

550.643

5

D 486

bd. 67

1915

Geol.

Pat 5
20190
6874

Zeitschrift

der

Deutschen Geologischen Gesellschaft.

Aufsätze.

1. Über Dolomitisierung und Verquarzung in Kalken des Mitteldevons und Karbons am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges.

34

Von Herrn FRITZ M. BEHR.
(Hierzu Tafel I und II.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Die Dolomitisierung des Kohlenkalkes von Cromford und deren Nebenerscheinungen	5
I. Die Dolomitisierung	5
II. Die Verquarzung	7
III. Die übrigen Mineralien: Carbonate und Sulfide	14
IV. Die Genesis des Dolomites	16
Die Dolomitisierung und Verquarzung im Elberfelder Kalkzuge	23
I. Die Dolomitisierung	24
II. Die Verquarzung	27
III. Die Verkieselung	30
IV. Die Sulfide und Braunspäte	30
V. Ergebnis	32
Die Dolomitisierung im Massenkalkzug östlich von Elberfeld	35
Die Verquarzung im Mitteldevon von Warstein (Westfalen)	37
Zusammenfassung und Schluß	46

Einleitung.

So alt wie der Begriff des Dolomites selbst ist auch der Streit um seine Bildung in der Natur. Wohl allgemein ist heute angenommen, daß er sich meist nicht primär ausgeschieden hat, wenn wir ihn heute als Sediment antreffen, obwohl auch das Vorkommen derartiger Fälle durch PHILIPPI und andere bekannt geworden ist, sondern daß er das Produkt mannigfaltiger geochemischer Prozesse, das Endergebnis der Metasomatose eines Kalksteines zu Dolomit durch Neuaufnahme von Magnesium in der Form wässriger Lösung des Chlorides oder Bikarbonates darstellt.

Ac 3/20/42

Die Dolomite des Rheinischen Schiefergebirges haben alle die auftretenden und wieder verworfenen Erklärungsversuche, von v. HUMBOLDT und LEOPOLD v. BUCH (7) angefangen, getreulich mitgemacht. Davon sind heute zwei große Gruppen übrig geblieben: einmal die primären, das heißt die als Dolomite niedergeschlagenen oder sofort nach dem Absatz als Calciumkarbonat umgewandelten Sedimente des Devons und Karbons, vornehmlich auf der linken Rheinseite, und zweitens die sekundären Dolomite, welche die Umwandlung erst nach der Verfestigung, wahrscheinlich in ganz junger Zeit erlitten haben. Über die Genesis dieser Vorkommen, welche sich hauptsächlich auf der rechten Rheinseite, am Nordrand des Schiefergebirges und in den eingefalteten Mulden von Attendorn und an der Lahn finden, gehen die Ansichten auseinander. Die eine Auffassung läßt die Dolomitisierung durch Einwirkung der Atmosphärrilien von oben her, die andere auf Gangspalten durch aufsteigende Lösungen von unten her erfolgen. Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit wird sein, die Richtigkeit dieser Ansichten in der Anwendung auf die Dolomite am Nordrand des Schiefergebirges und die Möglichkeit der einen wie der anderen Erklärung nachzuprüfen.

Die Anregung dazu verdanke ich Herrn Geheimrat STEINMANN, meinem hochverehrten Lehrer, dem ich für sein lebhaftes und dauernd während der Ausführung der Arbeit bewahrtes Interesse, für seine gütigen Ratschläge und Winke stets meinen ergebensten Dank bewahren werde.

Zu danken habe ich auch meinem lieben Freunde cand. chem. GROSS-Düsseldorf, welchem ich die Analysen verdanke, die in der Arbeit verwandt worden sind.

Durch Überlassung von Material und Ratschläge aller Art unterstützten mich: Herr Professor WEGNER-Münster durch Überlassung von Vergleichsmaterial aus dem mineralogisch-geologischen Museum in Münster, Herr Dr. HENKE-Berlin durch Führung auf Vergleichsexkursionen in der Attendorner Mulde, Herr Professor AULICH-Duisburg durch Material aus der Sammlung der Königl. Maschinenbau- und Hüttschule, Herr Dr. SCHÜRMAN-Beuel b. Bonn durch Vergleichsmaterial und Herr Bergreferendar MASLING-Dortmund durch liebenswürdige und selbstlose Überlassung seiner Kartierungsergebnisse in der Umgegend von Warstein; allen diesen sei hier der geschuldete Dank nochmals ausgesprochen.

Die Arbeit wurde ausgeführt während der akademischen Ferien Herbst 1913 und Frühjahr 1914, begonnen wurde sie bereits im Frühjahr 1913, durch eine mehrmonatige Studienreise in Sizilien und Italien jedoch unterbrochen.

Quellenangabe.

- 1) 1909 f. BEYSCHLAG, KRUSCH, VOGT: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine.
- 2) 1863 f. BISCHOF: Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.
- 3) 1906. BÖKER: Die Mineralausfüllung der Querverwerfungsspalten im Bergrevier Werden und einigen angrenzenden Gebieten. Glückauf, B.- u. H. Zeitschrift.
- 4) 1891. BÖMER: Beiträge zur Kenntnis des Quarzes. N. Jahrb. Min. usw. Beil.-Bd. 7.
- 5) 1910 f. BORNHARDT: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Abh. Preuß. Geol. Landesanst.
- 6) 1906. BRAUNS: Über die Eisenkiesel von Warstein i. W. N. Jahrb. Min. usw. Beil.-Bd. 21.
- 7) 1824. v. BUCH: Über das Vorkommen des Dolomites in der Nähe der vulkanischen Gebilde der Eifel. In NÖGGERATH: Rheinl. und Westfalen. Bd. 3.
- 8) 1893. DANTZ: Der Kohlenkalk in der Nähe von Aachen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 45.
- 9) 1855. v. DECHEN: Geognostische Übersicht des Regierungsbezirkes Arnsberg. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf.
- 10) 1884. v. DECHEN: Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Bd. II.
- 11) 1901. DELKESKAMP: Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten und ihre Entstehung durch Zersetzung des dolomitisierten *Stringocephalenkalkes*, resp. Zechsteindolomites. Zeitschr. f. prakt. Geol. Vgl. hier auch die übrige Lahnliteratur.
- 12) 1894. DENCKMANN: *Clymenien*-Quarzite und -Hornsteine bei Warstein i. Westfalen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.
- 13) 1902. DREVERMANN: Über eine Vertretung der Étroeuungstufe auf der rechten Rheinseite. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.
- 14) 1913. ELSCHNER: Korallogene Phosphatinseln Australozeaniens und ihre Produkte. Lübeck.
- 15) 1908. ERDMANNSDÜRRFFER: Quarzkristalle mit Fossilresten aus dem westfälischen Massenkalk. Monatsber. Deutsch. Geol. Ges.
- 16) Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen 1:25 000: Blatt Hagen, Hohenlimburg, Iserlohn. Blatt Rettert, Eisenbach, Girod, Schaumburg, Mengerskirchen, Limburg, Hadamar, Kettenbach.
- 17) 1904. The Atoll of Funafuti. Borings into a Coral Reef and the Results being the Report of the Coral Reef Committee of the Royal Society. London.
- 18) 1844. GRANDJEAN: Die Dolomite und Braunsteinlagerstätten im unteren Lahntale. N. Jahrb. Min. usw.
- 19) 1914. GRANIGG und KORRITSCHNER: Die geologischen Verhältnisse des Bergbaugebietes von Mieß in Kärnten. Zeitschr. f. prakt. Geol.
- 20) 1882. v. GRODDECK: Zur Kenntnis des Oberharzer Kulm. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt.
- 21) 1871. GROTH: Quarzkristalle von Rathlinghausen, östl. Brilon. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.
- 22) 1863. HAHN: Geognostische Beschreibung des Distrikts der Lindener Mark und ihrer nächsten Umgebung bei Gießen usw. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.
- 23) 1894. HÖGBOM: Über Dolomitbildung und dolomitische Kalkorganismen. N. Jahrb. Min. usw.

24) 1896. HOFFMANN: Das Zinkvorkommen von Iserlohn. Zeitschr. f. prakt. Geol.

25) 1895. HOLZAPFEL: Das obere Mitteldevon (Schichten mit *Stringocephalus Burtini* und *Maeneceras terebratum*) im rheinischen Gebirge. Abh. Kgl. Geol. Landesanst. N. F. 16.

26) 1911. IRVING: Replacement Ore-Bodies and the Criteria for their Recognition. Economic Geolog.

27) 1903. KRUSCH: Über neue Galmeiaufschlüsse bei Schwelm i. Westf. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.

28) 1843. LEONHARD: Handwörterbuch der topographischen Mineralogie.

29) 1901. LINDGREN: Metasomatische Prozesse auf Gängen. Transact. of the Am. Inst. of Min. Eng. Washington Meeting, February 1900. Referat: Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901.

30) 1900. LOTZ: *Pentamerus*-Quarzit und Greifensteiner Kalk. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst.

31) 1855. v. D. MARCK: Die Quarzkristalle von Haßley, deren Umhüllung und Entstehung. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

32) 1873. v. D. MARCK: Über die Schlemmproben des feineren Höhlenletzens der Balver Höhle. Corr.-Bl. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

33) 1914. PAECKELMANN: Das Oberdevon des Bergischen Landes. I. Teil: Der Massenkalk im Liegenden des Oberdevons. Abh. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. 70. Vgl. hier auch die ausführlichen Literaturangaben über das Elberfelder Gebiet.

34) 1907. PFAFF: Über Dolomit und seine Entstehung. N. Jahrb. Min. usw. Beil.-Bd. 23.

35) 1907. PHILIPPI: Über Dolomitbildung und chemische Abscheidung vom Kalk in heutigen Meeren. N. Jahrb. Min. usw. Festband.

36) 1913. QUIRING: Zur Stratigraphie und Tektonik der Eifelkalkmulde von Sötenich. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst.

37) 1913. QUIRING: Eifeldolomit und altriadische Verebnung. Zentralblatt f. Min., Geol., Pal.

38) 1887. ROTH: Chemische Geologie. Bd. II.

39) 1852. F. SANDBERGER: Über die geognostische Zusammensetzung der Umgegend von Weilburg. Jahrb. Nat. Ver. Nassau.

40) 1882. SCHULZ: Die Eifelkalkmulde von Hillesheim. Jahrb. Kgl. Preuß. Landesanst.

41) 1903. SKEATS: The Chemical Composition of Limestones from upraised Coral Islands, with Notes on their Microscopical Structures. Bull. Mus. Comparat. Zoology. Harvard 42.

42) 1898. SPURR: Geology of the Aspen Mining District, Colorado. Monogr. of the U. S. Geol. Survey V. 31.

43) 1912. STEINMANN: Über das Vorkommen und die Entstehung von Quarzkristallen im Kalk des Bröhlthals. Sitzungsber. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

44) 1895. STOCKFLETH: Die geographischen, geognostischen und mineralogischen Verhältnisse des südlichen Teiles des Oberbergamtes Dortmund. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

45) 1894. STOCKFLETH: Das Erzvorkommen auf der Grenze zwischen Lenneschiefer und Massenkalk im Bergrevier Witten. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

46) 1860. TRAINER: Das Vorkommen des Galmeis im devonischen Kalkstein bei Iserlohn. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf.

47) 1896. WALDSCHMIDT: Zur geologischen Karte von Elberfeld-Barmen. Jahresb. Naturw. Ver. Elberfeld.

48) 1909. ZIMMERMANN: Kohlenkalk und Kulm des Velberter Sattels im Süden des westfälischen Karbons. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. Vgl. hier auch die ganze ältere Literatur.

49) 1909 ZIMMERMANN: Das Unterkarbon von Rabingen bis Aprath. „Glückauf“. B. u. H. Zeitschr.

Die Dolomitisierung des Kohlenkalkes von Cromford und ihre Nebenerscheinungen.

Das am weitesten westlich, dem Rhein also am nächsten gelegene Vorkommen von Kalk, vergesellschaftet mit Dolomit, ist das bekannte Karbonvorkommen von Cromford bei Ratingen, etwa 15 km nördlich Düsseldorf, welches, neben älteren Autoren, von DREVERMANN (13) und neuerdings von ZIMMERMANN eingehend untersucht worden ist. Bei diesem letzteren findet sich außerdem eine ausgedehnte Literaturangabe.

Die geologische Stellung war lange strittig. DREVERMANN hat den Kalk in die Étroeuungstufe gestellt, was durch ZIMMERMANN (48) und die eingehende Bearbeitung der reichen Fauna in eine Stellung in das Viséen berichtigt worden ist. Die genaue Altersbestimmung des Dolomites erschwert sich dagegen durch die Fossilarmut ungemein. Man kann jetzt jedoch schon sagen, daß er sicherlich keinen einheitlichen Horizont, sondern ein dolomitisirtes Profil durch einen großen Teil des ganzen Kohlenkalkes darstellt.

I. Die Dolomitisierung.

Der reine Dolomit ist im frischen Zustande von silbergrauer bis dunkelgrauer Farbe und seidigem Glanz. Die Dolomitrhomboëder, welche das grobkristalline Gestein zusammensetzen, erreichen eine Größe von 0,8 bis 1,0 cm. Ein mikrokristalliner oder dichter Dolomit, wie wir ihn sonst häufiger im Rheinischen Schiefergebirge antreffen, tritt hier nicht auf. Durch die Einwirkung der Atmosphärien wird die Überführung des Eisengehaltes in das Hydroxyd und dadurch eine Braunfärbung des Dolomites bewirkt, welche von den vielen das Gestein durchziehenden Klüften und Spalten ausgeht. Man findet daher zahlreiche größere und kleinere Blöcke, in welche das Gestein bei der Verwitterung zerfällt, welche bis auf einen kleinen frischen Kern mehr oder weniger bräunliche Farbe angenommen haben. Dem gleichen Vorgange unterliegen auch die zahlreichen Kristalle und Kristallgruppen von Dolomit, welche sich auf den Spalten und in den Hohlräumen des Gesteines angesiedelt haben. Einzelne davon sind erst leicht hellbraun überhaucht, andere von tief dunkelbrauner Farbe. Hierauf scheint die Bemerkung ZIMMERMANN'S von den in Braun-

eisen umgewandelten Kalkspatkristallen hinzudeuten. Ich habe derartige Pseudomorphosen von Brauneisen nach Kalkspat nicht aufzufinden vermocht, da sich alle von mir untersuchten Individuen beim Zerschneiden als Dolomitmikrokristalle erwiesen, welche von einer dunkelbraunen Außenrinde überzogen und daher wohl Pseudomorphosen von Brauneisen nach Dolomit sind. Auch die Kristallform, an welcher eine Nachprüfung mittels des Goniometers wegen der schlechten Flächen nicht ausführbar ist, läßt eher auf Dolomit als auf Kalkspat schließen. Neben dem einfachen Rhomboëder treten noch Kristallaggregate in der mannigfaltigsten Form sowie linsenförmige Gestalten auf, welche an gewisse Eisenspatkristalle des Siegerlandes (5) oder Mesithinspate aus den Südalpen erinnern.

Unter dem Mikroskop stoßen die das Gestein zusammensetzenden Dolomitmikrokristalle zum Teil geradlinig aneinander, zum Teil bilden ihre Grenzen neben der gewöhnlichen, mosaikartigen eine eigenartige treppenförmige Verzahnung. Zahlreiche Einlagerungen von färbenden Eisenverbindungen machen den Schliff trüb und undurchsichtig und sammeln sich hauptsächlich auf den Spalttrissen und auf den Grenzflächen zweier Nachbarindividuen an. Bei gekreuzten Nicols zeigen die Dolomitrhomboëder eine stark undulöse Auslöschung, welche auf Kristallisationsdruck bei der Umwandlung des Kalkes oder nachträgliche Gebirgsbewegungen zurückzuführen ist.

Neben diesem Vorkommen als gesteinsbildendes Mineral tritt der Dolomit bei Cromford auch gangförmig auf, und zwar sowohl allein für sich als auch im wechselnden Verhältnis mit Quarz gemengt. Die Dolomitgänge heben sich durch ihre helle, weiße bis schwachrötliche Farbe sehr scharf ab. Die einzelnen Individuen sind meist kleiner wie in analogen Kalkspatgängen und verraten ihre Zusammensetzung außerdem auch durch die schlechte Spaltbarkeit. Daneben scheiden diese Gänge bei Behandlung mit heißer Salzsäure reichlich gelatinöse Kieselsäure ab.

Diese Dolomitgänge haben in der Literatur schon verschiedentlich Erwähnung gefunden, sind aber nie als solche, sondern als unreine oder „ankeritische“ Kalkspatgänge (3) gedeutet worden. Da mir davon Analysen nicht bekannt geworden sind, habe ich mehrere dieser Gangausfüllungen untersuchen lassen und bin dabei zu überraschenden Resultaten gelangt. Die chemische Zusammensetzung eines solchen Ganges, der durch beginnende Umwandlung des Eisengehaltes schwachgelblich gefärbt ist und verhältnismäßig große und gutspiegelnde Spaltflächen aufweist, ist:

CaCO_3 . . .	54,06
MgCO_3 . . .	42,28
Fe_2O_3 . . .	1,45
SiO_2 . . .	2,24
	<hr/>
	100,03

Betrachten wir diesen Befund, so fällt uns zunächst seine große Annäherung an die Zusammensetzung eines Normaldolomites auf, welche

CaCO_3 . . .	54,35
MgCO_3 . . .	45,65

beträgt. Faßt man nun, wie allgemein üblich, den Eisen- und Magnesiumgehalt als Karbonate in dem Resultat zusammen, so erhält man:

CaCO_3	54,06
$\text{MgCO}_3 + \text{FeCO}_3$.	44,29

oder auf 100 berechnet:

CaCO_3	54,96
$\text{MgCO}_3 + \text{FeCO}_3$.	45,04
	<hr/>
	100,00

Der Eisen-Magnesiumgehalt bleibt also nur um 0,61% hinter dem des normalen Dolomites zurück, und die Gangfüllung entspricht einem normalen Dolomit. Von einem „ankeritischen Kalkspat“ zu sprechen, wie BÖKER (3) dies tut, halte ich nicht für richtig, besonders wenn man mit KLOCKMANN, DANA und anderen als Ankerit einen Dolomit bezeichnen muß, in welchem der Eisengehalt prozentual den Magnesiumgehalt überwiegt.

II. Die Verquarzung.

Nächst dem Dolomit tritt in dem Vorkommen von Cromford am häufigsten der Quarz auf. Ebenso wie den Dolomit finden wir ihn sowohl in dem Gesteine selbst in kleinen Individuen als auch auf den Klüften aufgewachsen, wo er ganz bedeutende Größe erreichen kann.

Betrachtet man zunächst den Quarz im Gestein selbst, so bemerkt man schon makroskopisch, daß er erstens Hohlräume im Dolomit ausfüllt. Zweitens zeigt er auch in manchen Fällen Idiomorphie, und auch die beim Herauspräparieren dieser Individuen zurückbleibenden Hohlräume zeigen, daß sich der Dolomit nach dem Entstehen des Quarzkristalles gebildet haben muß. Es ragen von ihm keinerlei Spitzen oder Kanten in den Hohlraum hinein, sondern die Wände desselben erscheinen glatt und lückenlos. Dies beweist nun schon, daß der Quarz sowohl gleichzeitig mit dem Dolomit als auch nach ihm sich gebildet hat. Der Quarz in dem Gestein weist sehr starken Glanz auf, während ihm zonarer Aufbau fehlt. Er ist vielmehr farblos-wasserhell.

In bedeutender Größe tritt derselbe, außer im Gestein selbst, auch in schöner Ausbildung auf den Klüften des Gesteines auf. Kristalle bis zu 12 Zentimeter Länge bei 5 bis 6 Zentimeter Dicke sind nicht selten. Meist ist er mit der Basis aufgewachsen und zeigt neben dem Prisma die beiden gleichwertigen Rhomboëder. Ist die Aufwachsungsfläche dagegen eine Rhomboëder- oder Prismenfläche, so entstehen doppelseitig modellartig ausgebildete Kristalle. In manchen Fällen tritt dann das Prisma fast bis zum Verschwinden zurück und ist nur noch als feine, mit dem bloßen Auge kaum wahrzunehmende Linie zu erkennen. Ein zonarer Aufbau ist sehr häufig, besonders bei großen Individuen, die Farbe ist überaus mannigfaltig, am häufigsten sind hellrauchbraune und gelbe Kristalle, während wasserhell-farblose mehr in den größeren Hohlräumen des Gesteines auftreten.

Neben aufgewachsenen Kristallen finden wir aber auch Gänge, welche von solchem wasserklaren Quarz gebildet werden, seitlich jedoch meist rasch auskeilen und in Dolomitgänge übergehen; sie geben so zu erkennen, daß es sich mehr um Ausfüllungen flacher, linsenförmiger Hohlräume als um echte Gänge handelt.

Schliffe des Gesteines lassen unter dem Mikroskop noch deutlicher das gegenseitige Verhältnis von Quarz und Dolomit erkennen. Handelt es sich in dem einen Falle um die Ausfüllung eines bei der Bildung des Dolomites übrig gebliebenen Hohlraumes, wie die in denselben hineinragenden Kanten und Ecken des Dolomitrhomboëders deutlich wahrnehmen lassen, so daß der Quarz also jünger ist als der umgebende Dolomit, so treten auch regelmäßige hexagonale Schnitte vollkommen ausgebildeter Quarzkristalle auf, welche von den unregelmäßig begrenzten Dolomitrhomboëdern umgeben werden. In diesem Falle muß also der Quarz vor der Bildung des Dolomites vorhanden gewesen, also älter als dieser oder wenigstens gleichaltrig mit ihm sein.

Der Quarz selbst zeigt sich frei von trüben oder färbenden Einschlüssen, wie sie im Dolomit sehr zahlreich auftreten und, wie oben erwähnt, aus Eisen- und Tonerdeverbindungen bestehen. Während der Dolomit vielfach undulöse Auslöschung zeigt, fehlt diese im Quarz fast ganz.

Hervorzuheben ist noch die konstante Abnahme des Quarzgehaltes von den Gängen aus nach dem Innern des Gesteines zu. Während derselbe an jenen zu einem völligen Quarzgesteine sich steigern kann, verliert er sich mit der Entfernung sehr

rasch und ist im Innern großer, fester und unveränderter Blöcke völlig verschwunden.

Diese regelmäßige Abnahme des Gehaltes an Kieselsäure, welche sich nicht nur auf die unlösliche, den Quarz, sondern auch auf die lösliche erstreckt, kommt auch in der chemischen Analyse zum Ausdruck. Derselben sind zwei dem Anstehenden entnommene Proben des Dolomites unterworfen worden:

I ist ein stark verquarzter Dolomit in etwa 10 Zentimeter Entfernung von der offenen Kluft, an welcher sich nur noch ein Haufwerk von Quarzkristallen bei völligem Zurücktreten der Karbonate findet. Und zwar ist die lösliche wie die unlösliche Kieselsäure getrennt bestimmt worden.

II ist ein normaler, hellgrauer, vollkommen frischer Dolomit, der keine unlösliche Kieselsäure mehr enthält. Er ist etwa 50 Zentimeter von I entfernt dem dichten, unzerklüfteten und unangegriffenen Gesteine entnommen.

	I	II
CaCO ₃	52,60	54,90
MgCO ₃	42,05	41,89
FeCO ₃	4,21	2,57
Al ₂ O ₃	2,14	0,20
Lösl. SiO ₂	2,43	0,57
Unlösl. SiO ₂	11,35	—
	101,00	100,13

Die Menge der löslichen Kieselsäure geht also von 2,43 auf 0,57 mit der Entfernung vom Gange zurück und verliert sich endlich bis auf geringe Spuren, wie sich dies durch Behandlung in heißer Salzsäure an zahlreichen Proben feststellen ließ. Sie ist also abhängig von den kieselsäureführenden Lösungen, welche auf den Gängen aufstiegen, und stellt die letzte, seitliche Wirkung derselben dar. Daß diese Lösungen jedoch ebenfalls Karbonate geführt haben, geht aus der gleichzeitigen Bildung von Dolomit und Quarz zur Genüge hervor.

Nähert man sich in dem Kalksteinbruche von Cromford der Nordwand, welche denselben von dem unmittelbar dahinter gelegenen Dolomitbruche trennt, so sieht man einen allmählichen Übergang von dem reinen in den durch Dolomitisierung und Verquarzung stark veränderten Kalk. Es kann schon heute, wo der endgültige Durchschlag vom Kalk- zum Dolomitbruch und damit ein einwandfreier Aufschluß noch nicht geschaffen ist, keinem Zweifel unterliegen, daß hier an dieser Stelle diejenigen Funde und Ergebnisse zu erwarten sind, welche das wahre Verhältnis zwischen Kalk und Dolomit klarlegen werden.

Je näher man dieser Stelle kommt, um so häufiger findet man mit Quarzkristallen dichtbesetzte Klüfte im Kalkstein. Ebenso mehren sich die Dolomitrhomböeder in demselben, teils unregelmäßig im Kalk verteilt, teils zu Schnüren und Reihen angeordnet und dann augenscheinlich Drucksuturen und Klüften, auch den Grenzen der spätig erhaltenen Fossilien folgend. Endlich trifft man eine Zone intensiver Imprägnation des dichten Kalksteins mit Quarz, welcher mit einer Ausfüllung der Gänge und Auskleidung der Klüfte nicht Halt machte, sondern, beiderseits in das Nebengestein eindringend, dieses intensivst mit Kieselsäure imprägniert hat.

Diese Verquarzung des dichten Kalksteins macht sich schon makroskopisch durch die Farbenänderung stark bemerkbar, welche das Gestein erleidet. Der Kalk als solcher ist ein sehr dichtes, splitterig bis muschelrig brechendes Gestein von hellgrauer bis schwärzlicher Farbe. Die Fossilführung ist sehr wechselnd. Die Fossilien selbst sind meist mit Kalkspat erfüllt, oder nur ihre Schale ist in solchen umgewandelt, so daß sich dieselben, vor allem die sehr zahlreichen Crinoidenstielglieder, gut abheben.

Durch die Verquarzung ändert das Gestein je nach der Intensität derselben schnell die Farbe. Zunächst zeigen sich einige kleine dunkle Flecken oder seltener gut ausgebildete Quarzkristalle in wechselnder Größe, welche von den verquarzenden Gängen aus allmählich nach beiden oder nur einer Seite in den dichten Kalk eingewandert sind. Schon makroskopisch und äußerlich läßt sich durch ihre Härte und Angreifbarkeit durch Salzsäure zeigen, daß nur die kleineren dieser Kristalle voll ausgebildet sind, sich also nicht ritzen lassen, während die größeren Individuen durch zahlreiche Einlagerungen weicher sind und mit dem Stahl geritzt werden können. Auch durch die Farbe lassen sich diese Einlagerungen erkennen, da nämlich eine zonare Struktur bei diesen Quarzen ausgebildet zu sein pflegt, welche durch einen Wechsel von helleren und dunkleren, meist weißlichen und grauschwarzen Schichten hervorgerufen wird.

In einem Handstück, wie mir solche in großer Zahl vorliegen, und in welchen ein verquarzender Gang den Kalk durchzieht, heben sich äußerlich die Teile des eigentlichen Ganges ebenfalls durch hellere, meist wasserhelle Farbe des auf ihm ausgeschiedenen Quarzes hervor. Nach beiden Seiten ist der Kalk so intensiv verändert worden, daß er eine schwarze Färbung angenommen hat, welche nach den Rändern der Zone zum Kalk hin in eine grauschwarze übergeht, sich endlich nur noch in

einzelnen isolierten Flecken zeigt, um schließlich der normalen, hellgrauen Farbe des Kalkes zu weichen.

Die schon äußerlich und makroskopisch begründete Vermutung, daß die Verquarzung des Kalkes von den erwähnten Quarzgängen abgängig ist, wird durch die mikroskopische Untersuchung in vollem Maße bestätigt. Ich habe aus einer großen Anzahl von Dünnschliffen einige typische ausgesucht, welche die Verschiedenartigkeit der angetroffenen Verhältnisse zeigen, und will im folgenden eine eingehende Beschreibung derselben liefern.

Das Gestein des ersten Schliffes ist ein hellgrauer Kalk mit Crinoidenstielgliedern, durchzogen von zwei sich scharenden Quarzgängen.

U. d. M. sieht man zunächst in gewöhnlichem Licht auf der Kluft ausgeschiedenen, völlig farblosen und einschlußfreien Quarz, welcher zum Teil gute Pyramidenflächen zeigt. Die Ausbildung ist etwas stengelig, gute Prismenflächen fehlen. Zum Teil bemerkt man unter gekreuzten Nicols eine undulöse Auslöschung.

Das Nebengestein ist von kleinen, scharf mit Prisma und Pyramiden ausgebildeten Quarzkristallen erfüllt. Daneben treten größere Partien intensiver Infiltrationen auf, welche sich durch die einheitliche Auslöschung als einheitliche Quarzindividuen zu erkennen geben. Einschlüsse sind in großer Zahl zu beobachten und daneben auch durch scharfe Spaltrisse gekennzeichnete Crinoiden-Reste. Der Gehalt an kleinsten Partikelchen ist sehr groß und in Form einer gleichmäßigen, dunklen Pigmentierung im Gesteine verteilt. Zahlreiche kleine Quarzgänge zweigen von den großen ab und durchziehen das Gestein unregelmäßig nach allen Richtungen. Endlich hat ein erneutes Aufreißen des großen Ganges die Bildung eines ganz schmalen Quarzganges hervorgerufen, welcher von überaus feinkörnigen und kleinen Individuen erfüllt ist, in Gemeinschaft mit zahlreichen sonst fehlenden färbenden Eisenteilchen, welche wohl aus der Verwitterung von Pyrit hervorgegangen sein dürften. Das Aufreißen ist aber nicht genau den ursprünglich ausgebildeten Endflächen der Quarze erster Bildung erfolgt, sondern der zweite Gang wechselt zwischen diesen Grenz- und neuen Flächen, welche quer durch die ursprünglichen Quarzindividuen hindurchlaufen.

Das Gestein des zweiten Schliffes ist ein sehr versteinerungsreicher, schwarzgrauer Kalk, durch welchen sich ein heller Quarzgang zieht. Die Verquarzungszone ist nicht gleichmäßig ausgebildet; die dunklen Individuen des Quarzes sitzen teils

unmittelbar an dem Gange an, teils sind sie weiter in das Gestein vorgeschoben.

U. d. M. erkennt man einen schmalen Gang von einschlußfreiem, wasserhellem Quarz, welcher breite, sehr niedrige Quarzindividuen etwa von derselben Basisbreite wie Schliff I aufweist. In diesem Quarz gange sind Dolomitrhomboëder zur Ausbildung gelangt, welche sich von dem Kalk einmal durch die scharfe Ausbildung, dann aber auch durch die schlechte Spaltbarkeit und die dunklere, gelblich-braune Färbung unterscheiden.

Schon unter gewöhnlichem Licht sieht man zu beiden Seiten konzentrisch-lagenförmige Gebilde auftreten, deren Struktur durch unregelmäßigen Wechsel von hellen, wasserklaren und dunklen, durch zahlreiche Einschlüsse getrübten Lagen bedingt wird. Dieselben haben zum Teil die scharf umgrenzten Querschnittformen von Quarzkristallen mit Prisma- und Pyramidenflächen, zum Teil aber sind diese nur an der einen Seite ausgebildet, während die Querschnitte an der anderen allmählich in den dichten Kalkstein übergehen. Außerdem aber treten auch von solchen Individuen gebildete Gruppen auf, deren einzelne Individuen weder zu einander noch zum Gange selbst eine bestimmte Orientierung erkennen lassen.

Man bemerkt bei gekreuzten Nicols an günstigen Stellen und Schnitten, daß die Polarisationsfarben des Gangquarzes einheitlich sind mit mehr oder weniger großen Flächen im Nebengestein, und daß es diejenigen mit dem erwähnten zonaren Aufbau sind. Es bestehen also die wasserhellen Partien derselben aus Quarz, welcher zwar eine Kristallform angenommen zu haben scheint, in Wirklichkeit aber nur einzelne Lagen derselben bildet, während die übrigen von Lagen einer fremden Substanz, also hier Kalkspat, gebildet werden. Es sind dies die schwarzen Individuen, welche wir im Handstück zu beobachten vermögen, keine wahren, sondern Scheinkristalle, welche aus wechselnden Lagen von zonarem Aufbau von chemisch verschiedenen Substanzen gebildet werden, und deren gute Begrenzung von Lagen desjenigen Mineralen gebildet wird, dessen Form sie vortäuschen.

In diesen Scheinkristallen treten in manchen Schnitten eigenartige skelettförmig-unregelmäßige Quarzgebilde als Kerne auf, während diese in andern aus Kalkspat bestehen.

Neben diesem makroskopischen Quarzgehalte ist ein solcher in feiner Verteilung sehr häufig; dieser wird mikroskopisch durch die stärkere Auslöschung oder in einzelnen winzigen Partien durch die Färbung sichtbar. Man erkennt daneben noch einen hohen Gehalt an Kieselsäure in löslicher Form bei

der Behandlung mit Salzsäure, wenn er auch im Kalkstein nicht so stark auftritt wie im Dolomit; ich möchte mir die Besprechung dieser Erscheinung, besonders auch ihrer Genesis, für die Behandlung der analogen Vorgänge im Dolomit aufsparen.

Das Gestein des letzten Schliffes endlich ist ein mittelgrauer, etwas spätriger Kalkstein, in welchem mikroskopisch nur wenig Fossilreste zu erkennen sind, welcher sich aber unter dem Mikroskop als erfüllt von Crinoidentrümmern, Korallenstückchen und Foraminiferen erweist.

In dem mir vorliegenden Handstück ist die eine Ecke durch eine quarzbesetzte Kluftfläche gebildet, während zahlreiche Gruppen in dem Kalkstein selbst auftreten, ebenso wie in Schliff 2. Ganz weit entfernt von der Kluft lösen sich dieselben schließlich in wohlbegrenzte und gut spiegelnde Einzelkristalle auf.

Unter gekreuzten Nicols fallen zunächst die bisher noch nicht beobachteten zahlreichen kleinen Quarzvollkristalle auf. In der Mitte einschlußfrei, enthalten sie manchmal nach den Rändern zu zahlreiche Einschlüsse. Auch hier bilden sie wieder manchmal den innersten Kern eines großen Scheinkristalles. Daneben treten in den zahlreichen Kalkspaten, aus welchen zumal die Crinoidenreste bestehen, Quarzinfiltrationen auf, welche, von den Spaltrissen ausgehend, den Kalkspat allmählich verdrängen, ihn gleichsam auffressen, wodurch ein feines Gitter- oder Netzwerk entsteht, dessen Stäbe aus Quarz, die Felder aber aus noch unangegriffenem Kalkspat bestehen. Der Kalkspat wird entweder von einer Seite oder, zumal im runden Querschnitt eines Crinoidenstieles, gleichmäßig vom Rande her verdrängt, so daß eine Schale von reinem Quarz einen noch unangegriffenen, aber eng verzahnten Kern von trübem Kalkspat umgibt.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß es sich hier um eine metasomatische Verdrängung des Calciumkarbonates durch Quarz, also um eine Pseudomorphose Quarz—Kalkspat handelt, wie diese in derselben Form auf Erzgängen (5) bereits beobachtet und beschrieben worden ist. Die Spaltrisse bieten den zirkulierenden Lösungen, welche unter Erhöhung von Druck oder Temperatur auf das Nebengestein einwirken, bequeme Wege zum Eindringen in das Gestein selbst, der Kalkspat, welcher diese Organismenreste bildet, ist verhältnismäßig rein und frei von tonigen Einschlüssen, welche eine Infiltration oder Zirkulation der Lösungen zu erschweren vermöchten — alles Umstände, welche die erste Ausscheidung des neuen Minerals in diesen Fossilresten begünstigen müssen.

Aus diesem Grunde wird man auch meist die ersten Ansätze zur Verquarzung oder besser zum Eindringen der Kieselsäurelösung in das Gestein dort finden, und die Erfahrung bestätigt dies insofern, als nach dem Befund der mikroskopischen Untersuchung die Ausscheidung des neugebildeten Minerals mit Vorliebe, wenn auch nicht ausschließlich, an diesen Stellen erfolgt ist.

Daneben läßt sich aber auch erkennen, daß die Bildung der Kalkspatgänge mit der der Quarzgänge nicht gleichzeitig gewesen sein kann. Denn: in der gleichen Weise, wie Crinoidenstielglieder u. a. Organismenreste mehr, welche aus Kalkspat bestehen, von dem jüngeren, eindringenden Quarze aufgefressen werden, ist ihm auch der ältere Spat auf den Gängen — Verdrängung von den Spaltrissen aus! — zum Opfer gefallen. Analoge Vorgänge haben uns in jüngster Zeit GRANIGG und KORRITSCHONER (19) aus dem Bergbauggebiet von Mieß in Kärnten mitgeteilt, wo derartige Verquarzungsvorgänge an das Auftreten der metasomatischen Blei-Zinkvorkommen gebunden sind.

III. Die übrigen Mineralien: Karbonate und Sulfide.

Bedeutend weniger häufig und sicher viel jünger als die beiden bisher beschriebenen Mineralien, Quarz und Dolomit, tritt an den Gängen und Klüften, aber auch nur auf diesen, in der Dolomitregion das Calciumkarbonat auf. Durch verschiedene Versuche mittels der MEIGENSCHEN Reaktion habe ich nachzuweisen vermocht, daß es sich dabei um Aragonit und nicht um Kalkspat handelt, wie es von anderen Autoren angegeben worden ist.

Derselbe tritt in dünnen, nadelförmigen Kristallen auf, welche, zu büschelförmigen Aggregaten vereinigt, dem Quarz oder Dolomit aufsitzen.

Außerdem aber habe ich ihn auch in der Form schwach gelbgrüner Sinterkrusten gefunden, welche nach einem treffenden Vergleich der Arbeiter wie „von einer Kerze abgetropftetes Stearin“ auf den horizontalen Klüften über den Dolomitkristallen liegen, in wechselnder Dicke und Größe, manchmal kaum Zentimetergröße erreichend und radialstrahlige Struktur zeigend.

Kalkspat in irgendeiner Form habe ich weder, wie oben erwähnt, auf Klüften auffinden können, noch ist es mir gelungen, ihn auf großen und zahlreichen Schlißflächen durch alle möglichen Varietäten des Dolomites von allen Teilen der Aufschlüsse mittels sorgfältigen Abtupfens mit verdünnter Salzsäure oder mittels der vortrefflichen und sehr sichere Resultate gewährenden

LEMBERGSchen und LINCKSchen Methoden im Gesteine selbst als Gemengteil nachzuweisen. Ich muß daher die Angaben ZIMMERMANN'S (48) für eine Verwechslung mit Aragonit oder Dolomit halten. Auch in dem überaus reichen Sammlungsmaterial, welches mir die Herren Prof. AULICH und Dr. SCHÜRMAN in liebenswürdiger und selbstloser Weise zur Verfügung stellten, habe ich keinen Kalkspat aufzufinden vermocht.

Häufig scheinen dagegen die Pseudomorphosen von Dolomit nach Kalkspat zu sein. Durch Herrn Prof. AULICH ist in die Sammlung des geologischen Instituts Bonn eine ausgezeichnete Stufe gelangt, welche große Skalenoëder von Kalkspat zeigt, die in Dolomit umgewandelt wurden. Durch diese Umwandlung ist ein schuppiger Aufbau zahlreicher Dolomitrhomboëder in der ursprünglich vorhandenen Skalenoëderform bedingt worden. Der innerste Kern dagegen besteht z. T. aus Kalkspat noch oder ist nach erfolgter Auslaugung als skalenoëderförmiger Hohlraum erhalten geblieben, ein Beweis, daß die Umwandlung keine vollständige war und vor der vollständigen Verdrängung des Calciumcarbonates zum Stillstand gekommen ist. Eine rohe Analyse ergab etwa 42 % $MgCO_3$, es handelt sich also um einen echten Dolomit. Dieser zeigt stets schon Spuren der Verwitterung und durch die Umwandlung des Gehaltes an Eisenkarbonat in Hydroxyd eine bräunliche Färbung.

Über das Vorkommen dieser Pseudomorphosen kann ich keine nähere Mitteilung machen, da ich dieselben nicht selbst aufgefunden habe. Sie sollen in einem größeren, fast horizontalen Hohlraum aufgetreten sein und stellen wohl die Umwandlung einer Kalkspatdruse bei der allgemeinen Dolomitierung des Gesteines dar.

Die sulfidischen Mineralien, welche in Verbindung mit Dolomit und Quarz auf den Gängen und Verwerfungsspalten auftreten, sind hauptsächlich Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende. Dieselben sitzen zum Teil dem Quarz auf, zum Teil werden sie auch wieder von Quarz und Dolomit überwachsen. BÖKER (3) führt einen derartigen Erzgang von Cromford an, welcher westlich der Provinzialstraße in einem jetzt aufgelassenen Steinbruch aufsetzte. Herrn Dr. SCHÜRMAN verdanke ich eine Stufe von diesem Vorkommen. Es ist ein Bleiglangzgang, in welchem fein verteiltes Brauneisen auf die Verwitterung von Pyrit hinweist. Ebenso möchte ich den Brauneisenmulm deuten, welchen BÖKER in Verbindung mit den Bleierzen erwähnt. Die Sulfide wurden von Kieselsäure begleitet, welche aber nur zum Teil zur Auskristallisation auf der Gangspalte

kam, zum größeren Teil jedoch eine dichte Imprägnationszone im Kalkstein geschaffen hat. Es handelt sich also hier um analoge Vorgänge, wie sie auch im Hauptbruch die Verquarzung des Kalkes in der Nähe des Dolomites hervorgerufen haben. Vorhergegangen ist eine schwache Dolomitisierung des Kalkes an den Salbändern des Bleierzganges. Auf den Klüften sind die Kupfererze teilweise in Malachit umgewandelt.

Als paragenetische Reihe läßt sich aufstellen:

- I. Dolomit.
- II. Quarz.
- III. Sulfide.
- IV. Jüngerer Quarz und Dolomit.

Sucht man für die Mineralvergesellschaftung Dolomit, Quarz, Bleiglanz, Pyrit, Zinkblende und Kupferkies nach einem Analogon in der näheren Umgebung, so lehrt ein Blick auf die Gangkarte, welche BÖKER (3) seinen Untersuchungen beigegeben hat, daß es sich um eine der zahlreichen Querstörungen handelt, welche am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges auftreten. Sie alle führen diese Mineralien in wechselnder Kombination; dabei ist zu bemerken, daß sich, wie oben gezeigt, der „ankeritische“ Kalkspat vielfach als Dolomit ausweist, was darauf schließen läßt, daß wir es auch in zahlreichen anderen Fällen, wo in alten Akten längst aufgelässiger Gruben als Gangart Kalkspat oder Ankerit angeführt wird, teilweise mit dolomitischer Gangart zu tun haben werden. Einen direkten Beweis dafür zu liefern, ist natürlich jetzt nicht mehr möglich.

Die Gangnatur ist natürlich dabei nur da gewahrt, wo das Nebengestein aus Sandstein, Schiefer und anderen schwer angreifbaren Gesteinen besteht. Wo die Gänge aber in den Kohlenkalk hineinsetzen, haben sie metasomatische Lagerstätten geschaffen, als deren Zubringerspaltten BÖKER (3) dieselben Erzgänge ansieht. Man beobachtete z. B. auf Zeche „Eisenberg“ der Grube „Vereinigte Glückauf“ bei Velbert östlich Cromford den allmählichen Übergang vom festen, normalen Kohlenkalk durch dolomitisierte Partien in braun gefärbte, ankeritische (wohl wieder eine Verwechslung mit Dolomit, vgl. oben!) Partien bis zum reinen Brauneisenmulm. Es handelt sich also auch hier um dieselben metasomatischen Erscheinungen.

IV. Die Genesis des Dolomites.

Die Erklärung der Genesis der Cromforder Dolomite knüpft sich an die Beantwortung folgender Fragen:

1. Bildet der Dolomit einen stratigraphisch eng begrenzten Horizont von weiter horizontaler Ausdehnung, und ist er so niveaubeständig, daß wir ihn als ein bestimmtes Schichtglied in den Karbonablagerungen anzusprechen vermögen?
2. Wenn dies nicht der Fall ist, greift er dann durch verschiedene, stratigraphisch gut begrenzte Kalkhorizonte hindurch?
3. Auf welche Weise ist er aus dem Kalksteine entstanden, durch Auslaugung der überliegenden Kalke und metasomatische Verdrängung des Kalksteines durch den Dolomit- oder Magnesiumgehalt jener, oder durch metasomatische Vorgänge, ausgehend von Gangspalten und hervorgerufen durch aufsteigende Minerallösungen, unter Erhöhung von Druck und Temperatur?

Die Beantwortung der beiden ersten Fragen ergibt sich bereits aus der Literatur. Übereinstimmend stellen die Bearbeiter unseres Gebietes fest, daß der Dolomit in seinem Verhältnis zum Kohlenkalk nicht als ein Analogon zu dem im Aachener Karbon auftretenden angesehen werden darf, da er sich in den verschiedenen Aufschlüssen in durchaus verschiedenen alten Horizonten findet. Diese Ansicht vertritt zuerst DREVERMANN (13), und sie wird von ZIMMERMANN (48) noch näher ausgeführt und mit Profilen belegt. Nach ihm findet sich der Dolomit, während er nach DANTZ (8) bei Aachen zwischen Crinoiden- und Bankigem Kalk auftritt, im Süden des westfälischen Karbons in + 125 m Mächtigkeit im Hangenden des ganzen Kohlenkalkes, ebenso in etwa 100 m Dicke bei Farresberg, also als Vertreter des Bankigen Kalkes. Außerdem tritt er bei Gützenhof, östlich von Cromford auch in wechselnden Horizonten auf. ZIMMERMANN glaubt vielmehr, daraus wie auch aus der kluffreichen Ausbildung schließen zu können, daß sich der Dolomit erst durch sekundäre Umwandlung aus dem Kalkstein gebildet habe, ohne jedoch näher auf die Frage einzugehen, wie sich diese Umwandlung vollzogen hat.

Haben so schon die früheren Autoren die sekundäre Bildung des Dolomites aus einer ursprünglich rein kalkigen Ablagerung des Kohlenkalkes erkannt, so haben sie es doch vermieden, von dem vagen Begriff der sekundären Bildung abzugehen und ihren Standpunkt in bezug auf die Genesis des Gesteines festzulegen, abgesehen von einer Vermutung DREVERMANN'S, daß die Dolomitisierung mit Gangspalten im Gestein in Zusammenhang zu bringen sei.

Die heute noch am weitesten verbreitete Ansicht (23, 34, 35) über die nachträgliche Dolomitisierung eines als dolomitfreier

oder dolomitärmer Kalk abgelagerten Gesteines geht dahin, daß bei der chemischen Verwitterung des Hangenden der Magnesiumgehalt desselben als Bikarbonatlösung in das Liegende eingedrungen sei und eine metasomatische Verdrängung des Kalkes und Bildung des Doppelsalzes Dolomit hervorgerufen habe.

Überblicken wir die Bildungen, welche aus dieser Art von Umwandlung auf der rechten Rheinseite in Devon und Karbon vor sich gegangen sein sollen, so fällt unser Blick zunächst auf die Lahngegend, wo eine solche Genesis für die Dolomite und die zum großen Teil an sie gebundenen Eisenmanganerzlagstätten angenommen wird. Wie HAHN (22), GRANDJEAN (18) und andere (16) nachgewiesen zu haben glauben, geht der Prozeß von einem verhältnismäßig dolomitarmen Kalkstein aus, liefert zunächst durch die Lösung des Kalkes, in welchem der Magnesiumgehalt in Form von Dolomitrhomboëdern verteilt sitzt, eine Dolomitasche, welche zur weiteren Dolomitisierung und Verfestigung des Liegenden beiträgt, und endlich einen MnFe-haltigen Ton, welcher die Schlotten und Klüfte oder tiefen Taschen, in welchen sich die MnFe-Erze finden, in ziemlich gleich bleibender Dicke überzieht. Je nach dem Stand der Verwitterung ist er dunkelgrau bis rein weiß und von wechselnder Mächtigkeit.

Wie wir uns solche Vorgänge der Dolomitisierung eines zunächst nur schwach magnesiahaltigen Kalksteines von der Oberfläche aus durch die Einwirkung der Atmosphärien vorzustellen haben, zeigen uns die Untersuchungen von DELKESKAMP (11) an den Eisenmanganerzlagstätten der Lahn, wobei dieser jedoch zu dem Resultate kommt, daß sich die in Verbindung mit den Erzen auftretenden und meist über denselben liegenden Tone erst nachträglich gebildet hätten, also wohl tertiären Alters und zum Teil durch Wässer auch zwischen Erz und Dolomit oder Kalk gepreßt worden seien, welche Ansicht ich aber nicht teilen kann.

Zur Prüfung, ob in dem Vorkommen von Cromford eine solche Dolomitisierung von oben her vorliegen kann, ist zunächst die geologische Lagerung des Dolomites zu berücksichtigen, ob bedeutende Ansammlungen von Lehmen oder Tonen auftreten, welche als Verwitterungsrückstände anzusehen sind, oder ob solche fehlen.

Derartige Lösungsrückstände, aus Ton oder Eisenoxyden bestehend, fehlen aber bei Cromford vollkommen, wo die tertiären (oligocänen?) Sande und Tone unmittelbar auf dem Gesteine aufliegen. Auch auf Klüften oder Schlotten ist eine

Ansammlung derartiger Residuen nie zur Beobachtung gelangt. Im scharfen Gegensatz dazu steht der hohe Tonerde- und Eisengehalt des Dolomites und Kalkes. Außerdem verlangt diese Erklärungsart, daß sich die Dolomitisierung überall da findet, wo Wässer auf Klüften oder Spalten hinabsinken. Dies trifft aber durchaus nicht zu, vor allem ist die ganze heutige Oberfläche des Kalkes nicht dolomitisiert und dieser Vorgang nur an bedeutende tektonische Störungen, nämlich an Querspalten gebunden.

Diese Erklärungsversuche leiden außerdem alle an großen Schwierigkeiten. Zunächst zerfällt bei der Lösung von Dolomit in kohlen säurehaltigem Wasser derselbe sofort in die beiden Bikarbonate von Magnesium und Calcium, und diese vereinigen sich bei der Auskristallisation nicht wieder, sondern nehmen eine höhere kristallographische Symmetrie an und fallen als $MgCO_3$, Magnesit, und $CaCO_3$, Calcit, aus als mechanisch trennbares Gemenge. Ferner aber ist noch kein sicherer Fall bekannt geworden, wo aus der Einwirkung einer Magnesiumsalzlösung auf Kalkstein unter gewöhnlicher Temperatur und ohne Erhöhung des Druckes ein echter Dolomit entstanden wäre. Die Umwandlung des Aragonits dagegen kennen wir aus den Arbeiten über das Funafuti Atoll (17), von SKEATS (41) und aus den Untersuchungen ELSCHNERS (14), wo in vielen Fällen die Umwandlung von Korallenabsätzen, also von Aragonit, unter dem Einfluß des in der Brandungszone tropischer Gewässer durch das Eindampfen des Meerwassers in der Lagune oder stehenden, bei Flut mit dem Meere verbundenen Lachen vor sich gegangen sein mag. Eine nachträgliche, nach dem Übergang des labilen Aragonites in den stabilen Calcit und der Neuversenkung oder Neuhebung in diesen Brandungsbereich warmer, tropischer Meere erfolgte Dolomitisierung durch das Meerwasser ist dagegen bis jetzt noch nicht mit genügender Sicherheit nachgewiesen worden, wenn sie auch von verschiedenen Autoren, so u. a. von QUIRING (36, 37) angenommen wird, welcher die Dolomitisierung der Eifelkalke in der Sötenicher Kalkmulde an die Meerestransgression in der Buntsandsteinzeit geknüpft wissen will, ohne dafür zwingende Gründe beibringen zu können.

Ein weiterer Umstand, welcher die Annahme einer solchen Erklärung von vornherein ausschließen muß, ist der, daß im Gegensatz zu einem zu erwartenden Gestein mit allen Spuren der Zersetzung durch den Einfluß der Atmosphärien, welchen es seine Entstehung verdankt, ein Dolomit auftritt, welcher in den noch frischen Kernen der Blöcke, in welche er sich bei der Verwitterung auflöst, den Eisengehalt sogar noch als Kar-

bonat führt, während derselbe bei der Entstehung der Gesteine durch die Einwirkung der von oben kommenden, mit Kohlensäure und Sauerstoff beladenen Wässer, wie dies die andere Erklärung voraussetzt, erfahrungsgemäß nur als Hydroxyd auftreten kann. Dies beweist, daß die Entstehung des sicher sekundären Dolomites unter Ausschluß dieser Faktoren vor sich gegangen sein muß.

Mußte ich also diese zum mindesten unsicheren Theorien bei der Frage nach der Genesis dieser Dolomite außer acht lassen, so wurde mir ein anderer Weg gewiesen durch die wertvolle Arbeit von SPURR (42), welcher die Dolomitisierung an den Glenwood Springs, Aspen, Colorado genau untersucht hat. Er hat dort gefunden, daß diese Mineralquellen den dichten und fast magnesiafreien Kalkstein in der Weise veränderten, daß sowohl der Magnesium- als auch der Kieselsäure- und Eisengehalt desselben regelmäßig mit der Annäherung an die Quelle selbst zunimmt. Die mitgeteilten Analysen ergeben folgendes Bild:

	I	II	III	IV
CaO	55,81 %	55,49 %	55,17 %	40,64 %
MgO	Spur	0,24	0,21	0,73
FeO	—	} 0,09	} Spur	0,97
Fe ₂ O ₃	—			0,23
SiO ₂	0,06	0,23	0,22	21,45

I ist der reine Kalkstein, in großer Entfernung von jeder Spalte.

II und III sind Proben von den Spaltenrändern, aus welchen vor der Öffnung der (künstlichen) Grotte das Wasser austrat.

IV endlich ist ein Stück desselben Kalksteines, welches längere Zeit in einer natürlichen Vertiefung des Abflußkanales unter dem strömenden heißen Wasser lag.

Die Temperatur wird mit 130—140° Fahrenheit (gleich 54,5—60° Celsius) bei geschlossenen Türen in der Grotte angegeben, so daß die Quelltemperatur an der Austrittsstelle selbst noch etwa 25—30° höher, also etwa gleich 73,5—76,5° Celsius sein dürfte. Vergleichen wir damit den Befund, welchen uns schon das Anstehende in der Nähe der Hauptdolomitierungszone bei Cromford gewährt, so sehen wir hier zunächst reinen Dolomit, darauf eine Zone, in welcher die Umwandlung erst unvollkommen erfolgt ist und daher noch unregelmäßige Brocken von Kalkstein in einer dolomitischen Umgebung schwimmen. Mit der weiteren Entfernung nimmt der Dolomitgehalt immer mehr ab, er erscheint nur noch in Gangform, begleitet Drucksuturen oder die Umriss der Fossilien und verschwindet end-

lich ganz. Als letzte Erscheinung treten noch einzelne, rundum isolierte Dolomitrhomboëder im dichten Kalkstein spärlich auf. Dasselbe Verhältnis treffen wir auch bei Betrachtung der Verquarzungerscheinungen und beim Auftreten des Quarzes überhaupt, wo er an den Dolomit gebunden ist.

Dieses Verhalten bestätigt sich in einer Reihe systematischer Analysen.

I ist ein normaler grauer Dolomit, in etwa 50 cm Entfernung von jedem sichtbaren Gang dem anstehenden, frischen Gesteine entnommen.

II ist etwa 60 cm von I entfernt geschlagen, ein Kalkstein mit zahlreichen Dolomitrhomboëdern, aber noch sehr viel unangegriffenen Kalkteilen (bes. Crinoidenstielgliedern).

III ist endlich ein dichter grauer Kalkstein, allerdings der Nähe einer Gangspalte entnommen, welche Quarz führte. Der Gehalt an Kieselsäure muß daher wohl davon abzuleiten sein.

IV ist der normale versteinerungsreiche, hellgraue, dichte bis feinkörnige Kohlenkalk, in welchem die Hauptpartie des Kalkbruches steht.

	I	II	III	IV
CaCO ₃	54,90 %	n. best.	97,41 %	n. best.
MgCO ₃	41,89	14,6	—	0,08
FeCO ₃	2,57	n. best.	—	n. best.
Al ₂ O ₃	0,20	"	0,24	"
SiO ₂	0,57	"	2,39	—
Kohle	—	"	Spur	"
	100,13 %		100,04 %	

Vergleichen wir diese Analysen mit den von SPURR angeführten, so fällt sofort ihre große Ähnlichkeit damit auf. Diese Tatsache läßt schon auf eine analoge Genesis dieser Dolomite wie der Dolomit von den Glenwood Springs schließen.

Auch das geologische Auftreten des Dolomites und sein Lagerungsverhältnis zum Kalkstein läßt eine andere Erklärung nur schwer zu. Betrachten wir wiederum diejenigen Vorkommen, welche durch Einwirkung der Atmosphärien von oben her entstanden sein sollen, so sehen wir bei allen Profilen und Beschreibungen, welche uns HAHN (22), GRANDJEAN (18) u. a. über die Lahndolomite gegeben haben, daß der Dolomit in ziemlich gleich bleibender Mächtigkeit der heutigen Oberfläche des Kalksteines folgen und nach unten zu in dolomitischen Kalkstein und endlich in normalen Kalkstein übergehen soll. Seine Mächtigkeit wird größer, sobald die Wässer Gelegenheit haben, in Mulden, Taschen, Klüfte, Schluchten und Höhlen, welche Erosion und Verwitterung schaffen, niederzusinken und an diesen

Stellen durch die Ansammlung größerer Wassermassen und die längere Dauer ihrer Einwirkung Dolomitbildung in größerer Mächtigkeit hervorzurufen. Gleichzeitig aber fällt naturgemäß in diesem Falle die Beeinflussung mit dem Stand des Grundwasserspiegels zusammen. Die Richtigkeit der daraus auf die Genesis gezogenen Schlüsse sei damit aber nicht anerkannt.

Die Lagerungsform des Cromfordner Dolomites, sein fast senkrechtes Durchsetzen der sehr stark gestörten Kalke, ferner der plötzliche Übergang von Dolomit in Kalk, welcher trotzdem durch die allmähliche, von den feinsten Klüften und Spalten ausgehende Umwandlung und „Aufsaugung“ des Kalkes gekennzeichnet ist, sprechen gegen eine solche Auffassung.

Endlich spricht noch dagegen die gleichzeitige Ausscheidung von Dolomit und Kieselsäure in der Form des hexagonalen Quarzes, nicht etwa nur auf den Gängen, sondern auch im typischen kristallinisch-grobkörnigen, grauen Gestein. Wie oben beschrieben, lassen sich rundum ausgebildete Quarzkristalle unterscheiden, an welchen die Dolomitrhomboëder unvollkommen ausgebildet anstoßen. Das heißt, daß der Quarz mindestens gleichalterig ist mit dem umgebenden Dolomit. Seine frische Beschaffenheit, das Fehlen von Einschlüssen zeigen uns außerdem, daß es sich nicht etwa um Quarz handelt, von welchem man früher wie für die Vorkommen von Hasley (31) bei Hagen, vom Burgberg (4) bei Letmathe und anderen Fundorten mehr angenommen hat, daß sie sich im Kalkstein selbst ausgeschieden haben. Es sind vielmehr typische helle Gangquarze.

Umgekehrt finden wir aber auch, daß Dolomitrhomboëder scharf und gut begrenzt in Hohlräume hineinragen, welche bei der Umwandlung von Kalk in Dolomit übriggeblieben und nachträglich durch Quarz ausgefüllt worden sind.

Besteht aber eine gleichzeitig-gleichwertige Ausbildung von Dolomit und Quarz aus gemeinsamer Lösung, so kann es als ausgeschlossen gelten, daß eine Umwandlung durch die Atmosphären von oben her vorliegt. Es ist vielmehr eine aufsteigende Minerallösung anzunehmen, welche unter Erhöhung von Druck und Temperatur zunächst den Kalk metasomatisch in Dolomit umwandelte, gleichzeitig aber auch Quarz zum Absatz gelangen ließ, endlich die sulfidischen Erze mit heraufbrachte, welche wir zusammen mit Aragonit, dem typischen Mineral warmer Lösungen, als jüngste Bildung antreffen, aufgewachsen auf dem Quarz der Gänge.

Es bleibt also nur die Möglichkeit, für den Dolomit von Cromford eine metasomatische Entstehung desselben aus dem

Kohlenkalk anzunehmen. hervorgerufen durch das Aufsteigen von Minerallösungen, vornehmlich auf Querstörungen. Führt man die einzelnen Gangphasen auf bedeutende Gebirgsbewegungen zurück, so erhält man für die erste große Dolomitbildung ein postunterkarbonisches, vielleicht ein permisches Alter, da zu dieser Zeit bedeutende Hebungen und Senkungen stattgefunden haben. Die Altersgrenze nach oben dürfte das Oligocän sein, da die Gangbildungen nicht in das überlagernde Oligocän hinauf fortsetzen.

Für die Erklärung der Herkunft des Dolomites stehen drei Wege offen: Die Verwitterung des überlagernden Kalkes, die Auslaugung von Gesteinen im Untergrunde und das Aufsteigen von Thermalwässern juveniler Natur. Die Schwierigkeiten der ersten Erklärung sind oben dargelegt. Dolomitische Gesteine im Untergrunde sind nicht sicher bekannt, da die Grenze im Mitteldevon zwischen der Paffrather Fazies (25) mit den vielleicht primären Korallendolomiten und der Elberfelder Fazies nicht feststeht, in welcher man solche echte Dolomite überhaupt nicht kennt. Im Grunde ist es dasselbe, ob der Magnesiumgehalt der aufsteigenden Gewässer älteren Sedimenten entstammt oder primär aus dem Erdinnern hervorkommt. Immer aber muß an der Einwirkung derselben unter Erhöhung der Temperatur und vielleicht auch des Druckes festgehalten werden. Vergleicht man diese Dolomite mit den übrigen Gangbildungen der Umgegend, so erklären sie sich zwänglos aus analog zusammengesetzten, aufsteigenden Lösungen, welche das Nebengestein zu verändern vermochten, wo dasselbe leicht verdrängbar war, nämlich in den Kalken des Karbons und Devons.

Die Dolomitisierung und Verquarzung im Mitteldevon von Elberfeld.

Die kalkigen Glieder des oberen Mitteldevons streichen am Nordrande des Rhein. Schiefergebirges von SW etwa nach NO mit geringer Umbiegung gegen ONO und sind seit langem und eigentlich von Anfang an unter dem Namen „Elberfelder Kalkzug“ zusammengefaßt worden.

Die Geologen haben sich früh damit beschäftigt, und die Literatur darüber ist sehr umfangreich. Trotzdem aber haben nur wenige ihre Aufmerksamkeit seinen speziellen petrographischen Eigenschaften zugewandt, und unter diesen zunächst von DECHEN (9, 10), in neuerer Zeit WALDSCHMIDT (47) und

besonders PAECKELMANN (33), in dessen Arbeit sich eine Zusammenstellung der Literatur findet.

Gehen wir die Literatur durch, so finden wir überall, daß eine Parallelisierung mit dem linksrheinischen Mitteldevon petrographisch und faunistisch sehr schwer ist, petrographisch hauptsächlich, weil echte primäre Dolomite in horizontal weiter Verbreitung bei Elberfeld fehlen, während diese in den grundlegenden stratigraphischen Arbeiten von SCHULZ (40) und anderen eine wichtige, durch ihre Verbreitung in der Eifel bedingte Rolle spielen.

Wohl werden Dolomite erwähnt. So führen WALDSCHMIDT und PAECKELMANN dieselben als sehr verbreitet an, jedoch treten dieselben immer an Klüften im Kalkstein auf. Daß ihre Entstehung auf die landläufige Erklärung zurückgeführt wird, wonach dieselben aus der Verwitterung ursprünglich schwach Mg-haltiger Kalke entstehen sollen, geht aus den Äußerungen verschiedener Autoren hervor. So meint PAECKELMANN, daß in den großen Brüchen NW von Wülfrath Dolomite im Gegensatz zu anderen Vorkommen derselben Gegend selten seien „trotz der starken Zerrüttung“.

Zu erwähnen ist nebenbei, daß aus fast allen diesen Dolomiten, welche von oben her durch die Einwirkung der Atmosphärlinien entstanden sein sollen, Quarz und sulfidische Erze (Pyrit, Bleiglanz und Kupferkies) als typische und allverbreitete Begleiter erwähnt werden.

Meine bei Cromford im Kohlenkalk gewonnenen Ergebnisse und die augenscheinliche Übereinstimmung der Erscheinungsweise veranlaßten mich, die Vorkommnisse in der Gegend von Elberfeld weiter zu untersuchen und von dort nach Osten zu verfolgen.

I. Die Dolomitisierung.

Bei der Schwierigkeit des Problems war ich auf die durch Steinbruchs- oder Grubenbetrieb geschaffenen künstlichen Aufschlüsse angewiesen, da die natürlichen die gegenseitigen Verhältnisse nicht mit genügender Sicherheit und wünschenswerter Klarheit erkennen lassen. Die intensive Ausbeutung dieser mitteldevonischen Kalksteine zu industriellen und technischen Zwecken hat solche gerade in der Umgebung von Elberfeld in überreichem Maße geschaffen.

Die Dolomite der Elberfelder Gegend zeichnen sich durch eine große Mannigfaltigkeit in der Struktur, vor allem in der Korngröße aus. Diese wechselt innerhalb weiter Grenzen und geht von fast völlig dichten, in welchen das bloße Auge

kaum mehr einzelne Kristallindividuen zu erkennen vermag, bis zu grobkristallinen Gesteinen, in welchen die einzelnen Individuen eine Größe von $\frac{1}{2}$ Zentimeter und mehr Durchmesser erreichen.

Frische Gesteine sind unter ihnen selten, da sie meist infolge von Verwitterung und Zersetzung eine bräunlichgraue bis braune Farbe angenommen haben, während sich die ursprüngliche Härte und Zähigkeit gleichzeitig verliert und der Zerfall sich bis zur Entstehung einer Dolomitasche steigert. Die Gründe für diesen letzteren sind vor allem in dem losen Gefüge und dem geringen Zusammenhalt zu suchen, welche die gleichmäßige holokristalline und unverzahnte Struktur, welche wir unter dem Mikroskop in fast allen Schlifften beobachten können, verursacht. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß die eindringenden Atmosphärien auf den Grenzflächen zweier Individuen Lösungserscheinungen hervorrufen, welche allmählich zu einem Zerfall des Gesteines in die einzelnen, dasselbe zusammensetzenden Dolomitrhomboëder führt. Damit ist die Möglichkeit der Entstehung solcher Dolomitsande durch die Verwitterung dolomitischer Kalksteine nicht ausgeschlossen; eine solche kommt jedoch hier wegen des geringen primären Gehaltes des mitteldevonischen Elberfelder Kalkes an Dolomit für die Bildung der vielfach angetroffenen Dolomitsande nicht in Frage.

Das geologische Auftreten des Dolomites ist hier stets an tektonische Flächen oder, was gleich bedeutend ist, an das Aufreißen von Spalten gebunden, ohne daß damit eine Horizontal- oder Vertikalverschiebung unbedingt verbunden sein muß. Eine solche ist jedoch in manchen Fällen im Zusammenhang damit zu erkennen.

a) Dolomite an Längsstörungen.

Die Dolomite treten einmal an streichenden Störungen auf, wie dies sehr schön in den Brüchen zwischen Gruiten oder Hahnenfurth zu erkennen ist (vgl. Tabelle). Zumal in dem ersten, nördlich von Gruiten an dem Wege nach Düsselersprung gelegenen Aufschluß findet sich dies bestätigt. Dort tritt eine solche N 65° O streichende Verwerfung in dem ebenfalls N 60—70 O streichenden unreinen, tonig-wulstigen *Amphipora*-Kalk auf, auf welcher dieser zu einem Gangletten zermahlen und zerquetscht ist. Harnischbildung mit horizontalen Rutschstreifen sind daran zu beobachten. Während auf der einen Seite der Kalk durch den undurchlässigen Letten abgedichtet und für die auf der Kluft zirkulierenden

Lösungen unzugänglich gemacht wurde, hat sich auf der Nordseite ein mittelkörniger Dolomit von nicht festzustellender, aber wohl über 15 m großer Mächtigkeit gebildet, welcher weiter nach N zu allmählich wieder in den normalen Kalk übergeht. Mit diesem ist er auf das innigste verzahnt, ohne Rücksicht auf die Schichtung, und greift stellenweise weit in ihn hinein. Auf der Störungsfläche hat sich ein etwa 25 bis 30 cm mächtiger Braunspatgang gebildet. Eben solche verzahnte, im Streichen des Kalkes ausgebildete Dolomite zeigen die nördlich nach Hahnenfurth zu anschließenden Brüche, ferner die Steinbrüche am Eskesberg und von Herrn KNAPPERTSBUSCH nordöstlich des Bahnhofes Varresbeck, an der Eisenbahn Mettmann—Barmen. Daneben finden sich auch noch zahlreiche andere, auf welche ich hier nicht weiter eingehe. Ich verweise vielmehr auf die beigegebene Tabelle.

b) Dolomite an Querstörungen.

Die zweite Art des Auftretens der Dolomite ist an die Querstörungen gebunden, welche sehr häufig auftreten und bedeutende tektonische Störungen hervorgebracht haben. Als besonders typische Beispiele möchte ich die Bildungen in den um Dornap-Hahnenfurth gelegenen Brüchen anführen. Sie durchsetzen dabei die Kalksteine fast stets saiger und ersetzen sie gleichmäßig. Ein Unterschied in der Entwicklung ist insofern festzustellen, als tonige Kalksteine, z. B. der *Amphipora*-Horizont, weniger leicht angegriffen und weniger intensiv verändert werden als andere reinere, besonders die *Actinostroma*-Kalke. Ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den streichenden und querschlägigen Dolomitbildungen liegt in der Häufigkeit der anderen, in Verbindung und engem Zusammenhang mit ihnen auftretenden Mineralbildungen. Besonders Braunspat und Quarz, vor allem auch die Sulfide scheinen vorwiegend an diese Querstörungen unter gleichzeitigem Auftreten von Dolomit gebunden zu sein. Beispiele finden sich dafür genug. So will ich hier nur den großen Bruch der Rheinisch-Westf.-Kalkwerke, A.-G., zwischen den Bahnhöfen Dornap-Hahnenfurth und Dornap anführen, in welchem zahlreiche dieser Dolomite mit und ohne Quarzföhrung auftreten (vgl. Tafel II), ferner den zweiten südlich Dornap-Hahnenfurth westlich der Bahn nach Varresbeck gelegenen aufgelassenen Steinbruch, wo in der Achse einer schwachen Mulde ein solcher Dolomit mit Quarz und Sulfiden, vor allem Bleiglanz zu beobachten ist. Für zahlreiche andere Fälle verweise ich auch hier wieder auf die Tabelle.

c) Dolomit auf Gängen.

Eine dritte Art des Auftretens des Dolomites liegt endlich in den an manchen Aufschlüssen zahlreich in der Nähe der großen Dolomitbildungen auftretenden schmalen Gängen vor, in welchen häufig Quarz und Dolomit vergesellschaftet zu sein pflegen. Dieselben pflegen fast immer senkrecht mit Nord-Süd gerichtetem Streichen an die Nähe der anderen Dolomite gebunden zu sein. Besonders schön sind die an sie gebundenen metasomatischen Vorgänge in den Brüchen von Hammerstein zu beobachten (vgl. Tafel I). Der Quarzgehalt ist in manchen Fällen auf die Salbänder konzentriert und hat die noch zu erwähnenden Verkieselungszonen in demselben hervorgerufen, welche sich durch die typische dunkle Farbe leicht erkennen lassen. Sie durchsetzen in den meisten Fällen die Kalkspatgänge und -adern, welche z. T. Ausfüllungen von Zerrissen zu bilden scheinen, und verwerfen sie in vielen Fällen. In gleicher Weise pflegen auch schmale Braunspatgänge aufzutreten.

Das Alter des Dolomites.

Das Alter dieser Dolomitgänge und ihr Verhältnis zum Quarz dürfte schwer klarzulegen sein. Am besten erklärt es sich durch die Annahme, daß auf den gleichen Gang- oder Störungsspalten, auf welchen die großen metasomatischen Dolomitbildungen vor sich gingen, später wieder Lösungen, diesmal aber von anderer Zusammensetzung aufstiegen. Die Dolomite dieser Gänge möchte ich für gleichalterig annehmen mit jenen, welche sich in den großen metasomatischen Bildungen als gleichalterig mit dem Quarz erwiesen haben. Für die Braunspäte gilt dasselbe, da auch sie mit gleichalterigem und jüngerem Quarz vergesellschaftet sind. Daß diese Gänge keine oder nur wenige Imprägnationen oder metasomatische Beeinflussung im Kalkstein hervorgebracht haben, ist entweder auf den Wechsel in der Zusammensetzung der Lösungen oder auf die geringe Menge der gelösten Stoffe und ihre kurze Einwirkungsdauer zurückzuführen.

II. Die Verquarzung.

Das Auftreten von Quarz in dem Kalkstein ist schon verschiedentlich erwähnt und auch als eine langsame metasomatische Verdrängung des Kalksteines oder Kalkspates durch eindringende Kieselsäurelösung erklärt worden. Ein Versuch, die Herkunft der Kieselsäure abzuleiten, ist bisher meines Wissens nur von ERDMANNSDÖRFFER (15) gemacht worden,

welcher sie als die Folgen von Silifizierungsvorgängen von Spalten aus erklärt hat. Er deutet die isoliert in den *Actinostroma*-Stöcken vom Burgberg bei Letmathe auftretenden Quarzkristalle mit Organismenstruktur als das letzte, seitliche Ausklingen dieser Vorgänge, deren geringe Intensität die Erhaltung der Fossilreste besonders begünstigte. STEINMANN (43) hat den wirklichen Charakter derselben als Gangbildung erkannt und als Analoga ähnliche Gebilde vom Schöneberg im Bröhltale gedeutet, welche durch Herrn Zeichner GRÜNER an das Bonner Museum gelangten und neben der gut erhaltenen Korallenstruktur auch die Zuführungsgänge erkennen lassen.

Die Ansicht, daß es sich bei der Ausbildung dieser Quarze weder um eine syngenetische Entstehung noch um eine Konzentration der primär im Kalkstein enthaltenen Kieselsäure handeln könne, ließ mich bei den in der Elberfelder Gegend besonders zahlreichen Fundpunkten sorgfältig nach diesen Zuführungskanälen suchen. Und in der Tat habe ich fast überall, wo derartige Quarze teils als Einzelkristalle, teils, zu rosettenförmigen oder unregelmäßigen Gruppen vereinigt, in dem Kalkstein anscheinend isoliert auftreten, wenn auch manchmal erst nach stundenlangem Suchen diese Zuführungsgänge nachzuweisen vermocht. Die Mächtigkeit derselben wechselt von haarfeinen, erst unter dem Mikroskop wahrnehmbaren Spalten, in welchen nur spärliche Restchen von Quarz nachzuweisen sind, bis zu mehrere Millimeter breiten Gängen, welche Quarz, Dolomit und Kalkspat führen. In einem Fall ist eine dieser feinsten Spalten nachträglich noch einmal aufgerissen, um dann mit Kalkspat ausgefüllt zu werden. Die einzelnen Fundpunkte habe ich wegen ihrer großen Zahl nur in der Tabelle aufgeführt.

Die Beschaffenheit, die mineralogischen und petrographischen Eigenschaften dieser Quarze und ihre paläontologische Bedeutung sind bereits durch ERDMANNSDÖRFFER (15) und PAECKELMANN (33) eingehend beschrieben. Es erübrigt sich daher ein erneutes Eingehen auf dieselben.

Genetisch von großer Wichtigkeit ist noch, daß dieselben in engem Zusammenhang mit der Dolomitbildung stehen, sei es mit der metasomatischen Verdrängung des Kalksteines oder mit dem Auftreten reiner Dolomitgänge von wechselnder Mächtigkeit, welche in der Nähe jener den Kalkstein zu durchsetzen pflegen. Diese gesetzmäßige Abhängigkeit ist u. a. in den Brüchen von Dornap und Eskesberg sowie bei Hammerstein (vgl. Tafel I) sehr schön zu beobachten und aus ihrer Beständigkeit auf den genetischen Zusammenhang zu

schließen. Und ich stehe nicht an, diese Dolomitgänge für eine gleichzeitige Bildung mit den Quarzen zu halten, welche in den Dolomiten sich teils gleichzeitig, teils auch unmittelbar nach der Dolomitbildung ausgeschieden haben. Hier begegnen uns nur völlig einschluß-freie, wasserhelle Quarze, ein Beweis, daß die Kieselsäurelösung nicht den Dolomit, wohl aber den Kalkstein angreifen und verdrängen konnte.

Auf die Zusammenhänge der Quarze mit den Gängen selbst und auf ihre Entstehung aus demselben werde ich bei der Besprechung der ganz analogen Verquarzungsvorgänge im Gebiete von Warstein i. Westf. eingehen.

Die Ansicht PAECKELMANN'S (15), daß die Quarze sich mit Vorliebe in den *Actinostroma*-Kalken finden, dürfte zu weit gehen. Dieselben sind in den anderen Kalken ebenso häufig und meist größer und zahlreicher. Daß sie sich leicht in den Korallenkalken bildeten, erklärt sich zwangslos aus dem lockeren Gefüge derselben, der größeren Häufigkeit von Schichtfugen und ihrer Reinheit, daneben auch aus der größeren Porosität des verquarzten Mediums. Die Zuführungsgänge lassen sich jedoch ebensogut und konstant nachweisen, wie in allen anderen Fällen.

Eine weitere Abhängigkeit des Quarzes von dem Auftreten der Dolomite läßt sich insofern feststellen, als die Ausbildung der wasserhellen, an manchen Stellen sehr häufigen Quarzkristalle nur im Dolomit stattgefunden hat. Dort findet man sie als Auskleidung von Klüften, in Drusen und endlich in feinerer Verteilung im Dolomite selbst, wo ihre idiomorphe Ausbildung manchmal, wenn auch selten, auf eine gleichzeitige Bildung mit dem Dolomite schließen läßt. Solche Quarzvorkommen finden wir in dem Hauptbruche des Herrn KNAPPERTS-BUSCH, östlich Bahnhof Varresbeck, ferner in dem zweiten Bruch südlich Bahnhof Dornap-Hahnenfurth und an zahlreichen anderen Stellen, welche ich in der beigegebenen Tabelle aufgeführt habe.

Der Quarz zeigt meist die gleichmäßige Ausbildung der beiden Rhomboëder, gegenüber welchen die Prismenfläche stark zurücktritt. Korrosionserscheinungen und angeätzte Flächen sind häufig und vielleicht auf „Eiserne-Hut“-Bildung zurückzuführen. Besonders schön sind diese bei Hahnenfurth zu beobachten. Bei Varresbeck fand ich Umhüllungspseudomorphosen von Kalkspat nach Quarz.

Ein weiteres Auftreten von Quarz ist in den Braunspatgängen zu beobachten, welche ebenfalls vom Dolomit abhängig sind.

III. Verkieselung.

Verkieselungserscheinungen sind im Zusammenhang mit der Dolomitbildung in den Brüchen am Eskesberg und bei Dorp zu finden, von wo WALDSCHMIDT (47) und nach ihm PAECKELMANN (33) in der Nähe der dolomitischen Zone einen Kalkstein erwähnen, welcher sich vor den übrigen durch eine bläuliche Färbung auszeichnet. Gleichzeitig verliert derselbe den sonst zu beobachtenden splitterigen, homogenen Bruch und wird feinkörnig-kristallin. Löst man ihn in Salzsäure auf, so erhält man eine große Menge gelatinöser Kieselsäure, während der weiter davon entfernte, normale, hellgraue Kalkstein nur einen minimalen Gehalt davon aufweist. Die Dolomitbildung hat hier also gleichzeitig eine intensive Imprägnation des Kalksteines mit Kieselsäure hervorgerufen, welche jedoch nicht zur Auskristallisation gekommen ist, ein Umstand, welcher vielleicht der ungünstigen Zusammensetzung der Lösung oder ihrer Temperatur zuzuschreiben ist.

Die Kieselsäure von einem primären Gehalt an Kieselspongien, Radiolarien oder ähnlichen Organismen mit kieseligem Skelett abzuleiten, möchte ich nicht für richtig halten, da der bläuliche Kalk, also die Imprägnationszone, gleichmäßig durch *Stringocephalen*- und Dorper Kalk hindurchgeht, welcher diese Erscheinung nur in Verbindung mit dem Auftreten des Dolomites zeigt, während sich sonst auch derartige Vorgänge unabhängig davon hätten auffinden und nachweisen lassen müssen.

IV. Die Sulfide und Braunspäte.

a) Sulfide.

Mit dem Quarz zusammen treten an zahlreichen Punkten des Elberfelder Gebietes sulfidische Erze auf, gleichaltrig meist mit Quarz, über welchen eine zweite, habituell verschiedene jüngere Quarzgeneration aufgewachsen sein kann. Die auftretenden Mineralien sind: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit und Markasit, dieselben, welche nur wenig nördlich auf den Velberter Erzgängen in großem Maße abgebaut worden sind.

Wie der Quarz, so sind hier auch die Sulfide meist an Querstörungen gebunden, die ich im einzelnen in der Tabelle angeführt habe. Ihre Mächtigkeit ist sehr gering, und meist handelt es sich um einzelne, auf der Kluftwand aufsitzende Kristalle, nur selten um eine zusammenhängende Lage. Sie gehören denselben Spaltenbildungen an wie Dolomit und Quarz. Vergleichen wir damit die weiter nördlich auf-

tretenden Erzgänge mit ihrer quarzigen und „ankeritischen“ Gangart, so sehen wir dort dieselbe Mineralvergesellschaftung, dieselbe Ausscheidungsfolge wie auch hier im Mitteldevon. Daß Dolomitisierungsvorgänge weniger häufig sind, liegt einmal daran, daß nur wenige kalkige Gesteine beeinflußt wurden, zum andern aber ist es auch möglich, daß die Lösungen arm an Magnesiumsalzen waren, wie wir dies in den Brüchen bei Wasserfall nördlich Velbert sehen, wo Sulfide und Quarz auf Klüften im Kalk auftreten, jedoch kein Dolomit. Der Fall von Dolomitisierung auf Grube „Vereinigte Glück-Auf“ (3) ist bereits oben erwähnt worden.

b) Braunspäte.

An die Dolomite der Querstörung, wenn sie auch in einigen wenigen Fällen wie im ersten Bruch nördlich Gruiton an streichenden Verwerfungen auftreten, ist die Bildung der Braunspatgänge gebunden, welche bei PAECKELMANN als Gänge unreinen Spateisensteines verschiedentlich Erwähnung finden. Betreffs ihrer Verbreitung verweise ich auf die Tabelle (vgl. Tafel II).

Die Ausbildung derselben ist verschieden. Bilateral-symmetrische, lagenförmige Struktur ist die häufigste, daneben kommen vollkommene Gangbreccien vor, in welchen der Dolomit von zahlreichen feinen Braunspattrümmern durchzogen wird, manchmal auch in unregelmäßig eckigen Brocken in dem Braunspat „schwimmt“. Die Lagenstruktur ist meistens bilateral-symmetrisch und pflegt sich dadurch auszuzeichnen, daß dieselbe von grobstengeligem Spat gebildet wird, welcher von außen, den Salbändern her, nach dem Ganginnern zu gewachsen ist, manchmal noch unregelmäßige Hohlräume oder Drusen offen lassend, in welche schlecht begrenzte Kristallflächen hineinragen. In vielen Fällen hat sich auf diesen Quarz oder Kalkspat abgesetzt. Dabei bilden sich die Umhüllungspseudomorphosen von Kalkspat nach Quarz, wie ich dieselben bereits erwähnt habe.

Quarz und Kalkspat sind in diesen Fällen also jünger als Braunspat, und zwar Kalkspat noch jünger als Quarz, so daß wir folgende Reihe erhalten:

- I. Dolomit.
- II. Braunspat.
- III. Quarz.
- IV. Kalkspat.

Die chemische Untersuchung verschiedener Proben lieferte den Nachweis, daß es sich hier um echte Braunspäte, d. h. iso-

morphe Gemenge von CaCO_3 und FeCO_3 in wechselndem Verhältnis handelt. Die drei quantitativ und acht qualitativ untersuchten Proben lieferten den Nachweis, daß das Magnesium vollständig fehlt. Die Resultate der quantitativen Analyse sind:

	I	II	III
CaCO_3	91,96	98,28	96,72
MgCO_3	—	—	—
FeCO_3	8,30	1,63	3,79
SiO_2	0,20	0,20	—
	100,46	100,11	100,51

I ist auf streichender Verwerfung im ersten Bruche nördlich Gruiton auftretender Braunspat, gleichmäßig dunkelbraun, sehr grobkörnig und etwas stengelig in etwa 12 m Tiefe entnommen.

II ist Braunspat aus dem Bruch östlich Düsselsprung, welcher auf der W-Wand eine saiger fallende, querstreichende Störungskluft von 3 m Mächtigkeit ausfüllt, etwa 8 m unter der Oberfläche entnommen. Das Handstück zeigt ausgezeichnete feinstengelige Lagenstruktur mit verschiedener Färbung.

III ist dem Braunspatgange entnommen, welcher im Bruche I südlich Bahnhof Dornap-Hahnenfurth auf der obersten Sohle aufsetzt; die Probe ist mittelkörnig, hellbraun und bilateral-symmetrisch. Das Stück ist etwa 3 m unter dem Ausgehenden geschlagen und recht frisch.

V. Ergebnis.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammen, und betrachten wir sie unter denselben Gesichtspunkten, wie wir dies mit dem Dolomit und Quarz und ihrem Verhältnis zum Kalkstein bei Cromford getan haben, so drängt sich uns der Schluß auf, daß es sich hier um dieselben Ursachen, dieselben Wirkungen handeln muß.

Das Auftreten des Dolomites nur an großen Störungen, sein Fehlen in stark zerklüfteten und zerrütteten Kalken, sobald auch jene fehlen, ferner das Erscheinen von Quarz, Braunspat und Sulfiden mit oder nach dem Dolomit auf denselben Spalten, endlich auch das Auftreten feiner, saigerer und wie jene großen Bildungen fast stets N—S streichender echter Dolomitgänge im Kalkstein und in Verbindung damit die Verquarzungerscheinungen: alles das sind Tatsachen, welche als einzige zwanglose Erklärung der Gesamterscheinung nur den einen Schluß zulassen, daß es sich um metasomatische Vorgänge handelt, hervorgerufen durch aufsteigende Lösungen unter Erhöhung des

Druckes und der Temperatur, Vorgänge, wie sie weiter östlich bei Iserlohn (1), (24), (45), (46) bei Mieß (19) in Kärnten und endlich in Oberschlesien (1) nach erfolgtem Wechsel in der Zusammensetzung der Lösung die Bildung metasomatischer Bleizinkervorkommen hervorgerufen haben, und wie ihnen im Norden des Elberfelder Kalkzuges die im Karbon (3), (44), (45) auftretenden Bleizinkergänge mit der vorwiegend ankeritischen und quarzigen Gangart ihre Entstehung verdanken.

Das Alter der Dolomitisierung ist nicht sicher festzustellen. Nach dem Analogon von Cromford ist dasselbe vielleicht als postunterkarbonisch, wie jenes, anzunehmen, während die sie begleitenden und an den Dolomit gebundenen Quarz-Braunspat- und Quarz-Sulfid-Gänge eine Altersbestimmung als sicher voroligocän zulassen, da die Verwitterungsrinde derselben, in welcher der Braunspat den FeMn-Gehalt lieferte, und welche den Quarz in losen Kristallen, sichtlich als ehemaligen Drusenquarz, enthält, von den oligocänen Sanden überlagert wird, z. B. im Bruche I südlich Bahnhof Dornap-Hahnenfurth.

Elberfelder Kalkzug.
+ = vorhanden; — = fehlt.

Name und Lage der Steinbrüche; vgl. auch PAECKELMANN	Dolomit auf streichenden Störungen	Dolomit auf Querstörungen	Quarz im Dolomit	Quarz im Kalk überhaupt	Quarz im Kalk mit nachgewiesenen Zuführungsgängen	Braunspat auf streichenden Störungen	Braunspat auf Querstörungen	Sulfide im Dolomit	Verkieselungszonen am Dolomit im Kalk
I. Zwischen Gruiten und Hahnenfurth									
1. I. Bruch nördl. Gruiten am Wege nach Hahnenfurth .	+	+	—	—	—	+	+	—	—
2. II. Bruch nördl. Gruiten am Wege nach Hahnenfurth .	+	—	+	+	+	—	+	—	—
3. Bruch östl. Düssellersprung .	+	+	—	+	+	+	+	—	—
II. Bei Dornap und Hahnenfurth									
1. I. Bruch südlich Bahnhof D.-Hahnenfurth westlich Bahn Mettmann—Varresbeck . .	—	+	+	+	+	—	+	—	—

Name und Lage der Steinbrüche: vgl. auch PAECKELMANN	Dolomit auf streichenden Störungen	Dolomit und Querstörungen	Quarz im Dolomit	Quarz im Kalk überhaupt	Quarz im Kalk mit nachgewiesenen Zuführungsgängen	Braunspat auf streichenden Störungen	Braunspat auf Querstörungen	Sulfide im Dolomit	Verkieselungszonen am Dolomit im Kalk
2. II. Bruch südlich Bahnhof D.-Hahnenfuhrth s. o. I. . .	-	+	+	+	+	-	+	+	-
3. Großer Bruch zwischen Bahnhof Dornap und Dornap-Hahnenfurth.	-	+	+	+	+	-	+	-	-
4. Bruch südl. Vossbeck	-	+	+	+	+	-	+	+	-
5. Bruch südöstl. Bahnhof Dornap	-	+	+	+	+	-	-	-	-
6. Bruch südl. 5.	-	+	+	+	+	-	+	-	-
III. Nördlich Wülfrath									
1. Bruch Thyssen bei Schlupkothen nordöstl. Wülfrath . .	-	+	+	-	-	-	-	-	-
2. Bruch südl. Hammerstein bei 1.	-	+	+	-	-	-	+	+	-
3. Bruch nördl. Hammerstein nördl. 2.	-	+	+	+	+	-	-	+	-
4. Bruch Prangenhau, nordwestl. Wülfrath	-	+	+	+	+	-	+	-	+
5. Bruch Rodenhaus, nordwestl. Wülfrath, östl. Provinzialstraße	-	+	+	+	+	-	-	-	-
6. Bruch Rodenhaus, westlich der Provinzialstraße	-	+	+	+	+	-	-	-	+
7. Bruch Hofermühle, nördl. der Bahn	-	+	+	+	+	-	-	-	+
8. Bruch Hofermühle, südl. der Bahn	-	+	+	+	+	-	-	-	+
IV. Bei Eskesberg, nordöstl. Bahnhof Elberf.-Varresbeck.									
1. Bruch Eskesberg	-	+	+	+	+	-	-	-	+
2. Bruch Knappertsbusch bei Dorp (Hauptbruch)	+	+	+	+	+	-	+	+	+
V. Zwischen Saurenhaus und Wieden, nordwestl. Elberfeld und östl. Dornap.									
1. I. Bruch nördl. Straße, von Saurenhaus aus	-	+	-	+	+	-	-	-	-
2. II. Bruch nördl. Straße	-	+	-	+	+	-	-	-	-
3. III. Bruch nördl. Straße, gegenüber Fritz Roemer	-	+	+	+	+	-	-	-	-
4. IV. Bruch südöstl. Schickenberg	-	+	+	+	+	-	-	-	-

Die Dolomitisierung und ihre Nebenerscheinungen im Massenkalkzug östlich Elberfeld.

Im östlichen Teile des Elberfelder Kalkzuges und in seiner Fortsetzung, in dem Kalkzug zwischen Hagen und dem Hönnetal, tritt die Dolomitisierung bedeutend zurück. Wohl ist sie zwischen Hagen und Iserlohn noch an manchen Punkten zu beobachten und tritt mit großer Regelmäßigkeit nur auf größeren Querstörungen auf, sie ist jedoch bei weitem nicht mehr so häufig wie in der Elberfelder Gegend.

Wir finden derartige N—S streichende Dolomitgänge mit derselben metasomatischen Wirkung auf den durchsetzten Kalk in den Brüchen bei Letmathe und bei Iserlohn. Hier treten in demselben nicht selten Sulfide auf, und die Ansicht KRUSCHS (1) dürfte wohl berechtigt sein, welcher die Bleizinkerz-Vorkommen von Iserlohn auf eine Metasomatose nach Dolomit zurückführen will, welcher seinerseits wieder metasomatisch aus Kalk entstanden ist. Der Dolomit teilt außerdem mit diesen stockwerkartigen Vorkommen die Eigentümlichkeit der zylindrischen Form. Sehr schön konnte ich dies außerhalb meines eigentlichen Gebietes in der Attendorner Mulde beobachten. Auf die dortigen interessanten Verhältnisse werde ich an anderer Stelle zurückkommen.

In dem oberen Steinbruch bei Heggen (zwischen Attendorf und Finnentrop) rechts der Bigge war im Herbst 1913 sehr schön zu sehen, wie ein etwa 12—15 cm mächtiger Gang von bilateral-symmetrischer Struktur, aus Dolomit und Calcit bestehend, den dunklen, pyritreichen und sehr tonigen Kalk durchsetzt, welcher an der Basis des dort gewonnenen Massenkalkes auftritt. Sein Streichen war etwa N5W, das Fallen saiger. Wo er in den Kalkstein eintrat, war er nur noch kurze Zeit als Gang vorhanden, löste sich unter starker Verbreitung in eine Zone intensivster Imprägnation des Kalkes auf und verlor sich darauf völlig. Dabei nahm er zylindrische Form an, wie sie bei den metasomatischen Bleizinkerz-Vorkommen von Iserlohn zu beobachten ist. Darin auftretender spärlicher Quarz zeigte, daß eine Verbindung mit der Tiefe bestanden hatte. Ganz ähnliche Verhältnisse lassen sich auch in den Steinbrüchen nördlich Attendorf sowie bei Grevenbrück feststellen.

Das Auftreten von Quarz in Kalk und Dolomit ist dagegen östlich von Hagen ebenso häufig wie westlich bei Elberfeld.

Analoge Verhältnisse zu den westlichen bietet das Auftreten von Kieselsäure als Verquarzungsmittel von Kalksteinen. Dabei findet sie sich fast stets an saigere, feine Zuführungsgänge gebunden und in vielen Fällen auch in Verbindung mit Dolomit- oder Dolomit-*Calcit*-Gängen. Die bekanntesten Fundorte sind zwischen Hagen und Hohenlimburg (15), bei Hassley (31), am Burgberg bei Letmathe (15), in dem Steinbruch westlich des Einganges der Dechenhöhle, bei Iserlohn und im Hönnetal.

Für alle diese Quarzvorkommen gilt dasselbe sowohl habituell-mineralogisch als auch genetisch-geologisch wie von den Aufschlüssen im Elberfelder Kalk. Voll-Kristalle, in welchen die Einschlüsse gegenüber dem Quarz stark zurücktreten, sind hier dagegen häufiger wie dort.

Eine Besonderheit für diesen Teil des Massenkalkzuges ist ein Auftreten des Quarzes in einer sonst selten beobachteten Form.

Es ist dies das v. DECHEN (10), v. D. MARCK (31), ERDMANNSDÖRFFER (15), BÖMER (4), BRAUNS (6) und anderen (21) beschriebene Auftreten rundum vollkommen ausgebildeter, farblos-weißer, undurchsichtiger, trüber bis stark durchsichtiger Quarzkristalle oder auch gefärbter Eisenkiesel mit vorzugsweiser Ausbildung von Prisma und Rhomboëdern.

Am weitesten westlich liegt das Vorkommen am Mastberge bei Hassley. Ich verdanke der Güte von Herrn Professor WEGNER ein durch v. D. MARCK (31) an das Museum in Münster gelangtes Stück dieses Vorkommens, wo die Quarzkristalle noch in der spätigen Grundmasse liegen. Dieselben weisen zahlreiche Hohlräume meist rhomboëdrischer Form auf, teilweise noch mit Brauneisen ausgefüllt, welche, wie unter dem Mikroskop zu sehen ist, von Dolomit herrühren.

Die Genesis dieses Vorkommens ist nicht leicht zu erklären, da das Anstehende längst verschwunden und vom Ackerbau bedeckt ist. Es gelang jedoch nachzuweisen, daß die Quarze auf eine schmale, 25—30 m breite Zone beschränkt sind, welche eine bedeutende Längenerstreckung hat. Wir haben es hier offenbar mit einer Gangspalte zu tun. Dafür spricht auch der hohe Gehalt der Kalkspatgrundmasse an Eisenoxydul = 2,32 % und an Manganoxydul = 2,13 %. Ferner glaube ich annehmen zu dürfen, daß der Gehalt an Dolomit ein primärer ist, da sowohl Dolomit wie *Calcit* idiomorph darin auftreten. Der Quarz dagegen ist jünger und hat bei seiner Entstehung den *Calcit* verdrängt, den Dolomit hingegen unter Wahrung seiner Kristallform umschlossen. Bei der nachträglich erfolgten Aus-

laugung infolge von Verwitterung wurde derselbe weggeführt und hinterließ die mit Brauneisen gefüllte Hohlräume.

Analoger Entstehung dürften die habituell gleichen, ebenfalls durch die zahlreichen Hohlräume ausgezeichneten Quarzkristalle von der Höhe des Burgberges bei Letmathe sein, welche sich ebenfalls auf etwa N—S gerichteter Zone finden, von welchen ich aber wegen der fehlenden Aufschlüsse keine näheren Angaben machen kann.

Endlich gehören noch hierhin die bekannten Eisenkiesel (15) aus dem Felsenmeere bei Sundwig, welche dort auf N—S gerichteten Spalten im Massenkalk in Verbindung mit kieseligen Roteisensteinen auftreten, deren Entstehung sicher epigenetisch ist.

In dieser Form treten noch weiter östlich endlich in der Umgebung von Warstein verschiedentliche Quarzbildungen auf, welche ich eingehend untersucht habe und hieran anschließend besprechen will.

Die Verquarzungserscheinungen im Mitteldevon von Warstein i. Westf.

I. Die Quarze von der Straße Warstein-Meschede.

Verläßt man Warstein auf der genau nach Süden führenden Landstraße nach Meschede, so gelangt man noch innerhalb des Ortes selbst in den Massenkalk, welcher an der Straße in zahlreichen großen Steinbruchsanlagen aufgeschlossen ist. Im Winter 1913/14 waren die beiden ersten, welche auf der linken Seite des unten noch zu erwähnenden Rangebaches liegen, aufgelassen, der dritte dagegen im Betrieb, ebenso diesem gegenüber ein kleinerer auf dem anderen Talgehänge. Die beiden ersten Steinbrüche sind frei von Verkieselungs- oder Verquarzungserscheinungen irgendwelcher Art. Der dritte dagegen hat mir ein reiches Material sowohl zum Studium dieser Vorgänge am Anstehenden als auch zur eingehenden chemischen, mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung geliefert.

Das Gestein, welches zum Straßenbau und zu industriellen Zwecken gewonnen wird, ist ein mittelgrauer, dichter, splittig brechender Kalkstein, frei oder fast völlig frei von den sonst häufig im Massenkalk auftretenden Dolomitierungserscheinungen. Die Schichtung ist schwer zu bestimmen, Fossilreste habe ich nur sehr spärlich zu beobachten vermocht. Außer einigen Korallen, deren Hohlräume mit weißem Kalkspat ausgefüllt sind, und spärlichen Crinoidenstielgliedern, welche die gute

Spaltbarkeit bewahrt haben, scheint der Kalk völlig fossilfrei zu sein.

Tektonische Vorgänge haben eine starke Zerklüftung des Gesteins verursacht. Diese Klüfte wurden zum Teil durch aufdringende Lösungen wieder geschlossen und treten uns heute in der Form von Kalkspat- oder Quarzgängen entgegen. Von diesen interessieren uns hier vor allem die Gänge, welche von Quarz gebildet werden, oder Quarz und Kalkspat zusammen führen.

Bei der Betrachtung der Folgeerscheinungen, welche die verquarzenden Vorgänge, also kieselsäurehaltige Lösung, über deren Herkunft wir weiter unten näheres zu ergründen versuchen werden, in dem Massenkalk hervorgebracht haben, fällt uns zunächst schon makroskopisch deren Mannigfaltigkeit auf.

Zunächst haben wir die echten Quarzgänge, welche sich als dünne, feine weiße Bänder scharf von dem grauen Gestein abheben. Sie unterscheiden sich nur durch ihre geringe Mächtigkeit von den Kalkspatgängen, welche mit ihnen vergesellschaftet sind. Ihre größte Dicke überschreitet nach meinen Messungen an zahlreichen Exemplaren kaum 2 oder 3 mm, äußerst selten dagegen 5 mm. Unter dem Mikroskop dagegen gelingt es, noch Gänge nachzuweisen, welche nur ganz geringe Bruchteile von Millimetern mächtig sind.

Behandelt man einen polierten Schnitt durch einen dieser Gänge mit verdünnter Salzsäure, so zeigen sich nach kurzer Einwirkung angeätzte Stellen in dem Gefüge des Ganges selbst, und man findet nach einiger Zeit tiefe Hohlräume darin eingefressen. Es sind dies Kalkspatkristalle, welche mit dem Quarz eng verwachsen waren.

Neben diesen, sich weiß von dem Nebengestein abhebenden Gängen, deren Natur als Quarz-Kalkspatgänge wir bereits makroskopisch erkannt haben, treten nun in großer Zahl schwarze Körper von hexagonalem, meist langgestrecktem Habitus auf, deren äußere Begrenzungsflächen schon auf Quarz schließen lassen.

Das Ritzen mit dem Messer gelingt auf Bruchstellen größerer Kristalle ohne Mühe. Diese stellen also keine einheitlichen Quarzkristalle dar, sondern enthalten fremde Einschlüsse in solcher Zahl, daß ihre physikalischen Eigenschaften, besonders die Härte, stark darunter leiden. Die äußeren Begrenzungsflächen werden dagegen nur selten vom Messerstahl angegriffen. Ebenso wenig erreicht man dies bei den kleinen, nadeligen Formen auf Kristall- und Bruchflächen, so daß bei diesen reiner Quarz vorliegen muß.

Einfache Formen sind bei den kleinen Individuen die häufigeren, bei den großen dagegen Kristallgruppen, welche durch unregelmäßige Verwachsung mehrerer Individuen gebildet werden. Häufig ordnen sich diese schwarzen Quarzkristalle schnurförmig zu beiden Seiten eines der oben beschriebenen Gänge an und wandern von diesen aus ganz unregelmäßig und scheinbar willkürlich in den dichten Kalkstein ein. Am besten lassen sich diese Abhängigkeitsverhältnisse der schwarzen Quarze von den Gängen unter dem Mikroskop erkennen und erklären.

Der erste Schriff, welcher mir zur Untersuchung vorliegt, ist durch einen der Quarzkalkspatgänge hindurchgeführt. Man sieht in demselben Quarzindividuen von verschiedener Größe liegen, welche sich als völlig frei von färbenden, fremdartigen Einschlüssen erweisen. Assoziiert sind dieselben mit Kalkspat, welcher sich durch leichte Trübung und ausgezeichnete Spalt- risse schon im gewöhnlichen Lichte zu erkennen gibt.

Bei gekreuzten Nicols gewahrt man, daß die einheitlich polarisierenden Individuen des Quarzes eine viel größere Ausdehnung haben, als dies bei gewöhnlichem Licht zu erkennen war. Dieselben ragen weit in den Kalkstein hinein und umschließen zahlreiche Reste desselben, vor allem die tonigen, schwarzen Bestandteile, welche in demselben die dunkle Färbung hervorrufen. Dieselben sind lagen- und reihenförmig angeordnet, und zwischen ihnen finden sich zahlreiche spätige Teilchen des Gesteines. Diese sind zum Teil in dem umschließenden Quarz noch erhalten geblieben, zum Teil aber sind sie durch diesen verdrängt worden. Dieses letztere Fall ist der häufigere.

Neben solchen Quarzen, welche vom Gange aus nur nach einer Seite hin sich im Kalkstein ausgebildet haben, finden wir auch andere, die sich nach beiden Seiten in das Gestein fortsetzen.

Ein Wechsel im Reichtum an Kieselsäure bedingt einen zonaren Aufbau insofern, als meist die äußersten Schalen und der Kern reicher an Quarz und ärmer an Einschlüssen sind als die zwischenliegenden Partien. Eine Abnahme der Kieselsäure läßt sich vom Gange aus nach dem Innern des Gesteines zu feststellen. In der Nähe des Ganges sind die Einschlüsse bis auf geringe unregelmäßig schlierig-zackige Reste verdrängt.

Die äußeren Begrenzungsflächen, welche, wie bereits angegeben, durch die an Kieselsäure reicheren, von Einschlüssen

freien Lagen gebildet werden, entsprechen bei den großen Individuen nur selten der Grundgestalt des gemeinen Quarzes, nämlich Prisma und Rhomboëder. Meist zeigen sie sich gerundet, und zwar so, daß die scharfe und regelmäßige Begrenzung der Kristallschalen von innen nach außen sich verliert. Haben wir z. B. einen Kern aus reinem, gut begrenztem Quarz, so nimmt nach außen hin die Schärfe der Flächen und Kanten ab, und in den Fällen von gruppenförmiger Verwachsung zahlreicher Individuen ist die äußerste Schale vollkommen gerundet oder umfaßt schon mehrere Individuen. Um eine Gruppe von Einzelkristallen hat also eine weitere Quarzlage die Form eines neuen, selbständigen Einzelkristalles angenommen. Die Kanten zeigen sich nicht nur gerundet oder undeutlich verschwommen, sondern weisen auch Einbuchtungen und Löcher auf, deren Form man mit Korrosionserscheinungen an den Quarzen mancher Eruptivgesteine vergleichen möchte. Außerdem wechseln die quarzreichen Lagen in manchen Individuen ziemlich rasch und gehen wohl auch ineinander über.

Endlich umschließen diese „Halbkristalle“, wie ich sie nennen möchte, in vielen Fällen kleinere Individuen völlig einschlußfreien oder sehr einschlußarmen Quarzes, welche sehr scharf ausgebildet sind und eine andere Form der Verquarzung darstellen, auf welche ich jetzt zu sprechen komme.

Neben den im vorhergehenden beschriebenen Quarzen, bei welchen kieselsäurereiche, aber einschlußarme Lagen und solche von geringerem Kieselsäuregehalte, aber größerem Reichtum an Einschlüssen wechseln, treten in manchen günstigen Schlifften habituell davon verschiedene Quarzkristalle von geringer Größe auf. Diese unterscheiden sich von jenen hauptsächlich durch scharfe, fast modellartige Ausbildung. Einschlüsse führen sie entweder gar nicht oder nur in geringer Menge und dann meist zonenartig angeordnet. Sie entsprechen einer früheren Bildungsperiode als die großen Individuen, da sie sich häufig als Einschlüsse in jenen finden: in diesem Fall sind ihre Kanten, gerundet, so daß wir an Lösungserscheinungen durch später aufsteigende Kieselsäure denken müssen. Eine Gesetzmäßigkeit in der gegenseitigen Lage habe ich nicht festzustellen vermocht. Teils liegen die kleinen ganz unregelmäßig in den großen Kristallen und unterscheiden sich gut durch die verschiedene Auslöschung. Teils scheint der kleine Kristall den Anstoß zur Bildung des großen gegeben zu haben, da er den kristallographischen Kern desselben bildet.

Die chemische Analyse einiger großer, typischer Quarzkristalle aus diesem Kalkstein ergab folgendes Resultat:

SiO ₂	65,01
CaCO ₃	35,02
Al ₂ O ₃	Spur
Kohle	Spur
	<hr/>
	100,03

Daraus ist ersichtlich, daß dieselben zu etwa $\frac{2}{3}$ aus Kieselsäure und $\frac{1}{3}$ aus Kalkspat bestehen, ein Verhältnis, wie wir es auch bei der mikroskopischen Untersuchung ungefähr bestätigt finden. Die Spuren von Ton und Kohle verursachen die schwärzliche Färbung derselben und sind nichtverdrängte Reste des Kalkes. Magnesium ist nicht darin nachgewiesen worden, wie dies auch die Resultate der Methoden von LINCK und LEMBERG erwarten ließen, obwohl Dolomit, wenn auch sehr spärlich, auf den Quarzgängen auftritt.

Eine Imprägnation des Kalksteines mit löslicher Kieselsäure macht sich in der chemischen Analyse bemerkbar. Derselben wurden drei Proben unterworfen, alle dem Anstehenden entnommen.

I ist ein dichter schwarzer Kalk in unmittelbarer Nähe eines verquarzenden Ganger. Die Kieselsäurebestimmung ist nach Abzug der unlöslichen Kieselsäure gemacht und umfaßt nur die in Salzsäure lösliche.²

II ist ein Kalk, etwa 20 cm von dem Gange entfernt und ohne sichtbare Quarzkristalle oder sonstige unlösliche Kieselsäure.

III ist endlich ein etwa 60 cm von demselben Gange entfernter Kalk mit keinerlei Anzeichen von Verquarzung oder Verkieselung.

	I	II	III
SiO ₂ (löslich)	6,55 %	0,28 %	—
CaCO ₃	93,21 %	99,70 %	99,97 %
Al ₂ O ₃	Spur	Spur	Spur
Kohle	Spur	Spur	Spur
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,76 %	99,98 %	99,97 %

Es ist also ein allmähliches Ausklingen der Verkieselung nach dem dichten, unangegriffenen Kalke zu von dem Gange aus zu beobachten; dieselbe ist also von diesem aus erfolgt, und zwar wohl durch aufsteigende Minerallösungen.

Versuchen wir, uns auf Grund der verschiedenen Vorgänge, welche die Verquarzung und Verkieselung sowie die Bildung von Quarzgängen in unserm Vorkommen hervorgerufen haben, ein Bild zu machen von dem Aufeinanderfolgen der verschiedenen

Phasen, so kommen wir zu dem Resultate, daß sie einen mehrmaligen Wechsel in der Art und der Zusammensetzung der aufsteigenden Lösungen erkennen lassen.

Bei den schwarzen, im Kalksteine ausgeschiedenen Quarzen ist derselbe in der Weise erfolgt, daß sich zunächst die kleinen Individuen gebildet haben, bei welchen die lösende und verdrängende Kraft auf das Gestein größer gewesen sein muß als bei den folgenden, da sie ärmer an Einschlüssen sind und als solche höchstens winzige Teilchen von Ton und Kohle führen. Ein Wechsel in der Zusammensetzung der Lösung brachte die großen Individuen zum Absatz, welche die kleineren umschlossen, sie gleichzeitig unter Rundung der Kanten angriffen und das Calciumkarbonat gleichmäßig auf den Gängen und im Gestein verdrängten. Die kleineren Quarze dagegen zeigen sich assoziiert mit Kalkspat, welcher also älter ist wie die zweite Quarzgeneration. Dieser ist auch die Bildung der Quarzgänge zuzuschreiben.

II. Die Quarze von der Suttroper Vogelstange.

Die Quarzkristalle, welche sich bei dem altbekannten Fundorte „Suttroper Vogelstange“ in der Erde lose ausgewittert in großen Mengen gefunden haben und noch finden, sind in alle Sammlungen gelangt. Trotzdem ist ihre Genesis bisher nur ungenügend untersucht worden, und ich möchte sie deshalb in meine Arbeit einbeziehen. Schon v. DECHEN und viele andere haben sie erwähnt, ihre kristallographischen und mineralogischen Eigenschaften haben bisher in v. KOLENKO und zuletzt in A. BÖMER (4) ihre Bearbeiter gefunden, welcher damit eine von der Akademie zu Münster gestellte Preisaufgabe zu lösen vermochte. Aus derselben geht hervor, daß die scheinbar so einfachen Kristalle in Wirklichkeit zu den kompliziertesten Verwachsungen gehören, welche bisher überhaupt am Quarz bekannt geworden sind.

Über ihre Genesis weiß BÖMER mitzuteilen, daß dieselben sich sowohl in „Quarziten“, meist feinen sandsteinartigen, lokal aber auch äußerst grobkörnigen und konglomeratischen finden als auch auf einer Kluft im Stringocephalen-Kalk, welche in der Mitte Kalkspat, an den Rändern schlecht ausgebildete, trübe Quarzkristalle führt. Diese „Quarzite“, welche zusammen mit Konglomeraten sich an zahlreichen Stellen in dem Devon von Warstein an der Grenze von Stringocephalen-Kalk gegen jüngere Gesteine finden sollen, enthalten nach seinen Angaben die wohl ausgebildeten Quarze „porphyrisch“ eingewachsen. Nach der Verwitterung finden sich dieselben in einer sehr eisenschüssigen Erde mit etwa 20% Fe_2O_3 . Ihre

Vergesellschaftung mit Pyrit, welcher das Brauneisen ohne Zweifel geliefert hat, ist außerdem durch Einschlüsse im Quarz entschieden bewiesen.

Den Irrtum von BÖMER, daß es sich um echte devonische oder unterkarbonische Quarzite oder Konglomerate handle, hat zuerst DENCKMANN (12) erkannt, der in den Quarzitvorkommen von Belecke bei Warstein ein vollständiges verkieseltes Profil vom „Massenkalk“ bis in die „Liegenden Alaunschiefer“, also bis ins Culm hinein feststellte. Und auf diesen großartigen Silifizierungsvorgängen beruht auch die Bildung der Quarzkristalle.

Es handelt sich bei den von BÖMER (4) erwähnten Sandsteinen und Konglomeraten um Erosionsreste des Cenomansandsteines, der in kleinen Fetzen unmittelbar dem Massenkalk auflagert und zeitweilig auch konglomeratisch ausgebildet ist. Herr Bergreferendar MASLING hatte die Güte, mir diese, seine Resultate mitzuteilen, deren Veröffentlichung ich hiermit in keiner Weise vorzugreifen beabsichtige. Ich möchte ihm auch an dieser Stelle meines besten Dankes für die selbstlose Überlassung seiner Resultate nochmals versichern. Er bestätigte mir dadurch meine auf verschiedenen Exkursionen in dem Gebiet gewonnenen Anschauungen. Das Anstehende dieser Konglomerate vermochte MASLING bisher noch nicht aufzufinden, dagegen treten verstreute Blöcke zahlreich in dem Gebiete auf. Verkieselungszonen an der Grenze zwischen Mittel- und Oberdevon treten dagegen hier in unserem Gebiete nicht auf.

Es handelt sich vielmehr um metasomatische Vorgänge verschiedener Natur, welche durch Infiltrationen von Kieselsäure von Gangspalten aus Kalksteine des Stringocephalenkalkes, der Clymenienstufe und der „liegenden Alaunschiefer“ an verschiedenen Stellen intensiv umgewandelt haben.

In enger genetischer Beziehung stehen die gangförmigen Bildungen von Quarz und Brauneisen, welches aus Pyrit hervorgegangen, in der Eisernen-Hut-Zone in der nächsten Umgebung gewonnen wurde und heute noch gewonnen wird, mit diesen Verkieselungserscheinungen der Kalksteine. Wie ich feststellen konnte und Herr MASLING mir bestätigte, finden sich diese quarzitähnlichen Blöcke, in welche die fortschreitende Erosion diese Quarzgänge zerschnitten hat, in Reihenform angeordnet, und zwar hauptsächlich in der Begleitung von Störungslinien, oder, was das gleiche bedeutet, in der Nähe der erwähnten Brauneisenvorkommen, welche daran gebunden sind. So finden sie sich oberhalb der Straße Warstein—Meschede in der

Nähe der heute noch in Betrieb befindlichen Grube „David“, welche ein kieseliges Eisenerz fördert, und von welcher aus die Gangzone durch den Wald weit nach Osten bis zu genannter Straße durchverfolgt werden kann. Sie treten ferner auf zwischen unserem Fundorte an der Suttroper Vogelstange und der südlich davon gelegenen Grube „Südbruch“, welche auf gleiche Erze baut, und in den Belecker Steinen bei Belecke, wo sie mit sulfidischen Bleizinkerzen zusammen vorkommen. Endlich finden sich derartige verkieselte Kalke noch nördlich der Bilsteinhöhlen, wo Clymenienkalke, welche fossilführend sind, in diese quarzitischen Gesteine umgewandelt wurden.

Das Gestein dieser Quarzgänge ist zweierlei Natur. Einmal besteht es aus einem losen Haufwerk von wasserhellen, aber sehr kleinen Quarzkristallen, deren Zwischenräume, wie das Mikroskop zeigt, durch Kalkspat mit einzelnen Dolomitindividuen gebildet werden. Daneben aber finden sich viel häufiger Blöcke, aus lauter Quarzkristallen mit zum Teil guten Flächen bestehend, in wechselnder Größe. Dieselben entsprechen denjenigen, welche die Verkieselungszonen und die Erzlagerstätten begleiten, und führen ebenso manchmal das primäre Mineral derselben, nämlich den Pyrit. Häufig ist dieser aber schon in Brauneisen umgewandelt.

Unter dem Mikroskop erkennt man zahlreiche, nur selten gut begrenzte Quarzindividuen. Am besten ist die Form noch bei den inneren Teilen zonar aufgebauter Kristalle erhalten. Einschlüsse sind ziemlich selten und dann immer zonar angeordnet.

Die Genesis dieser Quarzblöcke zu erklären, erleichterte mir ein Aufschluß an der SO-Seite der Belecker Steine bei Belecke, wo ein ganz analoger Quarzgang durch einen Steinbruchseinschnitt etwa 12 Meter hoch entblößt ist.

Dort erkennt man, daß es sich um eine echte Gangbildung handelt, da der Quarz vielfach mit Sulfiden, wie Pyrit und Bleiglanz, zusammen auftritt. Die Kristalle desselben erreichen dieselbe Größe und zeigen dieselben Eigenschaften wie die von Suttrop und besitzen ebensolche Anwachsflächen zu Nachbarkristallen. Auch das Ausgehende des Ganges bietet das gleiche Bild, eine etwa 10 Meter breite Zone, in welcher sich in sehr eisenschüssiger Erde zahlreiche solcher Quarzkristalle finden neben festen, kompakten Blöcken. Das Streichen ist NNO—SSW, das Fallen senkrecht.

Einige Schwierigkeit macht noch die Erklärung der großen, rundum ausgebildeten Kristalle von Suttrop, welche keine Spuren

von Aufwachsungen zeigen, dagegen oft zahlreiche Reste von Kalkspat einschließen. Ich denke mir ihre Entstehung in der Weise, daß zunächst die Gangspalte mit Calcit oder Calcit und Dolomit ausgefüllt war. Anfänglich spärlich aufsteigende Kieselsäure gelangte an geeigneten Kristallisationspunkten zum Absatz, drang aber bei der Kristallbildung, wie an der Straße Warstein-Meschede seitlich in den benachbarten Kalk, so hier in den Kalkspat ein, ihn umschließend und verdrängend, worauf bei ruhigem Wachstum große Individuen sich bilden konnten. Stießen zwei derselben zusammen, so entstanden die in zahlreichen Stücken vorliegenden Verwachsungen, in welchen mehrere Individuen gesetzlos mit einander vereinigt sind. Schließlich brachte eine neue Änderung in Zusammensetzung oder Nebenumständen der Lösung plötzlich an zahlreichen Punkten gleichzeitig, auch auf der äußeren noch nicht ganz geschlossenen Schale großer Individuen, Kieselsäure zur Auskristallisation, wobei naturgemäß nur kleine Individuen entstehen konnten, welche sich zu den grobkristallinen Gangmassen verfestigten.

Eine ähnliche Genesis ist auch für die von BRAUNS (6) beschriebenen Eisenkiesel mit den interessanten Pseudomorphosen von Chalcedon nach Quarz anzunehmen, deren geologisches Auftreten noch sehr fraglich ist. Sie wurden beim Bau eines Grabens an der Straße Warstein—Meschede angetroffen, und zwar nach allem, was ich darüber in Erfahrung zu bringen vermochte, in der Fortsetzung der oben erwähnten Zone intensiver Verkieselung, welche eine Störungslinie von Grube „David“ bei den Bilsteinhöhlen nach der Mescheder Straße begleitet. Sie dürften daher wohl ebenfalls als echte Gangbildung anzusprechen sein, bei welcher nachträgliche Veränderungen die Pseudomorphosenbildung veranlaßten. Eine Bildung aus dem warmen Wasser des Rangebaches ist wohl unmöglich anzunehmen (entgegen der Vermutung von BRAUNS (4)).

Weiter gehören dahin die dem „Suttroper Typus“ analogen Vorkommen von Thülen, Nehden und Rathlinghausen, östlich Brilon (vgl. GROTH (21) und BÖMER (4)), wo ebenfalls Gänge an Querstörungen aufsetzen. Doch sind diese Vorkommen wegen des Fehlens von Aufschlüssen nicht sicher einzuordnen und daher auch in dieser Arbeit unberücksichtigt geblieben.

Zusammenfassung.

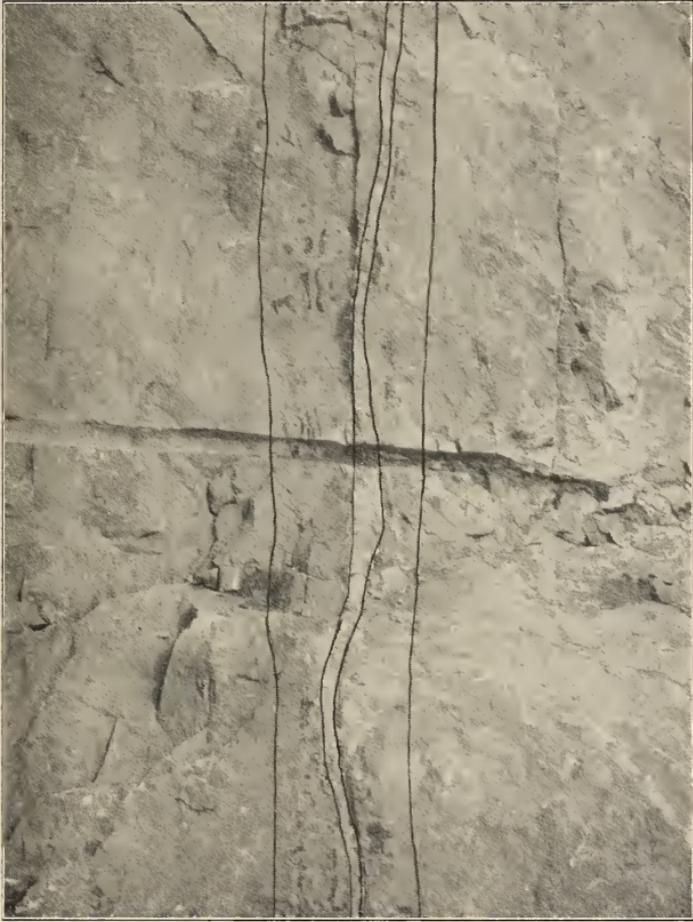
Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Dolomitisierung der mitteldevonischen und karbonischen Kalkgesteine am Nordrande des Schiefergebirges läßt sich in allen untersuchten Vorkommen **nur auf eine metasomatische Verdrängung des Kalkes** durch meist auf Querstörungen aufsteigende Lösungen zurückführen.

2. In **genetischem** Zusammenhang stehen damit die Bildungen **sulfidischer Erze**, als Gänge in unverdrängbaren, als metasomatische Lagerstätten in verdrängbaren Gesteinen ausgebildet, sowie die Ausscheidung von **Kieselsäure**, welche in sehr verschiedenen Formen auftreten kann.

3. Die im Kalk vielfach eingewachsenen **Quarzkristalle** hängen genetisch mit der Dolomitbildung zusammen, sind aber jünger als diese und stellen das letzte seitliche Ausklingen der Einwirkung echter Ganglösungen auf das Nebengestein dar.

4. Davon zu trennen sind die auf Calcit-Dolomitgängen zur Ausbildung gelangten, schwebend auskristallisierten Quarzkristalle vom „**Typus Suttrop**“, welche immer in Verbindung mit dem Vorkommen kieseliger Eisenerze und umfangreicher Verkieselungen stehen.

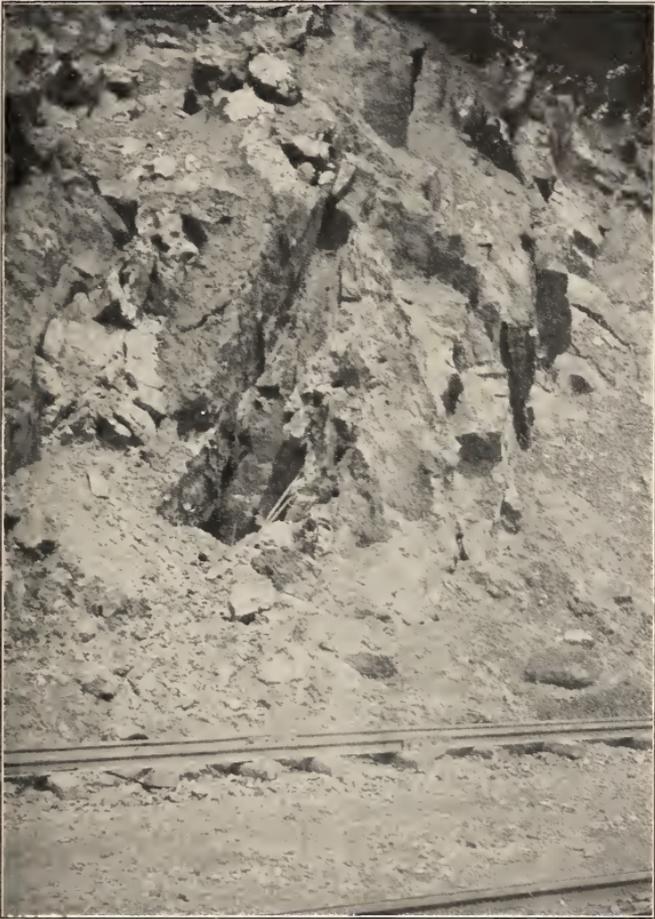


II I II

Saigerer Dolomitgang (I), begleitet von Verquarzungszonen (II)
und Einzelquarzen im Kalk (schwarz!).

Bruch III, 2 der Tabelle. Obere Sohle, NNW-Wand.

BEHR phot. 23. V. 14.



↑

Saigerer Braunsparatgang im Massenkalk, begleitet von
Dolomitiserungszonen.
Bruch II, 3 der Tabelle. Oberste Sohle, N-Wand, westl. Teil.

BEHR phot. 21. V. 14.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Behr Fritz M.

Artikel/Article: [1. Über Dolomitisierung und Verquarzung in Kalken des Mitteldevons und Karbons am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. 1-46](#)