

Beiträge

zur Erklärung der

DOLOMIT-BILDUNG

von

Dr. Th. Scheerer,

M. d. K. L.-C. d. A.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Der Akademie übergeben am 15. November 1864.

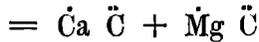
Dresden.

Druck von E. Blochmann & Sohn

1865.

Beim Durchreisen des südlichen, sich nach Italien abdachenden Theiles der Alpenkette wird das Auge des Beobachters durch eigenthümliche Felsgebilde gefesselt, welche theils als riesige Pyramiden, theils als gewaltige, zackige Massive gen Himmel ragen und mit ihrer weissen, vegetationslosen Oberfläche Resten von Titanenbauten gleichen, deren Geschichte im Waldesdunkel der Alpenwelt verloren ging. Dass diese Felscolosse aus Dolomit bestehen, war uns entweder schon bekannt, oder wir erfuhren es auf unsere dahin gerichtete Frage. Doch hierdurch ist weder die Wissbegier des Laien, noch die des Naturforschers befriedigt. Ersterer weiss wahrscheinlich nicht, was Dolomit ist, und letzterer — vielleicht, auch nicht. Selbst der Geolog vom Fach, wenn er darüber befragt wurde, hat noch vor wenigen Decennien bedenklich mit dem Kopfe geschüttelt und das Räthselhafte, ja Wunderbare dieser Gebilde eingestanden. Dank den unermüdlichen und gründlichen Forschungen der Neuzeit, wissen wir gegenwärtig etwas mehr von dieser geologischen Sphinx. Was wir davon wissen oder doch zu wissen glauben, bildet den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung.

Wenn man den Dolomit in chemischer Beziehung als einen magnesia-reichen Kalkstein definirt, so hat man dadurch noch keine scharfe Grenze zwischen eigentlich sogenannten Dolomiten und magnesiahaltigen Kalksteinen gezogen. Bekanntlich sind fast alle Kalksteine mehr oder weniger magnesiahaltig, und es lässt sich eine Reihe derselben aufstellen, in welcher der Magnesiagehalt sich allmählig von weniger als 1 Procent bis zum Maximum, 21,75 Procent steigert. Letzterer Gehalt kommt dem typischen Doppelcarbonat zu, welches aus 1 Atom kohlensaurem Kalk und 1 Atom kohlensaurer Magnesia



besteht, entsprechend 54,3 Proc. $\text{Ca } \ddot{\text{C}}$ und 45,7 Proc. $\text{Mg } \ddot{\text{C}}$, worin 21,75 Proc. Magnesia. Wollte man unter Dolomit ausschliesslich diese Verbindung begreifen, so hätte man gewaltsam eine chemische Grenze aufgestellt, welche in geologischer Hinsicht bedeutungslos wäre. Denn der Geognost bezeichnet uns als Dolomite auch Kalk-Magnesia-Carbonate mit erheblich geringeren Magnesiagehalten. Allenfalls liesse sich annehmen, dass in den Dolomiten 1 bis 2 Atom kohlenaurer Kalk auf 1 Atom kohlenaurer Magnesia enthalten sind. Die weniger magnesiareichen Kalksteine, die sich hier zunächst anreihen, pflegt man dolomitische Kalke und die an Magnesia ärmsten Gebilde dieser Art magnesiaarme, auch wohl schlechtweg magnesiahaltige Kalksteine zu nennen.

Man ersieht hieraus, dass Dolomit und Kalkstein sich durch chemische Principien nicht scharf von einander sondern lassen. Ist dies vielleicht durch geognostische Kriterien möglich?

Hierbei kann es sich zunächst um die Bildungszeit handeln. Sowohl Kalkstein- als Dolomit-Bildung fand in allen geologischen Perioden statt, von der ältesten oder Ur-Periode bis zur Kreide- und zur Molasse-Formation. In der vorletzten sind durch Forchhammer*) wenigstens dolomitähnliche Gebilde nachgewiesen worden, und Leube**) hat uns mit einem Dolomit im Gebiete des Süsswasserkalkes bekannt gemacht.

Demnächst kann die Bildungsart in Betracht kommen. Diese ist es vorzugsweise, mit welcher wir uns hier beschäftigen wollen, und es wird sich dabei herausstellen, wie weit eine genetische Trennung der Dolomite von den Kalksteinen möglich ist.

Dass gewöhnliche, normale Kalksteine und gewisse magnesiahaltige keine wesentlich verschiedene Entstehungsart gehabt haben können, wird zum Theil schon durch jene nicht scharfe Trennbarkeit in chemischer Beziehung angedeutet, ganz besonders aber durch geognostische Verhältnisse unzweideutig nachgewiesen. Bis zu einem gewissen Grade oder in manchen Fällen fanden also bei der Kalkstein- und bei der Dolomit-Bildung gleiche chemische Actionen statt. Doch dieser Aufschluss ist nur ein bedingter. Er setzt voraus, dass wir mit

*) Erdmann's Journal f. prakt. Chemie, Bd. 49, S. 52.

**) v. Leonhard's Jahrbuch d. Mineralogie, 1840, S. 372.

der Bildung der Kalksteine im Reinen sind. Allein die Geologen verschiedener Schulen stehen in Bezug hierauf noch bis heute im Widerstreit der Meinungen.

Wie ist Kalkstein entstanden? Von einigen Forschern wird angenommen, dass alle Kalksteine von den kalkigen Resten organischer Geschöpfe herrühren, gleichviel ob diese Reste ihrer Gestalt nach darin noch erkennbar seien oder nicht. Hiernach wäre der gesammte kohlen saure Kalk auch der versteinungsleeren und versteinungsarmen Kalksteine einstmals in Schaalthierhüllen, Korallen, Infusorienpanzern, Muschelschaalen, Thierknochen und dergleichen vorhanden gewesen, und hätte seine organische Form durch spätere, zerstörende Prozesse eingebüsst. Dieser Ansicht entgegen sind andere Forscher geneigt, die Kalksteine im grossen Ganzen als einen chemischen Niederschlag zu betrachten, im Verhältniss zu dessen Masse die darin eingeschlossenen kalkigen Thierreste nur eine sehr untergeordnete, fast verschwindende Rolle spielen. Bei so extremen Meinungen pflegt die Wahrheit in der Mitte zu liegen. Ich meinerseits glaube, dass Thatsachen vorhanden sind, welche die Bildung von — krystallinischen — Kalksteinen während der ältesten geologischen Perioden beweisen, wo von organischem Leben auf dem Erdball noch nicht die Rede sein kann. Beispielsweise will ich Folgendes anführen. Westlich vom Lago maggiore, im Antigorio- und Diveria-Thal, unweit Crodo, liegt eine mächtige Glimmerschieferschicht unmittelbar auf normalem rothem Gneus. In diesem Glimmerschiefer tritt nicht allein ein weitfortsetzendes Marmorlager auf, sondern man findet zugleich in seiner Masse zahlreiche kleinere Partien, Nieren und Schmitzen von körnig krystallinischem Kalk. Was aber das hohe Alter dieses Kalkglimmerschiefergebildes ganz besonders vor Augen legt, ist der Umstand, dass ein normaler grauer Gneus*) sowohl den rothen Gneus als den Kalkglimmerschiefer durchbrochen und sich, über 3000 Fuss mächtig, darüber ausgebreitet hat. Mithin fällt die Bildung dieses krystallinischen Kalksteins in eine Zeit, zu welcher grauer Gneus eruptiv wurde und als solcher — mit Parallelstructur und seiner sonstigen normalen Beschaffenheit — allmählig erstarrte. Sollte man wohl annehmen können, dass während

*) Die chemische Uebereinstimmung dieses grauen und jenes rothen Gneuses mit betreffenden Gneusen des Sächsischen Erzgebirges wird später von mir nachgewiesen werden.

dieser, beweislich durch sehr hohe Temperatur und entsprechenden hohen Atmosphärendruck charakterisirten, uralten Gneus-Periode*) bereits organische Wesen, sei es auch der niedrigsten Art, auf der Erdoberfläche existirten oder gar schon existirt hatten? Das müssten jedenfalls Thiere ganz absonderlicher Art gewesen sein — höchst unvollkommene, kaltblütige Geschöpfe bei Glühhitze lebend! Wozu ist es nöthig, sich in solche Widersprüche zu versetzen? Wir entgehen denselben auf ganz ungezwungene Art, wenn wir keine besondere Vorliebe für extreme Ansichten hegen. Was kann einfacher und naturgemässer sein, als dass während der Urzeit, die noch kein organisches Leben aufkommen liess, Kalksteinbildung ausschliesslich durch chemischen Niederschlag vor sich ging? War solches aber während der ältesten geologischen Periode der Fall, so konnte dieser chemische Process wohl nicht plötzlich aufhören, sondern er dürfte sich, in abnehmendem Grade, auch durch die folgenden geologischen Perioden fortgesetzt haben. Ob dies bis in die neueste Zeit geschah, braucht uns hier kaum zu beschäftigen, und eben so wenig handelt es sich darum, den chemischen Process der Kalksteinbildung näher zu erforschen. In Betreff unserer vorliegenden Aufgabe können wir uns einstweilen mit dem Resultate begnügen:

Während die ältesten Kalksteine rein chemische Gebilde — Präcipitate, Sedimente — sind, mengen sich in die neueren Kalksteine mehr und mehr die kalkigen Reste organischer Geschöpfe ein.

Dieses Resultat bildet unseren Ausgangspunkt für die Ergründung der Dolomitgenese.

Die kohlen-saure Kalkerde kann wohl schwerlich ein Privilegium besessen haben, allorts als einziges Carbonat an der Bildung von Kalksteinen Theil zu nehmen, sondern es wird der ihr in mehrfacher Hinsicht so verwandten kohlen-sauren Magnesia vergönnt gewesen sein, sich bei dieser Bildung, nach Maassgabe localer Verhältnisse, zu betheiligen. In der That finden wir denn auch unter den ältesten Kalkgebilden Kalksteine mit sehr verschiedenem Magnesiagehalt, bis zu typischen Dolomiten. So z. B. besteht der eben

*) Die Gneuse des Sächsischen Erzgebirges, S. 96—109.

erwähnte Marmor von Crodo, nach einer von Herrn Riotte in meinem Laboratorium angestellten Analyse, aus:

| (1) | |
|---------------------------------|-------|
| Kohlensaure Kalkerde . . . | 72,25 |
| Kohlensaure Magnesia . . . | 0,39 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 0,41 |
| Kohlensaures Manganoxydul . . . | 0,18 |
| Quarz und Silicate *) . . . | 26,42 |
| | 99,65 |

Die im Glimmerschiefer eingeschlossenen, kleinen Kalkpartien sind zum Theil beträchtlich reicher an Magnesia und Eisenoxydul und scheinen mitunter sogar dolomitischer Kalk und Dolomit zu sein.

In einem anderen Urkalkstein, den ich während meines Aufenthaltes in Norwegen (1838) im Kirchspiel Vaage, Guldbrandsdalen, als lagerförmige Zone in einem chloritischen Talkschiefer antraf, fand ich**)

| (2) | |
|--------------------------------|-------|
| Kohlensaurer Kalk . . . | 55,88 |
| Kohlensaure Magnesia . . . | 40,47 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 2,81 |
| | 99,16 |

Dies entspricht, wenn man das Eisenoxydul als vicariirend für Magnesia in Rechnung bringt, nahe der typischen Dolomitformel.

Es würde nicht schwer sein, noch andere derartige Beispiele ausfindig zu machen. Aus allen können wir den Schluss ziehen: dass die dolomitischen Kalke und die Dolomite der ältesten geologischen Periode rein chemische Gebilde — Präcipitate, Sedimente — sind.

Allein wir haben gesehen, dass diejenige Art der Kalksteinbildung, welche als ausschliessliche Folge eines chemischen Niederschlages betrachtet

*) Der in erhitzter Salzsäure unlösliche Rückstand gab, bei der Zerlegung mit Flusssäure, Thonerde und Alkali. Letzteres zeigte, spectralanalytisch geprüft, ausser Kali- und Natron-Reaktion, eine erhebliche Reaktion auf Rubidium, was mich zu einer genaueren Untersuchung dieser interessanten Thatsache veranlassen wird.

***) Nyt magasin for Naturvidenskaberne (Christiania, 1845) Bd. 4, S. 341.

werden muss, vorzugsweise während der Urzeit stattfand, und dass sich später in derartige Gebilde mehr und mehr die kalkigen Reste thierischer Organismen einmengten, ja das letztere in manchen neueren Kalksteinen prädominiren, mitunter möglicherweise allein herrschen. Das Gleiche muss auch für magnesiashaltige Kalksteine und Dolomite gelten. Da nun die kalkigen Reste solcher Organismen hauptsächlich aus kohlen-saurem Kalk bestehen, und nur geringe Mengen von kohlen-saurer Magnesia zu enthalten pflegen, so folgt: dass Kalksteine, je jünger dieselben, in der Regel um so weniger magnesiashaltig sein müssen.

Diesem Schlusse entgegen hat die Beobachtung gelehrt, dass auch in weniger alten und selbst in neueren Formationen, wie namentlich in denen der Dyas,*) Trias und in der jurassischen, mächtige Gebilde magnesiareicher Kalksteine, ja typischer Dolomite auftreten. Der Schlüssel zur Erklärung dieser Thatsachen kann nicht in den einfachen, normalen Vorgängen der Dolomitbildung liegen, wie wir solche bisher kennen lernten. Wenn auch hierbei in Betracht kommen mag, 1) dass, wie Forchhammer**) fand, die kalkigen Gehäuse und Schalen gewisser niederen Thiere 2 Proc. (*Corallium nobile*), 4,5 Proc. (*Serpula* der Nordsee), 6,4 Proc. (*Isis hippuris*), ja selbst 7,6 Proc. (*Serpula* des Mittelmeeres) kohlen-saure Magnesia enthalten können, und 2) dass stellenweise auch während der neueren geologischen Zeit eine sedimentäre Dolomitbildung — durch chemische Präcipitation — stattgefunden haben kann: so sind doch diese Umstände keinesweges ausreichend, um die Genesis gewisser Dolomitgebilde zu erklären, die wir hierbei im Auge haben. Wir stehen hier namentlich jenen räthselhaften Dolomit-Kolossen Süd-Tyrols und anderer Gegenden der südlichen Alpen gegenüber, Dolomiten, welche keine Spur von Schichtung oder irgend ein Zeichen einer allmählichen Ablagerung an sich tragen, und in deren eigenthümlich drusig krystallinischer Masse kaum, aber doch immer noch, Reste von Versteinerungen zu entdecken sind. Damit gelangten wir zum eigentlichen Kern der Dolomitfrage, welche so viele geologische Forscher seit Decennien beschäftigt, so viel Streit erweckt, und so glänzende Irrthümer hervorgerufen hat.

*) Mit diesem Namen umfasst Geinitz das Rothliegende und den Zechstein.

**) Liebig und Kopp's Jahresbericht, 1849, S. 813.

Leopold von Buch — dessen Name mit dem Dolomit so innig verknüpft ist, dass der Geolog keinen von beiden nennt, ohne an den anderen zu denken — trat ausschliesslich als geologischer Forscher an die Dolomitfrage heran, welche sich ihm unter den eigenthümlich verwickelten Verhältnissen des Gebirgsbaues der Fassa-Gegend darbot. Er sah hier an vielen Orten die, nichts weniger als friedlichen Kalkgebilden gleichenden, zerklüfteten und drusigen Dolomite im Contacte mit magnesiareichen Silicatgesteinen (Schwarzer Porphy — Augitporhyr, Melaphyr), ja oftmals von Gängen dieser Eruptivmassen durchsetzt und zertrümmert. Nichts konnte einem Koryphäen der vulkanischen Schule, wie v. Buch, näher liegen, als aus diesen Thatsachen auf die chemische Umwandlung gewöhnlicher (Trias-)Kalksteine in Dolomit zu schliessen, und den Process dieser Metamorphose auf jenen Porphyr zu beziehen. Im ersten Theile dieses Schlusses müssen wir, auch vom gegenwärtigen Standpunkte aus, unserem scharfsinnigen geologischen Vorfahren vollkommen Recht geben; vielleicht sogar auch im zweiten. Allein der eifrige Vulkanist ging in seinem Schlusse noch weiter und bezeichnete den Akt der chemischen Umbildung — der Dolomitisation — speciell als eine Insublimation von Magnesia aus dem schwarzen Porphyr in den Kalkstein. Hierdurch machte sich der, mit den Chemikern nicht gerade stets im besten Einverständnisse lebende, ascetische Vulkanist eines Verstosses gegen die chemischen Erfahrungen schuldig, welche die Magnesia als einen höchst unflüchtigen, feuerfesten Stoff kennen und nichts von „Magnesiadämpfen“ wissen. Wir gedenken dieser kühnen, durch die Fortschritte der Wissenschaft auch in geognostischer Beziehung gestürzten Hypothese hier nur als eines historischen Monumentes. Als solches dürfte sie Verewigung erlangt haben und als denkwürdiger Trümmerhaufen, wie alle Ruinen der Vorzeit, ein sic transit gloria mundi predigen.

Die Irrthümer grosser Forscher waren stets eine Herausforderung zu allgemeinen, wissenschaftlichen Kämpfen. So hatte denn auch die v. Buch'sche Dolomit-Hypothese, sowohl auf geologischem als chemischem Gebiete, ein gewaltiges Aneinanderrennen von pro und contra zur Folge. Mit ihrer allmählichen Zertrümmerung gingen Versuche, die Dolomitfrage in anderer Weise zu beantworten, Hand in Hand. Alle diese Versuche betreffen die nähere Ermittlung des chemischen Processes, durch welchen aus Kalkstein Dolomit wurde. Denn dass die Südtiroler und ähnliche jüngere Dolomite durch che-

Vol. XXXII.

mische Metamorphose entstanden, darüber hat längst kein Zweifel mehr geherrscht; doch durch welche Art chemischer Metamorphose?

Die verschiedenen Erklärungsweisen, welche bisher bei der Dolomitisation in Betracht gezogen wurden, basiren sich auf folgende chemische Prozesse:

1) Einwirkung von Magnesiadämpfen auf Kalkstein. Diese durch v. Buch auf das Maximum ihrer Entwicklungsfähigkeit gebrachte Hypothese war bereits in den Aussprüchen Arduino's (1779) und Heim's (1806) über gewisse Italienische*) und Thüringer Dolomite**) im Keime enthalten. Von chemisch geognostischer Seite ward dieselbe besonders durch Petzholdt***) widerlegt, welcher nachwies, dass der Magnesiagehalt der betreffenden Kalkgebilde der Fassa-Gegend in durchaus keinem Zusammenhange mit einem Kontakte des schwarzen Porphyrs stehen könne, da seine sehr variirende Menge sich ganz unabhängig von der Nachbarschaft oder Abwesenheit dieses Porphyrs zeigt. Eine rein geognostische Widerlegung wurde mit grösstem Erfolge durch v. Richthofen†) ausgeführt.

2) Einwirkung einer Solution von schwefelsaurer Magnesia auf Kalkstein. Collegno††), sich auf das bereits von Lardy hervorgehobene und von ihm selbst mehrfach bestätigt gefundene Zusammenvorkommen von Dolomit und Gyps stützend, sprach die Ansicht aus, es sei der betreffende Kalkstein durch Quellwässer, welche schwefelsaure Magnesia aufgelöst hielten, allmählig in ein Doppelcarbonat von Kalk-Magnesia, Dolomit, und in schwefelsaure Kalkerde, Gyps, umgewandelt worden. Später wurde Haidinger durch eigene Forschungen zu derselben Ansicht geführt, that aber zugleich einen wesentlichen Schritt weiter, indem er erkannte, dass kohlenaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia bei gewöhnlicher Temperatur einander nicht zersetzen, und dass man deshalb die Wirkungen grosser Erdtiefe d. h. höhere Temperatur und höheren Druck zu Hülfe nehmen müsse. Durch diesen

*) Osservazioni chimiche sopra alcuni fossili; Venezia 1779.

**) Geologische Beschreibung des Thüringer Waldgebirges (1806) Bd. 2, Abtheil. 3, S. 99—121.

***) Beiträge zur Geognosie Tyrols. 1843.

†) Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo u. s. w. in Süd-Tyrol. 1860.

††) Bulletin de la soc. géol. Bd. 6 (1834), S. 110.

Schluss angeregt, nahm Morlot*) einen schon von Wöhler eingeleiteten Versuch über eine solche Zersetzung auf, und zeigte, dass eine Magnesiumsolution in Berührung mit gepulvertem Kalkspath, bei etwa 250° C. und einem Drucke von 15 Atmosphären, sich zu Gyps, kohlen-saurem Kalk und kohlen-saurer Magnesia zersetzen. Nur konnte es nicht zur Evidenz gebracht werden, dass diese Carbonate hierbei chemisch mit einander verbunden, als Dolomit auftreten.

3) Einwirkung einer Solution von Chlormagnesium auf Kalkstein. Virlet und später Favre gingen von dieser chemischen Aktion bei ihrer Erklärung der Dolomitbildung aus. Letzterer stützte sich auf einen Versuch Marignac's**), durch welchen nachgewiesen wird, dass bei einer solchen Einwirkung, wenn sie bei 200° C. Temperatur und 15 Atmosphären Druck stattfindet, wirklich Dolomit entsteht.

4) Einwirkung von Chlormagnesium-Dämpfen auf Kalkstein. Dass auf solche Weise, unter gleichzeitiger Bildung von Chlorcalcium, Dolomit entstehen kann, dürfte nach dem Vorhergehenden nicht zweifelhaft sein. Dennoch fragt es sich, wieweit ein solcher Process, den Frapoli***) wenigstens für die Entstehung gewisser Dolomite in Anspruch nimmt, in der Natur nachweisbar ist? Auf die Dolomite Süd-Tyrols lässt er sich jedenfalls schwierig anwenden.

5) Einwirkung von kohlen-säurehaltigem Wasser auf magnesiahaltigen Kalkstein. Durch Grandjean†) und neuerlich besonders durch Bischof††) wird eine derartige Bildung für viele Dolomite vertreten. Kohlen-säurehaltige Wässer, welche in magnesiahaltige Kalksteine eindringen, haben hiernach mehr oder weniger Kalk als Bicarbonat extrahirt und endlich Dolomit oder doch einen dolomitartigen Kalkstein zurückgelassen.

6) Einwirkung einer Solution von kohlen-saurer Magnesia in kohlen-säurehaltigem Wasser auf gewöhnlichen oder auf be-

*) Naturwissenschaftliche Abhandlungen herausgegeben v. Haidinger, Band. 1, (1847), S. 305. — Lettre sur la dolomie, adressée à Elie de Beaumont (1848).

**) Comptes rendus, Bd. 28 (1849), S. 364.

***) Bull. de la soc. géol., 2 sér., Bd. 4 (1847), S. 857.

†) v. Leonhard's Jahrb. für Min. 1844, S. 546.

††) Lehrbuch der chem. Geologie, 1. Aufl., Bd. 2, S. 1178.

reits magnesiahaltigen Kalkstein. Ueber diese Art der Dolomitisation hat sich zuerst Nauck*) bei Beschreibung des bekannten Wunsiedler-Speckstein-Vorkommens ausgesprochen. Später hat Pfaff**) diese Erklärungsweise mit Erfolg auf den Dolomit des Fränkischen Jura bezogen. Der chemische Process hierbei besteht wesentlich darin, dass jene Solution kohlen-sauren Kalk aus dem Kalkstein extrahirt und dafür allmählig ein Kalk-Magnesia-Carbonat absetzt. In vielen Fällen dürfte diese Theorie den Vorzug vor der vorhergehenden verdienen. Während sich letztere (5) nur auf solche Dolomite anwenden lässt, bei welchen — im Vergleich zur Masse des ursprünglich vorhandenen Kalksteins — eine grosse Volumverminderung stattgefunden hat, wird solches bei der Theorie 6 nicht bedingt. Hier kann es der Fall sein, dass — je nach dem Verhältniss der in der Solution vorhandenen, freien Kohlensäure zur darin gelösten kohlen-sauren Magnesia — mehr oder weniger Volumverminderung oder keine Volumverminderung, ja selbst Volumvermehrung eingetreten ist. Es gewährt also diese Theorie einen grösseren Spielraum für die Erklärung als die vorige. Da es sich nun ferner bei näherer Betrachtung herausstellt, dass beide Theorien wesentlich auf dieselben chemischen Aktionen hinauslaufen, dass es der Natur unter gewissen Umständen nicht schwerer fallen kann, einen magnesiahaltigen Kohlensäureling als einen magnesiafreien zu Wege zu bringen, und dass sich in manchen Fällen unmöglich zwischen der Wirkung des einen und des anderen unterscheiden lassen wird: so kann man die Theorie 5 wohl ohne Gefahr in der Theorie 6 aufgehen lassen und erstere nur als einen speciellen Fall der letzteren betrachten. So wenigstens erscheint mir das Verhältniss derselben zu einander.

Hiermit ist unser Ueberblick der wichtigsten, bisher aufgestellten-Dolomitisations-Theorien beendet. Unläugbar kann nicht bloß eine, sondern können einige derselben bei Erklärungsversuchen der Dolomitbildung in Betracht kommen. Als solche, denen die grössere Wahrscheinlichkeit zur Seite steht, müssen wir die Theorien 2 und 6 bezeichnen. Allerdings erfordert erstere, selbst noch während einer neueren geologischen Zeit (Trias- und Jura-Periode),

*) Poggendorffs Ann. Bd. 75 (1848), S. 149.

**) Ebendas. Bd. 82, S. 465.

höhere Temperatur, weswegen Bischof*) sich durchaus gegen dieselbe ausspricht; allein im Allgemeinen können wir darin keinen hinreichenden Grund zu ihrer Verwerfung erblicken. In Betreff der Süd-Tyroler Dolomit-Massive will es uns jedoch scheinen, dass hier keine Erklärungsart einfacher sei und ungezwungener angewendet werden könne, als unsere Theorie 6.

In dem vorliegenden Aufsätze ist es hauptsächlich meine Absicht, eben diese Theorie, für welche sich auch Naumann in seinem Lehrbuche der Geognosie ausspricht, näher zu motiviren und durch beigebrachte Thatsachen zu unterstützen.

Dieselbe setzt als ausgemacht voraus, dass Kalk-Carbonat in kohlen-säurehaltigem Wasser erheblich lösslicher ist als Kalk-Magnesia-Carbonat. Von der Richtigkeit dieser Voraussetzung überzeugte ich mich durch eine Reihe von Versuchen, welche dieselbe von verschiedenen Seiten her zur Evidenz bringen.

Ein über 9 Proc. kohlen-saure Magnesia enthaltender, feinkörnig kry-stallinischer Kalkstein wurde in fein geriebener Gestalt mit Wasser übergossen und hierin während 30 Stunden einem lebhaften Kohlensäure-strome ausgesetzt. Das Gelöste bestand aus einer beträchtlichen Menge kohlen-saurer Kalkerde und nur aus einer Spur kohlen-saurer Magnesia, so dass die nähere Bestim-mung ihres Gewichtsverhältnisses zur aufgelösten kohlen-sauren Kalkerde durch-aus überflüssig erschien.

Derselbe Kalkstein und ein Dolomit wurden in getrennten Apparaten der eben gedachten Einwirkung von wässriger Kohlensäure unterworfen. Die während gleicher Zeiten und unter möglichst gleichen Umständen gelösten Mengen des Kalksteins und Dolomits verhielten sich annähernd wie 6 : 1.

Eine Solution von kohlen-saurer Kalkerde in kohlen-säurehaltigem Wasser und eine solche Solution von kohlen-saurer Magnesia mischte ich in verschie-denen Verhältnissen mit einander und überliess alle diese Mischungen der Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur. Ausserdem wurden, zur Ver-gleichung, auch die ungemischten Solutionen hingestellt. Noch ehe sich die einfachen Rhomboëder des kohlen-sauren Kalks und die charakteristischen Prismen-Büschel des wasserhaltigen Magnesiicarbonats zeigten, hatten sich be-

*) Lehrbuch d. chem. Geol. 1. Aufl., Bd. 2, S. 1111.

reits in den gemischten Solutionen Krystalle von Kalk-Magnesia-Carbonat gebildet, wie deren spätere chemische Prüfung ergab. Dieselben waren theils unter der Loupe deutlich erkennbare Rhomboëder mit verschiedenen Combinationsflächen, theils rundliche polyëdrische Gebilde, perlschaurartig an einander gereiht.

Endlich wurde fein geriebene Kreide mit einer Solution von kohlensaurer Magnesia in kohlensäurehaltigem Wasser übergossen und darauf während etwa 48 Stunden Kohlensäure hindurchgeleitet. Nach der darauf stattgefundenen Klärung befand sich fast alle Magnesia im Sedimente und nur noch eine geringe Menge derselben in der kalkreichen Lösung.

Durch diese von uns erworbenen Erfahrungen sind wir in den Stand gesetzt, die chemische Einwirkung eines magnesiahaltigen Kohlensäurelings auf einen mehr oder weniger magnesiahaltigen Kalkstein folgendermaassen zu detailliren. Anfangs nimmt eine derartige Solution aus einem solchen Kalkstein, unter Verschonung dessen Magnesiagehaltes, kohlensäure Kalkerde auf, bis sie sich so damit gesättigt hat, dass sie krystallinischen Dolomit absetzt. In dem Maasse aber, als dieser aus ihr abgesetzt wird, wirkt sie — da ihr Gehalt an lösender Kohlensäure unverändert bleibt — von Neuem lösend auf den Kalkstein und fährt fort Dolomit auszuschcheiden, bis sie ihren gesammten Gehalt an kohlensaurer Magnesia eingebüsst hat und eine gesättigte Auflösung von Kalkbicarbonat bildet. Aus letzterer wird sich dann, an Orten wo Gelegenheit zum Entweichen der Kohlensäure vorhanden, schliesslich auch noch krystallinischer kohlensaurer Kalk absetzen. Natürlich sind in einem, solcher chemischen Aktion unterworfenen Kalkmassiv alle Theile dieses Processes in gleichzeitiger Thätigkeit, und es bedarf durchaus keines lebhaften Emporquellens oder Eindringens der agirenden, magnesiahaltigen Wässer, um im Laufe der Zeit grosse Wirkungen hervorzubringen.

Man ersieht aus dieser Darstellung, welch ein zwar langsam und ruhig wirkender aber von Grund aus zerstörender und zugleich wiederaufbauender Process die Dolomitisation ist; wie durch ihn die Verwischung der Schichtstructur und der Versteinerungen, die theils drüsige und theils dichte Beschaffenheit der Dolomite, zugleich aber auch der verschiedene Magnesiagehalt derselben erklärlich werden. Gleichwohl fragt es sich, ob alle Erscheinungen, welche wir bei den hier in Rede stehenden Dolomitgebilden wahrnehmen, durch

unsere Theorie erklärbar sind, oder ob wir dabei auf Umstände stossen, welche abermals Zweifel in uns erwecken? Um dies zu beantworten, sind wir genöthigt, die Stichhaltigkeit dieser Theorie an verschiedenen solcher Dolomitvorkommnisse zu prüfen. Beginnen wir mit den einfachsten und klarsten Beispielen dieser Art, und wenden wir uns dann erst zu den mystischen Dolomitgebilden Süd-Tyrols.

Das erste dieser Beispiele bietet sich uns in den so häufig vorkommenden und bekannten Pseudomorphosen von Bitterspath nach Kalkspath, wie sie namentlich auf Erzgängen, mitunter auch in Drusenräumen verschiedener poröser Gesteinsmassen angetroffen werden. Die ursprünglich vorhanden gewesenen Krystalle des kohlensauren Kalkes wurden, wie der Augenschein lehrt, von ihrer Oberfläche aus allmählig in eine mehr oder weniger dichte, körnig krystallinische Masse von Bitterspath umgewandelt. In manchen dieser Krystalle trifft man noch einen Kern unveränderten Kalkspaths, während andere sich hohl zeigen. Letzteres könnte befremden, erklärt sich aber durch die einfache Annahme, dass in solchen Fällen anfangs ein magnesiahaltiger Kohlensäureling, später ein kohlensäurehaltiges Wasser ohne Magnesiagehalt auf die Krystalle einwirkte.

Ein anderes Beispiel wird uns durch ein eigenthümliches Dolomit-Vorkommen in der Tharander Gegend geboten, auf welches wir hier näher eingehen wollen. Unweit Tharand, bei der sogenannten Ziegenleithe, treten, an der Grenze zwischen Thonschiefer und Porphyry, lagerförmige Kalksteinzonen in ersterem auf. Sowohl der Thonschiefer als der Kalkstein sind versteinungsleer und tragen überhaupt den Charakter von Urgesteinen an sich; von Gebilden, wie sie auf die Gneus- und Glimmerschiefer-Bildung folgten. Die betreffenden speciellen, geognostischen Verhältnisse — deren Studium durch einen, hier seit langer Zeit und zwar grossentheils unterirdisch betriebenen Kalkbruch erleichtert wird — sind bereits im Jahre 1836 von Cotta*) beschrieben worden. Zugleich wies derselbe auf eine, an diesem Kalksteine vor sich gegangene, eigenthümliche Dolomitisation hin, welche mit einer Breccienbildung im Zusammenhange steht. Da ich mehrfach Gelegenheit hatte, in Begleitung meines Freundes und Collegen Bergrath von Cotta, diese interessanten

*) Geognostische Wanderungen, Bd. 1.

Verhältnisse an Ort und Stelle zu beobachten, so combinire ich im Folgenden unsere beiderseitigen Erfahrungen.

Zunächst kommt es hierbei auf die chemische Zusammensetzung des gedachten Kalksteines an.. Diese wurde durch folgende drei Analysen ermittelt.

| | (3) | (4) | (5) |
|---|---------|--------|-------|
| Kohlensaure Kalkerde | 93,71— | 81,63— | 47,99 |
| Kohlensaure Magnesia | 0,33— | 9,29— | 19,87 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 0,24— | 2,12— | 25,05 |
| Unlösliche Bestandtheile } (Kieselsäure, Kohle u. s. w.) } | 6,33— | 6,90— | 6,84 |
| | <hr/> | | |
| | 100,61— | 99,94— | 99,75 |

Die beiden ersten dieser Analysen beziehen sich auf Kalksteinstücke, welche ich selbst von der Fundstätte entnahm. Sie wurden auf meine Veranlassung im vergangenen Jahre durch Herrn Riotte in meinem Laboratorium analysirt. (3) Lichtgrauer, fast weisser Kalkstein von der Art, wie er hier zum Kalkbrennen benutzt wird; (4) schwarzgrauer Kalkstein. Man ersieht daraus, dass wir es mit einem Kalksteine von schwankendem Magnesiagehalt zu thun haben. Analyse (5), sich ebenfalls auf einen schwarzgrauen Kalkstein beziehend, zeigt uns sogar, dass der Magnesiagehalt desselben stellenweise noch bedeutend höher steigt. Letztere Analyse wurde bereits im oder noch vor dem Jahre 1836 von Dr. Henry im Laboratorium Heinrich Rose's ausgeführt und das Resultat derselben durch Gustav Rose an Cotta mitgetheilt.*) Es war ein Spiel des Zufalls, dass Dr. Henry gerade die magnesiareichste Art des Tharander Kalksteins, oder vielmehr eine braunspathartige Varietät desselben zur Analyse erhielt, welche nichts weniger als geeignet ist, uns einen Begriff von der gewöhnlichen Zusammensetzung desselben zu geben. Dies verhinderte denn damals auch, wie wir sehen werden, die richtige Deutung der folgenden Thatsachen.

In der Nachbarschaft seiner Grenze gegen den Porphyr tritt der Kalkstein als ein ausgedehntes Brecciengebilde auf. Ein Haufwerk von kleineren und grösseren, scharfkantigen Bruchstücken desselben ist durch eine krystallinische, zum Theil drusige Dolomit- — oder vielmehr Braunspath- — Masse

*) Geognostische Wanderungen, Bd. 1, S. 88.

zusammengekittet. Hierbei aber — und dies ist das Wichtigste für uns — sind jene Bruchstücke selbst theilweise oder ganz in denselben Dolomit (Braunspath) umgewandelt worden. Derselbe besteht nach einer älteren Analyse Henry's (6) und einer vor Kurzem von Herrn Riotte in meinem Laboratorio angestellten Analyse (7) aus

| | (6) | (7) |
|---|-------------|---------|
| Kohlensaure Kalkerde | 54,15 | — 49,49 |
| Kohlensaure Magnesia | 24,74 | — 21,18 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 21,10 | — 25,82 |
| Kohlensaures Manganoxydul . . | — | — 2,27 |
| Unlöslicher Rückstand } (Quarz u. s. w.) | — | — 0,41 |
| | 99,99—99,17 | |

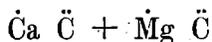
Letzteres Resultat entspricht einer Zusammensetzung



welche erfordert

| | |
|--------------------------------|-----|
| Kohlensaure Kalkerde | 50 |
| Kohlensaure Magnesia | 21 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 29 |
| | 100 |

Da 1 Atom Fe $\ddot{\text{C}}$ hier offenbar 1 Atom Mg $\ddot{\text{C}}$ vertritt, so ist diese Formel identisch mit



d. h. mit der Formel eines typischen Dolomit.

Nichts kann evidentere sein, als dass das lockere Haufwerk der Kalksteinbruchstücke einst von Quellwasser, einem magnesiahaltigen Kohlensäureling, durchströmt wurde, was sowohl die Verkittung der Bruchstücke durch krystallinischen Dolomit als auch deren allmähliche Umwandlung in denselben Dolomit zur Folge haben musste. Unsere Theorie giebt uns vollkommenen Aufschluss nicht allein hierüber, sondern sie erklärt auch andere Thatsachen, welche wir an dieser eigenthümlichen Breccie wahrnehmen. Von solchen Thatsachen führe ich an

a) Die verschiedenen Raumverhältnisse zwischen der ursprünglichen Masse der Bruchstücke und der sie ersetzenden Dolomitmasse. Gewöhnlich nimmt letztere einen geringeren, mitunter beträchtlich geringeren Raum ein als das betreffende Kalksteinbruchstück inne hatte. Dies lehrt der Augenschein; eine mehr oder weniger drusige Dolomitmasse ist an die Stelle eines compacten Kalksteinstückes getreten. Es erklärt sich dies Phänomen auf einfachste Weise theils durch den grösseren oder geringeren Magnesiagehalt, welchen die Kalksteinbrocken bereits vor ihrer Dolomitisation besaßen, theils durch das verschiedene Gewichtsverhältniss der Kohlensäure zur Magnesia im Quellwasser.

b) Das Auftreten von reinem Kalkspath. Hier und da gewahren wir Kalkspath sowohl in dem verkittenden Dolomit als in dem Dolomit der Bruchstücke; und zwar pfllegt er sich deutlich als jüngstes Gebilde der Quellenwirkung herauszustellen. In den von Dolomit-Rhomboëdern gebildeten Drusenräumen haben sich hier und da die so leicht an ihrer Form erkennbaren Kalkspathkrystalle oder grössere Mengen krystallinischen Kalkspathes abgesetzt. Um aber in Betreff der wahren chemischen Natur desselben ganz sicher zu sein, wurde von Herrn Riote eine Analyse angestellt, welche ergab:

| | |
|---------------------------------|--------|
| | (8) |
| Kohlensaure Kalkerde . . . | 98,08 |
| Kohlensaure Magnesia . . . | 0,86 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 1,06 |
| Kohlensaures Manganoxydul . . . | Spur. |
| | 100,00 |

Bei der näheren Auseinandersetzung unserer Theorie, wie sie oben gegeben wurde, haben wir gesehen, wie die Dolomitbildung von Kalkspathbildung begleitet wird. Entzieht sich nun ein so gebildeter Kalkspath der weiteren Quellwirkung, was auf mehrfachem Wege veranlasst werden kann, oder wird aus dem ganzen magnesiahaltigen Kohlensäureling im Laufe der Zeit ein magnesiafreier (der sich bald mit kohlensaurem Kalk sättigen wird), so muss in beiden Fällen Kalkspath als jüngstes Gebilde entstehen.

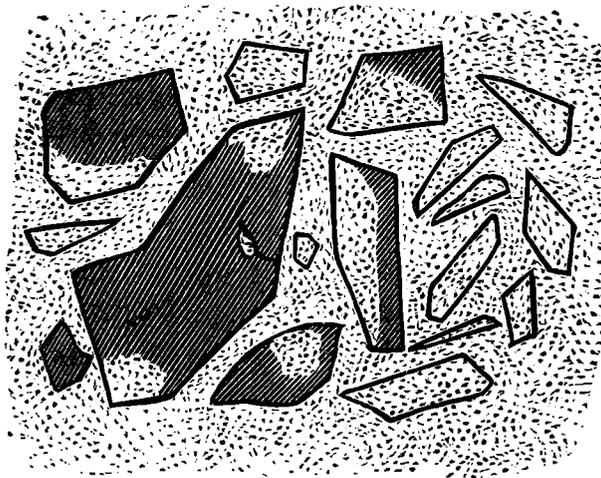
c) Die an verschiedenen Kalksteinbruchstücken in verschiedenem Grade vor sich gegangene Dolomitisation. Während manche dieser Kalkbruchstücke völlig in Dolomit umgewandelt erscheinen, sind

es andere nicht. Man findet deren, welche nur theilweise, ja selbst solche, die gar nicht der Dolomitisation erlagen. Was letztere betrifft, so kann die Verschonung dieser Bruchstücke verschiedene Ursachen haben. Zunächst können sie einer Varietät des Kalksteins angehören, wie sie von Henry (Analyse 5) untersucht wurde; einer Varietät, welche, da sie bereits Dolomit war, nicht mehr in solchen umgewandelt werden konnte. Demnächst können sie sich in einem oberen Theile des Haufwerkes befunden haben, zu welchem nur kalkgesättigtes, magnesiafreies Quellwasser gelangte. Oder diese Bruchstücke können in jüngerer Zeit gebildet worden sein, zu welcher der magnesiahaltige Kohlensäureling bereits seinen Magnesiagehalt eingebüsst hatte. In der That finden wir derartige unveränderte Bruchstücke, welche nicht durch Dolomit, sondern durch Kalkspath aneinander gekittet sind. Die Analyse (4) bezieht sich auf eines derselben. Endlich ist noch eine Ursache denkbar, die sogleich erwähnt werden soll.

d) Die meist vollständige Erhaltung der Contouren der umgewandelten Bruchstücke. Fände eine solche Erhaltung nicht statt, so liesse sich natürlich kaum von einer vor sich gegangenen Umwandlung reden; denn der Dolomit der Bruchstücke und der der verkittenden Masse würden sich in einander verlaufen, ohne die ursprüngliche Gestalt des umgewandelten Bruchstückes erkennen zu lassen. Allein glücklicherweise und merkwürdigerweise finden wir letztere auf das Schärfste und Deutlichste conservirt. Eine papiersdünne Hülle von grauer bis schwarzgrauer Farbe, den Umrissen des betreffenden Bruchstückes entsprechend, ist zurückgeblieben und giebt uns, auf der Bruchfläche des weissen bis gelblich weissen Dolomits, gewissermassen eine Federzeichnung von den Contouren des verschwundenen Kalksteinbruchstücks. So wunderbar dies erscheint, so leicht erklärt es sich bei näherer Untersuchung. Legt man Exemplare der Breccie in verdünnte Salzsäure, so zeigt sich, dass diese Hüllen (welche die Farbe des umgewandelten Kalksteins an sich tragen) weit schwerer löslich sind als der Kalkstein, ja dass sie zum Theil gar nicht von Salzsäure gelöst werden. Offenbar waren also die Kalkbruchstücke, nach ihrer Entstehung und vor der Einwirkung des magnesiahaltigen Kohlensäurelings auf dieselben, an ihrer Oberfläche derartig verändert (verkieselt oder mit einer anderen schützenden Substanz überzogen) worden, dass sie der späteren Quellwirkung Widerstand leisteten. Nur

an zufällig weniger dichten oder beschädigten Theilen der schützenden Hülle vermochte das Quellwasser allmählig in das Innere der Kalksteinstücke einzudringen und hier — also gewissermassen aushöhlend — seine chemische Einwirkung auszuüben. So treffen wir denn auch diesen Process an verschiedenen Bruchstücken in den verschiedensten Stadien, von der bloss stellenweisen Anagung bis zur vollendeten Umwandlung, die nur jene dunkle Hülle übrig gelassen hat. Allein warum hätte letztere in einzelnen Fällen nicht dicht genug sein können, um solches Eindringen gänzlich zu verhindern? Dieser Fall würde dann die unter c angegebenen Ursachen vermehren, welche einzelne Bruchstücke aller sichtlichen Umwandlung entzogen haben.

Die charakterischen Eigenthümlichkeiten der beschriebenen Breccie werden durch die folgende Skizze anschaulich gemacht.



Das dunkel Schraffirte stellt den noch unangegriffenen Kalkstein, das Punktirte den Dolomit (Braunspath) dar. Man gewahrt, wie manche Kalksteinbruchstücke bis auf ihre zurückgebliebenen, dunkelen Contouren dolomitisirt sind, während die Dolomitisation bei anderen mehr oder weniger grosse Fortschritte gemacht hat. Den Dolomit hat man sich stellenweise als drusig vorzustellen und in den Drusenräumen hier und da Partien von Kalkspath.

Man wird durch die unter d beschriebene und erklärte Thatsache auf eine ähnliche Erscheinung geführt, welche genugsam unter dem Namen der

„hohlen Geschiebe“ bekannt und zuerst von Haidinger*) beobachtet worden ist. Kalkgeschiebe, in einem Kalkstein-Conglomerat erscheinen innen mehr oder weniger hohl, ausgenagt, während ihre äussere Gestalt keine Veränderung erlitten hat. Auch dies beruht, wie ich mich überzeugt habe, auf einer besonderen Schwerlöslichkeit ihrer zunächst der Oberfläche befindlichen Masse. In diesem Falle rührt sie aber, soweit meine Untersuchungen reichen, davon her, dass diese Kalkgeschiebe zuerst von aussen her dolomitisirt wurden und darauf der lösenden Wirkung eines gewöhnlichen kohlenensäurehaltigen Wassers (ohne wesentlichen Kalk- und Magnesiagehalt) ausgesetzt waren. Ihre dolomitisirte Schale musste solchenfalls, wie wir wissen, weit länger der Lösung widerstehen als der darunter vorhandene Kalkkern. Natürlich ist es keinesweges nothwendig anzunehmen, dass ihre äussere Gestalt sich hierbei gar nicht verändert habe.

In Betreff der dolomitisirten Kalkstein-Breccie aus der Tharander Gegend dürfte sich herausstellen, dass unsere Theorie die Bildung derselben nebst allen damit verknüpften Erscheinungen genügend zu erklären vermag. Das würde aber nicht der Fall sein, wenn der Tharander Kalkstein überall die Zusammensetzung hätte, wie man nach der Henry'schen Analyse (5) bisher annahm. Ein Kalkstein, der bereits die Zusammensetzung eines Dolomites (Braunspaths) besitzt, kann unmöglich weiter dolomitisirt werden.

Die frühere Existenz kohlenäurereicher Quellwässer in der Tharander Gegend wird nicht allein durch die hier vor sich gegangene Dolomitisation des Kalksteins, sondern auch durch eigenthümliche Zersetzungen nachgewiesen, welche der graue Gneus dieser Gegend stellenweise erlitten hat. Da ich die hierauf bezüglichen Erscheinungen in einer früheren Abhandlung**) beschrieben habe, so genügt es, auf das Wichtigste hiervon aufmerksam zu machen. An einer steilen Gneuswand, unweit des Tharander Bahnhofes, giebt es sich deutlich zu erkennen, dass einst ein Quellwasser das zerklüftete Gestein durch-

*) Die hohlen Geschiebe aus dem Leithagebirge. Sitzungsberichte der K. Akademie d. Wissenschaften Bd. 21 (1856).

**) Ueber die chemischen und physischen Veränderungen krystallinischer Silicatgesteine durch Naturprocesse, mit besonderer Hinsicht auf die Gneuse des Sächsischen Erzgebirges. Wöhler, Liebig u. Kopp's Annalen d. Chemie (1863) Bd 126, S. 1—43.

strömte und zersetzend auf dasselbe einwirkte. Da die chemische Zusammensetzung des grauen Gneuses genau bekannt ist, so konnte durch Analyse des durch Quellenwirkung zersetzten Gneuses ermittelt werden, welche chemischen Veränderungen der Gneus in Folge dieser Einwirkung erlitten hat. Hierbei stellten sich heraus: 1) Fortführung von 20,87 Proc. Kieselsäure nebst 2,46 Proc. Kali und Natron, 2) Aufnahme von 4,60 Proc. Kohlensäure nebst 0,30 Proc. Kalkerde. Die aufgenommene Kohlensäure reicht gerade hin, um die gesammten Mengen der Kalkerde und Magnesia im zersetzten Gneuse zu neutralen Carbonaten zu machen. Da nun zugleich beide Erden in dem Gewichtsverhältniss von 1 Atom Ca: 1 Atom Mg vorhanden sind und da die Summe ihrer kohlen-sauren Salze 11,37 Proc. beträgt, so folgt daraus, dass der durch Quellenwirkung zersetzte graue Gneus 11,37 Proc. Dolomit von der Formel



enthält. Dies beweist auf das Schlagendste, dass die betreffende Quelle ein kohlen-säurehaltiges Wasser war, welches zugleich kohlen-sauren Kalk, möglicherweise — doch nicht nothwendig — auch kohlen-saure Magnesia bei sich führte. Eine Mineralquelle mit derartigen Bestandtheilen existirt sogar gegenwärtig noch bei Tharand. Die hier aus dem Gneuse kommende Sidonienquelle enthält, nach einer älteren Analyse*) des verstorbenen Prof. Kühn in Leipzig, 0,225 Proc. kohlen-saure Kalkerde und 0,205 Proc. kohlen-saure Magnesia. Sie ist gewissermassen als der letzte Ausläufer einer, während vielleicht aller geologischen Perioden in dieser Gegend thätig gewesenen Quellenströmung zu betrachten. Möglicherweise war diese in ältester Zeit die Ursache, dass sich bereits während des Absatzes des Tharander Urkalksteins mehr oder weniger magnesiahaltige Schichten in demselben bildeten, stellenweise sogar ein solcher dolomitischer Kalk entstand wie ihn Henry analysirte. —

Nach dieser mehrseitigen Verfolgung von Thatsachen, welche uns die Tharander Gegend zur Prüfung und weiteren Ausbildung unserer Dolomitisations-Theorie bietet, können wir uns zu ähnlichem Zwecke nach derartigen Beispielen in anderen Gegenden umsehen.

*) Cotta, Geognostische Wanderungen, Bd. 1, S. 28 u. 29.

Gar manche Vorkommnisse von Dolomiten, grossartiger, aber kaum instruktiver als das Tharander, sind beschrieben worden. Es genügt daher, auf einige derselben hinzuweisen und die specielle Betrachtung dem Leser zu überlassen. Wir finden solche Beispiele citirt und zum Theil näher beschrieben in Naumann's Lehrbuch der Geognosie, 2. Auflage, Bd. 1, S. 763—774. Ganz besonders instruktiv für Dolomitisation durch Quellenwirkung sind darunter Klippstein's Mittheilungen über die Dolomite der oberen Lahngengen bei Wetzlar und Giessen (S. 766), welche, durch Steinbrüche aufgeschlossen, ihre Verhältnisse zum Kalksteine äusserst deutlich erkennen lassen.

Durch alle diese Vorbereitungen erachten wir uns hinreichend ausgerüstet, um uns endlich zum Centrum der Dolomitfrage, zur Genesis der Süd-Tyroler Dolomite, zu wenden. Vermag unsere Theorie auch hier alle Schwierigkeiten zu überwinden, so kann ihrem vollkommenen Siege nichts mehr im Wege stehen. Denn grössere, charakteristischere und genauer beobachtete Dolomitgebilde dürften uns vor der Hand nicht zu Gebote stehen.

Doch wir wollen auch bei dieser Prüfung allmählig vorschreiten und unsere Aufmerksamkeit nicht gleich auf das ganze Süd-Tyroler Dolomitgebiet, sondern nur auf einen einzelnen Berg desselben, z. B. den Schlern, lenken. Der Schlern stellt sich uns als eine Dolomitmasse von 2000 bis 3000 Fuss Höhe, mit einer Basis von etwa einer halben geographischen Quadratmeile dar. Rechnen wir einige andere solcher Bergmassen von ähnlicher Höhe hinzu, die, obwohl besondere Namen tragend, doch eigentlich mit dem Schlern ein Ganzes bilden, so erhalten wir ein 2000 bis 3000 Fuss hohes Dolomitmassiv, welches mindestens eine Quadratmeile bedeckt. Alles ist, soweit wir es sehen können, ungeschichteter, krystallinischer, mehr oder weniger drusiger, kurz typischer und ohne Zweifel metamorpher Dolomit. Fast ringsum ragen seine steilen, mitunter senkrechten Felswände tausende von Fussen über das umliegende Terrain frei empor. Wie und wo aber, fragt es sich jetzt, sollen wir den Apparat unserer mühsam erworbenen Theorie placiren, um einen solchen ehemaligen Kalksteinriesen zur Dolomitraison zu bringen? Doch die gewaltige Grösse der Masse darf uns hierbei am wenigsten zaghaft machen; wir haben Zeit und Magnesia vollauf zur Disposition, um über noch grössere Massen nach und nach Herr zu werden. Allein immer wird es ein schwieriges Stück Arbeit bleiben, die dolomitisirenden Wirkungen unseres kohlenäure- und

magnesiahaltigen Wassers bis ins Innere des Kalkstein-Kolosses dringen zu lassen. Inzwischen — wer hat sein Inneres gesehen? Ist das wirklich alles Dolomit? Und wenn es der Fall wäre, so könnten wir uns durch Spalten und Klüfte helfen, von welchen aus unser flüssiges Agens wirken und seine Wirkungen fortpflanzen kann. In der That ist die Schlernmasse, wenigstens stellenweise, vielfach zerklüftet und zerspalten. So mag es allenfalls gehen. Wie erklären wir demnächst die frei emporragende Inselform unseres Schlern-dolomites? Wir könnten sehr geneigt sein, diese gewaltige Dolomitbank als einen bloßen Ueberrest einer noch gewaltigeren, ursprünglichen Kalkstein- und späteren Dolomit-Schicht zu betrachten, welche einst weit grössere Flächen bedeckte. Aehnliche Naturereignisse wie die, welche aus einer Quadersandsteinschicht die eigenthümlichen Plateauberge der Sächsischen Schweiz bildeten, könnten auch in Süd-Tyrol, nur in grösserem Maassstabe, thätig gewesen sein. Allein hier begegnen wir den Einsprüchen v. Richthofen's, welcher in seinem ausgezeichneten Werke über Süd-Tyrol*) dieser Ansicht nicht huldigt. Noch ein Ausweg ist uns offen gelassen. Warum sollen wir nicht mit Leopold v. Buch annehmen, der Schlern sei eine durch vulkanische Gewalt emporgehobene Masse? v. Richthofen begnügt sich hierbei, auf die in friedlicher Horizontalität unter dem Schlern ruhenden Sedimentärschichten hinzudeuten. Damit ist, bis auf Weiteres, unser Hin- und Herrathen zu Ende. Kaum lebt gegenwärtig ein Geognost, welcher die geognostischen Verhältnisse Süd-Tyrols genauer studirt hat, als v. Richthofen. Er hat das Räthsel, welches in der Gestaltung des Schlern und ähnlicher benachbarter Berge liegt, dadurch zu lösen versucht, dass er diese jetzt dolomitischen Felsmassen für ursprüngliche Korallenbauten, Korallenbänke, erklärte. Wir können nicht umhin zu gestehen, dass hierdurch manche dunkle Stelle gelichtet wird, welche uns zuvor in Zweifel versetzte. Zunächst erklärt uns v. Richthofen, dass wir an dem Gigantesken solcher Korallenbauten keinen Anstand zu nehmen brauchen, indem, nach den Erfahrungen Darwins und anderer Meeres- und Küsten-Beobachter, in südlichen Meeren ähnliche Korallenbänke selbst noch gegenwärtig vorkommen dürften. Dann thut er auf überzeugende Weise dar, dass, während der Bil-

*) Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tyrol. Gotha, 1860.

dung der ursprünglichen Masse des Schlern, der Boden der Meeresbucht, in welcher diese Bildung beweislich vor sich ging, in einem lange Zeit fortgesetzten, allmählichen Sinken begriffen war. Ganz unter solchen Verhältnissen bauen sich, an sonst dazu geeigneten Orten, auch heute noch die Korallen an. Ueberdies befinden sich auf dem Plateau des Schlern die versteinerten Reste derselben Fauna eines nicht tiefen Meeres wie einige tausend Fuss darunter, an seiner Basis. Was könnte uns also hindern, der v. Richthofen'schen Ansicht beizupflichten? Indem wir ihr beistimmen, können wir kaum noch in Verlegenheit sein, wo und wie wir den Apparat unserer Theorie anbringen sollen. Nichts kann die Wirkung des dolomitisirenden Agens mehr begünstigen, als die poröse Beschaffenheit eines von mäandrischen Hohlräumen durchzogenen Korallenbaues. Es lässt sich sogar annehmen, dass das in der Bucht vorhandene Meerwasser, durch die darin einmündenden magnesia- und kohlen-säurehaltigen Quellwässer, bereits während des allmählichen Bodensinkens und des dadurch veranlassten Aufthürmens der Korallenbauten, unausgesetzt seinen dolomitisirenden Einfluss auf letztere ausübte. Eine Zeit lang widerstanden natürlich die jüngsten Korallenansiedlungen diesem Einflusse, aber dann fingen sie an von ihm ergriffen zu werden, bis sie ihm zuletzt unterlagen. Doch während dieser Zeit hatte der kräftige Lebensprocess der Korallenbevölkerung bereits einen oberen, neuen Anbau ausgeführt. So wurden die Korallenthier, in beständiger Flucht vor der ihnen todbringenden Dolomitisation, gewissermassen angetrieben von der Natur, einen anscheinend über ihre Kräfte gehenden Gebirgsbau zu vollenden. Die Dolomitisation, welche hierbei so zu sagen die Rolle eines ägyptischen Bautyrannen spielte, sorgte zugleich für das Räthselhafte des gigantischen Baues, indem sie alle Spuren der Bauzeit, der Bauart und der bauenden Individuen daran verwischte. Nur hier und da deutet die Gestalt leer gebliebener Zwischenräume auf ehemalige Korallenwohnungen hin, und stellenweise treffen wir auf eine dolomitisch eingesargte Mumie aus dem alten Geschlechte der Ammoniten.

Allein, gleichwie die Natur niemals abschliesst, sondern stets zu entwickeln und zu vervollkommen fortfährt, soll auch der Naturforscher keine seiner Forschungen für beendet halten, selbst wenn sie ihn anscheinend zur gründlichsten Wahrheit geführt hätte. Nachdem wir willig erkannt haben, dass die v. Richthofen'sche Ansicht von der Entstehungsart des Schlern und

der anderen betreffenden Dolomitberge Süd-Tyrols in hohem Grade Berücksichtigung verdient, darf uns das nicht verhindern, Thatsachen hervorzuheben, welche, wenn auch nicht alle im entschiedenen Widerspruche mit dieser Ansicht stehend, gleichwohl geeignet sind, uns nachdenklich zu machen und zu fortgesetzten Untersuchungen anzutreiben. Wir wollen wenigstens einige dieser Thatsachen in dem Folgenden Revue passiren lassen.

Typischer Dolomit — d. h. ungeschichteter, krystallinischer, zum Theil drusiger Dolomit von der Zusammensetzung $\text{Ca } \ddot{\text{C}} + \text{Mg } \ddot{\text{C}}$ — wie er in der Schlerngruppe, im Langkofel u. s. w. zu so gewaltigen und kühnen Massen aufgethürmt ist, findet sich vorzugsweise nur in der Mitte jener ehemaligen Meeresbucht, welche wir als die Geburtsstätte aller dieser räthselhaften Gebilde betrachten müssen. Die äquivalenten Ufergebilde sind keine solchen vollkommenen Dolomite, sondern zum Theil geschichtete, mehr oder weniger magnesiahaltige Kalksteine. Nichts desto weniger sieht v. Richthofen sich genöthigt, auch letztere als ehemalige Korallenriffe in Anspruch zu nehmen. Er erklärt sie für Uferriffe (Barrierriffe) gegenüber den Insel- oder Lagunenriffen (Atolls), denen der Schlern, Langkofel u. s. w. ihre Entstehung verdanken. Man begreift aber nicht 1) warum beide Arten von Riffen jetzt in gedachter Verschiedenheit erscheinen? 2) woher die Lagenabwechslung von geschichteten Kalksteinen verschiedenen Magnesiagehaltes rührt? und 3) warum sich nicht wenigstens innerhalb dieser, von Dolomitisation jedenfalls weit weniger ergriffenen Kalksteine unzweifelhafte Reste der Korallenbauten erhalten haben? Selbst v. Richthofen ist nicht frei von Zweifeln in Betreff der Erklärung solcher, mit seiner Ansicht nicht harmonirenden Thatsachen. Ja er gesteht unumwunden, dass „der Grund, warum gerade die Barrierriffe aus geschichtetem dolomitischem Kalke, die Atolls aus reinem Dolomit bestehen, sich noch nicht erkennen lässt.“

Andere Zweifel werden dadurch in uns rege, dass, ausser dem Schlern-dolomit und seinen Aequivalenten, in jener alten Meeresbucht noch eine ältere Dolomitbildung stattgefunden hat. Es ist das bekanntlich die des sogenannten Mendola-Dolomits. Das geognostische Verhältniss beider zeitverschiedenen Bildungen können wir beispielsweise aus folgenden Profil-Skizzen ersehen, wie sich dieselben nach den hierzu bis jetzt vorliegenden Erfahrungen

ergeben und mit v. Richthofens eigenen Beobachtungen und Annahmen übereinstimmen.

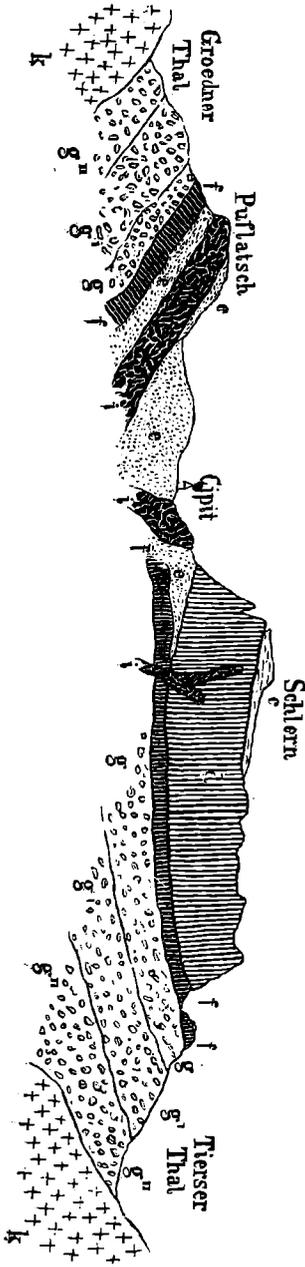


Fig. 1.

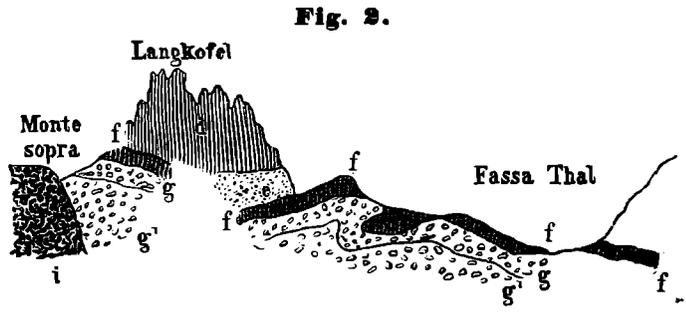


Fig. 2.

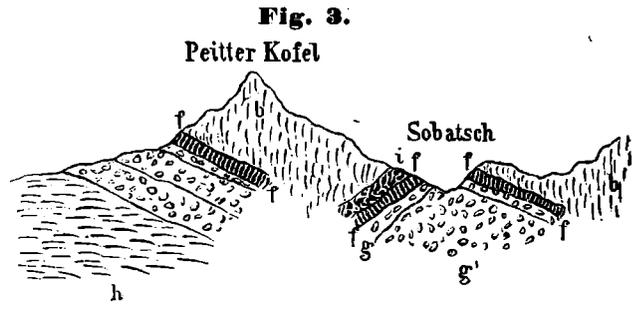


Fig. 3.

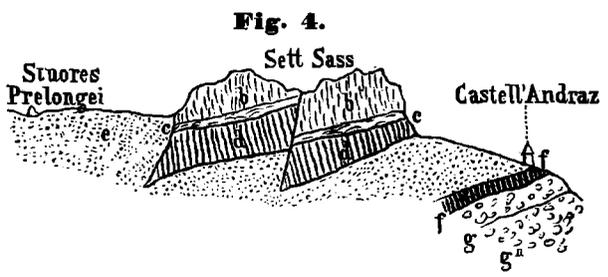


Fig. 4.

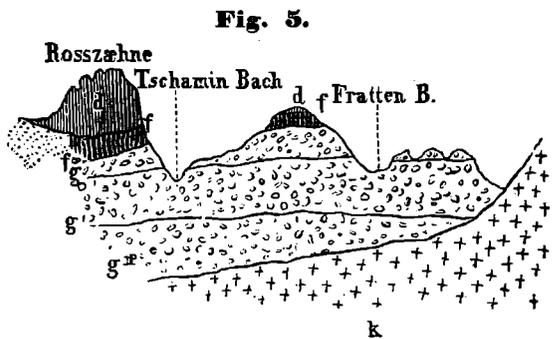


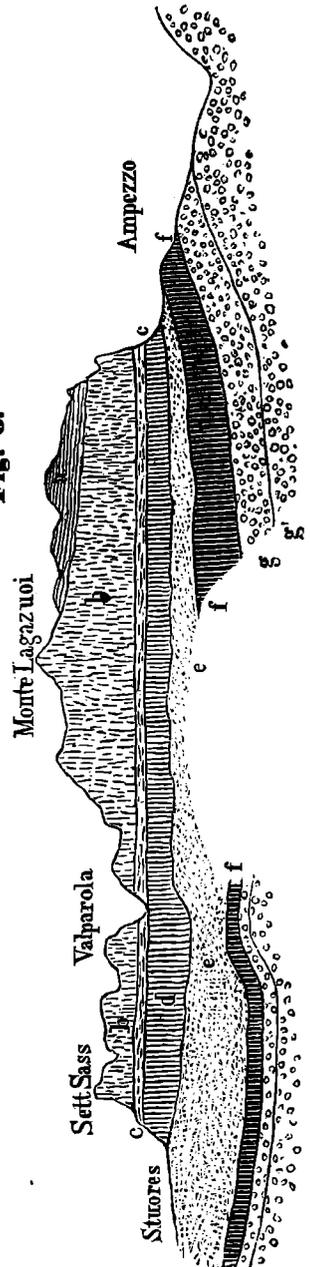
Fig. 5.

- a) Jurakalk.
- b) Liaskalk (zum Theil dolomitisch).
- c) Raibler Schichten (ein theils dolomitisches, theils thonigkalkiges, geschichtetes Gestein, sehr reich an Versteinerungen, die zum Theil dolomitisirt sind),
- d) Oberer Dolomit (Schlerndolomit),
- e) Sedimentärtuffe mit Kalkbänken und Conglomeratschichten, zum Theil grau-wackeähnlich,
- f) Unterer Dolomit, (Mendoladolomit),
- g, g', Sandstein und Conglomerate,
- h) Thonglimmerschiefer, metamorph.
- i) Augitporphyr, } eruptiv.
- k) Quarzporphir, }

Der untere (Mendola-) Dolomit (f) ist in seiner äusseren Erscheinung und chemischen Zusammensetzung durch nichts vom oberen (Schlern-) Dolomit (d) zu unterscheiden. Nur durch locale Zwischenlagerung von Sedimentärtuffen (e), oder indem er sich stellenweise als eine besondere Bank unmittelbar unter dem Schlerndolomit erkennen lässt, ist er von diesem zu trennen. Verfolgt man die weit verbreitete Schichtmasse des Mendoladolomit in andere Gegenden Süd-Tyrols, so findet man, dass sie nicht überall aus typischem Dolomit besteht, sondern theils durch abwechselnde Schichten von magnesiareichem Kalk und typischem Dolomit, theils sogar durch mehr oder weniger deutlich geschichteten, bituminösen Kalkstein (Virgloriakalk) vertreten wird. Das gesammte zusammengehörige Mendola-Virgloria-Kalkgebilde hat, wie man mit unzweifelhafter Deutlichkeit ersieht, ehemals eine den ganzen Boden der Meeresbucht bedeckende, also über viele Quadratmeilen verbreitete Schicht ausgemacht, von geringer Mächtigkeit im Vergleich zu der des Schlerndolomit.

Trias.

Fig. 6.



Dies sieht nun wohl schwerlich einem Korallenriffe ähnlich! Dennoch aber muss v. Richthofen consequenterweise annehmen — und er thut es — dass auch der Mendoladolomit, so gut wie der Schlerndolomit, ursprünglich ein Korallenbau gewesen ist. Selbst wenn wir uns dieser Annahme anzuschliessen vermöchten, würden wir immer noch auf nicht zu beseitigende Bedenken stossen bei dem Versuch, uns das Verhältniss des Mendoladolomits zu seinen oben gedachten, geschichteten und nicht typisch-dolomitischen Aequivalenten klar zu machen, welche überdies nirgends Reste ehemaliger Korallenbauten blicken lassen.

Ein anderer unserer Zweifel steht im Zusammenhange mit jenen ebenso berühmten als räthselhaften Gebilden Süd-Tyrols, welche man als St. Cassianer-Schichten zu bezeichnen pflegt. Diese, bei sehr geringer Mächtigkeit, überaus versteinungsreichen Schichten finden sich stellenweise an der oberen Grenze der Sedimentärtuffe, so z. B. auf den Stuoeres-Wiesen bei Prelongei am Set Sass (s. Profil Fig. 4). Sie enthalten eine wahre Sammlung von Versteinerungen aus verschiedenen geologischen Zeitaltern und diese sind dabei durch eine merkwürdige Kleinheit und ungemeine Nettigkeit der Individuen ausgezeichnet. v. Richthofen giebt uns eine sehr ansprechende Auflösung dieses Räthsels. Er führt uns zurück in jene Zeit, wo die Korallenriffe des Schlern, Langkofel, Set Sass u. s. w. — während der fortdauernden, allmählichen Senkung des Meeresbodens — sich zu bilden anfangen. Zwischen diesen Inselriffen befand sich hier und da ein schlammiger Sedimentärtuff-Boden, auf welchem sich eine besondere, für die damalige geringe Meerestiefe geeignete Fauna ausbildete. Mit dem ferneren Sinken des Meeresbodens aber hörten die Lebensbedingungen für diese Fauna allmählig auf, eine andere — der grösseren Meerestiefe entsprechende — Fauna trat an ihre Stelle, und so fort, bis die Senkung ihr Ende erreicht hatte und wieder Hebung eintrat. So wird es auf einfache Weise erklärlich, dass wir die Reste von Faunen, welche verschiedenen Meerestiefen oder, was bis zu einem gewissen Grade dasselbe sagen will, verschiedenen geologischen Zeitaltern angehören, gegenwärtig unmittelbar beisammen finden. Die auffallende Kleinheit der Individuen könnte man vielleicht der eigenthümlichen, chemischen Beschaffenheit des Meerwassers in dieser mit mannigfaltigen vulkanischen Produkten erfüllten Bucht zuschreiben, was eine gewisse Verkümmernng der Species, ja vielleicht die Entwicklung neuer

Species herbeiführen konnte. Nur ein Umstand bei dieser sonst so einfachen und naturgemässen Erklärung erscheint mir in hohem Grade dunkel. Wie sind diese kalkigen Schaalthierreste auf dem Tuffboden zwischen den Korallenriffen von der Dolomitisation verschont geblieben, während die colossalen Korallenbauten bis in's Innerste davon ergriffen wurden? Sollten nicht vielmehr der Schlern, Langkofel, Set Sass u. s. w. zur Zeit, als die St. Cassianer-Fauna sich zwischen ihnen ansiedelte, bereits dolomitisirt gewesen und dadurch diese Schaalthierreste von der Dolomitisation verschont worden sein? Solchenfalls entstanden die genannten Berge zu jener Zeit nicht erst als Korallenriffe, sondern sie existirten bereits als hoch über die Meeresoberfläche emporragende, im Sinken begriffene Dolomitfelsen, in deren Schutze und in einem eigenthümlich beschaffenen Meereswasser sich die eigenthümliche Fauna von St. Cassian auszubilden vermochte. Damit verlieren wir jedoch ein Motiv und den Boden zum Korallenbau.

Nach solchen Zweifeln und Bedenken drängt sich uns die Frage auf, ob denn die Genesis der Süd-Tyroler Dolomite wirklich in keiner anderen Weise als mit Hülfe der Korallenbauten plausibel erklärt werden könne? Darüber mögen sich hier noch einige Betrachtungen anreihen.

v. Richthofen hat nur deswegen die Korallen zu Hülfe gerufen, weil er sich nicht entschliessen konnte, die gewaltigen, schroffen und zum Theil isolirten Gebirgsmassen, welche vom Schlerndolomit und seinen Aequivalenten gebildet werden, als Reste einer ehemaligen 2000—3000 Fuss hohen Ablagerungsschicht zu betrachten. Es lassen sich an diesen Gebilden, wie er meint, keine derartigen Wasserwirkungen für wahrscheinlich halten, wie solche in kleinerem Maassstabe die ähnlich geformten, steilen und isolirten Felsgebilde der Sächsischen Schweiz hervorriefen. Durch welche, jetzt noch nachweisbaren Naturereignisse so grossartige Wirkungen des Wassers in unserem Süd-Tyroler Landstrich veranlasst wurden, braucht uns jedoch im vorliegenden Fall nicht zu Hypothesen veranlassen. Es ist für uns völlig ausreichend, darauf hinzuweisen: dass eine solche Wirkung in der That stattgefunden hat. Hiervon überzeugen wir uns, wenn wir den Blick auf den Liaskalkstein dieser Gegenden richten, dessen ursprünglich gleichmässig und horizontal abgelagerten Massen zum Theil ganz ähnliche, steile, ausgebuchtete und isolirte Gebirgspartien darstellen, wie der Schlerndolomit. So ist es der Fall beim Monte

Tofana und Monte Lagazuoi (Profil Fig. 6), beim Peitler Kofel (Fig. 3) und Gerdenazza-Gebirge, beim Pordoi-Gebirge, Monte Nuvulau, Heil. Kreuz Kofel, bei den Geisterspitzen u. s. w. Auch in der Mächtigkeit geben einige dieser Gebirgsmassen dem Schlerndolomit kaum etwas nach. Betrachtet man die v. Richthofen'sche Karte, welche seinem oben citirten Werke beigelegt ist, so sieht man, welche grossartigen, zum Theil mehrere Tausend Fuss tiefen Thalfurchen in alle Sedimentärgesteine unseres Landstriches eindringen. Jura-, Lias- und Trias-Schichten sind in manchen Thälern bis auf das unterste Triasgebilde (g'') fortgeführt, ja mitunter ist die Thalaushöhlung bis in den Thonglimmerschiefer (h) gedrungen. Warum sollte der zur Trias gehörige Schlerndolomit nicht einer gleichen, thalbildenden Kraft unterworfen gewesen sein? Ueberdies, wenn die Gebirgsstöcke des Schlern, Langkofel u. s. w. von isolirten Korallenriffen herrührten, so wäre es unbegreiflich, dass die auf den Korallenriffbau folgende, mächtige Leisformation sich bloß auf den Riffplateaus und nicht auch zwischen den Riffen abgesetzt hätte. Dieselbe aber aus diesen Niederungen durch spätere Wasserwirkung wieder spurlos verschwinden zu lassen, hiesse wohl dem Wasser, welches in Bezug auf den Schlerndolomit für unmächtig erklärt wird, andererseits eine allzu grosse vertigende Macht beilegen. Mithin ist durchaus kein hinreichender Grund vorhanden, beim Schlerndolomit von der normalen Art der Thalbildung abzusehen; wir sind vielmehr genöthigt, auch bei diesem Gliede der Trias eine ursprünglich ungetheilte, den ganzen betreffenden Meeresboden bedeckende Ablagerung anzunehmen. Hiervon ausgehend, obgleich wir dadurch einen erheblichen Vortheil für unsere Dolomitisationstheorie einbüßen, müssen wir versuchen, wie weit sich diese Theorie auf weniger poröse Massen als Korallenbauten in Anwendung bringen lässt.

In der mittleren Trias- (Muschelkalk-) Periode, während welcher sich grösstentheils normale Kalksteine aus dem Meere ablagerten, ging in der damaligen Meeresbucht des jetzigen Süd-Tyrols eine abnorme Bildung vor sich. Es mischte sich hier an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten eine variirende, aber fast überall sehr bedeutende Menge von kohlenaurer Magnesia in den Kalkstein ein. In älteren und namentlich in den ältesten geologischen Perioden sind durch eine solche Einmischung, wie wir uns Eingangs dieses Aufsatzes überzeugten, dolomitische Kalke und Dolomite direct

aus dem Meerwasser präcipitirt und abgelagert worden. Bei den Süd-Tyroler Dolomiten aber treten uns zwei Umstände befremdend entgegen: 1) die jüngere Zeit ihrer Bildung und 2) der auf Metamorphose hindeutende, ungeschichte, zum Theil drusig krystallinische Zustand einiger derselben. Was den ersteren Umstand betrifft, so muss dieses ausnahmsweise jüngere Auftreten der Magnesia bei der Kalksteinbildung in der Süd-Tyroler Meeresbucht jedenfalls eine locale Ursache gehabt haben. Sie kann schwerlich in etwas anderem gesucht werden, als in magnesiahaltigen und kohlenäurereichen Quellwässern, welche an mehreren Orten des Meeresbodens gewaltsam und mächtig empordrangen und sich mit dem kalkhaltigen Meerwasser mischten. Es lässt sich aber einsehen, dass diese Mischung keine gleichmässige sein konnte und dass sich daher an verschiedenen Stellen Kalk-Magnesia-Gebilde mit verschiedenem Gehalt an Magnesia absetzen mussten. Je weiter von den Ausströmungsorten der Quellen entfernt, um so weniger Magnesia konnte der Niederschlag in sich aufnehmen. Warum in verhältnissmässig so junger Zeit und gerade in dieser Gegend sich ein so profuser Reichthum derartigen Quellwassers entwickelte, kann uns, in Betracht gewisser Thatsachen, nicht befremden. Schon längst ist die, mitten in jener Meeresbucht liegende Gegend des Fassa und Fleimser Thales als ein, seit ältester geologischer Zeit durch plutonisch-eruptive Thätigkeit excellirender Theil Europa's erkannt worden. Gleichsam wie aus einem grossartigen Krater sind hier nacheinander Granite, Syenite, Porphyre, Melaphyre, Augitporphyre und derartige krystallinische Silicatgesteine aus der Tiefe emporgedrungen. Mehrere dieser Gesteine sind in erheblichem Grade magnesiahaltig, wie Analysen darthun, zu denen ich das Material im Jahre 1862 an den betreffenden Fundorten entnahm.

Von den Resultaten dieser Analysen führe ich, als für unseren Zweck genügend, nur die procentalen Magnesiagehalte an.

| | Magnesia, Procent. |
|--|--------------------|
| Augitporphyr vom Pufflatsch | 7,79 |
| Uralitporphyr aus der Viezena-Schlucht | 6,15 |
| Hypersthen-Syenit von Le Selle | 7,74 |
| Melaphyr vom Mulatto | 3,26 |
| Syenit vom Canzacoli | 3,35 |
| Desgleichen, andere Art | 1,14 |

| | Magnesia, Procent. |
|---------------------------------------|--------------------|
| Syenit vom Mulatto | 1,96 |
| Quarzporphyr aus dem Travignola-Thal | 2,41 |
| Desgleichen von Moëna | 2,03 |
| Rother Quarzporphyr von daher | 0,66 |
| Desgleichen aus dem Grödenthal . . . | 0,52 |
| Turmalin-Granit vom Mulatto | 0,66 |

Es scheint sogar, dass noch magnesiareichere Gesteine vorkommen als selbst Augitporphyr. Auf dem Monte Mulatto traf ich Basalt.*) Da dichter Augitporphyr und Basalt sich im Ansehen durch nichts von einander unterscheiden lassen, so könnte letzterer in diesen Gegenden verbreiteter sein, als bisher ermittelt wurde. Jedenfalls gehört auch er zu den Gesteinen, die hier eruptiv wurden. Was aber die frühere, ausgebreitete Gegenwart kohlenstoffreicher und magnesiahaltiger Wässer im Bereich des alten Süd-Tyroler Meerbusens betrifft, so geben uns davon noch manche nachgelassenen Spuren ein Zeugnis. Dahin gehören der ausserordentliche Grad von Verwitterung, welchen selbst die sonst widerstandsfähigsten Silicatgesteine an sich tragen und der es oftmals äusserst schwer macht, frische, unzerklüftete Stücke derselben zu erhalten, die beim Uebergiessen mit Säuren keine Kohlensäure entwickeln; ferner die so häufigen Pseudomorphosen gewisser Mineralien, wie sie z. B. am Monzoniberge vorkommen, und dann die nicht weniger häufigen Umwandlungen von Syenit, Granit, Melaphyr u. s. w. in serpentinarartige oder talkartige Massen.

Alle diese Umstände machen es begreiflich und anschaulich, wie die geologische Eigenthümlichkeit unseres Süd-Tyroler Gebirgslandes und Meeresbodens ausnahmsweise noch zur Triaszeit eine dolomitische Kalksteinbildung zur Folge haben konnte. Allein warum ist dieselbe keine durchgehends geschichtete, sondern zum Theil in ungeschichteten, typischen Dolomit umgewandelt worden? Diesen zweiten unserer beiden bedenklichen Umstände anlangend, stehen wir wieder — wie beim Beginn dieser Abhandlung — vor dem räthselhaften, riesigen Schlern und haben auf unserem ganzen Forschungswege immer noch keinen Schlüssel zu seiner Dolomitisirung gefunden! Da wir inzwischen

*) Vorläufiger Bericht über krystallinische Gesteine des Fassathales u. s. w. Leonhard u. Geinitz's Jahrbuch, Jahrg. 1864, Hft. 5, S. 385.

überzeugt sind, bis hierher auf dem Wege der Thatsachen gewandelt zu sein, so lassen wir uns auch von einem weiteren, consequenten Vordringen nicht abschrecken. Es widerstreitet nicht jeder Wahrscheinlichkeit, dass jene kohlen-säurereichen, magnesiahaltigen Quellenströme, an den Orten, wo sie am ge-waltsamsten und mächtigsten empordrangen, theils keinen schichtenförmigen Absatz des Niederschlags zuliessen, theils ihn, wenn er vorhanden war, wieder zerstörten. Die ununterbrochene und energische Thätigkeit der Quell-wässer verhinderte die Verstopfung ihrer zahlreichen, sich mäandrisch ver-zweigenden Ausmündungskanäle, und der höher und höher anwachsende dolo-mitische Niederschlag hatte nur eine weitere Verzweigung der letzteren zur Folge. Aber nicht bloß kohlen-säurereiches und magnesiahaltiges Wasser quoll, an den Orten der intensivsten Wirkung, unausgesetzt durch den krystallinischen, dolomitischen Schlamm, sondern in den oberen Theilen desselben fand, aus nahe liegenden Gründen, eine fortwährende Entwicklung von gasförmiger Kohlensäure statt. Solche chemisch und physich wirkende Vorgänge mussten schliesslich die Erzeugung einer von mäandrischen Hohlräumen durch-zogenen, drusig krystallinischen Dolomitmasse hervorrufen, wie sie uns der typische Dolomit des Schlern vor Augen führt. Derartige Dolo-mitmassen aber konnten, nach verschiedenen Richtungen hin, Uebergänge bilden in jene gleichzeitig entstandenen, lagenweis abwechselnden und geschichteten Kalk-Magnesia-Gebilde unserer Meeresbucht, welche wir als die Aequivalente des Schlerndolomit bezeichnen. Ein Theil ihres vorwaltenden Kalkgehaltes wurde ihnen von den kohlen-säurereichen und magnesiahaltigen Quellwässern zugeführt, denn wir haben oben, bei der näheren Entwicklung unserer Theorie, gesehen, wie solche Quellwässer nach der von ihnen bewirkten Dolomitisation zuletzt zu gesättigten Auflösungen von saurem kohlen-saurem Kalk werden.

Mit der chemischen Bildung des Schlerndolomit und seiner Aequi-valente sind wir somit zu Ende gelangt. Aber noch liegt diese gesammte Formation als eine einzige, zusammenhängende Schichtmasse von einigen Tau-send Fuss Mächtigkeit auf dem Boden des Meeres. Noch bleibt uns das Ge-schäft des Trockenlegens, der Thalbildung und des Herausschalens der isolirten Kolosse des Schlern, Langkofel u. s. w. Allein auch hiervon lassen wir uns nicht abschrecken. Beweislich trat in nachfolgender Zeit eine gewaltige He-bung des Meeresbodens ein. Unser chemisches Gebilde trat zu Tage. Dass

hierbei vielfache Zerreibungen und Zerklüftungen seiner Masse entstanden, kann nicht hypothetisch erscheinen. Darauf folgten die mechanischen Zerstörungen durch das Wasser, von denen wir oben nachwiesen, dass ihnen auch in dieser Gegend, wie in jeder anderen, ein grosser Antheil an der Thalbildung beigemessen werden muss. Wenn dabei im Allgemeinen die typischen Dolomite, als die härtesten und widerstandsfähigsten der hier in Betracht kommenden Gesteine, am meisten verschont blieben, so ist das einfach naturgemäss. Die isolirten Gebirgsstöcke des Schlern, Langkofel u. s. w., sowie manche bastionsartig vorgeschobenen, steilen und ausgebuchteten Dolomitwälle bezeichnen uns wahrscheinlich die Hauptorte jener einst so mächtigen Quellen-thätigkeit. Spätere heftige Erschütterungen des Erdbodens, aber auch die unausgesetzt zerstörenden und umgestaltenden Atmosphäriken mögen endlich noch an dem so vielfach senkrecht zerklüfteten Schlerndolomit gewirkt und gestaltet haben, bis die grossen Naturbauten einer unabsehbaren Reihe von Jahrtausenden ihre gegenwärtige Gestalt erhielten. Dass Berge und selbst steil abschüssige Berge zum Theil dadurch entstanden sind, dass eine härtere, widerstandsfähigere Masse aus einer weniger widerstandsfähigen, umgebenden allmählig herausgenagt oder geschält worden ist, davon liefern uns unter anderen manche Basalt- und Phonolit-Kegel einen Beweis, die gewissermassen als ein Abguss ihres ehemaligen Kraters zu betrachten sind, dessen Wände späterer Zerstörung unterlagen.

Eine Periode so mächtiger und grossartiger Quellenströmung, wie die in der Süd-Tyroler Meeresbucht, kann wohl einen plötzlichen Anfang gehabt, allein sie kann schwerlich ebenso plötzlich geendet haben. In der That war die Dolomitbildung mit der Triasperiode nicht zu Ende. Auch im Leias treffen wir noch auf Dolomite und dolomitische Kalke; doch scheinen dieselben alle geschichtet zu sein und weichen endlich der normalen Kalksteinbildung.

Hiermit habe ich meine Ansichten über die Genesis der Süd-Tyroler Dolomite in ihren Hauptumrissen dargestellt. Dass, den chemischen Theil derselben anlangend, neben kohlenaurer Magnesia auch andere Salze dieser Base — wie namentlich schwefelsaure und salzsaure — eine gleichzeitige Rolle hierbei gespielt haben können, ist ebenso schwer zu läugnen als zu beweisen, und soll daher keineswegs in Abrede gestellt werden. Der Haupt-Bildungsvorgang, wie er im Vorhergehenden entwickelt wurde, wird dadurch kein

wesentlich anderer. Ganz unrichtig aber würde man mich verstehen, wenn man glaubte, dass ich das geologische Dolomiträthsel durch meine Ansichten als definitiv gelöst betrachte. Von einer solchen Meinung bin ich nicht befangen, sondern begnüge mich anzunehmen, durch meine Beiträge späteren Forschern einige brauchbare Unterlagen gegeben zu haben. Hätte ich vor etwa zwei Jahren, als ich die Fassa-Gegend besuchte, alle in diesem Aufsätze vorhandenen thatsächlichen und logisch erworbenen Unterlagen bereits besessen, so würde ich jetzt der Wahrheit vielleicht noch näher gekommen sein. Nun aber können sie wenigstens anderen Forschern — oder mir selbst bei einem zweiten Besuche der Fassa-Gegend — als Ausgangspunkte für neue, prüfende Beobachtungen dienen. Die Natur ist nach und nach entstanden, und nur nach und nach kann sie erforscht werden. So wie sich die eine Species aus der anderen entwickelt, so ruft eine individuelle Forschung eine folgende hervor, bis schliesslich nicht der Einzelne, sondern ein Inbegriff Vieler — das Zeitalter — die Wahrheit ergründet hat.
