© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Darstellung des Dolomits und die Dolomite des Röt in der Umgebung von Jena.

Von **G. Adolf, M. Pulfrich** und **G. Linck** in Jena.

Mit 1 Textfigur.

Daß die allermeisten, wenn nicht alle in der Natur vorkommenden dolomitischen Gesteine — Dolomitmarmore, Dolomite, dolomitische Kalk- und Sandsteine, Gipsdolomite usw. — keine primären, d. h. als solche aus dem Meere abgeschiedene Bildungen sind, dürfte heute auf Grund zahlreicher Arbeiten, insbesondere derer von Linck[1] und Spangenberg[2], als erwiesen angesehen werden. Sie stellen sicher Umwandlungsprodukte anderer Sedimente dar. Nur die Frage nach der Art des Vorgangs ist noch nicht mit der wünschenswerten Sicherheit entschieden.

Es mag sich in einigen Fällen, wie bei dem Magnesiumgehalt der Kalkschalen mancher Tiere oder bei Faulschlammbildungen, die reich sind an doppeltkohlensaurem Ammoniak, um die Fällung sich gegenseitig adsorbierender kolloidaler Carbonate des Calciums und Magnesiums und deren baldige Umlagerung in das zum Vaterit gehörige sogenannte Linck'sche Mischsalz handeln, das schon bei geringer Druckerhöhung, je nach dem Magnesiumgehalt in Dolomit oder ein Gemenge von Dolomit und Kalkspat übergeht[3].

In anderen Fällen, und zwar vermutlich in den meisten hat man die primäre Abscheidung von kohlensaurem Kalk in irgend einer Modifikation, gewöhnlich wohl zuerst einer metastabilen, auf minerogenem oder organogenem Weg anzunehmen, und dieser Kalk ist unter dem Einfluß von Magnesiumlösungen und vielleicht gewisser Lösungsgenossen in Dolomit oder in ein Gemenge von diesem mit Kalkspat oder mit Magnesit umgewandelt worden. Statt des Dolomits konnte bei Gegenwart von Eisenlösungen und reduzierenden Substanzen auch Ankerit, statt des Magnesits auch Braunspat entstehen.

Spangenberg hat nun in seiner von Linck angeregten Dissertation gezeigt, daß eine beliebige Calciumcarbonatmodifikation sich mit Magnesiumbicarbonatlösung unter erhöhtem Druck (etwa 15 Atm.) und bei erhöhter Temperatur (über 90°) in die größtmögliche Menge von Dolomit umwandelt. Überschießende Mengen von Calcium-

[1] G. Linck, Zeitschr. d. d. geol. Ges. Monatsber. **61**. 230—241. 1909; N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **16**. 495—513. 1903; Jenaische Zeitschr. f. Naturw. **45**. 267—278. 1909. Doelter, Handb. d. Mineralchemie. I. 113. 1911.

[2] K. Spangenberg, Zeitschr. f. Kristallographie. **52**. 529—567. 1913.

[3] Weise, unveröffentlicht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

carbonat ergeben daneben Kalkspat, überschießende Mengen von Magnesiumcarbonat Magnesit. Am schnellsten wandelt sich die metastabilste, am langsamsten die stabile Phase um. Es ist zu vermuten, daß die Temperaturerhöhung nur eine beschleunigende Wirkung hat. Die Magnesia kann aus dem Meerwasser oder aus Salzlagern stammen, das Ammoniumcarbonat und das Natriumcarbonat aus den Fäulnisvorgängen in absterbenden Korallenriffen oder in den Faulschlammen der litoralen Zone und der Buchten, ebendaher oder aus Quellen die Kohlensäure.

Auf solche Weise könnte man wohl die Entstehung einer Anzahl hierher gehöriger Gesteine erklären, aber lange nicht aller — darüber waren wir keinen Augenblick im Zweifel. Es mußten also noch andere Möglichkeiten erschlossen werden.

Linck (l. c.) hat seinerzeit die große Bedeutung der bei der Fäulnis entstehenden Ammonsalze für die minerogene Entstehung der Kalksedimente erkannt und glaubte nun, ihnen auch eine wesentliche Rolle bei der Bildung der Dolomite beimessen zu müssen. Von Bedeutung ist hier das Verhalten von Ammoniumchlorid oder -sulfat gegenüber Calciumcarbonat, besonders Vaterit. Das Gleichgewicht

$$CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 \rightleftharpoons CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3$$

verschiebt sich nämlich mit steigender Temperatur nach der rechten Seite. So war zu erwarten, daß es gelingen würde, auch ohne Verwendung von Ammoncarbonat bei Gegenwart anderer Ammonsalze mit Magnesiumsulfat oder -chlorid aus Vaterit Dolomit herzustellen. Diese Aufgabe hat Max Pulfrich[1] durchgeführt.

Pulfrich verwendet nach Linck's Angabe[2] hergestellten Vaterit als Ausgangsmaterial, ferner Ammon-, Magnesiumsulfat oder -chlorid und aus Stahlflaschen abgelassene Kohlensäure unter bestimmtem Überdruck in einer Autoklave. Die Versuche werden teils mit, teils ohne Zusatz von Chlornatrium als Lösungsgenossen durchgeführt, die Salze in bestimmten, aber wechselnden Mengen zusammengebracht. Die Bodenkörper wurden zunächst mikroskopisch untersucht, und man hat dank der von Spangenberg[3] erweiterten Einbettungsmethode einwandfrei feststellen können, ob darin Vaterit, Aragonit, Dolomit, Magnesit oder bei Verwendung von Sulfaten auch Gips und Anhydrit vorkommen. Am Vaterit konnten die Brechungsexponenten $\alpha = 1{,}56$ und $\gamma = 1{,}62$ für Natriumlicht bestimmt werden. Die Sphärolithe von Vaterit wandeln sich häufig unter Erhaltung der Form in Kalkspat oder Dolomit um, im letzteren Fall zerfallen sie beim Zerdrücken in lauter kleine Rhomboederchen. Im übrigen bildet der Magnesit gewöhnlich die größten Rhomboeder mit 5—6 μ Kantenlänge, der Dolomit die kleinsten

[1] Max Pulfrich, Über die Darstellung von Dolomit. Diss. Jena 1921 (unveröffentlicht).

[2] Bei Spangenberg, l. c.

[3] K. Spangenberg, Sonderabzug aus „Fortschritte der Mineral." etc. 7. 1921 (1920) u. dies. Centralbl. 1920. p. 352 u. 406.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

mit 1—3 μ Kantenlänge. Aragonit tritt in allen Versuchen auf, in denen die Reaktion noch nicht ganz abgelaufen ist. Anhydrit wurde in einem Bodenkörper in kleinen, durch die drei Endflächen begrenzten Kristallen beobachtet.

Weiter wurde von den Bodenkörpern eine Bauschanalyse gemacht und eine Trennung von Kalkspat und Dolomit bezw. Magnesit nach der Kupfernitratmethode von Mahler-Spangenberg durchgeführt. Dabei hat sich zweierlei ergeben: 1. Die Trennung ist vollkommener bei niedrigerer Temperatur, weil da der Dolomit weniger oder fast gar nicht mehr angegriffen wird. 2. Behufs Bestimmung des Calciums und Magnesiums im Rückstand oder in der Lösung nach der Kupfernitratbehandlung braucht man, wie Versuche gezeigt haben, das Kupfer nicht erst zu entfernen, weil es bei ausreichendem Ammoniakzusatz die Fällung der beiden Erdalkalimetalle weder hindert noch verunreinigt.

Die Versuche führten zu folgenden Ergebnissen: 1. Alle Versuche ohne Ammonsalze, also Vaterit mit Magnesiumchlorid oder -sulfat mit oder ohne Natriumchlorid waren weder bei Normaldruck noch bei Überdruck von Kohlensäure von Erfolg. 2. Dieselben Versuche mit den entsprechenden Ammonsalzen waren ohne Kohlensäureüberdruck ebenfalls erfolglos. 3. Dagegen lieferte ein Versuch, der in 150 ccm Flüssigkeit, 2,7 norm. Vaterit, 1,5 norm. Magnesiumchlorid, 1 norm. Ammoniumchlorid, 1 norm. Natriumchlorid enthielt und mit etwa 45 Atm. Kohlensäureüberdruck durch 46 Stunden auf 142° erwärmt wurde, reichlich Magnesium im Bodenkörper, in welchem man etwas Dolomit neben Kalkspat und Aragonit erkennt. 4. Eine große Reihe von Versuchen beschäftigt sich nun damit, die Menge des entstehenden Dolomits im Bodenkörper zu steigern. Ich greife einen der besten Versuche heraus. In 150 ccm Flüssigkeit $\frac{2}{3}$ n. Vaterit, 2,7 n. Magnesiumchlorid, $\frac{3}{4}$ n. Ammoniumchlorid, 6 n. Natriumchlorid, Kohlensäureüberdruck 50 Atm., Temperatur 137°, Zeitdauer 50 Stunden lieferten einen Bodenkörper, der 84 % Dolomit, 15 % Kalkspat und ganz geringe Mengen Magnesit enthielt. 5. Weitere Versuche beziehen sich auf die Wirkung der Vermehrung der Chlorionen in Form von Magnesium- und Natriumchlorid. Sie ergaben unter sonst gleichbleibenden Bedingungen mit steigendem Chlorgehalt eine Zunahme des Magnesiums im Bodenkörper, der sich bei Steigerung des Magnesiumchlorids in einer vermehrten Bildung von Magnesit, bei Steigerung des Natriumchlorids in einer Zunahme des Dolomits äußert. Ich greife wiederum den günstigsten Versuch heraus: Vaterit $\frac{2}{3}$ n., Magnesiumchlorid 2,7 n., Ammoniumchlorid $\frac{3}{4}$ n., Natriumchlorid 6 n., Kohlensäureüberdruck 50 Atm., durch 150 Std. auf 137° erwärmt, ergab einen Bodenkörper aus 90 % Dolomit, 7 % Kalkspat und 3 % Magnesit. Es scheint, daß es für die Dolomitbildung in bezug auf den Magnesiumchloridgehalt ein Optimum gibt, das aber noch nicht festgestellt wurde. Darüber hinaus

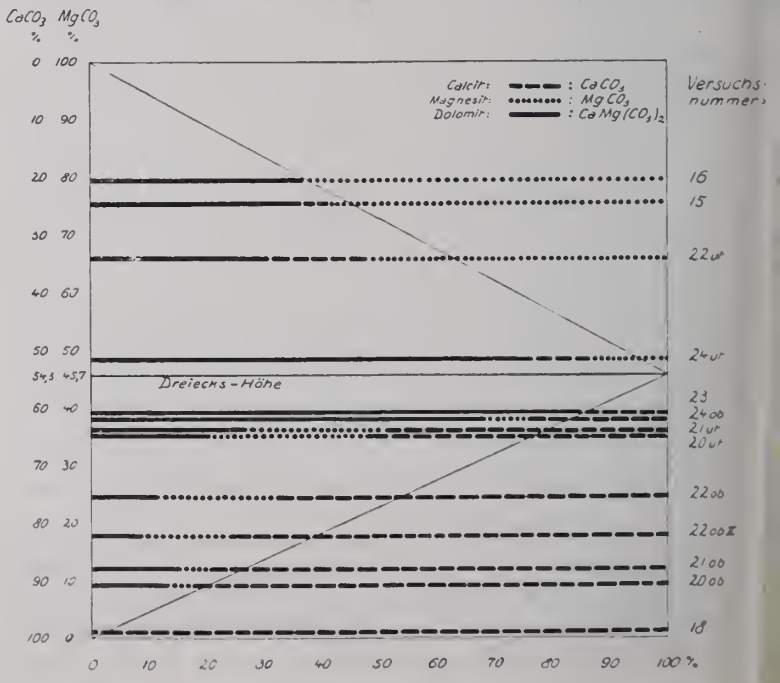
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nimmt die Magnesitbildung zu. 6. Versuche, die sich mit der Wirkung von Zeit, Temperatur und Druck beschäftigen, zeigen übereinstimmend, daß die Verlängerung der Versuchsdauer der Dolomitbildung in allen Fällen günstig ist. Beim Druck scheint das Optimum bei etwa 50 Atm. und bei der Temperatur etwas unterhalb 135° zu liegen. 7. Mit Magnesium- und Ammoniumsulfat sind keine so eingehenden Versuche gemacht worden, weil im Bodenkörper sich Gips und gelegentlich auch Anhydrit so sehr anreichern, daß die Untersuchung zunächst auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt, indem die entstandenen Rhomboeder aufs innigste mit jenen Mineralien verwachsen sind. Es sollen jedoch hierunter die zwei wichtigsten Versuche angeführt werden:

Versuche mit Magnesiumsulfat.

Versuchsnummer	12	13
Vaterit	1,5 n.	1 n.
$MgSO_3$	ca. 3 n.	1 n.
Am_2SO_4	1 n.	1 n.
NaCl	—	1 n.
Flüssigk.vol. in ccm	150	150
Gesamtdauer in Std.	688	2184
Erwärm.dauer in St.	229	96
Druck in Atm.	bis 84	bis 70
Temperatur	bis 144°	bis 143°

Versuchsnummer		12	13
Mikroskopisch. Befund der Bodenkörper		rhomb. K., gr. Rhomb., (Aragon.), (gr.Gipskr.), (Dolomit)	Rhomb., rhomb. K. Anhydrit-kristalle, (Gips)
Verh. geg. Kobaltnitrat		weiß	weiß
Ca in der Lösung		reichlich	reichlich
Mg im Bodenkörper		reichlich	reichlich
Bausch-analyse	$CaCO_3$ %	8	—
	$MgCO_3$ %	27	36
	$CaSO_4$ %	65 Gips	64 Anhyd. u. Gip.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Daraus ergibt sich, daß bei abgelaufener Reaktion neben Gips bezw. Anhydrit Dolomit oder auch Magnesit aufzutreten vermögen und daß bei unbeendeter Reaktion noch Kalkspat und Aragonit zugegen sein können.

Über eine Anzahl von Versuchen und über die chemische und mineralogische Zusammensetzung der bei ihnen erhaltenen Bodenkörper gibt das nebenstehende von Pulfrich entworfene Diagramm und die beigefügte Tabelle Auskunft. In dem Diagramm ist auf der Ordinate die chemische Zusammensetzung des Bodenkörpers, auf der Abszisse dessen mineralogische Zusammensetzung aufgetragen. Durch das Molekularverhältnis $CaCO_3 : MgCO_3 = 1:1$ ist eine Parallele mit der Abszisse gezogen bis zur Ordinate für 100% Dolomit. Verbindet man diesen Punkt mit den beiden Punkten für $CaCO_3 : MgCO_3 = 1:0$ und $= 0:1$, so zeigen diese Linien auf dem links liegenden Abschnitt für jede Abszissenparallele beliebiger Ordinatenhöhe die größtmöglichste Menge des Dolomits, die rechts liegenden Abschnitte im unteren Teil die Menge des daneben vorhandenen Kalkspats, im oberen Teil des Magnesits im Bodenkörper an, falls die Reaktion vollständig abgelaufen ist. In dieses Diagramm sind nun die Beobachtungen an den Bodenkörpern der umstehenden Versuche eingetragen (p. 550). Wir ersehen daraus, daß tatsächlich nebeneinander vorkommen: Kalkspat und Dolomit, diese beiden und Magnesit, auch Dolomit und Magnesit. In mehreren Fällen ist das Maximum an Dolomit nahezu erreicht. In den Fällen, wo alle drei Mineralien nebeneinander vorkommen, fällt auf die linke Seite der Dolomitlinie so viel Kalkspat bezw. Magnesit, als zur Erreichung des Maximalgehalts an Dolomit noch nötig wäre. Diese letzteren Versuche beweisen nun aber auch — wie sie überhaupt eine richtige Deutung der Versuche Klement's [1] gestatten —, daß sich die endgültige chemische Zusammensetzung des Bodenkörpers schneller einstellt als seine mineralogische, wie schon Klement vermutete. Sie beweisen auch, daß die Ausdehnung der Dolomitbildung abhängig ist von dem Verhältnis der Chlor- und Magnesiumionen zu den Calciumionen, von Druck, Temperatur und Zeit.

Mit dieser Untersuchung und ihren Ergebnissen ist nun unsere Einsicht in die Genesis der Dolomitgesteine um ein Wesentliches gefördert, denn was hier für den Vaterit gilt, trifft, wie Spangenberg [2] gezeigt hat, auch für die anderen Modifikationen des kohlensauren Kalks zu. Durchtränkung der Kalksedimente, junger oder alter, mit Magnesiumbicarbonatlösungen oder mit Lösungen anderer Magnesiumsalze führt bei Gegenwart von freier Kohlensäure und gewissen Lösungsgenossen wie Ammoniumsalzen und Chlornatrium unter mäßigem Überdruck und bei mäßiger Tempe-

[1] C. Klement, Über die Bildung des Dolomits. Tscherm. Min. u. petr. Mitt. N. F. **14**. 1895. 526—544.

[2] Spangenberg, l. c. Zeitschr. f. Krist. **52**. 1913.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Versuche Nr. 15—24 mit Magnesiumchlorid.

Versuchsreihe		I		II	III							IV		
Versuchsnummer		15	16	18	20 ob	20 ut	21 ob	21 ut	22 ob	22 ut	22 ob II	23	24 ob	24 ut
Ausgangslösungen[1]	Vaterit	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
	$MgCl_2$	4	4	$\frac{2}{3}$	2	3	2	3	3	3	2,7	2,7	3,3	3,9
	Am Cl	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	Na Cl	—	1,1	1,5	—	—	—	—	—	2	—	6	6,6	7,4
	Erwärmungsdauer in Std.	65	66	65	10	10	24	24	49	49	49	49	49	49
	Druck in Atm.	46	52	52	35	35	50	50	50	50	50	50	50	50
	Temperatur	147°	147°	117°	142°	142°	142°	142°	138°	138°	135°	135°	137°	137°
Bodenkörper	Mikroskopischer Befund der Bodenkörper	rh. Kör. Rhomb.	rh. Kör. Rhomb.	Arag. rh. Kör.	Arag. Rhomb. rh. Kör.	Rhomb. rh. Kör. Arag.	Arag. Rhomb. rh. Kör.	Rhomb. rh. Kör. Arag.	rh. Kör. Rhomb. Arag.	rh. Kör. Rhomb. (Arag.)	Rhomb. rh. Kör. Arag.	rh. Kör. Rhomb.	rh. Kör. Rhomb.	rh. Kör. Rhomb.
	Bauschanalyse $CaCO_3$ %	24,6	20,2	98,7	90,6	64,2	88,0	63,9	75,3	34,2	82,0	61,0	62,0	51,7
	Bauschanalyse $MgCO_3$ %	75,4	79,7	1,3	8,8	36,1	12,0	36,4	24,4	65,8	18,3	38,8	38,0	48,3
	Verhalten gegen Kobaltnitrat	weiß	weiß	violett	violett	hell-violett	hell-violett	hell-violett	hell-violett	weiß-violett	hell-violett	weiß	weiß	weiß
	Freies $CaCO_3$ . . . %	4,8	0,1	99	83,4	52,8	79,6	49,3	68,8	17,2	76,9	15,1	24,7	10,1
	Dolomit . . . . . %	36,5	37,0	—	13,2	20,6	15,5	26,9	12,0	31,3	9,2	84,6	68,8	76,7
	Freies $MgCO_3$ . . . %	58,7	62,9	1	3,4	26,6	4,9	24,0	19,2	51,5	13,9	0,3	6,5	13,2

[1] Die Mengen beziehen sich auf Normallösungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

ratursteigerung zur Dolomitbildung. Solche Verhältnisse treffen wir bei vielen natürlichen Vorkommnissen. Ich brauche nur zu erinnern an die Salztone, die vielfach Magnesit einschließen sollen, oder an die anderen die Zechsteinsalzlager begleitenden dolomithaltigen Schichten. Daß hier die geeigneten Temperaturen und Drucke geherrscht haben können, wird wohl kein Einsichtiger verkennen. Ich brauche nur daran zu erinnern, daß gerade an Bitumen reiche Kalke oder Kalke zoogener und phytogener Natur, in denen ausgedehnte Fäulnisprozesse stattgefunden haben, besonders gerne dolomitisiert sind. Ich brauche zu erinnern an das wolken- oder stockartige, auf Diffusions- oder Durchtränkungsvorgänge hinweisende Auftreten von Dolomiten in ausgedehnten Kalkablagerungen.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend hat es auf Veranlassung Linck's, noch ehe die Untersuchungen Pulfrich's abgeschlossen waren, G. Adolf[1] unternommen, die Dolomite des Röt in der Umgebung von Jena der Untersuchung zu unterwerfen.

Anschließend an die Gliederung des Röt durch Passarge[2] hat Adolf 77 verschiedene Bänke der mikroskopischen, mikrochemischen und reichlich ein Drittel davon auch der chemisch-analytischen Untersuchung unterzogen. Die Spangenberg'sche Einbettungsmethode war damals leider noch nicht ausgearbeitet, sonst hätte sich wohl manches Resultat mit größerer Schärfe feststellen lassen.

Die Dolomite treten in verschiedenen Graden der Reinheit auf, die man kurz etwa wie folgt charakterisieren kann:

I. Fast reine Dolomite (bis etwa 3,5 % Fremdbestandteile).
Äußerst harte, ungeschichtete, meist kristallinische Gesteine von unregelmäßigem, splittrigem Bruch und charakteristischer, rötlichgrauer Farbe. Meist reich an Versteinerungen. In diesen Zonen dann cavernös.

II. Unreine Dolomite (bis 50 % Fremdbestandteile).
a) Sandige Dolomite.
Graue, graugrüne bis gelbliche, lockere Dolomite von regelmäßigem, bankigem, plattigem Bruch, meist Schichtung und Streifung zeigend.
b) Tonige Dolomite.
Grünlichgraue, dichte, beim Berühren abfärbende Dolomite. Auf den Schichtflächen reichlich weißer Glimmer.

III. Dolomitische Sandsteine (über 50 % Fremdbestandteile).
Weißlichgrünliche bis gelbliche, glimmerreiche, geschichtete, z. T. sandsteinähnliche Bänke.

IV. Gipsdolomite.
a) Knotengipsdolomite.
Der Gips sitzt unregelmäßig verteilt in Knoten im Dolomit.
b) Spätige Gipsdolomite.
Der Gips bildet die Grundmasse, reichlich Dolomit einschließend. Spiegelnde Gipsflächen auf frischem Bruch.

[1] G. Adolf, Über die Dolomite des Röt in der Umgebung von Jena. Diss. Jena 1920 (unveröffentlicht).

[2] S. Passarge, Das Röt im östlichen Thüringen. Diss. Jena 1891.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Mächtigkeit der Bänke ist außerordentlich verschieden. Am dicksten sind die unreinen tonigen Dolomite, die eine Bankstärke bis zu 1,5 m erreichen können, deren Mächtigkeit aber auch heruntergehen kann bis auf 1,5 cm, was dem schnellen Auskeilen der Schichten durchaus entspricht. Die fast reinen Dolomite, wie die Tenuisbank, der Vulgarisdolomit und der Rhizokoralliumdolomit, aber auch die spätigen Gipsdolomite werden durchschnittlich 10—25 cm, die Knotengipsdolomite nur 1—2 cm stark. Die Mächtigkeit der dolomitischen Sandsteine schwankt zwischen 1,5 und 5 cm.

Diese Gesteine sind nun annäherungsweise auf folgende Art auf die verschiedenen Horizonte verteilt: Die fast reinen Dolomite findet man nahezu ausschließlich in so_1, und da fast nur im Bereich der Tenuisbank, ausnahmsweise in etwas höheren Lagen. Die unreinen Dolomite sind fast gleichmäßig auf alle Rötstufen verteilt, doch sind sie in so_1 mehr sandig und in so_3 mehr tonig, was dem allmählichen Übergang des Buntsandsteins in den Muschelkalk entspricht. Die Knotengipsdolomite liegen in so_1 in den Horizonten a und b, was wiederum ihre Analogie mit dem liegenden, durch Auslaugung von Gipskonkretionen löcherigen Chirotheriensandstein dartut. Dafür zeugt auch ein meist vorhandener Gehalt an Quarzsand. Die spätigen Gipsdolomite kommen zwar im Horizont a des so_1 auch vor, zumeist liegen sie aber im Horizont c und in so_2 in den Horizonten f und h. Tonige und sandige Dolomite sind am häufigsten, während Gipsdolomite und dolomitische Sandsteine am seltensten vorkommen.

Manche von den Gesteinen sind rein zoogener Natur, wie z. B. die Muschelbreccie in so_1, einen Wechsel zwischen fossilreichen und fossilarmen Zonen weist die Tenuisbank, ebenso die Bänke d und h und der Vulgarisdolomit in so_3 auf. Die sogen. Stromatoporiden der Tenuisbank sind vielleicht Sinterkrusten, weil sie unter dem Mikroskop keine Spur organischer Struktur erkennen lassen. Fossilfrei wurden einige tonige Bänke, die dolomitischen Sandsteine und die Gipsdolomite befunden.

In allen drei Rötstufen sind oolithische Ausbildungsformen der Carbonate anzutreffen, aber selten bilden die Oolithe den Hauptbestandteil des Gesteins, so an einzelnen Stellen im Horizont d. Sie sind zum großen Teil beschädigt oder zersprengt und nachträglich durch sekundären Kalkspat wieder ausgeheilt, bald konzentrisch-schalig und radialfaserig, bald körnig, manchmal ausgelöst wie im Schaumkalk. So liegen sie unregelmäßig in der Grundmasse verteilt, auch gerne auf sandige Streifen im Gestein beschränkt.

Der Mineralbestand ist, abgesehen von Quarz, Feldspat und Glimmer in den sandführenden und abgesehen von den tonigen Substanzen in den tonführenden Gesteinen, abgesehen auch von den seltenen Akzessorien Pyrit und Apatit, ein äußerst eintöniger. Der einzige wesentliche Bestandteil ist ein etwas ankeritischer Dolomit, der teils in unregelmäßigen bis 0,01 mm großen xeno-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

morphen Körnern, teils in bis zu 0,9 mm großen automorphen Rhomboedern auftritt. Er umschließt gern tonige oder bituminöse Substanzen, und zwar um so mehr, je kleiner die Körner sind. Die größten und reinsten Individuen erscheinen auch öfters als xenomorphe Füllmasse zwischen den anderen Bestandteilen. Alle Oolithe bestehen aus Dolomit. — Der Gips in den Knotengipsdolomiten tritt in bis 1 cm großen Konkretionen auf, die öfters ausgelaugt sind. In den spätigen Gipsdolomiten hingegen bildet er große nach der Hauptspaltfläche tafelige Kristalle, die mit der Spaltfläche meist parallel der Schichtfläche liegen und die Dolomitkristalle oder die Oolithe poikilitartig umschließen. — Chalcedon ist ein häufiger nebensächlicher Gemengteil und erinnert uns an die Carneolbänke des Chirotheriensandsteins. — Kalkspat tritt uns nur als sekundäres Ausfüllungsmaterial von Hohlräumen, besonders auch als solches derjenigen des stets von oben her ausgelösten Knotengipses auf. — Als ferneres Zersetzungsprodukt trifft man allüberall Eisenhydroxyd.

Die Struktur der reinen grobkörnigen Dolomite kann man als panidiomorph-körnig, die der unreinen als psammitisch und pelitisch, die der spätigen Gipsdolomite als poikilitisch bezeichnen. Die Textur ist im allgemeinen schichtig, wird aber um so mehr massig, je reiner der Dolomit wird. Selten findet sich Sintertextur wie bei den Kalaharikalken Passarge's[1]. Ausgelaugte fossilreiche Bänke werden gern rauchwackenähnlich, ausgelaugte Knollengipse löcherig.

Über den chemischen Befund geben nachstehende Analysentabellen Auskunft. Diese Ergebnisse befinden sich im allgemeinen in guter Übereinstimmung mit dem mineralogischen Befund. Es ist nur zu beachten, daß zwar im allgemeinen das Verhältnis $CaCO_3 : MgCO_3 = 1 : 1$ ist, also der Dolomitzusammensetzung entspricht, aber doch in einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Fällen zuungunsten des Calciums davon abweicht. Dies entspräche dem Vorkommen von Magnesit, der zwar mikroskopisch nicht bestimmt wurde, was seinen Grund in der Schwierigkeit der Feststellung haben kann. Der Überschuß an Magnesium wird noch viel größer, wenn man das Eisen wenigstens zum großen Teil mit an Kohlensäure gebunden erachtet. So käme man bei manchen Gesteinen auf einen Magnesit- bezw. Sideritgehalt von etwa 10%. Zu einer ähnlichen Betrachtung fordert aber auch die Tatsache heraus, daß in den Gesteinen doch nicht unerhebliche Mengen von sekundärem Kalkspat gefunden wurden, der sich aus vielen Analysen ohne die Annahme vom Vorhandensein von Magnesit oder Braunspat nicht errechnen läßt. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß diese Mineralien in geringer Menge in den Gesteinen vorhanden sind.

Gehen wir nach diesen Feststellungen zur Betrachtung der lithogenetischen Verhältnisse im Rötmeer über, so beachten wir zunächst den unbestritten litoralen Charakter aller Rötbildungen. Gegen Ende der Zeit des mittleren Buntsandsteins tritt

[1] S. Passarge, Die Kalahari. Berlin 1904.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

No.	Stufe	In HCl unlösl.	Fe_2O_3, Al_2O_3 u. FeO	CaO	MgO	Glühverlust	Sa.	Berechnet CO_2	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$MgCO_3 : CaCO_3$
1	so_3	8,76	1,74	26,66	19,01	43,44	99,61	41,83	47,57	39,93	1 : 1,004
2	so_3	31,33	2,08	20,94	14,28	31,91	100,54	32,02	37,37	29,83	1 : 1,0543
3	so_2	81,36	2,40	4,85	3,31	7,64	99,56	7,41	8,66	6,91	1 : 1.055
4	so_2	16,75	2,17	24,22	18,16	38,15	99,45	38,81	43,22	37,97	1 : 0.9594
5	so_1 VIII	16,39	4,59	23,34	17,11	37,94	99,37	36,62	41,63	35,44	1 : 0.9898
6	so_1 VIII	62,64	1,88	10,68	7,65	16,37	99,22	16,71	19,04	16,00	1 : 1,0024
7	so_1 VIII	8,46	1,23	28,17	19,56	42,69	100,11	43,05	50,27	40.51	1 : 1.045
8	so_1 VIII	22,6 lösl.Sil. 4,5	1,4 u. FeO =0,68	—	—	—	97,60	—	35.5	32,5	1 : 0.9203
9	so_1 VIII	46,87	1,62	15,51	11,60	24,53	100,13	25,57	27.66	24,02	1 : 0,970
10	so_1 VIII	66,7 lösl.Sil. 4,8	0,9	—	—	—	101,5	—	16,0	13,1	1 : 1.029
11	so_1 VIII	31,3	1.2	—	—	—	99,7	—	37,5	29,7	1 : 0,9019
12	so_1 VI	3,13	1,42	29,39	20,58	45,23	99,75	45,09	52,43	42,63	1 : 1.036
13	so_1 VI	2,72	2,26	—	—	—	98,65	—	34,50	14,96	$CaSO_4$ 1 44.21 1.94
14	so_1 V	17,70	1,49	25,15	17.25	38,40	99.99	38,38	44,87	35,73	1 : 1,058
15	so_1 III	18,48	2,63	24,06	17,12	37,68	99,97	37.37	42,91	35,46	1 : 1.020
16	so_1 III	22,22	2,79	22,99	16,14	35,92	100,06	35,48	41,02	33.43	1 : 1.034
17	so_1 II	3.21	2,77	29,24	19,85	44,83	99,90	44,38	52,16	41,10	1 : 1,069

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Makroskopischer Befund	Mikroskopische Ergänzung	Fundstelle	Analytiker
rötlichgrauer, fossilreicher typischer Dolomit	dichter, fein- bis mittelkrist., wenig verunrein. Dolomit	Kugelberg O (Bl. Orlamünde) Vulgarisdolomit	Adolf
toniger, sandiger Dolomit, z. T. Sandstreifen führend	feinkr. tonig., stellenweise sand. Dolomit	Dorlberg O (Bl. Bürgel) 1. Bank unter Vulgarisdolomit	Adolf
grüner. toniger Dol. mit sandig. Streifen	Sandstein mit dolom. Bindemittel	Dorlberg (Bl. Bürgel)	Adolf
grauer u. grünl. Dol., sandig u. tonig	fein- bis mittelkrist., z. T. sandig. Dolomit	Gr.-Löbichau (Bl. Bürgel) 2. Bank über Malachitbank	Adolf
graugrüner, toniger Dolomit	feinkrist., dichter Dolomit	Kugelberg—Gumperda (Bl. Kahla) Bank über Rhiz.-Dolomit	Adolf
graugrüner, fossilreicher, stark sand. Dolomit	Sandstein bis stark sand. feinkrist. Dol.	Str. von Gr.-Löb.—Jenalöbnitz (Bl. Bürgel) Rhizokoralliumdolomit	Adolf
graugrüner Dolomit	dichter, feinkr. Dol. mit sandig. Streifen	Kugelberg—Gumperda (Bl. Kahla) Rhizok.-Dolomit	Adolf
—	—	Kugelberg—Gumperda Rhizok.-Dolomit	E. E. Schmid
sandiger, graugrüner Dolomit	feinkr., dichter, z. T. stark sand. Dolomit	Drakendorf (Bl. Kahla) Rhizok.-Dolomit	Adolf
—	—	Jenzig (Bl. Jena) Rhizok.-Dolomit	E. E. Schmid
—	—	Hausberg (Bl. Jena) Rhizok.-Dolomit	H. Wackenroder (28)
gelber, mürber, toniger Dolomit	trüber, feinkrist. Dolomit	Wöllnitz (Bl. Jena) Muschelbreccie, ob. Teil	Adolf
—	—	Talstein (Bl. Jena) Muschelbreccie	H. Schillbach
ieml. harter, gelber Dolomit	grobkristalliner, z. T. toniger Dolomit	Kugelberg—Gumperda (Bl. Kahla) Horizont d	Adolf
arter, blaugrüner, schwach toniger Dolomit	dichter, feinkrist., z. T. sand. Dolomit	Wöllnitz (Bl. Jena) Sauriersandstein	Adolf
grüner, harter, sandiger Dolomit	feinkrist., dichter, toniger Dolomit	Str. Großlöb.—Jenalöbnitz (Bl. Bürgel) Sauriersandstein	Adolf
arter, dichter, gelbgrauer Dolomit	mittelkrist., schwach toniger Dolomit	SSO v. Gr.-Löbichau (Bl. Bürgel) Bank über Tenuisbank	Adolf

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

No.	Stufe	In HCl unlösl.	Fe_2O_3, Al_2O_3 u. FeO	CaO	MgO	Glühverlust	Sa.	Berechnet			
								CO_2	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$MgCO_3 : CaCO_3$
18	so_1 II	3,19	1,84	29,87	19,91	45,63	100,54	45,03	53,46	41,24	1 : 1,032
19	so_1 II	2,37	1,81	29,34	20,17	45,43	99,12	44,81	52,33	41,78	1 : 1,053
20	so_1 II	28,60	5,84	19,74	14,26	31,74	100,18	30,89	35,21	29,53	1 : 1,006
21	so_1 II	1,80	2,23	29,97	20,20	45,79	99,99	45,33	53,45	41,83	1 : 1,077
22	so_1 II	2,53	2,10	32,24	17,78	45,59	100,24	44,50	57,51	36,82	1 : 1,347
23	so_1 II	8,78	2,34	27,60	18,78	42,62	100,12	41,95	49,23	38,89	1 : 1,066
24	so_1 II	26,83	3,20	—	—	—	100,45	—	29,01	30,67	$CaSO_4 + 2H_2O$ 10,74 1 : 0,797
25	so_1 II	19,52	2,56	24,76	16,70	36,88	100,42	37,47	44,17	34,60	1 : 1,076
26	so_1 II	24,51	3,35	21,93	15,41	34,13	99,33	33,85	39,12	31,91	1 : 1,033
27	so_1 I	49,98	4,46	14,53	8,89	21,59	99,47	21,01	25,92	18,41	1 : 1,186
28	so_1 I	24,16	5,41	21,97	13,72	34,53	99,79	32,10	39,18	28,42	1 : 1,162
29	so_1 I	20,13	2,60	23,51	16,54	36,78	99,56	36,29	41,94	34,25	1 : 1,032
30	so_1 I	64,26	3,30	9,65	6,77	16,14	100,12	14,89	17,22	14,03	1 : 1,034
31	so_1 I	20,53	2,53	23,51	16,87	36,55	99,99	36,67	41,93	34,94	1 : 1,011
32	so_1 I	21,68	3,77	22,06	16,01	35,70	99,22	34,59	39,35	33,17	1 : 0,999
33	so_1 I	40,67	3,22	17,35	12,05	26,65	99,94	26,61	30,94	24,95	1 : 1,045
34	so_1 I	31,31	4,17	19,11	14,11	31,08	99,81	30,22	34,10	29,21	1 : 0,983

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Makroskopischer Befund	Mikroskopische Ergänzung	Fundstelle	Analytiker
typischer, fossilreicher Dolomit	zieml. reiner, grobkrist. Dolomit	SO v. Schiebelau (Bl. Kahla) Tennisbank	Adolf
harter, fossilreicher, gelber Dolomit	zieml. reiner, mittel- bis grobkrist. Dol.	Gumperda NW (Bl. Kahla) Tennisbank	Adolf
dichter, graugrüner, tonig-sandiger Dol.	sandiger, mittel- bis grobkrist. Dolomit	Kugelberg—Gumperda (Bl. Kahla) Tennisbank (1)	Adolf
typischer, fossilreicher Dolomit	grobkrist Dolomit	Kugelberg—Gumperda Tennisbank (2)	Adolf
typ., fossilr. Dolomit	grobkrist. Dolomit	Kugelberg—Eichenberg (Bl. Kahla) Tennisbank	Adolf
typischer Dolomit	zieml. reiner, grobkrist. Dolomit	Drakendorf (Bl. Kahla) Tennisbank	Adolf
—	—	Drakendorf, Tennisbank	H. Schillbach
harter, fossilreicher, sandiger Dolomit	mittel- bis grobkrist. reiner bis sand. Dol.	Hausberg (Bl. Jena) Tennisbank	Adolf
grünl., toniger und grauer, sand. Dolomit	mittel- bis grobkrist. ton. u. sand. Dolomit	Str. Gr.-Löb.—Jenalöbnitz (Bl. Bürgel) Tennisbank	Adolf
gelber, toniger und sandiger Dolomit	mittelkrist., z. T. stark sandiger Dolomit	Gumperda N (Bl. Kahla) Horizont I (α?)	Adolf
graugrüner, harter, sandiger Dolomit	grobkrist, sandiger Dolomit	Gumperda NO (Bl. Kahla) Horizont I (α?)	Adolf
graugrüner, ausscheidend toniger Dolomit	grobkrist., sandiger u. toniger Dolomit	Kugelberg—Eichenberg (Bl. Orlamünde) Horizont I α	Adolf
graubrauner, sandig. Dolomit	Sandstein mit grobkristallinem Bindem.	Engerda SW (Bl. Rudolstadt) Horizont I	Adolf
östlich-grauer, sand. Dolomit	grobkrist. toniger Dolomit	Drakendorf (Bl. Kahla) Horizont I α	Adolf
graugelber, toniger Dolomit	mittelkristalliner, toniger Dolomit	Jenalöbnitz SSO (Bl. Bürgel) Horizont I α	Adolf
grüner, toniger und grauer, sand. Dolomit	toniger, mittel- bis grobkrist. Dolomit mit sand. Streifen	Str. Großlöb.—Jenalöbnitz (Bl. Bürgel) Horizont I α	Adolf
grüner, toniger und grauer, sand. Dolomit	mittel- bis grobkrist., z. T. stark sand. Dol.	Str. Großlöb.—Jenalöbnitz (Bl. Bürgel) Horizont I β	Adolf

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein allmähliches Einsinken des Landes unter den Meeresspiegel ein. Es wird viel klastisches Material, sei es durch Wasser oder Wind, zugeführt — die Gipsablagerungen also die hohe Konzentration der Salzlösungen sprechen für das letztere. Mit der Ausdehnung der Überflutung treten die sandigen Beimengungen immer mehr zurück und die tonigen nehmen zu. Mit zunehmender Tiefe des Meeres nehmen auch diese ab und die kalkigen Sedimente nehmen überhand (Übergang in den Muschelkalk). In diesen salzreichen Lagunen, für deren Salzreichtum ja auch die vielen Steinsalzpseudomorphosen und die mancherorts vorkommenden Salzlager des Röt sprechen, war wohl ein reiches organisches Leben, denn wir haben ganz aus Kalkschalen bestehende Bänke, und diese Tiere müssen doch von etwas gelebt haben. Es haben also offenbar auch hier, wie es für manche Buchten des Mittelmeeres nachgewiesen ist, Zeiten besonders reichen floristischen (Algen etc.) und Zeiten besonders reichen faunistischen Lebens in Wechselwirkung miteinander gestanden. Dazwischen haben wieder vollständige Trockenlegungen stattgefunden, wie die Trockenrisse und die Steinsalzpseudomorphosen beweisen. In den ausgedehnten Faulschlammbildungen, die auf genannte Weise zustande kamen, erfolgte die Bildung von Ammoniumcarbonat. Dieses erzeugt aus dem Meerwasser die Fällung von Calciumcarbonat, z. T. jedenfalls in Form von Sphärolithen. Es tritt weiterhin die Bildung von Magnesiumcarbonat aus Magnesiumsulfat und -chlorid ein. Dies bleibt aber erfahrungsgemäß größtenteils als Magnesiumbicarbonat in Lösung. Wir haben demnach jetzt folgende Sedimente: Terrestrischen Sand und Staub, zoogene Kalke, minerogene Kalke (meist oolithisch), etwas durchsetzt mit Magnesium- oder Ammoniummagnesiumcarbonat (schwerlöslich) und mit Fäulnisprodukten, event. auch Gips und Steinsalz. Diese Sedimente werden durchtränkt von Lösungen, welche enthalten: Ammoniumsulfat und -chlorid, Magnesiumsulfat und -chlorid, Magnesiumbicarbonat und Chlornatrium neben freier Kohlensäure. Tritt nun später eine Druckerhöhung und Erwärmung ein, so sind alle Bedingungen gegeben, unter welchen sich die Sedimente, teils nach dem Schema von Spangenberg, teils nach dem von Pulfrich, in Dolomit umwandeln können. Dabei kann auch Gips neu entstehen, und die spätigen Gipsdolomite sind vielleicht so entstanden, wie wir umgekehrt in den Rötgipsen auch Dolomitkriställchen antreffen.

Wir sehen, die Sache ist reichlich verwickelt, aber die Natur hat eben immer, wie schon Goethe sagt, verschiedene Wege, um zum gleichen Ziele zu gelangen. Wir haben gedacht, die Rötdolomite bildeten ein einfaches Problem, und es hat sich gezeigt, daß es besonders verwickelt ist. Immerhin dürfte einige Klärung geschaffen sein. Vielleicht sind andere Dolomite in einfacherer und eindeutigerer Weise lithogenetisch zu betrachten.

Jena, Mineralog. u. Geol. Institut, im April 1921.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 1921

Autor(en)/Author(s): Linck Gottlob Eduard, Adolf G., Pulfrich M.

Artikel/Article: Über die Darstellung des Dolomits und die Dolomite des Röt in der Umgebung von Jena. 545-558