

GEOLOGIE.

Kleinere Mittheilungen

von

Prof. Albr. Müller.

1. Die Granite des Fellithales.

In einem unlängst in den Mittheilungen der Berner Naturforschenden Gesellschaft erschienenen Aufsatz ist unser würdiger Nestor, Herr Professor Bernhard Studer, auf die vielbesprochene Frage der eruptiven Entstehung gewisser Alpengranite zurückgekommen und hat einige ältern Beobachtungen von Arnold Escher von der Linth und Necker mitgetheilt, welche für das eruptive Eindringen des Granites in die anliegenden Schiefer und Gneisse sprechen.

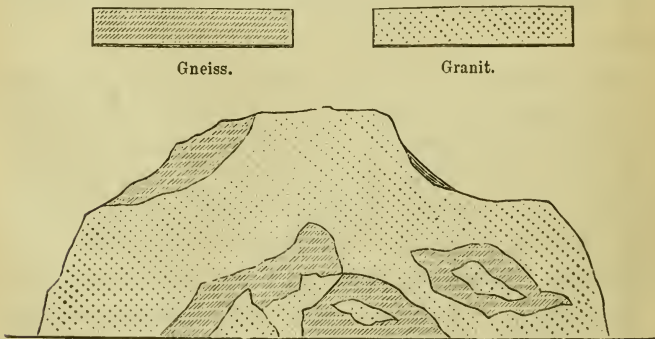
Nach Eschers Zeichnung finden sich auf der linken Seite des Lauteraargletschers, wo an der Mieselen-Wand, dem Abschwung gegenüber, die Grenze zwischen Granit und Schiefer durchzieht, Granitgänge, die mit schmalen Ausläufern den dunkeln Schiefer durchdringen, und nur als ein späteres Eingreifen des Granites verstanden werden können. Aehnliches findet sich auf der rechten Seite des Gletschers, wo in der Mitte der Thierberge grosse Massen dunkler Schiefer von Granit umschlossen sind. Analoge Erscheinungen hat Necker aus der Valorsine, am Nordfuss der Aiguilles rouges beschrieben. Herr Prof. Studer stellt die Vermuthung auf, dass diese Gänge, welche

die dunkeln Schiefer durchsetzen, einem jüngern Granite angehören könnten, was allerdings sehr wahrscheinlich ist.

Aus den vorstehenden Mittheilungen des Herrn Prof. Studer, eines unserer erfahrensten Alpengeologen, scheint mir hervorzugehen, dass solche Contacterscheinungen zwischen Granit und Gneiss oder krystallinischen Schiefen in unsern Alpen noch nicht so häufig beobachtet worden sind, wie ich bisher annahm, und dass auch meine schon vor 10 Jahren mitgetheilten Beobachtungen von Contactverhältnissen zwischen Granit und Gneiss im Fellithal nicht zur allgemeinen Kenntniss gelangt sind.

Es mag mir daher gestattet sein, die betreffende Notiz aus den Verhandlungen unserer naturforschenden Gesellschaft über die krystallinischen Gesteine der Umgebungen des Maderanerthales (Maderanerthal, Etlithal und Fellithal) vom Jahr 1866 in das Gedächtniss zu rufen und von den s. Z. an Ort und Stelle aufgenommenen Zeichnungen eine dieser Notiz beizufügen.

Granitblock mit Gneisseinschlüssen im Fellithal.



Ich sagte damals in dem Abschnitt über das Fellithal, bekanntlich ein östliches Seitenthal des Reusstales, zwischen Amstäg und Wasen:

„Einen weitem Beweis für die eruptive Natur der grobkörnigen massigen Granite des Fellithales finden wir in seinen Beziehungen zu den benachbarten schiefrigen Gneissen. Der Gneiss wurde beim Durchbruch des Granites zerstückelt und zahlreiche scharfeckige grössere oder kleinere Bruchstücke des Gneisses erscheinen nun mit scharfer Begrenzung in dem massigen Granit eingeschlossen, wobei der Granit alle zwischen den Gneissbrocken gelassenen Zwischenräume ausgefüllt hat. Ich habe zwei hausgrosse Granitblöcke, welche solche eckigen Gneissbruchstücke einschliessen, an Ort und Stelle bei Hütten im mittlern Fellithal (linke Thalseite) abgezeichnet, und würde die Zeichnung wiedergeben, wenn nicht solche Beispiele schon vielfach bekannt gemacht worden wären“.

Der eingebackene, vom Granit selbst wieder durchbrochene Gneiss ist durch ziemlich viel dunkelgrünen oder schwärzlichen feinkörnigen Glimmer und durch einen graulichen, in eine matte grünliche Substanz übergehenden Oligoklas bräunlichgrau oder grünlich gefärbt und sticht durch seine dunklere Gesamtfarbe sofort von dem hellen ihn umgebenden grobkörnigen Granit ab. Der Orthoklas ist teilweise porphyrartig in grössern Krystallen ausgeschieden, jedoch herrscht das schieferig-flaserige Gefüge deutlich vor. Derselbe Gneiss tritt selbstständig sowohl hier bei den Granitblöcken als an andern Stellen des Fellithales in grössern Blöcken auf und ein ganz ähnlicher Gneiss findet sich gleichfalls anstehend im Etlithal und am Bristenstock. Die erwähnten grossen, den Gneiss einschliessenden Granitblöcke stammen augenscheinlich von dem hart anliegenden Thalgehänge, von dem sie sich losgelöst haben. *)

*) Mehrere Handstücke, welche den Contact zwischen Granit und Gneiss von dieser Fundstelle zeigen, habe ich der Sammlung alpiner Gesteine in unserm Museum einverleibt.

Aus der sehr reichhaltigen und wohlgeordneten Sammlung des Herrn Emil de Bary in Gebweiler (Elsass) sind mir neulich ganz ähnliche Handstücke, wie die vom Felli-thal, zu Gesicht gekommen, in denen ein heller Granit und ein dunkler, feinkörniger, schiefriger Gneiss zusammen gewachsen waren und die vom Petit Ballon in den Vogesen stammten. Ganz ähnliche, gleichfalls aus den Vogesen stammende Stücke aus der trefflichen Sammlung des Herrn Jos. Köchlin-Schlumberger sel. in Mülhausen, habe ich schon in jener Arbeit erwähnt.

Solche Vorkommnisse, wie die oben erwähnten, scheinen mir deutlich für die eruptive Entstehung wenigstens mancher, wenn auch nicht aller, Granite unserer Centralalpen zu sprechen. Auch Prof. Alb. Heim kommt nach seinen Beobachtungen in Scandinavien, welche diejenigen der ältern Geologen bestätigen, zu demselben Schluss. Viele s. g. Granite der Alpen sind aber entschieden sedimentär-metamorphischen Ursprungs und andere sind in bereits festem Zustand aus der Tiefe an die Oberfläche emporgetrieben worden.

2. Vorkommen von Quarzitgneissen und Granuliten in den Vogesen.

Die Sammlung des Herrn Emil de Bary in Gebweiler, besonders reich an von ihm selbst gesammelten Vogesengesteinen, bot noch eine Anzahl Belegstücke, welche die Verwandtschaft der Gesteine und Vorkommnisse der Vogesen mit denjenigen unserer Centralalpen, auf die ich schon früher aufmerksam gemacht, bestätigen.

So fehlen auch die von mir wiederholt beschriebenen und als chemisch umgewandelte Sandsteine angesehenen Quarzitgneisse mit feinen Quarzkörnern nicht. So erinnere ich mich solche vom Col de Bussang bemerkt zu haben und andere, mit etwas größern Quarzkörnern,

habe ich schon früher in der Köchlin'schen Sammlung gesehen.

Ganz besonders reichlich sind aber in der Sammlung des Herrn de Bary, aus zahlreichen Fundorten der Vogesen, die bereits in den frühern geologischen Arbeiten von Delesse, Daubrée, Hogard, Köchlin u. A. beschriebenen Leptinite (Granulite) vorhanden, und waren geeignet wegen ihrer Verwandtschaft mit gewissen alpinen Gesteinen meine Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen. Es sind diess röthlich- oder gelblichweisse, oft auch fast rein weisse krystallinische Feldspathgesteine, die zahlreiche grauliche, runde, isolirte, kleinere oder grössere Quarzkörner, von $\frac{1}{4}$ —1 Millimeter Durchmesser einschliessen und häufig noch, aber keineswegs immer, fast ebenso zahlreiche kleine blasse Granatkörner aufnehmen, welche dann das Gestein zu einem wahren Granulit (Weissstein) machen.*) Der Glimmer fehlt in der Regel oder ist nur spärlich vorhanden. Dagegen zeigen manche, namentlich gelbe, körnige Leptinite 6—8 Millimeter lange, feine, schwarze Nadeln oder Streifen von Turmalin, der aber gewöhnlich schon in ein schuppiges Aggregat von schwarzen, glänzenden Glimmerblättchen umgewandelt erscheint, ohne dabei die nadelartige Gestalt einzubüssen.

Diese an isolirten Quarzkörnern reichen, mehr oder minder deutlich geschichteten Feldspathgesteine zeigen manche Uebereinstimmung mit den glimmerarmen Quarzitgneissen unserer Alpen, wie solche namentlich ausgezeichnet im Etlzithal, einem südlichen Seitenthal des Maderanerthales, vorkommen. Nur sind die Quarzkörnchen in den alpinen Quarzitgneissen gewöhnlich feiner, erreichen aber bisweilen die Grösse, wie in den Leptiniten der Vogesen.

*) Der Feldspath ist gewöhnlich Orthoklas. Die Zwillingsstreifung des Oligoklases ist selten deutlich zu erkennen.

Je mehr Glimmer hinzutritt, desto mehr gleichen dann diese an Quarzkörnern reichen Feldspathgesteine einem eigentlichen Quarzitgneiss, mit dem sie durch die mannigfaltigsten Uebergänge verbunden sind.

Der Leptinit (Granulit) ist in der Regel, wie das auch Naumann in seinem Lehrbuch der Geognosie (Auf. 2, Bd. 1, S. 553) ausdrücklich bestätigt, in der Regel deutlich geschichtet, bisweilen sogar schiefrig. Wenn nun nach meiner Deutung die durch feine isolirte Quarzkörner charakterisirten Quarzitgneisse unsrer Alpen als durch Infiltration von Feldspathsubstanz chemisch umgewandelte ehemalige Sandsteine betrachtet werden können, wofür die zahlreichen Uebergänge aus wirklichen Sandsteinen sprechen, so wird es wohl erlaubt sein, den Leptiniten (Granuliten) der Vogesen einen ähnlichen Ursprung zuzuschreiben und dieselbe Erklärung möchte auch wohl für die meisten sächsischen Granulite zutreffen. Fand sich in den Sandsteinen ein Thongehalt vor, so wurde dieser bei der chemischen Metamorphose zu Glimmer umgewandelt, wodurch dann das Gestein gneissartig wurde. Herr de Bary, welcher die meisten Handstücke von Leptinit an Ort und Stelle selbst geschlagen hatte und die Lagerungsverhältnisse kennt, ist sehr geneigt, dieser Auffassung von der metamorphischen Entstehung der Leptinite aus ehemaligen Sandsteinen beizutreten.

Neben den Leptiniten finden wir in der genannten Sammlung von Vogesengesteinen auch verschiedene Pegmatite, die aus einer grosskrystallinischen Masse von weissem Orthoklas mit interponirten grössern krystallinischen Quarzparthien bestehen, welche letztere jedoch mit den runden isolirten Quarzkörnern der Leptinite nicht verwechselt werden können. Ein Pegmatit vom Col Bonhomme besteht aus hellfleischrothem Orthoklas und hellblaugrauem Quarz. Die Pegmatite stehen in jeder Beziehung den

ächten massigen Graniten so nahe, dass man ihnen wohl eine ähnliche und zwar vielen gleichfalls eine eruptive Entstehung zuschreiben darf. Doch werden jeweilen erst genauere Untersuchungen an Ort und Stelle nähere Anhaltspunkte in dieser Frage bieten können.

Im Grossen und Ganzen aber wird uns die nahe Verwandtschaft zwischen den massigen Graniten und Pegmatiten einerseits, und den mehr oder minder deutlich geschichteten oder schiefrigen Quarzitgneissen und Leptiniten (Granuliten) andererseits jetzt schon ins Auge fallen.

Die Leptinite der Vogesen bieten in der genannten Sammlung öfter eigenthümliche fleckenartige Einschlüsse eines körnigschuppigen, graulichen oder grünlichen Mineralen, das ungemein an eine beginnende Umwandlung von Cordierit zu Fahlunit etc. erinnert, aber nirgends mehr mit der charakteristischen violettgrauen Farbe des Cordierites erscheint. Weitere Untersuchungen an zahlreichen Zwischenstufen müssen entscheiden, ob meine Vermuthung begründet oder welches das ursprüngliche Mineral ist, aus dem diese grauen Flecken hervorgegangen sind.

Sehr reichlich und in den mannigfaltigsten Abänderungen sind in der de Bary'schen Sammlung von Vogesengesteinen die Eurite (Felsite), die glimmerführenden Felsitporphyre und die Minetten vertreten, die alle derselben Entwicklungsreihe angehören und in ihren zahllosen Uebergängen nicht zu trennen sind. So nehmen die aus einer graulichen, dichten, splittrigen Grundmasse, einem mikroskopischen Gemenge von Quarz und Feldspath, also aus Felsit (Petrosilex) bestehenden bräunlichgrauen Eurite schwarze Glimmerschüppchen auf, die mehr und mehr überhand nehmen und die Felsitmasse ganz verdecken, bis zuletzt eine wahre Minette daraus wird. Das gangförmige Auftreten dieser Gesteine spricht sehr, im Einklang mit der Ansicht der ältern Vogesen-Geologen, für eine eruptive

Entstehung dieser Gesteine. Man wird sie wohl sofort von den, einem Porphyrt oft sehr ähnlichen, metamorphosirten Grauwacken aus den Umgebungen von Thann und andern Stellen der Vogesen unterscheiden können.

Ein ausgezeichneter Granitporphyr (von Rochesson) enthält fast farblose durchsichtige Krystalle von Orthoklas, die bald mit einem weissen, bald mit einem fleischrothen Bord, offenbar das Product beginnender Umwandlung, umsäumt sind. Der Orthoklas war also bisweilen durchsichtig wie Sanidin und wurde erst später trübe. Wo in den Graniten neben dem weissen Orthoklas sich ein fleischrother anschmiegt, ist der letztere augenscheinlich aus der Umwandlung des erstern hervorgegangen.

3. Pseudomorphosen von Eisenzinkspath nach Kieselzink.

Durch die Gefälligkeit des Herrn H. Hoseus, Mineralienhändlers, dahier wurde mir eine reiche Suite von Kieselzinkdrusen aus den berühmten Galmeilagerstätten von Altenberg bei Aachen übergeben, welche ein meines Wissens noch nicht näher beschriebenes Vorkommen zeigten. Die frischen reinen Krystalle des Kieselzinkes, etwa 6—8 Millimeter lang, hatten den bekannten rectangulär tafelförmigen Habitus mit Makro- und Brachydomen und lebhaftem Glasglanz. An andern Drusen hatten sich bereits einzelne circa $\frac{1}{4}$ Millimeter grosse braune Rhomboederchen von Eisenzinkspath (eisenhaltiges Zinkcarbonat) auf den Kieselzinktafeln angesiedelt und an andern hatte ihre Zahl schon so zugenommen, dass sie die Kieselzinkkrystalle förmlich bedeckten und ihre Stelle einnahmen. Gleichzeitig wird die Substanz des Kieselzinkes aufgelöst und fortgeführt und zuletzt bleibt nur noch ein Aggregat gelbbrauner Eisenzinkspathrhomboederchen übrig, das aber die tafelförmige Gestalt der verdrängten Kieselzinkkrystalle noch

gut bewahrt hat. Schlägt man solche Tafeln durch, so ist von dem ursprünglichen Kieselzink nichts mehr wahrzunehmen. Wir hätten hiemit eine vollendete Verdrängungspseudomorphose von Zinkspath nach Kieselzink, ein Fall, der meines Wissens weder in dem trefflichen Werke von Blum über die Pseudomorphosen des Mineralreiches (nebst Nachträgen) beschrieben, noch in seinem erst vorigen Jahres erschienenen Lehrbuch der Mineralogie, Aufl. 4, erwähnt ist, wesshalb die Erwähnung dieses Vorkommens hier ihre Stelle finden mag.

Die hier beschriebenen Pseudomorphosen erinnern vollständig an die wohl auf ähnlichem Wege entstandenen drusigen Pseudomorphosen von Quarz und von Flussspath nach tafelförmigen Barytspathkrystallen, die bereits vor längerer Zeit von Blum beschrieben worden sind und die wir gleichfalls in schönen Exemplaren, die Flussspathpseudomorphosen vom Teufelsgrund im Münsterthal, in der Sammlung unseres Museums besitzen.

Pseudomorphosen von Carbonaten nach Silicaten sind bekanntlich noch wenig beobachtet worden, so häufig auch die gewöhnlichen Silicate von kohlensäurereichen wässrigen Lösungen angegriffen und zersetzt erscheinen. Die durch diesen Zersetzungsprocess gebildeten alkalischen und erdigen Carbonate werden ihrer Löslichkeit wegen in den meisten Fällen sogleich fortgeführt, so dass sich ihre Krystalle an der Stelle des zersetzten Silicates nicht ausscheiden konnten. Die angeblichen Pseudomorphosen von Kalkspath nach Orthoklas aus den zersetzten Porphyren von Manebach, sind eigentlich nichts anders als Pseudomorphosen von eisenhaltigem Thon (also unreinem Kaolin) nach Orthoklas, die von kohlensaurem Kalk reichlich durchdrungen sind und wahrscheinlich noch Spuren von kohlensaurem Kali enthalten. Da viele, ältere und jüngere, Feldspathe enthaltende, Eruptivgesteine, so Porphyre, Porphyrite, Diabase,

Melaphyre, Basalte und Trachyte, wenn sie schon etwas zersetzt sind, mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure theils schon in der Kälte, theils nach Erwärmung, brausen, also die Anwesenheit von Carbonaten verrathen, die aus dem Angriff der Kohlensäure haltigen Gewässer auf die Silicate dieser Gesteine entstanden sind, so sollte man öfter solche Carbonate als Pseudomorphosen nach Silicaten darin vorfinden, wenn die leichte Löslichkeit der Carbonate und die Unlöslichkeit des nach der Zersetzung bleibenden Restes der Silicate, so namentlich des Thones und des Eisenoxydes, die unmittelbare krystallinische Ausscheidung der neugebildeten Carbonate zugäbe. Wir haben jedoch in dieser Richtung, in günstigen Fällen, das Vorkommen solcher Pseudomorphosen zu erwarten.

4. Vorkommen erratischer Blöcke in und um Basel.

A. Vorkommen erratischer Blöcke von Jurakalk.

Schon zu wiederholten Malen habe ich in diesen Verhandlungen auf das Vorkommen erratischer Blöcke alpinen Ursprunges in den Hochketten des obern Basler Jura und im Plateaugebiet dieses Kantons, namentlich in den Umgebungen des Wildenstein, aufmerksam gemacht. Ebenso habe ich schon vor einer Anzahl von Jahren des Blockes von dichtem schwarzem Alpenkalk am rechten Rheinufer unweit unterhalb Basel bei der Klybeck, den der verstorbene eifrige Petrefactensammler, Herr Louis Dizerens, Marbrier, zuerst entdeckt hatte, erwähnt und auf seinen wahrscheinlich erratischen Ursprung hingewiesen. Leider ist dieser wohl sechs und mehr Fuss lange Block nicht mehr vorhanden und zu Grabsteinen verarbeitet worden. Ferner sind einige Jahre später mitten im Kies beim Graben eines Kellers in der Nähe des Kinderspitals mehrere Blöcke eines grauen Alpenkalkes ausgegraben

worden, worüber Herr Rathsherr Peter Merian eine Mittheilung diesen Verhandlungen einverleibt hat.

Seitdem sind mir in jüngster Zeit noch verschiedene andere Blöcke, ohne Zweifel erratischen Ursprunges, im Areal der Kleinen Stadt zu Gesicht gekommen. So besichtigte ich, den ausserordentlich niedrigen Rheinstand im November vorigen Jahres benützend, das theils aus lockerm diluvialen Kies, grossentheils aber aus festen diluvialen Nagelfluhbänken bestehende rechte Steilufer von Klein-Basel an aufwärts bis zur eidg. Zollstätte, wobei ich nicht weit unterhalb der neuen Verbindungsbahnbrücke, etwa in halber Höhe des Absturzes, einen dicken 3—4' langen an den Ecken etwas abgerundeten Block von dichtem gelbem Jurakalkstein (wahrscheinlich Oxfordkalk oder unterer Korallenkalk) in der unmittelbaren Nähe eines kleinen Hüttchens aus dem Kies hervorragend sah. Dieser Kalkstein kommt vollständig mit denen unserer obern Oxfordkalke überein, die in unserm Basler Jura sowohl im Plateaugebiet, als in den Hochketten, und in deren Umgebungen so verbreitet sind.

Ferner wurde ich im Laufe des Aprils dieses Jahres auf einen stattlichen, vollständig ähnlichen, gleichfalls an den Ecken etwas abgerundeten Block von gelbem dichtem Jurakalk (mit glatten Terebrateln und andern Versteinerungen) von ungefähr zwei Fuss Durchmesser aufmerksam gemacht, auf den man beim Graben eines Brunnens an der Clarastrasse in Klein-Basel, im Garten meines Schwagers, Herrn Friedr. Hetzel, ungefähr 30 Fuss unter der Oberfläche, mitten im Kies gestossen war. Auch hier, wie an den Steilrändern des rechten Rheinufers ob Basel, wechselten lockere Kiesschichten mit festen Nagelfluhbänken. Ein Stück dieses Blockes habe ich abgeschlagen und der geologischen Sammlung unseres Museums einverleibt. Wenn der Block an den zahlreichen Ecken etwas

abgerundet erscheint, so darf uns das nicht befremden und etwa gegen die erratische Herkunft stimmen, indem er ringsum von lockerm Geröll umgeben war, das beim Vorbeigleiten natürlich seine Wirkung auf den nicht gar harten Kalkstein ausübte. Dass diese Kalksteine etwa aus dem benachbarten Badischen stammen, aus den jurassischen Vorbergen des Schwarzwaldes, wäre zwar nicht unmöglich, ist aber nicht wahrscheinlich. Die obere Juraformation (Weisser Jura) scheint östlich von Basel bis zum Klettgau auf der Nordseite zu fehlen und tritt im Westen, nördlich von Basel, erst bei Lörrach, Efringen und Istein (Isteiner Klotz) in einzelnen Fetzen, die aber grossentheils dem eigentlichen weissen Korallenkalk angehören, auf. Jedenfalls werden wir die ursprüngliche Lagerstätte dieser gelben Jurakalke nicht rheinabwärts suchen. Was etwa früher in den südlichen Vorbergen des Schwarzwaldes von oberm Jurakalk vor der Diluvialperiode vorhanden war, wissen wir allerdings nicht. Nach dem gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse sind wir aber wohl berechtigt, die Heimath dieser erratischen Jurakalkblöcke in unserm schweizerischen Jura selbst, im Süden von Basel, zu suchen.

Es sind uns für diese Ansicht noch näher liegende Anhaltspunkte geboten. Schon vor 20 und mehr Jahren stiess ich bei meinen geologischen Wanderungen mitten im Gebiet des Muschelkalkes, des Keuper oder Lias auf Blöcke von dichtem gelbem oder weissem oberm Jurakalk (Oxfordkalk oder Korallenkalk), die unmöglich durch Sturz oder Wassergewalt von den nächst anliegenden Ketten heruntergebracht sein konnten. Ganz ähnliche Blöcke von weissem oberm Jurakalk fand ich im letzten Spätjahr bei meinen Wanderungen am Nordabhang der aus Muschelkalkgräten bestehenden nördlichsten Vorketten des Basler Jura, so auf der Südseite des Dielenberges, ferner etwa

eine Viertelstunde oberhalb Läufelfingen, beim Ansteigen der Strasse über den Hauenstein, in dem ersten grössern Steinbruch von Muschelkalk zur Linken der Strasse. Der weisse Jura tritt in diesen nördlichen Vorketten nirgends zu Tage, sondern erst in der Nähe und jenseits der Passhöhe, auf der Südseite des Jura. Die Stücke können also auch hier nicht von den nächstliegenden Gräten heruntergefallen sein, indem weit und breit der weisse Jura fehlt und auch früher in diesem Muschelkalkrevier nicht vorhanden gewesen sein konnte.

Es gewinnt demnach die Ansicht vom erratischen Ursprung auch dieser weissen und hellgelben Kalksteinblöcke am Nordfuss des Jura ziemliche Wahrscheinlichkeit. Die Ansicht, dass die in der Glacialperiode bis an den Jura ausgedehnten alpinen Gletscher die Pässe des Basler Jura überschritten und sich über das Plateaugebiet des Kantons Basel bis an den Rhein und noch darüber hinaus ausdehnten, wofür ich schon in meinen frühern Mittheilungen Beweise beibrachte, wird wohl immer mehr zur Geltung kommen. Dieselben alpinen Gletscher haben ohne Zweifel nicht nur aus ihrer eigentlichen Heimath alpine Blöcke mitgeführt, sondern bei ihrem Durchpass durch die Joche und Defileen des Jura die auf sie heruntergefallenen Blöcke des südlichen, hauptsächlich aus dem weissen obern Jurakalk bestehenden Ketten mitgenommen und unterwegs am Nordfuss der Juraketten mitten im Muschelkalk oder Keuper, und auf dem Plateaugebiet abgesetzt und in ihren weitesten Ausläufern einzelne noch bis an den Rhein bei Basel vorgeschoben. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, obgleich einstweilen noch nicht streng bewiesen, dass in einem gewissen Zeitpunkt der Glacialperiode selbstständige kleine Gletscher vom Jura-gebirg hinunter sich bis in die Ebene des Rheinthaales bei Basel erstreckten.

B. Vorkommen erratischer Blöcke von Schwarzwaldgneiss.

An demselben rechten Steilufer des Rheins oberhalb Basel, wo sich der grosse Block von dichtem gelbem Oxfordkalk oder Korallenkalk vorfand, aber etwas oberhalb der neuen Eisenbahnbrücke, stiess ich, unweit der eidg. Zollstätte, auf einen circa 3 Fuss im Durchmesser haltenden röthlichen Gneissblock, der grossentheils aus der Nagelfluh hervorragt und alle Kennzeichen eines Schwarzwälder Gneisses trägt. Kleinere ähnliche Blöcke fanden sich in der Nähe und sind auch bei dem Graben des obengenannten Sodbrunnens an der Clarastrasse zum Vorschein gekommen. Wir können solche Blöcke nicht wohl als aus der Ferne herbeigeschwemmt ansehen, obgleich sie immer mehr oder minder, wie die Jurablöcke, abgerundet sind. Die schon öfter ausgesprochene, aber eben so oft wieder bestrittene Annahme, von ehemaligen weit ausgedehnten Schwarzwaldgletschern, würde, wenn sich die Zahl solcher Fundstellen, namentlich mit grössern Blöcken, mehren sollte, eine um so sicherere Begründung erhalten. Jeder Tag kann hier neues Material zum Vorschein bringen. Wenn die Spuren von Gletscherwirkungen in den Vogesen von verschiedenen Geologen mit grosser Evidenz nachgewiesen worden sind, so ist wirklich nicht einzusehen, warum der Schwarzwald in der Glacialperiode nicht auch seine ausgedehnten Gletscher gehabt haben sollte.

5. Ueber die blaue Färbung einiger Jurakalksteine.

Bekanntlich erscheinen die dichten und oolithischen gelblichweissen oder gelben Kalksteine der mittlern und obern Juraformation, besonders der Hauptrogenstein und die thonigen dichten Oxfordkalke (Thonkalke mit *Am. biplex*, Effingerschichten), häufig im Innern mit, bald nur wenige zoll-, bald fussgrossen, graublauen scharf abge-

grenzten Flecken, und in den Steinbrüchen trifft man oft noch ganze Bänke, die blaugrau gefärbt oder nur längs den Klüften oder Schichtabtheilungen von einem gelben Bord eingefasst sind. Ja es gewinnt häufig den Anschein, je mehr diese Kalksteinformationen in unserm Jura durch Steinbrüche aufgeschlossen werden, als ob in der Regel die blaugraue Färbung die ursprüngliche gewesen und die gelbe erst durch den Zutritt der atmosphärischen Luft und Feuchtigkeit entstanden sei. Manche Steinbrüche des Hauptrogensteines zeigen freilich auch im Innern der Bänke keine Spur mehr von blauer Färbung. Jedoch bleibt immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch sie ursprünglich blaugrau gefärbt waren und nur den Umwandlungsproceß in die gelbe Färbung vollständig durchgemacht haben.

Auch andere weniger mächtige Abtheilungen des Braunen und des Weissen Jura, so besonders die im Basler Plateau- und Kettenjura über den Bänken des Hauptrogensteines so ausgezeichnet auftretenden thonreichen Cornbrashkalke (ehemals Bradfordien genannt) mit *Rhynchonella varians*, *Mytilus bipartitus*, *Gresslya lunulata* und zahllosen andern Versteinerungen, finden wir in der Regel, wo sie zu Tage anstehen, durchweg gelblich oder bräunlich gefärbt, während dieselben Thone und Thonkalke, wo sie beim Graben von Stollen, Kellern oder Brunnen in einer Tiefe von 10, 20 und mehr Fuss unter der Erdoberfläche angeschürft werden, fast immer noch die ursprüngliche blaugraue Farbe zeigen. Ich habe diese Wahrnehmung an so zahlreichen Stellen in unserm Basler Jura bestätigt gefunden, dass ich dieses Verhalten unserer jurassischen Thonkalke als Regel aufstellen kann. Also in der Tiefe, geschützt von den atmosphärischen Einflüssen, sind dieselben in der Regel blaugrau und enthalten oft schon mit dem blossen Auge erkennbare Pünktchen oder

Kryställchen von Eisenkies, während dieselben Schichten, wo sie zu Tage liegen, immer schon hellgelb gefärbt erscheinen. Dasselbe ist bei manchen thonigen Kalksteinbänken des untern und mittlern Lias, namentlich mit denen des Gryphitenkalkes und des Belemnitenkalkes der Fall.

Nicht immer finden wir indess diese scharfe fleckenartige Begrenzung, wo eine Umwandlung der blauen thonigen Kalke in gelbe oder gelbbraune stattgefunden hat. Die Grenzen sind häufig verwischt und die Kalksteine erhalten dann diese unreinen, vielfach wechselnden schmutzigen Färbungen, die zwischen braun und grau in der Mitte stehen und unsern Farbensinn unangenehm berühren. Man sieht solche Mischfarben häufig schon in den genannten Liaskalken, ganz besonders aber in den dünngeschichteten rauhen sandigthonigen Kalksteinen, welche in bedeutender Mächtigkeit als sogenannter Unteroolith (Br. J. *δ.* Quenst., Blagdeni- und Humphriesianuschichten) an der Basis des Hauptrogensteines allenthalben in unserm Jura auftreten. Diese Kalksteine sind im höchsten Grade unrein fleckig, bräunlichgrau oder graulichbraun in allen erdenklichen Uebergängen in unreinen schmutzfarbigen Nuancen gefärbt, wobei man jedoch deutlich erkennt, dass die Endglieder dieser Farbenreihe aus demselben Gelb oder Gelbbraun und Blaugrau bestehen, die in den Rogenstein- und Oxfordkalken gewöhnlich in scharfer Begrenzung auftreten, und dass auch bei diesen unreinen, rauhen Thonkalken die ursprüngliche Färbung wohl dasselbe reine Blaugrau war und nur die vielfältige starke Zerklüftung den atmosphärischen Einflüssen hier leichtern Zutritt verschaffte.

Die scharfe Begrenzung der blauen Flecken in den dichten gelben Oxfordkalken und Oolithen mag von der dichten, sehr homogenen Beschaffenheit dieser Gesteine

herrühren, hat aber immerhin etwas Räthselhaftes. Doch finden wir dieselbe Erscheinung bei manchen noch unvollendeten Pseudomorphosen, z. B. Malachit nach Rothkupfererz und nach Kupferlasur, Brauneisenstein nach Eisenspath und nach Eisenkies und Andern, wo an den noch wohl erhaltenen Krystallen des alten Mineralen die Umwandlung in die neue Substanz in der äussern Umgrenzung bereits stattgefunden hat und eine scharfe Grenzlinie beide, die neue und die alte Bildung, von einander trennen. Neulich erhielt ich durch den eifrigen Entomologen und Sammler, Herrn H. Knecht dahier, ein fast kopfgrosses, mitten entzwei geschlagenes Rheingerölle eines feinkörnigen, rostbraunen Quarzitgesteines, das in der Mitte einen völlig scharfbegrenzten eirunden, den äussern Contouren des Rollsteines entsprechenden, graublauen Kern derselben Gesteinsmasse enthielt. Augenscheinlich hatte auch hier, wie in den meisten Pseudomorphosen, die Umwandlung von aussen nach innen, durch das eindringende, Sauerstoff enthaltende Flusswasser, in höchst gleichförmiger Weise stattgefunden, wobei sich ohne Zweifel durch höhere Oxydation eines bereits vorhandenen Eisengehaltes Brauneisenstein bildete.

Auch bei den oben genannten blaugefleckten gelben Oxfordkalken und Rogensteinen stimmt das Gefüge und die Beschaffenheit der innern blaugefärbten Gesteinsmasse vollständig mit der umgebenden gelben überein. Ja bei den compacten gelben Oolithen finden wir sogar bisweilen Stellen, wo die einzelnen Rogensteinkügelchen einen dunklern graulichen Kern einschliessen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, abgesehen von der Farbe, die blauen und gelben Parthien jener Kalksteine aus demselben homogenen Gestein bestehen.

Ueber die Ursache der blaugrauen Färbung dieser jurassischen Kalksteine sind von verschiedenen Geologen

ohne Zweifel schon öfter bei Formations- und Localbeschreibungen gelegentlich Vermuthungen geäußert worden. Doch scheinen sich die Geologen mit dieser so weit verbreiteten Erscheinung bisher wenig befasst zu haben. Mir wenigstens ist in diesem Augenblick keine Arbeit erinnerlich, die sich mit diesem Gegenstand speciell befasst hätte. Es wäre demnach sehr zu wünschen, wenn sich ein Geologe, unterstützt von einem Chemiker, dieser Aufgabe unterzöge und hier ein Gebiet beleuchten würde, auf dem offenbar noch viel Unklarheit herrscht. Ich selbst bin weit entfernt, diese Aufgabe vollständig lösen zu wollen. Doch habe ich vorläufig einige Versuche angestellt, welche vielleicht einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser noch wenig besprochenen Frage liefern könnten.

Dass die gelbliche oder bräunliche Farbe unserer jurassischen Kalksteine von einem Eisengehalt, und zwar von einer Einmischung von Eisenoxydhydrat oder Brauneisenerocker, meistens in feinertheiltem Zustande, herrührt, damit werden wohl die meisten Geologen einverstanden sein. Ebenso weisen viele Wahrnehmungen darauf hin, dass dieser die gelbe Färbung bewirkende Brauneisengehalt in den meisten Fällen kein ursprünglicher, schon bei der Ablagerung der Kalksteine vorhandener, Bestandtheil war, sondern erst durch Umwandlung aus andern Eisenverbindungen entstanden ist. Fast alle unsere jurassischen, sowohl dichten, als oolithischen Kalksteine ergeben, in verdünnter reiner Salzsäure gelöst und mit den bekannten Reagenzien behandelt, einen Eisengehalt, der häufig ganz bedeutend ist. Selbst die weissesten Kalksteine sind nicht eisenfrei und durch die Verwitterung tritt in den Steinbrüchen und Trümmerhalden, sowie namentlich auf den Aeckern, der Eisengehalt in der intensiv rostgelben Färbung deutlich hervor. Ohne Zweifel ist es eine kleinere oder grössere Menge von dem kohlen-sauren Kalke isomorph

beigemengten kohlensauren Eisenoxydul, welche durch Oxydation an der Luft die gelbe oder braune Färbung bewirkt. Diess ist namentlich auch mit unserm Hauptrogenstein der Fall, der nicht selten im frischen Zustande fast rein weiss ist.

In gleicher Weise rührt die gelbliche oder bräunliche Farbe der ursprünglich blau gefärbten und oft noch mit blauen Flecken versehenen jurassischen Kalksteine gleichfalls von einem in das braune Eisenoxydhydrat umgewandelten ursprünglichen Eisengehalt her, der sich meinen Versuchen zufolge durch Behandlung mit Säuren, gleichfalls in manchen Fällen als kohlensaures Eisenoxydul erwies. Die blaugraue Färbung kann jedenfalls nicht von dieser, fast farblosen oder blassbräunlichen Verbindung herrühren. Jedoch lag die Vermuthung nahe, dass neben oder statt des Eisenspathes noch andere Eisenerze, etwa Magnetisenerz oder Schwefeleisen, und zwar als Pyrit oder Markasit, in feinertheiltem Zustande, bekanntlich dann schwarz aussehend, beigemengt waren, welche die blaugraue Färbung der Kalksteine verursachten und später in Folge der höhern Oxydation und Aufnahme von Wasser die gelbbraune Färbung hervorriefen.

Ich löste verschiedene blaue Oxfordkalke in verdünnter Salzsäure, wobei sich der Thongehalt in sehr feinen bräunlichgraulichen Flöckchen mit einzelnen schwarzen Pünktchen ausschied. Der Niederschlag und auch die schwarzen Pünktchen verhielten sich stets ganz passiv gegen einen in grösste Nähe gebrachten Magnetstab. Es ist also kein Magnetisenerz in diesen blauen Kalken vorhanden. Meines Wissens ist dieses Mineral auch noch nirgends in unserm Juragebirg mit Bestimmtheit nachgewiesen worden, während dagegen in den thonigen, durch den Contact mit dem Gneiss und Granit umgewandelten Schiefen der Juraformation in den Alpen das Magnet-

eisen in kleinen, aber scharf ausgebildeten Oktaedern un-
gemein häufig eingewachsen erscheint, so namentlich in
den braunen und grünen oolithischen Schiefen, die wohl
unserm untern Eisenrogenstein entsprechen.

Die schwarzen, gegen den Magnet indifferenten Pünkt-
chen sind oft zahlreich in den blauen Kalken enthalten,
und können, da sie in der Lösung mit dem thonigen
Niederschlag zu Boden sinken, keine kohligen Theilchen
sein. *) Die Vermuthung lag nahe, dass diese schwarzen
Theilchen Schwefeleisen, und zwar, indem das Einfach-
Schwefeleisen bisher im Mineralreich noch nicht nachge-
wiesen ist, Doppelt-Schwefeleisen (Pyrit oder Markasit)
sein möchten, das in feinzerteiltem Zustand schwarz er-
scheint. Die chemische Untersuchung bestätigte diese
Annahme. Salpetersäure löste diese Theilchen auf, und die
abfiltrirte klare Lösung wurde durch Chlorbaryum getrübt,
indem sich schwefelsaurer Baryt bildete. Zudem verfertigte
ich mehrere Dünnschliffe, welche unter dem Mikroskop,
schon bei dreissigfacher Vergrößerung, bei durchfallendem
Lichte schwarze Körnchen oder Parthien, bei auffallendem
aber deutlich speisgelbe Kryställchen oder kleine Aggre-
gate von dem bekannten Metallglanz des Pyrites (Eisen-
kieses) zeigten, und mehrmals konnte ich deutliche Würfeln
unterscheiden. Hatte ich solche Dünnschliffe vorher
bis zur beginnenden Rothgluth erhitzt, so entstanden in
dem nun weisslichen feinerdigen Gestein röthliche Quadrate
oder ähnliche scharfbegrenzte Formen, die wahrscheinlich
aus der Oxydation des Pyrites entstanden waren. Also
Eisenkies ist jedenfalls bald in grösserer, bald in geringerer
Menge in diesen blauen thonigen Kalken vorhanden und
bewirkt bei seiner Oxydation zu Oxydhydrat mit dem etwa

*) Auf der Oberfläche der Lösung schwammen auch keine
kohligen oder andere organischen Theilchen herum.

noch daneben vorhandenen kohlen sauren Eisenoxydul die gelbe Umfärbung des früher blaugefärbten Kalksteines. Häufig enthalten, wie bekannt, die blauen thonigen Kalke und Mergel grössere deutliche Krystalle oder knotige und kugelige Concretionen von Eisenkies (bald Pyrit, bald Markasit) ausgeschieden. Ueberdiess ist noch in manchen Fällen das Schwefeleisen in fein zertheiltem Zustand eingemengt und wird demnach an der grauen Färbung der genannten Gesteine jedenfalls einen Antheil haben. Die Abwesenheit von Einfach-Schwefeleisen wurde auch durch den Mangel einer Schwefelwasserstoff-Reaction bei Behandlung mit erwärmter Salzsäure constatirt.

Erwärmt man Stückchen des blauen Oxfordkalkes in einem Kölbchen, so findet, in Folge des beigemengten Thongehaltes, eine ziemlich beträchtliche Entwicklung von Wasser statt. Eine Sublimation des Schwefels konnte ich nicht bemerken, wohl weil der Pyritgehalt zu gering war. Die Kalkstücke selbst werden durch Erwärmung bis zur beginnenden Rothgluth bräunlich gefärbt, doch ist die graue Farbe noch nicht vollständig verschwunden. Erst durch stärkere Erhitzung vor dem Löthrohr verschwindet die graue Färbung gänzlich, der geglühte Kalkstein wird weiss oder blass bräunlichweiss, matt, erdig und sintert an den Spitzen zu einer bräunlichgelblichen Schlacke mit einzelnen dunkeln Pünktchen oder Streifen zusammen, ohne eigentlich anzuschmelzen. Mit Borax erhält man dann natürlich eine energische Eisenreaction. Unter dem Mikroskop bieten die vor dem Löthrohr geglühten Stücke denselben Anblick, wie die obenbeschriebenen Dünnschliffe. Man erkennt deutlich einzelne eingestreute schwärzliche oder dunkelrothe Pünktchen oder Kryställchen, die von dem durch die Erhitzung veränderten Pyrit herrühren. Durch stärkere Erhitzung werden also diese blauen Kalksteine weiss gebrannt, wobei sie eine bräunliche Nuance behalten. Andere thon-

reichere Lagen, von derselben graublauen Farbe, schmelzen vor dem Löthrohr leicht und vollständig zu einer bräunlichen oder schwärzlichen Eisenschlacke. Der dem Thon angehörige und noch mechanisch beigemengte Kieselerdegehalt bewirkt also in der Hitze die Silicatbildung. Ueberhaupt zeigen unsere jurassischen Kalksteine einen ungemein wechselnden Thon- und Eisengehalt. Ebenso fehlt selten etwas Magnesia.

Zur Vergleichung löste ich auch Stückchen eines dichten dunkelgrauen oder fast schwarzen Alpenkalkes (Hochgebirgskalk) in reiner verdünnter Salzsäure auf, wobei sich zahlreiche schwarze Stäubchen von Kohle unterschieden, die in der Lösung obenauf schwammen. Sonst löste sich Alles auf. Die Lösung ergab nur eine schwache Eisenreaction. Der Kalkstein war also so viel wie frei von Thon und Eisen und seine schwarze Färbung rührte wohl nur von den mechanisch eingemengten kohligen Theilchen her. *) Erhitzt man solche schwarzen Stückchen vor dem Löthrohr, so werden sie rein weiss, kaustisch und sintern an den Spitzen nicht zusammen. Ebenso erscheint der im Grossen daraus gebrannte Kalk schneeweiss.

Dagegen werden die blauen Mergelkalke, wie wir gesehen haben, durch das Glühen nie schneeweiss, sondern behalten einen bräunlichen oder röthlichen Ton, der nicht sowohl von dem unbedeutenden Gehalt an isomorph beigemengtem kohlen-saurem Eisenoxydul, als von den zahlreich einzeln eingestreuten Pyritpünktchen herrührt, die in scharfbegrenzten Formen unter dem Mikroskop zu erkennen sind. In Salzsäure gelöst geben diese blauen Thonkalke einen sehr feinen blassbräunlichen oder bräunlich graulichen Niederschlag (mit schwarzen Pünktchen),

*) Durch Verwitterung im Freien werden diese Kalksteine nicht bräunlich, sondern hellgrau und bleichen ab, wie dies auch mit unsern schwarzen Grabsteinen der Fall ist.

der nach Behandlung mit heisser Salpetersäure, in Folge der Auflösung des Thon- und Eisengehaltes, vollständig farblos wird.

Betrachtet man diesen feinen farblosen Niederschlag unter dem Mikroskop, so erblickt man lauter scharfeckige vollkommen durchsichtige Bruchstücke, mit muscheligen Bruch, die nichts anders als Quarz sein können. Der Quarz ist also als solcher, als feiner Sand, diesen anscheinend ganz homogenen, dichten, blauen Kalksteinen in merklicher Menge beigemischt und wird wohl hauptsächlich ihre Verwendbarkeit zur Cementfabrikation bedingen. Andere dunkelgraue Mergelkalke des Unteroolithes, des Haupttrogensteines und der darüber gelagerten Cornbrash-Schichten sind bereits so rauh und sandig anzufühlen, dass man über ihren Gehalt an feinem Quarzsand nicht im Zweifel sein kann. Auch der Pyritgehalt wird bisweilen sehr bemerkbar.

Der Sand der oben beschriebenen blauen Mergelkalke ist äusserst fein, wie ein feines Mehl, und gleicht ganz demjenigen, den ich als einen Hauptgemengtheil der Quarzitgneisse der Urneralpen zu beiden Seiten des Reusstales und in den Umgebungen des St. Gotthard in frühern Mittheilungen wiederholt beschrieben und als Rest ehemaliger mergeliger Sandsteine erklärt habe. Auch hier, bei den Quarzitgneissen, sind die scheinbar runden Quarzkörnchen unter dem Mikroskop nicht rund, sondern in gleicher Weise, wie diejenigen in unsern Mergelkalken, unregelmässig, scharfeckig, wahre Fragmente, mit muscheligen Bruch, ohne gerade Flächen oder Kanten, also nicht etwa als spätere krystallinische Neubildungen aufzufassen.

Aus den vorstehenden Versuchen, die nur als vorläufige zu betrachten sind und die später an reichlichem Material fortgesetzt werden sollen, scheint bereits wenigstens so viel hervorzugehen, dass die blaugraue Färbung unserer jurassischen Mergelkalke nicht von eingemengten

kohligen Theilen und auch nicht von Magneteisen herrührt, wohl aber theilweise wenigstens, von dem bald mehr, bald weniger zahlreich, in mikroskopischen Pünktchen und Kryställchen eingestreuten Eisenkies (Pyrit oder Markasit), der in feiner Zertheilung schwarz erscheint. Die mikroskopisch fein zertheilten schwarzen Punkte werden also, wo sie zahlreicher auftreten, in der für sich weissen oder bräunlichweissen thonigen Kalkmasse, im Auge den Eindruck von Grau hervorbringen.

Der Pyritgehalt ist aber bei einzelnen der untersuchten blauen Kalke so unbedeutend, dass wir die entschieden graublau gefärbte Färbung nicht wohl der Einnengung des Pyrites allein zuschreiben können. Vielmehr wird es sehr wahrscheinlich, dass irgend eine organische, bituminöse oder aus Bitumen hervorgegangene Substanz in diesen an organischen Resten reichen Jurakalksteinen vorherrschend die blaugraue Färbung bewirkt. *) Hiefür spricht besonders der Umstand, dass durch stärkere Erhitzung die blaugraue Farbe verschwindet und die Kalksteine weiss oder in Folge des Eisengehaltes gelblichweiss werden. Durch die Erhitzung wurde also, wie gewöhnlich, die organische Verbindung zerstört. Wir dürfen eine ähnliche organische Substanz vermuthen, wie diejenige, welche so häufig die Krystalle und krystallinischen Massen des Anhydrites, des Steinsalzes, des Apatitspathes, Flussspathes, Cölestinspathes, Barytspathes und anderer Mineralien blau oder violet färbt, und die, aus bituminösen Stoffen entstanden, mit unsern Anilinfarben verwandt ist. Nur werden die übrigen Beimengungen des Kalksteines, namentlich der Thon- und Eisengehalt, die reinblaue Farbe maskiren. Wie es scheint, genügen Minima dieser farbigen Substanzen, um eine leb-

*) Ohne Zweifel haben auch organische Substanzen die Reduktion des vorhandenen Eisengehaltes und mit ihrem selten fehlenden Schwefelgehalt die Bildung des Doppeltchwefeleisens veranlasst.

hatte Färbung des damit imprägnirten Minerals oder Gesteines zu bewirken. Wir müssen es daher dem Chemiker überlassen, zu versuchen, ob es ihm gelingt, mit seinen reichen Hilfsmitteln, bei Anwendung grösserer Mengen, die Natur der unsere Kalksteine vorherrschend färbenden, wahrscheinlich organischen Substanz zu ermitteln, oder sie wo möglich in reinem concentrirten Zustand darzustellen. Meines Wissens ist diese Aufgabe bis dahin noch nicht gelöst worden. Man wird aber dann nicht bloss mit Säuren, sondern mit Weingeist, Aether und ähnlichen Lösungsmitteln operiren müssen.

Ueber die Bewegung der Gletscher.

Von

Prof. Peter Merian.

(Den 2. December 1874.)

Die Beobachtungen haben allseitig bewiesen, dass die Gletscher an den Rändern sich langsamer fortbewegen, als in der Mitte. Von Vielen wird es ebenso als ausgemachte Thatsache angenommen, dass die Fortbewegung der Gletscher, in Uebereinstimmung mit der Bewegung der fließenden Gewässer, an der Oberfläche, und in geringen Tiefen stärker ist, als am Grunde, so dass die Geschwindigkeit von oben gegen unten allmählig eine geringere wird. Eine genauere Erörterung zeigt indess, dass diese Annahme eine unrichtige sein muss. Würden die obern Schichten schneller fortschreiten, so müssten die untern nothwendiger Weise an die Oberfläche emporkommen, es müsste eine

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [6_1878](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Albrecht

Artikel/Article: [Geologie. Kleinere Mittheilungen 269-291](#)