

Besprechungen.

Neuere Arbeiten über die Entstehung des Dolomits.

Von W. Meigen (Freiburg i. Br.).

1. SKEATS, E. W.: The chemical Composition of Limestones from upraised Coral Islands, with Notes on their microscopical Structures. Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College. Vol. XLII. 53—126 1903.
2. The Atoll of Funafuti. Published by the Royal Society of London. 1904.
3. PFAFF, F. W.: Über Dolomit und seine Entstehung. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 23. Beilage-Band. S. 529—580. 1907.
4. PHILIPPI, E.: Über Dolomitbildung und chemische Abscheidung von Kalk in heutigen Meeren. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. Festband 1907. S. 397—445.
5. SALOMON, W.: Die Adamellogruppe. Abhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt in Wien. Bd. 21. 1908. S. 406—408.
6. LINCK, G.: Über die Entstehung der Dolomite. Monatsber. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. 1909. S. 230—241.

Eines der ältesten und am häufigsten erörterten Probleme der chemischen Geologie ist die Frage nach der Entstehung des Dolomits. Geologen und Chemiker in grosser Zahl haben sich bemüht, diese Frage durch Beobachtung in der Natur oder durch Versuche im Laboratorium zu lösen, ohne dass dies jedoch bis jetzt in allgemein befriedigender Weise gelungen ist. Über die in den letzten Jahren über diesen Gegenstand veröffentlichten Arbeiten soll im folgenden kurz berichtet werden. Die Frage nach der Entstehung der sog. Riffkalke im allgemeinen, die in ihnen ebenfalls einen grossen Raum einnimmt, ist dabei ganz ausser Betracht gelassen und bleibt einer späteren Mitteilung vorbehalten. Die ältere Literatur ist in den angeführten Arbeiten ausführlich berücksichtigt, so dass es an dieser Stelle wohl genügt, darauf zu verweisen.

Schon DANA hat bemerkt, dass Korallenkalke zuweilen sehr stark dolomitisiert sind, und durch spätere Beobachtungen ist dies wiederholt bestätigt worden. Durch die eingehenden Untersuchungen von SKEATS (1) über die Zusammensetzung der Kalksteine von gehobenen Koralleninseln erfahren wir nun

näheres über die Art des Vorkommens und die Verteilung der dolomitischen Lagen. Er hat eine grosse Anzahl Gesteinsproben von 14 Inseln des Stillen Ozeans und von der im Indischen Ozean liegenden Christmas-Insel, die mit grosser Sorgfalt von verschiedenen Stellen und aus verschiedenen Höhenlagen gesammelt waren, sowohl chemisch analysiert wie mikroskopisch untersucht. Es zeigte sich hierbei, dass auf manchen Inseln der Kalkstein vom Meeresspiegel an bis zu den höchsten Erhebungen vollständig in mehr oder weniger reinen Dolomit umgewandelt ist, während sich auf anderen Inseln kaum eine Spur von Dolomitbildung findet, und schliesslich auf manchen von ihnen Dolomite und gewöhnliche Kalksteine miteinander vorkommen. In letzterem Fall sind zuweilen die tiefsten Schichten in Dolomit verwandelt, während die oberen unverändert geblieben sind, zuweilen ist es gerade umgekehrt. Der höchste Gehalt an Magnesiumkarbonat betrug etwa 43%, kommt also dem eines wahren Dolomits (46%) ziemlich nahe.

Wie die mikroskopische Untersuchung ergab, muss der Kalkstein nachträglich Magnesium aufgenommen haben, da nicht nur solche Organismenreste, die, wie z. B. die Kalkalgen, schon von vorneherein erhebliche Mengen Magnesium enthalten, sondern auch ursprünglich ganz magnesiumfreie Schalen in Dolomit verwandelt sind. Die aus Aragonit bestehenden Reste nehmen anscheinend leichter Magnesium auf als die aus Kalkspat bestehenden. Bemerkenswert ist das Vorkommen von Kristallen, die schichtweise aus Dolomit und Kalkspat aufgebaut sind; es muss hier also Dolomit und Kalkspat abwechselnd nacheinander unter verschiedenen Bedingungen auskristallisiert sein.

In der Hauptsache ist aber der Dolomit nicht direkt auskristallisiert, sondern dadurch entstanden, dass entweder ein schon vorher vorhandener Gehalt an Magnesiumkarbonat sich durch Auslaugung des Kalziumkarbonats angereichert hat, oder dadurch, dass ursprünglich magnesiumfreier kohlenaurer Kalk sich mit den Magnesiumsalzen des Meerwassers umgesetzt hat. Beide Vorgänge erfolgen nach SKEATS nur in stark bewegtem Wasser nahe unter der Meeresoberfläche gleichzeitig mit dem Absatz des Kalksteins. Befindet sich dieser lange Zeit in der für die Dolomitbildung günstigsten Zone, so geht er schliesslich vollständig in Dolomit über. Findet während der Bildung des Riffs eine Hebung oder Senkung statt, so erfolgt nur eine unvollständige Umwandlung derart, dass der Gehalt an Magnesiumkarbonat einen Massstab abgibt für die Geschwindigkeit der Hebung oder Senkung.

Bezüglich des chemischen Vorganges verweist SKEATS auf die Versuche von KLEMENT, der gezeigt hat, dass sich Aragonit bei Temperaturen über 60° mit erheblicher Geschwindigkeit mit Magnesiumsalzen umsetzt unter Bildung eines gemischten Kalzium-Magnesiumkarbonats. Wenn auch so hohe Temperaturen unter natürlichen Verhältnissen kaum vorkommen, so liegt doch kein Grund dafür vor, dass diese Umsetzung nicht auch schon bei niedriger Temperatur erfolgt, wenn auch wesentlich langsamer.

Über die Bedingungen, unter denen diese Umsetzung im Meer vor sich geht, lässt sich zurzeit noch nichts Bestimmtes sagen. Es ist jedenfalls nicht sehr wahrscheinlich, dass das Wasser vorher stark konzentriert worden ist. Möglicherweise wirkt die bei der Zersetzung von Tier- und Pflanzenresten freiwerdende Kohlensäure bei der Umwandlung mit, indem sie Kalziumkarbonat löst; das so gebildete Bikarbonat setzt sich dann mit dem Magnesiumsulfat des Meer-

wassers um unter Bildung des schwer löslichen Doppelsalzes, während das gleichzeitig entstehende leichter lösliche Kalziumsulfat vom Wasser fortgeführt wird.

Wenn auch später, nach der Hebung über den Meeresspiegel, noch weitere Veränderungen eingetreten sein können, so betont doch SKEATS sehr nachdrücklich, dass die Dolomitbildung in der Hauptsache stattgefunden hat, als sich die Gesteine noch unter dem Meeresspiegel befanden.

Im wesentlichen zu dem gleichen Ergebnis hat auch die von der Royal Society veranstaltete Tiefbohrung auf dem zu der Gruppe der Ellice-Inseln gehörenden Atoll Funafuti im Stillen Ozean geführt (2).

Im Hauptbohrloch hat man hier eine Tiefe von 1114 Fuss erreicht. Die Bohrkern wurden von JUDD und CULLIS sehr sorgfältig chemisch und mikroskopisch untersucht. Sie setzen sich fast ausschliesslich aus organischen Resten, hauptsächlich Korallen und Kalkalgen zusammen, denen Bruchstücke der Schalen von Mollusken, Seeigeln, Bryozoen usw. beigemischt sind. Der Gehalt an Magnesiumkarbonat wechselt sehr stark. In den obersten Lagen bis 26 Fuss Tiefe steigt er bis auf 16%, sinkt dann plötzlich auf einen ganz geringen Betrag herab, um erst von etwa 640 Fuss abwärts wieder, und zwar sehr schnell anzusteigen. Bei dieser Tiefe beträgt er 26%, von 700 Fuss an bis zur grössten erreichten Tiefe schwankt er um etwa 40%.

Erst von 640 Fuss an konnte Dolomit auch mikroskopisch nachgewiesen werden. Der mittlere Teil des Bohrkerns besteht aus fast reinem Kalkspat, während in den oberen Teilen Aragonit überwiegt. In welcher Form das Magnesiumkarbonat in den oberen Schichten vorliegt, konnte nicht festgestellt werden. Bemerkenswert ist, dass Aragonit und Dolomit niemals nebeneinander vorkommen.

Das bis zu 640 Fuss Tiefe sehr lockere und leichtzerreibliche Gestein nimmt von da ab die Beschaffenheit eines zusammenhängenden weichen Kalksteins an. In noch grösserer Tiefe wird es noch härter und dichter, wenn auch weichere Schichten von Zeit zu Zeit wiederkehren. Die Organismenreste sind der Art nach durchweg die gleichen; in den tieferen Teilen sind sie allerdings vielfach stark verändert und umgewandelt. Die in den oberen Lagen leeren Hohlräume zwischen den einzelnen Schalenstückchen sind in den tieferen Schichten mit chemischen Neubildungen ausgekleidet und zuweilen vollständig damit ausgefüllt.

Die Anreicherung des Magnesiumkarbonats in den oberen Teilen glaubt JUDD ausschliesslich auf die Auslaugung des Kalziumkarbonats zurückführen zu können. Die freie Kohlensäure des Meerwassers vermag Karbonate aufzulösen; Skelette von lockerem Gefüge oder solche, die viel organische Stoffe eingelagert enthalten, verschwinden dabei schneller als solche von sehr dichter Struktur, wie z. B. die der Foraminiferen. Die Lösung wird jedenfalls durch die bei der Zersetzung der organischen Stoffe gebildete Kohlensäure wesentlich beschleunigt. Aragonit löst sich unter gleichen Umständen schneller als Kalkspat, beide lösen sich leichter als Magnesiumkarbonat. Es kann somit ein ursprünglich vorhandener geringer Gehalt an letzterem, wie er z. B. bei Kalkalgen häufig vorkommt, durch Wegführung des Kalziumkarbonats erheblich angereichert werden. Doch hat dieses Anwachsen eine Grenze, über die es nicht hinausgehen kann, ohne dass die organische Struktur verloren geht. Bei einem ursprünglichen Gehalt von etwa 1% Magnesiumkarbonat glaubt JUDD diese Grenze bei etwa 12 bis 14% erreicht.

Die Schwankungen im Magnesiumgehalt der Bohrkerne zwischen 26 und 640 Fuss Tiefe sind nach JUDD u. a. auch auf ein verschiedenes Mengenverhältnis der riffbildenden Organismen zurückzuführen, von denen manche, wie z. B. die Kalkalgen, von denen besonders Lithothamnium und Halimeda auf Funafuti eine grosse Rolle spielen, verhältnismässig viel Magnesiumkarbonat enthalten, während andere, z. B. die meisten Korallen, sehr arm daran sind.

Die hohen Beträge bis zu 40% Magnesiumkarbonat in den grösseren Tiefen können nicht allein durch Auslaugung des Kalziumkarbonats erklärt werden, es muss hier vielmehr auch eine Zufuhr von aussen her stattgefunden haben. Wenn es auch nicht unmöglich ist, dass sich Magnesiumkarbonat unter Umständen aus dem Meerwasser direkt abscheiden kann und dann entweder die vorhandenen Hohlräume des Gesteins ausfüllt oder aber sich mit dem Kalziumkarbonat zum Doppelsalz verbindet, so ist es doch viel wahrscheinlicher, dass eine Umsetzung zwischen Kalkstein und Meerwasser erfolgt ist, wobei ein Teil des Kalziums des ursprünglichen Karbonats in Lösung ging und unter Bildung von Dolomit durch Magnesium ersetzt wurde.

Aus der Tatsache, dass der Dolomit auf Funafuti jetzt nur in grösserer Tiefe gefunden wird, folgt keineswegs, dass er auch in dieser Tiefe entstanden ist. Die Umwandlung ist vielmehr auch nach der Ansicht von JUDD an oder nahe der Meeresoberfläche vor sich gegangen und erst das bereits veränderte Gestein ist dann in die Tiefe gesunken.

Gegen die von SKEATS und JUDD vertretenen Ansichten über die Herkunft des Magnesiumgehaltes der Dolomite lässt sich wohl kaum ein begründeter Einwurf erheben, soweit es sich um riffartige Bildungen im weitesten Sinne des Wortes handelt. Man darf aber nicht vergessen, dass das Magnesiumkarbonat weder in den Kalkalgen, worauf schon VESTERBERG hingewiesen hat, noch in den nach KLEMENT durch Umsetzung von Aragonit mit Magnesiumchlorid erhaltenen Produkten in der Form von Dolomit vorliegt. Es muss also auf alle Fälle noch eine nachträgliche Umkristallisation stattgefunden haben, über deren Bedingungen wir zurzeit noch gar nichts wissen.

Die Aufnahme des Magnesiums, soweit dies nicht schon von vorneherein in den Organismenresten vorhanden war, hat aber sicher schon während der Bildung der Kalksteine stattgefunden. Zu dieser Auffassung ist auch W. SALOMON auf Grund seiner geologischen Untersuchungen über die Dolomitbildungen innerhalb des Esinokalkes der Adamellogruppe (5) gekommen.

Während SKEATS und JUDD annehmen, dass die Dolomitbildung nahe der Meeresoberfläche erfolgt ist, glaubt PFAFF (3) sie in grössere Tiefe verlegen und dem Druck dabei eine wesentliche Rolle zuschreiben zu müssen. Er hat unter diesen Gesichtspunkten neue Versuche über die künstliche Darstellung von Dolomit ausgeführt.

Zunächst untersuchte er, ob wasserfreies, neutrales Magnesiumkarbonat entsteht, wenn eine Magnesiumchloridlösung unter starkem Druck durch Alkalikarbonate gefällt wird, erhielt aber stets nur wasserhaltige, basische Karbonate. Auch der Zusatz von Chlornatrium oder Chlorkalzium erwies sich als wirkungslos. Er schliesst hieraus, dass unter Drucken bis zu 500 Atmosphären weder Magnesit noch Dolomit direkt ausfällbar sei.

Dagegen gelang es ihm auf andere Weise Dolomit zu erhalten, indem er feingepulverten Anhydrit in einer ziemlich konzentrierten Magnesiumchloridlösung

die gleichzeitig Chlornatrium enthielt, der Einwirkung von Natriumkarbonat längere Zeit unter Druck aussetzte. Er erhielt so einen in 5-prozentiger Essigsäure schwerlöslichen Rückstand, der unter dem Mikroskop u. a. deutliche kleine Rhombeder erkennen liess, die bei gewöhnlicher Temperatur auch von verdünnter Salzsäure kaum angegriffen wurden. In der Lösung liess sich Magnesium nachweisen; für eine quantitative Analyse war die Menge zu gering.

Es gelang ihm nicht, den Anhydrit vollständig umzusetzen; zuweilen blieb sogar die Reaktion ganz aus, was vielleicht auf eine vorherige Umwandlung des Anhydrits in Gips zurückzuführen ist. Gips gab unter den gleichen Bedingungen niemals ein schwerlösliches Umsetzungsprodukt.

Liess er die gleiche Salzlösung auf ein Gemisch von Kalziumkarbonat und Anhydrit unter Druck einwirken, so erhielt er ebenfalls einen in verdünnten Säuren langsam löslichen Niederschlag. Mit Gips blieb auch hier die Reaktion aus.

Ferner hat PFAFF die Umsetzung von Kalziumkarbonat mit Magnesiumsulfat bei Gegenwart von Chlornatrium untersucht. Der Druck betrug bei diesen Versuchen 60—100 Atmosphären, die Temperatur 4—14°. Das Reaktionsprodukt wurde 24 Stunden mit 2-prozentiger Essigsäure behandelt und der Rückstand analysiert. Die Menge des Magnesiumkarbonats in dem Umsetzungsprodukt erwies sich in hohem Masse abhängig von der Feinheit des angewandten Kalkspatpulvers und der Dauer der Einwirkung. In einem Fall enthielt der Rückstand 53,7% Kalziumkarbonat und 46,0% Magnesiumkarbonat, hatte also fast genau die Zusammensetzung des Dolomits. Ähnliche Ergebnisse wurden auch mit Magnesiumchlorid, sowie mit einer Lösung erhalten, deren Zusammensetzung konzentriertem Meerwasser entsprach.

Aus diesen Versuchen zieht PFAFF den Schluss, dass in Meerestiefen, die einem Druck von 40—200 Atmosphären entsprechen, und zwar vorzugsweise bei 40—60 Atmosphären Druck oder 400—600 m Tiefe, ganz allgemein durch die Einwirkung der Magnesiumsalze auf Kalziumkarbonat eine Dolomitisierung stattfindet, die in gewöhnlichem Meerwasser schwächer, in konzentriertem stärker ist.

Gegen diese von PFAFF gezogenen Schlussfolgerungen erhebt PHILIPPI (4) ohne die Richtigkeit der Beobachtungen zu bezweifeln, gewichtige Bedenken. Er betont, dass keineswegs von einer gewissen Meerestiefe ab eine allgemeine Dolomitisierung stattfindet, dass andererseits viele echte Dolomite zweifellos Bildungen des seichten Wassers sind, also jedenfalls nicht unter höherem Druck zum Absatz gelangten.

PHILIPPI untersuchte einige Kalkknollen, die von der deutschen Tiefseeexpedition auf der Seine-Bank nordöstlich von Madeira aus einer Tiefe von etwa 150 m heraufgeholt waren. Diese Kalkstücke sind dadurch entstanden, dass ein grobkörniger, lockerer Kalksand organischen Ursprungs durch einen sehr feinkörnigen Zement verkittet ist. Die Analyse ergab einen Gehalt von 11—18% Magnesiumkarbonat, das in Form von Dolomit darin vorliegt. Den feinkörnigen Zement hält PHILIPPI für einen chemischen Niederschlag. Der Dolomit ist wohl zum Teil gleichzeitig damit gebildet, zum Teil aber auch erst nachträglich, da auch Molluskenschalen und Kalkalgen in Dolomit umgewandelt sind.

Über die Vorgänge und Bedingungen, denen diese Kalkknollen auf der Seine-Bank ihre Entstehung verdanken, ist nichts bekannt. Unter den heutigen Verhältnissen bilden sie sich jedenfalls nicht, im Gegenteil zeigen sie auf ihren Aussenseiten Spuren einer Zerstörung durch beginnende Auflösung. Da die

Organismenreste, die jetzt dort abgelagert werden, von denen der Kalkknollen verschieden sind, nimmt PHILIPPI an, dass seither eine Senkung stattgefunden hat und dass sich diese dolomitischen Kalke demnach in einem seichteren Wasser nahe der Oberfläche gebildet haben. Da für eine Hebung über den Meeresspiegel keine Anzeichen vorliegen, muss dies im offenen Meer und bei gewöhnlicher Konzentration vor sich gegangen sein.

Weitere Versuche zur künstlichen Darstellung von Dolomit sind in jüngster Zeit von LINCK (5) beschrieben worden. Er versetzte Magnesiumsalzlösungen mit Ammoniumkarbonat und dann mit Kalziumchlorid und erhielt so zunächst einen amorphen Niederschlag, der nach längerem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur, schneller bei schwachem Erwärmen, kristallinisch wurde. Er besteht alsdann aus sehr kleinen Sphärolithen, die nach LINCK fast genau die Zusammensetzung des Dolomits haben. Sie sind jedoch noch kein Dolomit, da sie positive Doppelbrechung besitzen und sich ausserdem auch beim Kochen mit Wasser zersetzen. Als er aber den zuerst gebildeten amorphen Niederschlag mitsamt der Mutterlauge in zugeschmolzenen Röhren mehrere Stunden auf 40—50° erhitzte, erhielt er Sphärolithe mit negativer Doppelbrechung, die sich in verdünnter Essigsäure nur langsam lösten. Die Analyse ergab 44,8% Magnesiumkarbonat und 49,5% Kalziumkarbonat, also gegenüber dem normalen Dolomit sogar einen Überschuss an Magnesiumkarbonat.

Referent hat diese Versuche möglichst genau wiederholt; es ist ihm aber bisher wenigstens nicht gelungen, Niederschläge von gleicher Zusammensetzung zu erhalten, auch lösten sie sich stets sehr leicht schon in verdünnter kalter Essigsäure. Auf eine eingehendere Kritik dieser Versuche soll jedoch erst eingegangen werden, wenn die in baldige Aussicht gestellte, ausführliche Abhandlung von LINCK erschienen ist. Die bisherigen Mitteilungen rechtfertigen wohl kaum den von LINCK erhobenen Anspruch, das Problem der Dolomitbildung prinzipiell gelöst zu haben.

Einige Probleme der präkambrischen Geologie von Fennoskandia.

Von J. J. Sederholm.

1. DE GEER, G., Om algonkisk bergveckning inom Fennoskandias randzoner. Geolog. Fören. Stockh. Förh. XXII. S. 675—694. 1899. Diskussion ibid. XXII. S. 116—142. 1900.
2. FROSTERUS, B., Bergbyggnaden i sydöstra Finland. Bull. Comm. géol. Finlande. No. 13. S. 1—168, Karte, 18 Fig. Taf. I—VIII. (Deutsches Referat) 1902.
3. GAVELIN, A., (u. H. MUNTHE), Geologiska kartbladet Jönköping med beskrifning. 1 : 50000. Sveriges Geol. Unders. Ser. A. No. 123, 1907. S. 1—166. Taf. I—IV.
4. HOLMQUIST, P. J., Är urberget bildadt under aktuella förhållanden? Geol. Fören. Stockholm. Förh. XXIX. S. 89—305. 1907.
5. — De porfyroidiska bergarternas ursprung. Ibid. XXIX. pp. 305—312. 1907.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Meigen Wilhelm

Artikel/Article: [Neuere Arbeiten über die Entstehung des Dolomits 1121-1126](#)