

F. Zirkel, der mir dies Gestein gütigst zur Untersuchung übergab, der herzlichste Dank gesagt.

Dr. R. Hoernes. Zur Bildung des Dolomites.

In einem Beitrage zur Erklärung der Dolomitbildung, welcher unter dem Titel: „Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomit (mit besonderer Berücksichtigung der Dolomitvorkommnisse Süd-Ost-Tirols)“ von Dr. C. Doelter und R. Hoernes im 3. Heft des Jahrb. der k. k. geol. Reichs-Anstalt 1875 erschien, wurde bei Besprechung der Versuche über künstliche Dolomitbildung und der Hypothesen über die Genesis des Dolomites, jener Versuche, bei welchen unter Einwirkung höherer Temperatur aus schwefelsaurer Magnesia und kohlensaurem Kalk (Morlot) oder aus Kalkstein durch Einwirkung von Chlormagnesium (Marignac, Favre) Dolomit erzeugt wurde, nur bemerkt, dass diese Versuche unter einer Bedingung angestellt worden seien, welche in der Natur nicht vorhanden sein könne. Am Schlusse der genannten Arbeit wurde die Ansicht ausgesprochen, dass (abgesehen von anderen Entstehungsweisen, durch welche kleinere Dolomitvorkommen gebildet werden konnten) der grösste Theil der an Magnesia mehr weniger reichen Dolomitmassen aus den kalkigen Secretionen der Meeresorganismen durch Einwirkung der im Seewasser enthaltenen Magnesiasalze während und kurz nach der Ablagerung gebildet wurde.

Da nun in einem grösseren Aufsatz: „Ueber die Bildung von Dolomit“, von Herrn F. Hoppe-Seyler (3. Heft der Zeitschr. der deutschen geologischen Gesellsch. 1875 ¹⁾) der Verfasser neuerdings darauf zurückkömmt, die Bildung des Dolomites durch Einwirkung der Magnesiasalze des Meerwassers auf Kalkstein bei höherer Temperatur zu erklären, so halten wir uns für verpflichtet, gegen die Dolomitisationstheorie Hoppe-Seyler's jene Einwände geltend zu machen, die sich vom geologischen Standpunkt gegen die Annahme einer erhöhten Temperatur bei der Dolomitbildung erheben lassen — Einwände, die nach unserem Dafürhalten die Unzulässigkeit der gedachten Annahme vollkommen darthun.

Zunächst muss ich es bedauern, dass von Herrn Hoppe-Seyler nur das reine Doppelsalz: $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2\text{Mg}$ in den Kreis seiner Erörterung gezogen wurde. Jedenfalls aber ist die Bildung des reinen Doppelsalzes nicht anders zu erklären als jene der so zahlreichen mehr weniger dolomitischen Kalke, die so häufig und in so grossen Massen auftreten, dass die Annahme, auch sie wären nur bei einer höheren Temperatur durch die Magnesiasalze des Meerwassers in dolomitischen Kalkstein umgewandelt worden, von vornherein ausgeschlossen ist.

Die Versuchsreihen Hoppe-Seyler's, welche ergaben, dass beim Erhitzen von schwefelsaurer Magnesia oder Chlormagnesium mit Wasser und kohlensaurem Kalk auf 200° — ebenso beim Einwirken von mit Kohlensäure gesättigter Lösung von Magnesiumbicarbonat auf

¹⁾ Vgl. die betreffende Literaturnotiz, pag. 88.

kohlensauren Kalk bei 200° — sowie beim Erhitzen von mit Kohlensäure gesättigtem Meerwasser theils mit gelöstem Calciumbicarbonat, theils mit überschüssigem kohlensaurem Kalk auf dieselbe Temperatur Dolomit gebildet wurde, will ich nicht im Geringsten in Zweifel ziehen, doch scheint es, als ob jene Reihe von Versuchen, welche mit den angegebenen Agentien bei Temperaturen unter 100° angestellt wurden, nicht vollständig genug gewesen sei, um die Behauptung, erst bei höherer Temperatur werde Dolomit gebildet, zu bestätigen. Die weiteren Versuche Hoppe-Seyler's über die Veränderungen der magnesiumhaltigen Silicate: Olivin, Augit, Bronzit, Enstatit, Magnesia-limmer bei 200° durch CO₂ und Wasser sind sehr interessant und liefern für die vom geologischen Standpunkt bereits wiederholt ausgesprochene Ansicht, dass durch Contact von Eruptivgesteinen und Kalkstein der letztere durch den Magnesiumgehalt der ersteren nicht in grösserem Massstabe in Dolomit verwandelt werden könne, einen neuen Beleg. Wenn jedoch Hoppe-Seyler weiter (l. c. pag. 520) äussert: „Deswegen sind aber die Beziehungen der Basaltausbrüche zur Dolomitbildung nicht ganz in Abrede zu stellen. Die von v. Buch in Südtirol aufgefundenen Beziehungen bestehen in Wirklichkeit“, und daraus schliesst: „Die vulcanischen Ausbrüche haben aber nicht das Magnesium, sondern die Temperatur zur Dolomitbildung gegeben, das zur Dolomitirung grosser Kalksteinmassen erforderliche Magnesium kann nur allein das Meer geliefert haben“, so muss zwar der zweite Theil des letzten Satzes über die Quelle des Magnesiums unbedingt angenommen werden, hinsichtlich der Nothwendigkeit höherer Temperatur bei der Umwandlung des Kalksteins in Dolomit und der Hilfeleistung vulcanischer Ausbrüche zu dieser Erwärmung kann man vom geologischen Standpunkt unmöglich der Ansicht Hoppe-Seyler's beipflichten. Herr Hoppe-Seyler geht so weit, dass er auch die Bildung von Dolomit an jenen Orten, wo er in Begleitung von Anhydrit und Steinsalz erscheint, auf ähnliche Weise erklärt, immerhin aber (l. c. pag. 521) zugibt: „Gänzlich räthselhaft bleibt hier noch die Wärmequelle, die eine Erhöhung weiter Strecken über 100° herbeigeführt hat, denn von vulcanischen Eruptionen ist in der Nähe von Steinsalzlagerstätten meist nichts zu finden; das Auftreten von Anhydrit in Begleitung des Steinsalzes macht aber ebenso wie das des Dolomites die Annahme stattgehabter Temperaturerhebung über 100° nöthig.“ Abgesehen davon, dass nach den bisherigen Versuchen es durchaus nicht erwiesen erscheint, dass Anhydrit zu seiner Bildung mehr als 100° nöthig hat, machen die mitvorkommenden Versteinerungen es kaum glaublich, dass die Bildung der Steinsalzablagerungen unter einer solchen Temperatur vor sich ging; auch bei dem Dolomitvorkommen von Dächlingen bei Ulm dürfte bei dem Vorkommen von Süsswasser-Versteinerungen in der dolomitischen Kreide selbst die Annahme, es sei dieselbe der Absatz einer heissen Quelle, etwas gewagt erscheinen.

Es sei erlaubt, zunächst hinsichtlich der so oft bei Erörterung der Dolomitbildung besprochenen grossen Dolomitvorkommen Süd-Ost-Tirols, für die Richthofen die auch von Hoppe-Seyler als wahr-

scheinlich angenommene Entstehung aus Corallenriffen der Triasperiode ausgesprochen hat, die Dolomitisationstheorie Hoppe-Seyler's, der auch die theilweise Dolomitisirung der Coralleninsel Matea (J. D. Dana: Corals and Coral-Islands, pag. 356) durch einen vulcanischen Erguss an ihrem Untergrund erklären will, durch Anführung der dawider sprechenden geologischen Verhältnisse zu widerlegen.

Zunächst spricht gegen die Ansicht Hoppe-Seyler's die weite Verbreitung der Dolomitentwicklung einer bestimmten Etage (der Wengener und Cassianer Schichten), welche weit über die Gegend der Eruptivgesteine hinausreicht. Sodann ist die enorme Mächtigkeit dieser Dolomitmassen zu beachten — die aus der Riffacies der Wengener und Cassianer Schichten aufgebauten Wände des Langkofels erreichen eine Höhe von über 1000 Meter über dem Plateau der Seisser Alp — welche durch eine an ihrem Fusse ausgebreitete Lagermasse von Melaphyr durch eine enorm lange Zeit hätten auf einer Temperatur von 200° erhalten werden müssen, um gänzlich in Dolomit verwandelt werden zu können. Ferner ist zu beachten die ausgezeichnete Petrefactenführung der sogenannten Tuffe, über welchen erst die grössten Massen des Dolomites lagern. Hätten wir es in den gewöhnlich als Tuffe bezeichneten sandigen und mergeligen Ablagerungen der Seisser Alp, wirklich mit dem Resultate „eines wilden Kampfes des Wassers mit der glühenden Lava“ zu thun, so würden gewiss diese mächtigen Ablagerungen nicht mit zahllosen Versteinerungen erfüllt sein, von denen manche durch untrügliche Kennzeichen verrathen, dass die Thiere, von denen sie herrühren, an Ort und Stelle gelebt haben. Ueberall an den Stellen, wo Corallriff- oder Dolomitfacies und Schlamm- oder Mergelfacies aneinander stossen, nimmt man ein Ineinandergreifen oder allmähliges Uebergehen der beiden Ausbildungsarten wahr, und diese Stellen zeigen einen enormen Reichtum an Petrefacten, aber auch der Dolomit, der so oft mit Unrecht „vollkommen versteinungsleer“ genannt wird, ist an vielen Punkten mit deutlichen Versteinerungen (vorwiegend Corallen, seltener Foraminiferen, Gyroporellen) erfüllt. Wäre in der That im Sinne Hoppe-Seyler's eine so bedeutende Temperaturerhöhung in dem ganzen Triasmeere eingetreten, so hätte wohl alles organische Leben in demselben ersterben müssen. Zudem ist die Hauptmasse der Eruptivbildungen des Melaphyr (Augitporphyr, Augitophyr) in Südtirol bereits vor der Ablagerung der mächtigsten Dolomitmassen entstanden. Der grösste Theil der Dolomitmassen des Langkofel, der Guerdenazza- und Pordoï-Gruppe ist jünger als die Haupteruptionen des Fassa- und Fleims-Thales.

Ferner spricht gegen die von Hoppe-Seyler geäusserte Ansicht das Vorkommen mächtiger Massen (z. B. der Stock der Marmolata) von wenig dolomitischem, fast ganz reinem Kalke, gerade mitten im Gebiet der Eruptionen und durchsetzt von Melaphyrgängen, sowie das Vorkommen von nicht dolomitisirtem, dunklem Kalk an der Grenze zwischen Dolomit und Mergelfacies, eine Bildung, die sehr häufig einen Uebergang zwischen den beiden Facies herstellt (Cipitkalk).

Abgesehen von der Etage des Schlerndolomites oder der Riffacies der Wengener- und Cassianer-Schichten, lassen sich in Süd-

Ost-Tirol noch andere Argumente gegen Hoppe-Seyler's Ansicht finden. Im dortigen Muschelkalk besteht die untere Etage in der Regel (abgesehen von einer rothen Kalkbreccie an der Basis) aus glimmerreichen Mergeln mit Pflanzenresten und bituminösen, Crinoiden und Brachiopoden führenden Kalken, die obere Etage hingegen ist vorwaltend durch eine 100—200 Meter mächtige Dolomitbank (Mendoladolomit Richthofen's) gebildet, welche sich durch ein massenhaftes Vorkommen von Foraminiferen (*Gyroporella pauciforata* Gumb.) auszeichnet. Stellenweise ist dieses Verhältniss umgekehrt, und der untere Muschelkalk ist dolomitisch entwickelt, der obere hingegen durch Mergel und bituminöse Kalke vertreten (so am Kühwiesenkopf S. von Welsberg). Auch hier ist der Dolomit erfüllt mit zahllosen wohl erhaltenen *Gyroporellen*-Resten, so dass wohl nur die mit dem Auftreten dieser Foraminiferen verbundenen Faciesverhältnisse, nicht aber ein anderes Moment, wie die von Hoppe-Seyler angenommene Erwärmung des betreffenden Meeres, das Vorkommen des Dolomites bald in der oberen, bald in der unteren Etage des Muschelkalkes erklärt.

Wir sehen ferner in Süd-Ost-Tirol in der gewaltigen Masse des Dachsteinkalkes unmittelbar über den Raibler-Schichten etwas dolomitische Kalke, in nicht besonders grosser Mächtigkeit, darüber folgt eine enorm mächtige Schichtfolge von mehr weniger reinen Kalken und die Grenzschichten derselben gegen die grauen Liaskalke sind wieder in ziemlich hohem Grade dolomitisch. Ich glaube kaum, dass man dieses Auftreten von Dolomit in der obersten Partie des Dachsteinkalkes durch eine Erhöhung der Meerestemperatur über 100° würde erklären können.

Es scheint ferner nöthig darauf hinzuweisen, dass Dolomit an unzähligen Punkten vorkommt, wo keine Eruptivgesteine und keine Anzeichen einer stattgehabten Erwärmung vorliegen, sowie, dass in den Kalkalpen in manchen Fällen wenig mächtige Bänke von Kalk und Dolomit in rascher Folge wechseln, eine Erscheinung, die ebenso sehr gegen die Dolomitisation bei höherer Temperatur spricht, als das Vorkommen des Dolomites in Steinsalzlagerern.

Die geologischen Verhältnisse, wie sie sich an fast allen Dolomitvorkommen beobachten lassen, sprechen entschieden gegen die Ansicht Hoppe-Seyler's. Wahrscheinlich werden auch in grösserer Anzahl unter in der Natur möglichen Verhältnissen ausgeführte Versuche darthun, dass Dolomit aus Kalkstein durch Einwirkung des Meerwassers auch bei gewöhnlicher Temperatur gebildet wird, ebensogut, als die Bildung von Anhydrit bei gewöhnlicher Temperatur vor sich geht, und dass es z. B. nicht nothwendig sei, anzunehmen, dass das Meer zur Zeit der oberen Trias im Bereiche fast der ganzen Alpen durch geraume Zeit im siedenden Zustand erhalten worden sei, wie es nothwendig wäre, wenn man nach Hoppe-Seyler's Ansicht die zahlreichen Dolomitablagerungen der alpinen oberen Trias erklären wollte.

Es sei schliesslich erlaubt, gegenüber der Behauptung Hoppe-Seyler's (l. c. p. 501): „Wenn die Einwirkung des Seewassers auf Calciumcarbonat bei gewöhnlicher Temperatur Dolomit bildete, würden

wir über seine Entstehung schon längst nicht mehr im Zweifel sein können, schon die Küsten der Nord- und Ostsee, soweit sie aus Kreide und Kalkstein bestehen, würden sie in grossartigem Massstabe uns beobachten lassen; sie zeigen aber gerade, dass dieses nicht der Fall ist; die Kreide enthält kaum Spuren von Magnesium und wird durch Berührung mit dem Meerwasser nicht reicher daran“, auf eine widersprechende Beobachtung Volger's aufmerksam zu machen. Volger sagt: (Die Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmerfamilie etc., p. 157) „an den Klippen von Helgoland scheint unter dem Meeresspiegel die Dolomitisation in vollem Gange zu sein.

E. Sacher. Das Erstarren geschmolzener Kugeln.

In Nr. 14 der vorjährigen Verhandlungen wurde ein Versuch von mir veröffentlicht, betreffend das Erstarren geschmolzener Kugeln in einem flüssigen Medium. Als Nachtrag hiezu kann ich mittheilen, dass es mir unlängst gelang, geschmolzene Schwefelkugeln in heisser Schwefelsäure zum Schweben zu bringen, so dass ich das Erstarren derselben beobachten konnte. Die Erscheinungen hiebei sind ähnliche, wie bei dem Erstarren des Wallrathes, namentlich ist das Einschrumpfen der Rinde sehr deutlich und die Trichterbildung findet ebenfalls statt.

Vorträge.

Dr. R. Hoernes. Vorlage der im Sommer 1875 aufgenommenen Karten.

Der zweiten Section unter Leitung des Chefgeologen Herrn Bergathes Dr. E. v. Mojsisovics zugetheilt, wurde ich von demselben mit der geologischen Aufnahme der östlich an das im Jahre 1874 von mir aufgenommene Terrain (Enneberg) anstossenden Gegend betraut. Die mir zugewiesene Aufgabe umfasste die Thäler von Alt- und Neu-Prags, Höhlenstein und Sexten, sowie das Ostgehänge des Ampezzanerthales auf österreichischem Gebiete; ausserdem noch die unmittelbar angrenzenden Thäler von Cadore, Auronzo und Comelico superiore auf italienischem Territorium, so dass das gesammte von mir aufgenommene Terrain nahezu jenem entspricht, welches von Herrn Dr. H. Loretz in der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellsch. 1874¹⁾ beschrieben und zum Gegenstand einer geologischen Uebersichtskarte gemacht worden war. Die Uebersichtsaufnahme Loretz's erwies sich im grössten Theile des Gebietes als eine sehr genaue und sorgfältige Arbeit. Abgesehen von theoretischen Meinungsdivergenzen in der Auffassung der Triasgliederung und der Faciesverhältnisse finden sich zwischen der neueren Aufnahme

¹⁾ Das tirol-venetianische Grenzgebiet der Gegend von Ampezzo, Zeitschr. der dtsh. geol. Gesellsch. 1874, Heft 3.