Zur Geologie der Berneralpen

von

Herrn Professor **B. Studer.** *

Unter den vier in unserer Nähe befindlichen Hochgebirgsgruppen, des Montblanc, der Walliseralpen, des Gotthard und der Berneralpen, sind die letzteren, bis auf die neueste Zeit, nächst dem Montblanc, von Touristen, Künstlern und Naturforschern vorzüglich ausgezeichnet worden. Beinahe gleichzeitig, als im vorigen Jahrhundert englische Touristen nach Chamounix vordrangen, wurden auch Lauterbrunnen und Grindelwald besser bekannt und fanden später an Pfarrer WYTTENBACH einen eifrigen Lobredner und kundigen Führer. Unter seiner Anleitung zeichnete der geniale WOLF die ersten naturgetreuen Ansichten unseres Hochgebirges; durch ihn lernte das grössere Publicum die Mineralien und Pflanzen des Oberlandes kennen. Die Gletscherstudien von ALTMANN und GRUNER in den Berneralpen haben die Grundlage zu der richtigen Theorie dieser Erscheinung geliefert, und zwischen der kühnen Ersteigung der höchsten Schneeregion durch SAUSSURE und den Reisen der MEYER auf unsere Eisgebirge finden wir keine namhafte Unternehmung ähnlicher Art verzeichnet.

Auch der schweizerische Alpenclub hat seine ersten Arbeiten

* Die von dem verehrten Verfasser uns als ein Separat-Abdruck zugekommene Abhandlung bringen wir den Lesern des Jahrbuches vollständig, anstatt nur einen Auszug davon zu geben. Es bestimmen uns hiezu nicht allein die hohe Bedeutung des Gegenstandes und dessen meisterhafte Behandlung, sondern auch der Umstand, dass das Original nur einem kleineren Kreise zu Gebot stehen dürfte.

D. Red.

den Berneralpen gewidmet. Während der Wanderungen in den Umgebungen des Tödi oder der Sustenhörner ist aber wohl der Wechsel der Felsarten, die verticale Tafelstructur mehrerer dieser Gebirge, das Ruinenartige ihrer Gestalten nicht unbeachtet geblieben, und, wenn auf den hohen Standpuncten der Jungfrau, des Finsteraarhorns oder Schreckhorns das grosse Chaos von Thälern und Schluchten, Ketten und Gipfeln reliefartig ausgebreitet vorlag, mag auch die Frage sich aufgedrängt haben, ob denn Alles hier nur gesetzlose Verwirrung sey, ob nicht in der Zerstörung der ursprüngliche Bau erkannt werden möge, und welches die Gewalten seyen, die hier im Aufbau und in der Zerstörung thätig gewesen seyen.

Es kann nicht die Absicht einer kurzen Besprechung seyn, auf diese Fragen näher einzugehen, da selbst die Wissenschaft über die wichtigsten derselben nicht zum Abschluss gekommen ist, und immer noch, mit abwechselndem Glück Wasser und Feuer, Neptunisten und Vulcanisten, um den Vorrang streiten. Einige Berichtigungen der über die geologische Beschaffenheit dieser Gebirge herrschenden Ansichten mögen indess vielleicht eine geneigte Aufnahme finden, da ja nur auf dem Boden wohlgegründeter Thatsachen sich feste Theorien aufbauen lassen, und Jeder, der unsere Gebirge besucht, diese Thatsachen vermehren kann, wenn er vorher von den bereits gewonnenen Kenntniss genommen hat.

Wie zu erwarten war, hatte man den Montblanc als den Typus der granitischen Centralmassen der Alpen betrachtet. Seine Steinarten und Structur waren am frühesten bekannt geworden, und sein geringer Umfang liess das Gesetzmässige in seinem Bau leichter erkennen, als an der Centralmasse des Finsteraarhorns, die eine mehr als viermal so grosse Fläche bedeckt und im ganzen Alpenzug die grösste zusammenhängende Masse von Gletschern und Firnschnee trägt. Eine nähere Vergleichung zeigte auch bald viel Übereinstimmendes, so dass es erlaubt schien, den Ursprung beider Gebirge auf dasselbe Princip zurückzuführen.

Zwischen dem Thal von Chamounix und den Thälern Ferret und Lez Blanche erhebt sich die langgezogene elliptische Montblancgruppe schroff in die höchste Firnregion. Auf

beiden Seiten sind die Schiefer und Felsbänke der inneren langen Axe der Ellipse zugeneigt, am Fuss des Gebirges mit geringem Winkel, nach der Höhe zu immer steiler, und über der Axe selbst stehen sie vertical, so dass ein Querschnitt der Gruppe, von Chamounix nach Val Ferret gezogen, sich wie ein nach oben geöffneter Fächer darstellen würde. Die Steinarten zeigen eine sehr abnorme Aufeinanderfolge. Die tiefsten, zu beiden Seiten am Fusse des Gebirges hervortretenden Felsen bestehen aus schwarzem Schiefer, Kalkstein und Gyps, und der Kalkstein enthält Überreste von Meerthieren, ist daher offenbar durch Niederschläge im Wasser entstanden. Die über der Axe zu grösster Höhe aufsteigenden Felstafeln sind Granit, Alpengranit, oft auch Protogin, in der mittleren Schweiz Geisberger genannt; und dieselbe Steinart bildet, zu beiden Seiten des höchsten Kammes, die Tafeln, welche, mit abnehmender Steigung, die Abhänge der Gruppe bilden. Am südöstlichen, dem Val Ferret und der Lez Blanche zugekehrten Abhang liegt der Granit in beträchtlicher Ausdehnung unmittelbar auf den obersten Kalkbänken, oder es werden beide Steinarten durch eine Zwischenlage von Talkschiefer, Gneiss oder Hornblendegestein getrennt. Am Abhang gegen Chamounix dagegen ist zwischen dem Granit und dem am Fusse des Gebirges hervortretenden Kalksteine eine breite Zone von Schiefeln eingelagert, die gewöhnlich als krystallinische Schiefer bezeichnet werden und unsere ganze Aufmerksamkeit verdienen. Bei dem häufig wechselnden Character derselben hält es schwer, für sie einen bezeichnenden Namen aufzufinden. In Bünden sind ähnliche Steinarten von THEOBALD Cassanasschiefer, am Tödi von SIMLER Alpinit genannt worden. Für eine der gewöhnlichsten Abänderungen hatte früher JURINE den Namen Dolerine vorgeschlagen. Auch die Minette der Vogesen kann man damit vergleichen. Bald erscheinen diese Schiefer als deutlicher oder stark verwachsener Gneiss, bald als Talk-, Chlorit- oder Glimmerschiefer, bald als verwachsene oder deutlich entwickelte Diorit- oder Hornblendeschiefer, bald als Eurschiefer mit feinem Glimmer- oder Chloritüberzug. Nicht selten kommen stockförmige Einlagerungen von Topfstein und Serpentin vor, womit sich Adern von Asbest oder Drusenhöhlen verbinden, worin Asbest und Bergleder Krystalle von Quarz, Feldspath oder

Epidot umwickeln. — Mehr Übereinstimmung als über die Benennung herrscht über den Ursprung dieser Schiefer, indem man sie, wohl ziemlich allgemein, als umgewandelte, oder, in gelehrter Sprache, als metamorphische, betrachtet, d. h. als Steinarten, die durch chemische Processe aus gewöhnlichen, durch wässerigen Niederschlag entstandenen Thon- und Mergelschiefern und Sandsteinen hervorgegangen seyen.

Welcher Ansicht man auch über den Ursprung des Granits der Montblancmasse seyn mag, immer wird man denselben in enge Verbindung mit der Gestaltung dieses Gebirges setzen. Eine starke Erhebung der Erdmasse hat offenbar stattgefunden und, wo die Erhebung die grösste Höhe und Breite erreicht hat, da ist auch der Granit am mächtigsten entwickelt. In der Regel bildet aber anderwärts dieses Gestein die Grundlage der Schiefer und Kalksteine, und so finden wir es auch am nördlichen Ende der Gruppe, wo der Granit mehr zurücktritt, im wallisischen Ferret-Thal und bei Orsières. In mittleren Theile, wo die Steinarten in verkehrter Ordnung auf einander folgen, muss daher eine Überkipfung stattgefunden haben; die zu grosse Masse des aus dem Erdinnern aufgestiegenen, oder, wie neuere Untersuchungen es wahrscheinlich machen, durch Wasserdämpfe emporgetriebenen Granits hat die Ränder der Erdspalte umgebogen, niedergedrückt und sich über sie ausgebreitet, und mit dieser Pressung mag auch die Fächerstructur des Granits selbst in Verbindung stehen. Jedenfalls sind die krystallinischen Schiefer, die den Kalkstein vom Granit trennen, älter als der nach seinen Petrefacten der Jurazeit angehörende Kalkstein. Man kann daher, wenn nach dem ursprünglichen Gestein jener Schiefer gefragt wird, an die nahe liegende Anthracit- oder Steinkohlenformation denken, die auch in Dauphiné und im benachbarten Rhonethal sich so innig mit Gneiss und gneissartigen Gesteinen verbindet, dass eine Trennung kaum möglich erscheint. Auch ältere Glieder des Übergangsgebirges, die bei uns ganz zu fehlen scheinen, während sie in den Ostalpen vorkommen, Schiefer und Sandsteine der devonischen oder silurischen Zeit, können den Stoff geliefert haben.

Dem Montblanc gegenüber, auf der rechten Seite des Thales von Chamounix, erhebt sich die kleinere Centralmasse der Aiguilles Rouges. Der Granit, nach seiner mineralogischen Zu-

sammenstellung nicht verschieden von dem Protogin des Montblanc, tritt hier beschränkter auf. Er zeigt sich vorzüglich am Fusse des Gebirges, in der Umgebung von Valorsine, aber ohne die Tafelabsonderung, durch die er am Montblanc sich dem Gneiss nähert. Es sind massige, bauchige Felsen, die gangartig in die krystallinischen Schiefer aufsteigen und sich darin verästeln. Diese krystallinischen Schiefer, meist vertical stehende Gneisse, bilden die Hauptmasse des Gebirges und auch seine höheren Gipfel. Der höchste aber dieser Gipfel trägt, wie schon DOLOMIEU bemerkt hatte, eine Kuppe von horizontal geschichtetem Kalkstein, worin FAVRE jurassische Petrefacten gefunden hat, gleichen Alters wie diejenigen, welche die Kalksteine am Fusse der Montblancgruppe characterisiren.

Die Berneralpen, wenn sie topographisch aufgefasst werden, erstrecken sich von Martigny bis Chur und werden gegen Mittag begrenzt von der Rhone, dem Thal von Urseren und dem Vorderrhein. Nur der mittlere Theil derselben, der als Finsteraarhornmasse näher bezeichnet wird, kann jedoch mit der Montblancmasse verglichen werden und besteht, wie dieser, vorherrschend aus Granit und krystallinischen Schiefen.

Wo jener Gebirgszug an seinem westlichen Ende, zwischen Martigny und St. Maurice, durch das Querthal der Rhone begrenzt wird, zeigt sich noch ein theilweise von vielen Euritgängen durchsetzter Gneiss, sowohl an der südlichen Ecke des Durchschnitts als nördlich von Outre-Rhone. Zwischen beiden Gneisspartien, die als östliche Ausläufer der nördlichen savoyischen Centralmasse zu betrachten sind, stehen verticale Anthracitschiefer und Sandsteine, die sich in der Höhe über den Gneiss ausbreiten und die durch ihren Pflanzenreichthum und ihre Aussicht auf das südliche Hochgebirge des Mt. Velan und Mt. Collon berühmte Foullyalp umschliessen. Nach Osten hin verschwinden diese Gesteine indess bald unter der mächtigen Kalksteindecke, die nun den ganzen breiten Rücken bildet, der das Wallis von den Quellbezirken der Saane und Simme scheidet. Die Pässe der Cheville, des Sanetsch, des Rawyl und der Gemmi zeigen von der Rhone bis in die Thalgründe von Bex, Saanen, der Lenk und Frutigen nur Mergelschiefer, Sand- und Kalksteine, von denen einige Bänke voll organischer Überreste sind. Eine eben

so zusammenhängende Masse von Kalkstein- und Sandsteinlagern zeigt das östliche Ende des langen Gebirgszuges, vom Tödi bis zum Durchbruch des Rheins bei Chur und Maienfeld. Nur zwischen diesen beiden Kalksteinmassen, vom Balmhorn bis an den Tödi, sehen wir als herrschende Steinarten Granit, Gneiss und krystallinische Schiefer, die auch in den Fuss ihrer zwei Grenzpfiler eingreifen.

Eine Vergleichung der Centralmasse des Finsteraarhorns mit derjenigen des Montblanc lässt mehrere beachtenswerthe Analogien erkennen.

Die Längenausdehnung der beiden Gruppen fällt, mit geringer Abweichung, in dieselbe gerade Linie, so dass man versucht seyn könnte, beide als zusammengehörende, derselben Erdspalte entstiegene Massen zu betrachten. Diese Linie weicht ab von der Hauptrichtung der Berneralpen und nähert sich mehr dem Meridian, so dass das westliche Ende der Finsteraarhornmasse den Südrand, das östliche den Nordrand der Berneralpen berührt. Der Winkel zwischen beiden Richtungen mag wohl 10° — 15° betragen. Parallel mit jener Linie streichen das Lötschthal, das obere Rhonethal von Brieg bis an die Furca und andere orographische Richtungen. Mit ziemlicher Sicherheit geht hieraus hervor, dass in der Bildung der Berneralpen mehrere, wohl nicht gleichzeitige Prozesse thätig gewesen sind, und dass die Erhebung des Hauptzuges der Berneralpen nicht auf diejenige ihrer granitischen Centralmasse zurückzuführen ist.

Die Analogie zwischen beiden Centralmassen, des Montblanc und des Finsteraarhorns, bewährt sich auch in der Natur derselben, in der fächerförmigen Stellung nämlich der Felslager. Wo man von der Nordseite an den Fuss oder in die Querthäler der Finsteraarhornmasse eindringt, in Lauterbrunnen, Grindelwald, Hasli, im Reussthal, sieht man den Gneiss und die krystallinischen Schiefer südlich, dem Innern der Gruppe zufallen, um so steiler, je mehr man sich dem Gebirgskamm nähert; im mittleren Theile der Gruppe, in der Umgebung des Bietschhorns, am Aletsch- und unteren Vieschergletscher, auf der Grimsel, am Galenstock stehen die Lager vertical und am Südabhang, nach der Rhone hin, herrscht Nordfallen.

Die Überlagerung des Petrefacten führenden Kalksteins durch

die krystallinischen Gesteine ist auf beiden Seiten der Gruppe deutlicher und in grösserer Ausdehnung zu beobachten, als in Savoyen. Auf der Nordseite sieht man Kalksteinmassen, mehrere tausend Fuss mächtig, dem Gneiss aufgesetzt, in der Höhe aber auch von ihm in grosser Erstreckung bedeckt. Die Vorderseite dieser Massen ist steil, oft senkrecht abgestürzt, wie am schwarzen Mönch und Silberhorn im Lauterbrunnen, am Eiger, Mettenberg und Wetterhorn in Grindelwald, am Laubhorn und Pfaffenhorn bei Hasli-im-Grund. Verfolgt man den meist horizontal geschichteten Kalkstein nach dem Hintergrund der Querthäler, so sieht man die unteren Kalksteinlager sich aufwärts biegen und mit den oberen nur Eine, C-förmig gekrümmte Masse bilden, wie ein Packet Spielkarten, das man in der Mitte gefalzt und umgebogen hätte. Es erscheinen daher diese Kalksteinmassen als mächtige keilförmige Einlagerungen, die auf drei Seiten von Gneiss umschlossen und nur durch die spaltenähnlichen Querthäler auf zwei anderen Seiten entblösst und auseinander gerissen sind. Die Entfernung des vorderen Absturzes von dem hinteren Keilende beträgt in den verschiedenen Querthälern wohl $\frac{3}{4}$ Schweizerstunden oder $3\frac{1}{2}$ Kilometer. In den drei vom Hasli-im-Grund auslaufenden Querthälern ist am Keilende der dunkelgraue Kalkstein in weissen Marmor umgewandelt. — Weniger grossartig zeigen sich die Verhältnisse am Südrande. Man sieht N-fallende schwarze Schiefer und Kalksteine, die, obgleich selten, Belemniten enthalten, wenig oberhalb Obergestelen, überlagert von ausgezeichnetem, gleich fallendem Gneiss, der zollgrosse Feldspathkrystalle einschliesst, und kann diese Steinarten in gleicher Folge über die Furca bis nach Urseren verfolgen. Im Ansteigen von Andermatt nach der Oberalp hat die neue Fahrstrasse schöne Durchschnitte entblösst. Es wechseln mehrfach Lager von schwarzem Schiefer mit Lagern oder vielleicht mit Gängen von granitischem Gneiss, alle in verticaler Stellung. Nach der Oberalp zu und auf dieser fallen aber die schwarzen Schiefer hier wie auf der Furca, in Verbindung mit Kalkstein und Rauchwacke, in beträchtlicher Erstreckung gegen Nord ein, wie es scheint, unter die Gneisse und Granite des Rienzerstocks, welche an der Grenze, wo man von der Oberalp nach dem Felllithal übersteigt, eckige Stücke von dunklem

feinschuppigem Glimmerschiefer einschliessen, die man wohl nur als Trümmer des tieferen schwarzen Schiefers betrachten kann. — Wie erst am Ende der Montblancgruppe sich das normale Lagerungs-Verhältniss, die Bedeckung der granitischen Steinarten durch den Kalkstein, wieder einstellt, so finden wir auch an den Enden der Finsteraarhornmasse, im Gasterenthal wie im Maderan- und Vorderrheinthal, den Kalkstein nicht mehr unter, sondern über dem Gneiss, oder an denselben angelehnt. Wir können auch hier die frühere Folgerung festhalten, dass das Aufsteigen der granitischen Masse später als die Ablagerung des Kalksteins erfolgt sey, das an den Enden, wo die hebende Kraft schwächer war, die Kalksteinlager nur aufgerichtet und mit gehoben wurden, dass aber im mittleren Theile der Gruppe, wo die krystallinischen Steinarten in grösster Masse sich hervordrängten, die Ränder der Spalte umgebogen, zum Theil auf ihre Unterlage niedergepresst und von der aufgestiegenen Masse bedeckt wurden.

Unter den Steinarten beider Gruppen zeigt sich eine ebenso auffallende Übereinstimmung.

Wie in der savoyischen ist in der Gruppe des Finsteraarhorns die wichtigste Rolle dem weissen Geisberger- oder Protogin-Granit zugefallen. Man findet ihn mächtig entwickelt in der dem Wallis zugekehrten Reihe dieser Gebirge, und auch die grossen Findlinge, die durch das ganze Aarthal bis Bern zerstreut oder als Bausteine verwendet sind, bestehen meist aus demselben. Ein Granit, der im linksseitigen Hintergrunde des Gasterenthales auftritt, enthält rothen Feldspath und ist mit weissem Granit innig verwachsen. Man darf ihn vielleicht mit dem rothen Granit vergleichen, der am nordwestlichen Ende der Aiguilles Rouges vorkommt. Von selteneren Mineralien enthalten die Granite beider Gruppen Molybdänglanz in mit dem Granit verwachsenen Blättern, ferner in Drusenräumen, die zuweilen zu grösseren klafterhohen Höhlen sich ausdehnen und zum Theil mit erdigem Chlorit erfüllt sind, Bergkrystall, Rauchtöpas, rothen octaedrischen Flussspath, Kalkspath.

Am Südabfall beider Gebirge verbindet sich der Granit enge mit Talk-, Chlorit- und Hornblendegesteinen. Schon SAUSSURE erwähnt der vielen Blöcke von Syenit, von ihm Granitello genannt, die der Miagegletscher von der Südseite des Montblanc

her führt. Später machte an derselben Stelle JURINE aufmerksam auf einen eigenthümlichen, an Hornblende reichen Granit, der oft Titanitkrystalle einschliesst, und gab ihm den Namen Arkesine. Auf anderen Blöcken dieses Gletschers fand man wasserhellen Flussspath und mannigfaltige Zeolithe (Stilbit, Mesotyp, Laumonit), die sonst altvulcanischen oder Trappgebirgen eigenthümlich sind. — Am Südrande der Berneralpen zeigen sich die ersten Spuren entsprechender Steinarten in Nestern von Hornblende und Strahlstein, welche oberhalb Naters und Mörel dem Gneiss eingelagert sind. In dem Graben oberhalb Lax enthält ein dunkler Schiefer Drusen von Quarz, Chlorit und Asbest, verwachsen mit basischen Kalkspathtafeln und mit zahlreich aufsitzenden Kreuzkrystallen von Titanit. Im Graben des Giebelbachs bei Viesch gelangt man im Ansteigen durch ähnliche dunkle Schiefer an einen vielfach zerspaltenen Quarzit, der Drusen von Quarzkrystallen, blassgrünem octaedrischem Flussspath und mehreren Zeolithen (Stilbit, Desmin, Laumonit, Chabasit) einschliesst. Krystalle von Titanit, grün mit rothem Rand, sollen bei Münster vorkommen. Über die Furca und Oberalp verlassen uns die Spuren dieser Steinarten, welche einem höheren Niveau als die daselbst herrschenden schwarzen Schiefer angehören. In grosser Mächtigkeit finden wir sie aber in Tavetsch und abwärts bis Trons. Eine breite Zone von dunklem, dioritischem, trappartig zerklüftetem Gestein begleitet hier, enge verwachsen mit Talk- und Chloritschiefer und mit Granit, den Südrand des Gebirges. Hinter Sedrun, am Ausgang des Strimthales, enthält es in Drusen und Nestern Epidot und Bergflachs, in erdigem Chlorit Tafeln von Kalkspath mit Quarz und Albit, ausgezeichnete Zwillinge von grünem Titanit mit rothem Rand, etwas seltener auch gelben Anatas und aus der Familie der Zeolithe Desmin, Laumonit, Stilbit, Chabasit. Im Hintergrund des Puntailjasthales, oberhalb Trons, hat sich das Gestein als ein schöner Syenit oder Hornblendegranit entwickelt mit zollgrossen, aber schmalen, deutlich begrenzten, weissen Feldspathtwillingen und schwacher Beimengung eines andern Feldspaths, der Quarz sehr untergeordnet, der Glimmer beinahe verdrängt durch Hornblende, nicht selten kleine Titanitkrystalle einschliessend.

Auch die krystallinischen Schiefer machen keine Aus-

nahme in der Reihe dieser mineralogischen Analogien. Vorherrschend sind wieder die dunkeln dickschieferigen, mit Talk verwachsenen Euritgesteine, welche JURINE als Dolerine beschrieben hat. Bald entwickeln sich dieselben als unvollkommene Gneisse, bald als Talk-, Chlorit- oder Glimmerschiefer, bald verdichten sie sich zu schmutzig grünen Thonstreifen. Auf der Südseite des Gebirges unterscheiden sich mächtig auftretende Gneisse vom Protogin nur durch die deutlichere Schieferung. Andere daselbst sind dunkelbraun, feinflasrig durch vorherrschenden Glimmer, an die Minette erinnernd. Als Einlagerungen erscheinen linsenartige Streifen und Nester von Topfstein, Serpentin und dioritischen Hornblendeschiefern. Bei Guttannen wurden vor etwa 30 Jahren Nester von Graphit gefunden, am Bristenstock und Tödi Nester von Anthracit.

Vergleichen wir endlich auch die angrenzenden, organische Überreste enthaltenden Felsbildungen, so vermissen wir im Bezirk der Berneralpen die in der Umgebung des Montblanc und auch im Rhonethal noch so bedeutend auftretende Anthracitbildung, sofern man nicht, sich auf das Vorkommen von Kohle bei Guttannen, in Uri und am Tödi stützend, in den krystallinischen Schiefern einen Stellvertreter derselben erkennen will, eine Annahme, die, obgleich wahrscheinlich, doch erst durch das Auffinden von Kohlenpflanzen fest begründet werden könnte.

Mit grösserer Sicherheit lassen sich die Kalksteine und schwarzen Schiefer, von denen beide Gruppen begrenzt werden, als ungefähr gleichzeitige, der jurassischen Zeit angehörende Bildungen bezeichnen. In der näheren Umgebung des Montblanc hat man bis jetzt in diesen, daselbst nur beschränkt auftretenden Ablagerungen nur schwer bestimmbare Belemniten gefunden, so auch in den schwarzen Schiefern der Furca. In den Kalksteinmassen aber, die auf der Nordseite der Berneralpen von den krystallinischen Schiefern umschlossen sind, kommen mit den Belemniten auch andere Petrefacten vor, welche die Epoche ihrer Ablagerung noch näher als der mittleren Jurazeit angehörend bezeichnen. Ja es sind zureichende Gründe da, zu behaupten, dass die Umbiegung der Kalklager und ihre Umschliessung durch die krystallinischen Schiefer zu einer noch weit späteren Zeit müsse stattgefunden haben, zu einer Zeit, da Be-

lemniten, Ammoniten und die ganze sie begleitende Thierwelt längst verschwunden und durch neue Familien und Geschlechter ersetzt worden war.

Müssen wir, nach der bisherigen Vergleichung beider Gruppen, ein starkes Übergewicht der identischen oder ähnlichen Charactere erkennen, so zeigt sich dagegen ein wesentlicher Unterschied in der Vertheilung der krystallinischen Steinarten und auf diesen Unterschied, der, wie ich glaube, bisher übersehen worden ist, wünschte ich besonders die Aufmerksamkeit zu lenken, da er mir für die geologische Auffassung unserer Hochgebirge von nicht geringer Bedeutung zu seyn scheint.

Die Montblancmasse, die als der normale Typus der alpinischen Centralmassen betrachtet werden kann, enthält einen mittleren, vertical oder fächerförmig stratificirten Kern von Alpengranit, der zu der grössten vom Gebirge erreichten Höhe aufsteigt. Auf beiden Seiten, in grösserer Mächtigkeit auf der Westseite, folgen die gegen diese Kernmasse einfallenden Gneisse und krystallinischen Schiefer und am Fuss der Gruppe die schwarzen Schiefer und Kalksteine.

Schon in den nahen Aiguilles Rouges zeigt sich eine auffallende Abweichung von diesem Gebirgsbau. Zwar ist auch hier der Granit mehr nach der Ostseite hingedrängt, und die krystallinischen Schiefer bilden, wie am Montblanc, eine breite Zone auf der Westseite. Allein die höheren Gipfel der Gruppe gehören selbst auch diesen krystallinischen Schiefern und Gneissen an, und der Granitkern, wenn von einem solchen die Rede seyn kann, erscheint nur am Fusse des Gebirges, bei Valorsine, in den bauchigen Massen, die sich gangartig in den aufgesetzten krystallinischen Schiefer verzweigen und bei Chamounix in vertical stehenden Tafeln.

Grösser noch ist die Abweichung von dem Typus des Montblanc in der Centralmasse der Berneralpen. Statt eines mittleren Granitkerns finden wir hier eine breite Zone dunkler krystallinischer Schiefer und Hornblendegesteine, welche mit meist verticaler Schieferung die Gruppe von ihrem südwestlichen Ende bei Gampel, am Ausgang des Lötschthales, nach ihrer ganzen Erstreckung bis an den Tödi mitten durchzieht, und auf beiden Seiten von granitischen Steinarten begrenzt wird, oder auch,

wie bei Valorsine, denselben als eine mächtige Decke aufgesetzt ist. Die Breite dieser Zone ist, je nach der Lagerung ihrer Schiefer zu den angrenzenden Steinarten, ungleich, mag aber im Mittel wohl eine schweizerische Wegstunde betragen.

Wenn man von Gampel nach dem Lötschthale ansteigt, sieht man zur Rechten, bis zur Kapelle von Goppenstein, die Durchschnitte steil südlich fallender Hornblendegneisse, mit Drusen von Bergkrystall und Chlorit und durch zersetzte Schwefelkiese oft mit braunrother Kruste überzogen. Im Lötschthale selbst zeigt sich die Zone über der Holzgrenze der südlichen Thalwand als ein mehrere hundert Fuss hoher Absturz braunrother Steinarten, deren Trümmer, am Fuss der Felsen, aus Hornblendegesteinen, Serpentin und Topfstein bestehen. Dass das grosse Aletschhorn, auf seiner aus Granit bestehenden Hauptmasse, eine Kuppe von Hornblendefels trägt, haben wir im letzten Jahrbuch des Alpenclubs durch Herrn E. VON FELLEBERG erfahren. Es ist ein Vorkommen, das an Valorsine oder an die Kuppe von Kalkstein auf dem Gipfel der Aiguilles Rouges erinnert und scheint die südliche Grenze dieser dunkeln Gesteine zu bezeichnen; denn weiter nördlich, am Grünhorn, an den Vietscherhörnern und am Finsteraarhorn scheinen dieselben in grösserer Verbreitung bis an den Fuss der Gebirge anzuhalten und unter die Gletscherbedeckung niederzusteigen. Auf dem Unteraargletscher ist öfters schon auf den Gegensatz der Steinarten in beiden Hälften der grossen Mittelmoräne hingewiesen worden. Die südlicher aus Finsteraar herstammende Seite enthält vorherrschend Blöcke von weissem Granit und Gneiss, die nördliche, die sich von Lauteraar her mit jener am Abschwung vereinigt, führt dunkle Trümmer, die der Dolerin- und Hornblendezone angehören. Dieselben Steinarten, in welche von Mittag her der Granit mehrfach gangartig eindringt, bilden den Gauligrat und wahrscheinlich auch, wenn man der rothbraunen Farbe der Felsen vertrauen darf, das Hohritzlihorn und Stampfhorn. Auf der rechten Seite des Aarthales, auf Schallau oberhalb Guttannen, wurde früher hoch über dem Thalgrund in dieser Schieferzone Topfstein gebrochen, und in der Nähe, auf Rothlaui, findet man die ausgezeichneten, in Bergflachs eingewickelten Krystalle von Epidot. Von da scheint die

Zone in der Gegend des Steinhaushorns und der neuen Hütte des Alpenclubs nach den Thier- und Sustenbergen fortzusetzen. Die westliche und östliche Gandeck des Triftgletschers enthalten Blöcke von Serpentin und Hornblendegestein, äusserlich braunroth, die nur von den südlichen, ebenfalls braunrothen Felskämmen herkommen können. Auch sind mir daselbst Blöcke von grünem Feldsteinporphyr aufgefallen, deren Stammort vielleicht von den Mitgliedern des Alpenclubs entdeckt worden ist, die im vorigen Sommer diese Gebirge durchforscht haben. Wahrscheinlich steht diese Steinart, die mir bis dahin in der ganzen Ausdehnung der Berneralpen nicht vorgekommen ist, in Verbindung mit den vielen Granitgängen, die hier, wie bei Valorsine, wo der Granit in einen ähnlichen Porphyry übergeht, den Schiefer durchschneiden. Auch der Steingletscher trägt vorherrschend Blöcke von Hornblendefelsarten, unter denen besonders schöne Strahlsteine sich auszeichnen und, wenn man von Göschenalp aus nach dem Hintergrund des Kehlegletschers hinsieht, so zeigen die Felsen, die ihn vom Steingletscher scheiden, dieselbe Rostfarbe, die auch in dem westlichen Ausläufer der Thierberge, an der Felsstufe des Triftgletschers, so auffallend ist. — Auf Inschialp bricht nach LUSSEK Marmor und Serpentin mit Diallag. — Im gleichen Fortstreichen treffen wir unsere Schiefer wieder bei Amstäg, am Bristenstock und im Maderanenthal, stets mit demselben Gesteinscharacter und von denselben Mineralien begleitet. Am Eingang des Etlithales zeigt sich ein vortrefflicher Topfstein und die Schiefer weiter einwärts nähern sich dem Gneisse; aber in den östlicheren schroffen Graben, die sich in die südliche Thalwand von Maderan einschneiden, im Griestobal, Mitteleckthal, Steinthal u. s. w., glaubt man in der Steinart eher die grauen Schiefer des Wallis oder Urserenthales zu erkennen. Diese Thonschiefer werden aber im oberen Theile der Graben von einer solchen Menge granitischer Adern, Streifen und Nester oft von weniger als Zoll-dicke und, an beiden Enden sich ausbreitend, oft zu mehr als fussbreiten Gängen anschwellend, durchschwärmt, dass sich leicht der Gedanke aufdrängt, man stehe hier mitten in der Werkstätte, in der einst Thonschiefer zu Granit und Gneiss-umgewandelt wurde. In Drusenräumen dieser krystallinischen Streifen und

Nester finden sich die mannigfaltigen Mineralien, welche dem Maderanerthal bei den Sammlern seinen grossen Ruf erworben haben. Die meisten dieser Räume sind mit erdigem Chlorit angefüllt, und dieser überzieht auch den Kalkspath, Adular, Albit und Bergkrystall, welche die locker unter sich und mit dem umschliessenden Schiefer zusammenhängenden Bestandtheile der Nester bilden, oder ist auch in das Innere besonders des Bergkrystalls und Kalkspaths eingedrungen. Einige dieser Drusenräume enthalten Epidot, umwickelt von Bergflachs, Bergkork, Bergleder, in anderen findet man Titanit, Anatas und Brookit; auch Eisenglanz und rothe Zeolithe sollen vorgekommen seyn. Der Kalkspath hat unter diesen Mineralien sich am frühesten, der Quarz am spätesten gebildet, und schon deshalb ist an eine Entstehung aus geschmolzenen Stoffen und an sehr hohe Temperaturen überhaupt nicht zu denken. Der Chlorit, scheint es, ist von Anfang bis zuletzt der Flüssigkeit, aus welcher jene Mineralien sich abgesondert haben, beigemischt gewesen. Merkwürdig ist auch das Verhalten des Chlorits zum Kalkspath. Die ursprünglichen rhomboedrischen Gestalten des letzteren haben sich basisch in Tafeln zerspalten, welche mit Chlorit bedeckt wurden und oft lose im Chloritsand liegen; in einigen Individuen ist jedoch die Trennung nicht durchgedrungen, so dass die basischen, mit Chlorit ausgefüllten Klüfte nur wenig tief von aussen her einschneiden und dem Krystall ein geripptes oder zerfresenes Aussehen geben. Merkwürdig, dass auch in granitischen und Porphyrgebirgen der Kalkspath als Schieferspath basische Tafeln bildet, als ob hier, bei der Umwandlung neptunischer in krystallinische Schiefer, der Kalkspath eine entsprechende Veränderung erlitten hätte.

Die Übereinstimmung der Steinarten und Mineralien dieser mittleren Schieferzone mit denjenigen der südlichen Randzone ist zu auffallend, um nicht bemerkt zu werden. Es ist vorhin an diesem Südrand nur von den Hornblendefelsarten und den sie begleitenden Mineralien die Rede gewesen, weil jene sich zu enge an den Granit anschliessen, als dass sie getrennt davon ihre Stelle finden könnten. Die Hauptmasse dieser Randzone besteht aber, wie die der Mittelzone, aus krystallinischen Schiefern und Gneiss. — Die vom Dalathal her nach Osten fortsetzende

Kalkbedeckung des unteren Abhanges steigt vom Baltschiederthal an höher aufwärts und scheint gegen Bellalp und Lusgenalp hin sich in eine graue und weisse talkige Schieferbildung aufzulösen. Am Fuss des Abhanges, bei Mund, Naters, Mörel und weiterhin herrscht Gneiss, bald hell und grobflaserig, bald dunkel- und feinflaserig, bald in Talk- und Glimmerschiefer übergehend und häufig von Granit-, Eurit- und Quarzgängen durchzogen. Ein Quarzgang in der engen, oben fast zuschliessenden Massaschlucht, oberhalb Mörel, führt die silberhaltenden Bleiglanzerze und Kupferkiese, deren Abbau vor wenig Jahren angegriffen, bald aber wieder eingestellt worden ist. An der hohen, dem Strassenbau so grosse Schwierigkeiten entgegensetzenden Thalstufe, über die man nach Lax ansteigt, ist aber der Gneiss wieder verdrängt durch leicht zertrümmernde grüne und graue Schiefer, die bis Niederwald anhalten und nördlich unter den gleich fallenden Gneiss einfallen. Sie bilden einen Übergang der grauen, Gyps führenden Wallisschiefer der Südseite des Thales in die krystallinischen Schiefer der Nordseite und lassen sich, obgleich weniger krystallinisch entwickelt, theils den dunkeln Schiefen von Guttannen und Maderan, theils den grünen Schiefen der Serpentinegebiete vergleichen. Es sind diese Schiefer, in denen bei Lax und Viesch Titanite, Zeolithe und Flussspath vorkommen.

Zwischen diesen beiden Schieferzonen erhebt sich die südliche und mächtigere Granitzone, deren höchste Gipfel, das Aletschhorn und Finsteraarhorn indess noch aus dem beide Steinarten verbindenden Hornblendegestein bestehen. Es ist ein ausgezeichneter Protogingranit, der diese Zone bildet und meist senkrecht neben dem Schiefer in die Tiefe setzt, zuweilen ihm auch zur Grundlage dient oder in Gängen ihn durchdringt. Die Breite dieser Granitzone mag an mehreren Stellen wohl zwei Wegstunden betragen. — Wenn man von dem Rhonethal her in das Baltschiederthal eindringt, erreicht man nach mehrstündigem Austeigen den Granit im obersten Hintergrund, in den er vom Bietschhorn her in schroffen Felsen abfällt. Eine gleiche hohe Felsstufe bezeichnet auch weiter östlich, in seiner Fortsetzung über den Jägigletscher und das Nesthorn nach dem Aletschgletscher, seine südliche Grenze, die ihn von den leichter zerstörbaren, vorliegenden Schiefen scheidet. Er durch-

setzt den Aletschgletscher in der Gegend des Merjelensee's und der Walliser Viescherhörner, bildet die Umgebung der Grimsel, von dem oberen Kamm der Hauseck abwärts bis unter die Handeck, erscheint mächtig entwickelt in der Göschenenalp, an deren Ausgang alte Gletscherschliffe so ausgezeichnet als irgendwo in's Auge fallen, erstreckt sich im Reussthal von den Schöllenen abwärts bis unterhalb Wasen, umschliesst das obere Fellithal, zeigt sich noch am Kreuzlipass und verliert sich weiter östlich in den Gneissen, welche Maderan und das Linththal vom Vorderrhein scheiden. — Die Fundorte von rothem Flussspath, Rauchtupas und Molybdänglanz gehören in den Berneralpen ausschliesslich dieser Zone an. Molybdänglanz und rother Flussspath kommen vor im obersten Hintergrund des Baltschiederthales, Combinationen der drei Hauptgestalten des Flussspaths, zugleich roth und blau, begleitet von stark perlmutterglänzendem Schieferspath, pseudomorph zu grossen Rhomboedern vereinigt, am Bächigletscher zwischen der Grimsel und der Handeck, rother Flussspath mit Kalkspath, Bergkrystall und Chlorit in einer Drusenhöhle am Ausgang des Aarbodens unterhalb dem Grimselhaus, blassrother Flussspath am Triftstock, einem Ausläufer des Diechterhorns, im Hintergrund des Triftgletschers, dunkelrother Flussspath und schwarzer Rauchtupas auf dem Felskamm zwischen Göschenenalp und Realp, rother Flussspath im obersten Fellithal und im Gammmerthal, das aus dem oberen Tavetsch nach dem Crispalt ansteigt.

Die nördliche Granitzone, welche die mittlere Schiefer-Hornblendezone von den Kalksteingebirgen des Berner-Oberlandes und Vierwaldstädtersee's trennt, ist durch ihre Breite und die Erhebung ihrer Gipfel weit weniger ausgezeichnet als die südliche. Der Granit scheint mehr vereinzelte Massen als ein zusammenhängendes Ganzes zu bilden und oft wird er durch granitischen Gneiss vertreten, zwischen welchem und den südlich anstossenden krystallinischen Schiefen keine scharfe Trennung möglich ist. Die Steinart selbst unterscheidet sich wesentlich von derjenigen der südlichen Granitzone. Wahrer Alpengranit oder Protogin scheint zu fehlen. Weder in Gastern, noch in Lauterbrunnen und Grindelwald sieht man denselben, anstehend

oder in Trümmern, und nur durch die Thäler der Aare und Reuss, welche das Gebirge bis in die südliche Granitzone hinein durchschneiden, sind Blöcke von Geisberger oder Alpengranit bis in das Hügelland und an den Jura fortgetragen worden. — Der Granit mit rothem und weissem Feldspath, der in Gasteren, am Fuss des Schilthorns auftritt, ist wesentlich verschieden, und so auch der klein- aber deutlich körnige, beinahe an Sandstein erinnernde gneissartige Granit, der die südlichen Gebirge von Lauterbrunnen und Grindelwald bildet und die Kalkkeile der Jungfrau, des Mettenbergs und Wetterhorns umschliesst. So metallisch glänzend und in deutlichen Blättchen zeigt sich der Glimmer im Alpengranit nicht, und auch Feldspath und Quarz tragen einen anderen Character. Von älterer Zeit her sind diese Granite sowohl im Lötschthale als in Lauterbrunnen bekannt durch ihre silberhaltenden Bleiglanzerze, die jedoch nur ein regelloses, nesterweises Vorkommen zeigen und dem Bergbau schwer zu überwindende Hindernisse entgegensetzen. Etwas mehr nähert sich dem Protogin der weisse Granit, der oberhalb und unterhalb Guttannen stockförmig in den dunkeln Schiefer aufsteigt und wahrscheinlich in Verbindung steht mit den zahlreichen Granit- und Euritgängen, welche oberhalb Furtwang, am Übergang von Guttannen nach dem Triftgletscher, den Schiefer durchsetzen.

Wenn das Zusammentreffen mehrfacher Charactere auf eine nähere Verwandtschaft unserer südlichen Granitzone mit der Montblancmasse hinweist, — das Vorherrschen des Protogingranits, das Vorkommen derselben Mineralien im Innern desselben und an seinem Südabfall, sein gangartiges Eindringen in den angrenzenden Schiefer — so sprechen nicht weniger gewichtige Analogien für eine engere Verbindung der nördlichen Granitzone mit der Centralmasse der Aiguilles Rouges. Auf das Vorkommen des in unseren Alpen sonst seltenen rothen Feldspaths zugleich im Valorsine und Gastern ist schon hingewiesen worden; aber auch der gneissartige Granit von Lauterbrunnen kann mit keinem eher verglichen werden als mit demjenigen, der zwischen Martigny und S. Maurice auf dem rechten Rhoneufer als das östliche Ende der nördlichen savoyischen Centralmasse betrachtet werden muss. Beide Granite sind feinkörnig und aus ähnlichen

Elementen zusammengesetzt; beide enthalten als hinzutretenden Gemengtheil ein graulich grünes, noch nicht analysirtes Mineral, das der ältere ESCHER als Speckstein bezeichnet, das mir aber eher Pinit zu seyn scheint; beide neigen sich zum Gneiss mit steil südlich fallender Schieferung; beide werden vielfach von Euritgängen durchzogen, im Rhonethal am Trient und im Aufsteigen von Branson nach der Fouillyalp, im Berner Oberland auf dem Lötschpass, im Roththal an der Jungfrau und an anderen Stellen. Auch die silberhaltenden Bleierze, die in Lauterbrunnen wie bei Servoz von Schwerspath begleitet sind, können zur Vergleichung beigezogen werden.

Finden aber unsere zwei Granitzonen der Berneralpen die in Savoyen ihnen entsprechenden Gebirgsglieder in den Centralmassen des Montblancs und der Aiguilles Rouges, so muss die zwischen jenen Granitzonen liegende Schieferzone nothwendig den Steinarten verglichen werden, die zwischen den zwei savoyischen Centralmassen das Thal von Chamounix erfüllen, die breite Gebirgsstufe der Alpen der Blaitiere und des Montanvert bilden und über Cole de Balme und Trient gegen Martigny fortsetzen. Durch die mächtigere Entwicklung des Granits in den Berneralpen und das nähere Zusammentreten seiner zwei Zonen wurden die dazwischen liegenden Steinarten stärker zusammengesprengt, durch metamorphische Prozesse und das Eindringen granitischer Stoffe allgemeiner umgewandelt, so dass der in Chamounix noch deutlich auftretende, bei Martigny kaum mehr erkennbare Kalkstein in den Berneralpen ganz aufgezehrt wurde und vielleicht den vielen Hornblendegesteinen ihren Kalkgehalt geliefert hat, vielleicht auch als letzter Überrest in den Kalkspathkrystallen der Chloritdrusen noch zu erkennen ist.

Fragen wir nun nach dem Ursprung dieser Gebirge, nach den Agentien, die zu ihrer Entstehung und Ausbildung mitgewirkt haben, so ist die Wissenschaft genöthigt, ihr Unvermögen zu gestehen, diese Fragen genügend beantworten zu können. Ihre Resultate sind einstweilen meist negativ. Sie kann mit Sicherheit behaupten, dass die Formen, in denen das Gebirge uns erscheint, nur sehr entfernt diejenigen darstellen, die es ursprünglich besass, indem während der ungezählten Zeiträume seit seiner Entstehung die langsam oder schnell zerstörende Kraft der atmo-

sphärischen Einwirkung, des Eises und der Gewässer grosse Massen zertrümmert und weggeführt, vorhandene Thäler erweitert, neue eingegraben, höhere Gipfel und Gräte abgetragen, tiefere Spalten und Becken mit Schutt ausgefüllt oder diesen zu neuen Hügelmassen aufgethürmt haben muss. Eine flüchtige Erwägung der Veränderungen, die im Laufe weniger Jahre durch hoch angeschwollene Wildbäche oder Lawinen, oft nur durch ein einzelnes Gewitter erzeugt werden, kann uns hierüber kaum im Zweifel lassen und fordert bei der Beurtheilung des ursprünglichen Zustandes zu grosser Vorsicht auf. Eine genauere Prüfung scheint ferner entschieden zu haben, dass die früheren Annahmen von feurig-flüssigen, lavaartigen Granitmassen von einer Entstehung des Bergkrystalls und anderer Mineralien aus geschmolzener oder sublimirter Kieselerde, von Metamorphosen ganzer Gebirge durch Schmelzung nicht mehr haltbar seyen, weil viele Mineralien, die man im Granit, in den krystallinischen Schiefern oder im Bergkrystall eingeschlossen findet, in diesen hohen Temperaturen nicht hätten bestehen können, weil ferner der Quarz weit früher erstarrt wäre als die meisten seiner Einschlüsse, früher auch als die beiden andern Bestandtheile des Granits, die umgekehrt Eindrücke in denselben gemacht haben. Es hat sich endlich herausgestellt, dass bei der Entstehung des Granits die krystallisirende Masse mit Wasser oder Wasserdämpfen durchtränkt war, indem der Quarz desselben unter dem Mikroskop eine Menge theilweise mit Wasser angefüllter Poren wahrnehmen lässt. — Andererseits wird man sich fragen, ob denn wirklich die begabtesten Schüler WERNER's während eines langen, der geologischen Forschung in beiden Welttheilen gewidmeten Lebens in arger Täuschung befangen gewesen seyen, als sie die vielfachsten Analogien zwischen granitischen und vulcanischen Steinarten, Granitgängen und Lavagängen, granitischen Kettengebirgen und Vulcanreihen wahrzunehmen glaubten und den neptunischen Ideen ihres Lehrers untreu wurden? Die bedeutende Erhebung des Landes, die offenbar mit dem Auftreten des Granits in Verbindung steht, die Zerreissung des früheren Bodens, wovon Stücke in den Thalniederungen liegen blieben, andere die Gipfel der höchsten Granitmassen bilden, noch andere zwischen den Granit eingeklemmt sind, das gangförmige Eindringen des Granits in

den angrenzenden Schiefer, die massenhafte Umwandlung des letzteren, seine Durchflechtung mit granitischen Adern und Nestern, das Vorkommen eigenthümlicher Mineralien und Stoffe in Drusenräumen, es sind alles diess Thatsachen, die ohne die Annahme einer Verbindung mit dem tief liegenden Herde, aus dem auch die Thermalwasser und Laven ihre hohe Temperatur herbringen, schwer zu begreifen sind. Hätte das in den Boden dringende Wasser und seine chemische Thätigkeit bei gewöhnlicher Temperatur, das Vermögen, ohne weitere Unterstützung jene Wirkungen zu erzeugen, so ist kaum einzusehen, warum nicht auch in den weiten Flachländern aller Welttheile oder im Grund unserer Seen und Meere der Sand und Schlamm, warum nicht die von Wasser durchtränkten Mergel und Thone der ältesten geologischen Zeiten, die Thonschiefer und Grauwacken des Übergangs- oder Steinkohlengebirgs, längst in Granit und Gneiss umgewandelt und zu Hochgebirgen erhoben worden wären, da doch im Gebirgslande diese Umwandlung weit jüngere Steinarten betroffen hat.

Es werden diese Räthsel und scheinbaren Widersprüche einst ihre Lösung finden, es wird vielleicht gelingen, durch gleichzeitige Wirkung von Feuer und Wasser Granite und krystallinische Schiefer in unseren Laboratorien zu erzeugen, da ja auch in allen Vulcanen Wasserdämpfe die Hauptrolle spielen und noch lange nach den Eruptionen aus den Laven als Fumarolen aufsteigen. Bis dahin werden wir uns bescheiden müssen, durch Sammlung von Thatsachen voreilige Theorien abzuweisen und der späteren besseren Kenntniss den Weg zu bahnen. Es bedurfte Jahrtausende astronomischer Beobachtungen, bevor KEPLER seine Gesetze der planetarischen Bewegung und NEWTON ihre Herleitung aus einem einfachen Princip finden konnten, und wie einfach sind die rein dynamischen Probleme, die uns die Bewegungen am Sternhimmel darstellen, in Vergleichung mit denjenigen der Geologie, deren auf Beobachtung gestützte Fortschritte kaum ein Jahrhundert hinaufreichen und in die verwickeltsten Gebiete aller Naturwissenschaften eingreifen!

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: 1866

Band/Volume: [1866](#)

Autor(en)/Author(s): Studer Bernhard

Artikel/Article: [Zur Geologie der Berneralpen 688-707](#)