegen diese Kraft in ihrer

Intensität sich nach und nach verminderte: so musste sich die Kontraktion in Folge der in der Tiefe fortschreitenden kry-stallinischen Erstarrung in ihrem vollen Masse äussern. Diess ist also der einzige denkbare Fall, wo ein beständiges Sinken des gehobenen Gebirges eintreten musste.

Wir sehen in den Alpen neptunische und krystallinische Gebilde wahrscheinlich durch den Granit gehoben. Nehmen wir an, dass die Intensität der hebenden Kraft sich allmählich vermindert habe: so mussten die Alpen von dem Augenblieke an, als die krystallinische Erstarrung der granitischen Masse begann, sich senken, und diese Senkung musste fortfahren bis zur gänzlichen Erstarrung dieser Masse. Es ist daher eine nicht unwahrscheinliche Hypothese, dass die Alpen seit ihrer Erhebung sich ununterbrochen fort gesenkt haben, dass diese Senkung vielleicht jetzt noch fortfährt, und dass ihre ursprüngliche Höhe ihre jetzige vielleicht um das Doppelte übertroffen haben mag.

Ganz dieselben Verhältnisse können bei anderen Gebirgen, die sich jetzt nur wenige Tausend Fuss über die Meeresfläche erheben, gedacht werden. Auch diese Gebirge können ehemals, unmittelbar nach ihrer Erhebung, viele Tausend Fuss höher gewesen seyn. Sie können so hoch gewesen seyn, dass sie mit ewigem Schnee bedeckt waren, und von ihnen sich Gletscher herabzogen, wie wir sie jetzt noch in den Alpen und in andern Gebirgs-Zügen finden. Die Möglichkeit dass also in Gebirgen, welche sich jetzt in unsren Breiten kaum 3000 bis 4000 Fnss über die Meeresfläche erheben, ehemals Gletscher existirt haben, kann nicht ganz in Abrede gestellt werden, ohne dass man jedoch nöthig hat, eine allgemeine, über einen ganzen Kontinent verbreitet gewesene Eis-Bedeckung anzunehmen.

Sollte man daher in den Thälern unserer, nur wenige Tausend Fuss über die Meeresfläche ragenden Gebirge ganz unzweideutige Spuren von Gletschern und Moränen finden: so dürften wir wohl berechtigt seyn, daraus auf eine ehemalige viel grössere Höhe dieser Gebirge und auf ihr allmähliches Sinken zu schliessen.

(Wird fortgesetzt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1843

Band/Volume: [1843](#)

Autor(en)/Author(s): Bischof(f) Gustav Franz

Artikel/Article: [Die Gletscher in ihren Beziehungen zur Hebung der Alpen, zur Kontraktion kristallinischer Formationen und zu den erratischen Geschieben 505-536](#)