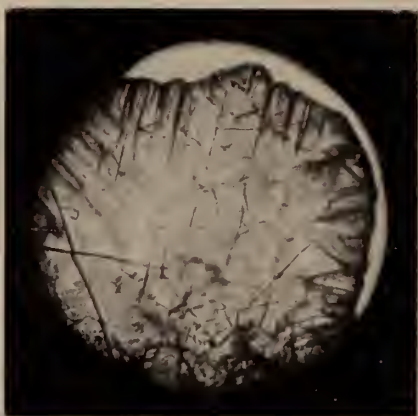


Ätz- und Schlagfiguren konnte ich so wenig wie seinerzeit RINNE erhalten, doch zeigt sich beim Kochen der Blättchen eine Erscheinung, die geeignet ist, die RINNE'sche Feststellung der rhomboedriscen Symmetrie zu bekräftigen.



Man beobachtet nämlich auf den Spaltblättchen nach dem Kochen ein System von scharfen, geradlinigen Rissen, die, besonders am Rande deutlich, sich auch in das Innere verfolgen lassen und die sich unter  $120^\circ$  schneiden, wie dies die beifolgende Figur in 18facher Vergrößerung zeigt.

Es dürfte sich hier wohl um eine Erscheinung handeln, die den RINNE'schen und CORNU'schen Kontraktionsrissen<sup>1</sup> und -figuren<sup>2</sup> bei Behandlung von Zeolithen mit Salzsäure ähnlich ist.

Hannover, den 27. Mai 1913.

#### Beobachtungen an geschmolzenem Bronzit.

Von Erwin Kittl.

Mit 1 Textfigur.

Bei Untersuchungen mit geschmolzenen Silikaten fiel dem Verf.<sup>3</sup>, ebenso wie es früher schon von C. DOELTER<sup>4</sup> erwähnt wurde, das Verhalten des Bronzites im Schmelzfluß auf, der von den meisten untersuchten Mineralschmelzen abweichende Eigenschaften zeigte. C. DOELTER stellte eine Übersicht über das

<sup>1</sup> Dies. Centralbl. 1902. p. 594.

<sup>2</sup> TSCHERM. Min. u. petr. Mitt. 24. 1905, p. 199.

<sup>3</sup> E. KITTL, Zeitschr. f. anorg. Chem. 77. p. 335; Zeitschr. f. anorg. Chem. 80. p. 79.

<sup>4</sup> Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. CXIV. 1905. p. 529. (Die Silikatschmelzen III.)

Kristallisationsvermögen von einer Anzahl der wichtigeren gesteinsbildenden Mineralen auf, indem er in kleinen Platiintiegeln oder bei eisenreichen Schmelzen in Magnesittiegeln dieselben Mengen von Mineralen in gepulvertem Zustand erhitzte, zum Schmelzen brachte und dann in einer bestimmten Zeit abkühlen ließ. DOELTER wählte drei verschieden dauernde Abkühlungszeiten, nämlich eine von einer Minute, eine von fünf Minuten, eine von drei Stunden. Bei der Abkühlung von einer Minute waren nur wenige Minerale kristallin erstarrt, bei einer solchen von fünf Minuten die meisten schon teilweise, bei der längsten Dauer der Abkühlung nur mehr sehr wenige in glasigem Zustande. Der Bronzit von Kranbat gehörte zu der ersten Gruppe. DOELTER führte ferner bei dem Experiment mit Bronzit an, daß dieser bei einer Abkühlungsdauer von etwas weniger als 4 Minuten im Magnesittiegel ein löcheriges Schmelzprodukt ergab, das die große Kristallisationsgeschwindigkeit des Bronzites deutlich zeigte. Offenbar bildeten sich hier Kristalle von bedeutender Größe.

Später<sup>1</sup> wurde die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit des Bronzites vom Knäpferberg bei Bayreuth zu bestimmen versucht. Der Schmelzpunkt oder besser das Schmelzintervall wurde mit  $1360\text{--}1410^{\circ}$  bestimmt, obwohl theoretisch dasselbe kleiner zu erwarten wäre, die Unterkühlungsfähigkeit betrug bloß in Anwesenheit der eigenen Schmelze  $70^{\circ}$  unterhalb des Verflüssigungspunktes, die Kristalllänge wurde nur von der des Diopsides übertroffen. Bei  $1330^{\circ}$  war das Maximum der linearen Kristallisationsgeschwindigkeit.

Ein zum Vergleich mit künstlichen Silikaten vorgenommenes Experiment mit demselben Bronzit zur Untersuchung des Kristallisationsvermögens ergab folgendes: Das Versuchsmaterial (30 g), das aus ausgesuchten reinen Spaltblättchen bestand, wurde fein gepulvert, im elektrischen Kurzschlußofen von RICHSTRAT erhitzt. Als Tiegel wurde einer aus Kohle verwendet, dessen innerer Durchmesser 16 mm, dessen Länge 110 mm betrug. Ein kleinerer Tiegel wurde hier aus dem Grunde benützt, um dieselben Verhältnisse wie bei den viel voluminöseren Carbonatgemischen, bei welchen die Kieselsäure erst die Kohlensäure verdrängen mußte, zu schaffen. Die Abkühlungskurve, die dem Temperaturabfall der Schmelze entspricht, ist an a. O. ersichtlich: die Dauer der Abkühlung ist so zu verstehen, daß das Schmelzprodukt in 40 Minuten Zimmertemperatur erreichte, wobei natürlich die Abkühlung zuerst viel schneller vor sich geht als später. Die Manipulation wurde in der Weise vorgenommen, daß die Tiegel nach erfolgtem Schmelzen in ein Sandbad gebracht wurden. Hier konnte dann die Abkühlungskurve mit einem Thermoelement aufgenommen werden.

<sup>1</sup> E. KIRTL, Zeitschr. f. anorg. Chem. 77. p. 235; Zeitschr. f. anorg. Chem. 80. p. 79.

Beim Zusammenerschmelzen von Carbonaten mit Kieselsäure verdrängt diese die Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) und die letztere entweicht zuweilen mit merklichem Verpuffen. Sobald nun die Vertreibung der Kohlensäure, die vielleicht in größerem oder kleinerem Maße von der Silikatschmelze absorbiert werden könnte<sup>1</sup>, beendigt ist, beginnt mit oder in der Regel nach dem Eintritt der Dünnschmelze die Schmelze explosiven Charakter zu bekommen, wobei sie teilweise herausgeschleudert wird oder zu verdampfen beginnt (Zinksilikate). Die Verdampfung dürfte wohl immer in dissoziiertem Zustande vor sich gehen.

Das Verhalten von vulkanischen Gläsern, die Gase absorbiert enthalten, läßt nach A. BRUN<sup>2</sup> erkennen, wie die Gase bei Temperaturerhöhung explosionsartig entweichen, sobald der Schmelzpunkt erreicht ist. Die Charakteristik, die BRUN für die sogenannten „roches actives“ gibt, ist gekennzeichnet durch ihre unter Ausdehnung, Aufkochen und Auseinanderfließen eintretende Dampfbildung von weißer Farbe, sobald die Schmelztemperatur der Bestandteile, besser der Grundmasse, wenn eine solche vorhanden, erreicht ist. Diese Eigenschaften gelten nach BRUN vornehmlich für die saure Gruppe der Gesteine. Die „roches mortes“ aber, wie z. B. Granite, kristalline Schiefer, alte oxydierte vulkanische Schlacken geben beim Schmelzen nur eine geringe Menge von Gasen ab. Dabei fehlen wesentliche Ausdehnungserscheinungen.

Eine andere Art der Entgasung kann jedoch auch stattfinden, wenn ein „nasser“ Schmelzfluß erstarrt. Die freiwerdenden „Mineralisatoren“ bilden durch ihre Fluor-, Bor-, Wolfram- etc. Dämpfe eine Reihe der nachvulkanischen Minerale von pneumatolytischer Herkunft.

Bei den mit Carbonaten künstlich hergestellten Silikaten ist ein explosives Verhalten, dessen Ursache das plötzliche Entweichen der Kohlensäure ist, erklärlich. Diese Silikate bilden dann entweder homogene gleichmäßige Massen mit wenig oder gar keinen Hohlräumen. Eine weitere Trennung dieser Gruppe muß insofern noch stattfinden, als ein Teil dieser Silikate glasig oder kristallisiert ist. In den beobachteten Fällen finden sich nun nicht nur die beiden Phasen, sondern auch Übergänge. Die zweite Gruppe bilden gewisse dünnflüssige Silikatschmelzen, deren Basen Eisen oder Mangan enthalten. Diese zeigen im Innern Hohlräume und Drusen und sind immer kristallisiert.

Was nun den Bronzit betrifft, der ein natürlicher war,

<sup>1</sup> Bekanntlich absorbieren flüssige Metalle (Ag, Cu etc.) Gase, vornehmlich Sauerstoff und Wasserstoff, die beim Kristallisieren frei werden — wie das Spratzen des Silbers z. B. zeigt — oder sie können auch wenigstens teilweise im Metall absorbiert bleiben. Diese Gruppe der Metalle ist die gußfähige.

<sup>2</sup> A. BRUN, Recherches sur l'exhalaison volcanique. Genf 1911.

also nur umgeschmolzen zu werden brauchte, so zeigte sich, daß er im Gegensatz zu Olivinschmelzen stets löcherig und im flüssigen Zustand sehr explosionsfähig war. Bei dem hier angeführten Experiment begann das Bronzitpulver, sobald es die Schmelztemperatur überschritten hatte, zu brodeln und Blasen zu werfen, worauf bald eine Explosion folgte, durch die ein kleiner Teil des geschmolzenen Bronzites mit ziemlicher Gewalt aus dem Tiegel herangeschleudert wurde. Der Tiegel wurde nun aus dem Ofen herausgenommen und in das Sandbad gebracht. Hier erfolgte dann in der beim Herausnehmen anscheinend siedenden Schmelze noch eine schwächere Explosion, die

aus dem Innern der fließenden Masse neues Material über die schon im Kristallisieren begriffene Oberfläche der Schmelze hob. (Fig. 1.) Diese erste Oberfläche wirkte als Kristallisationsansgang, indem von ihr aus strahlen- und fächerförmig die Kristalle wuchsen, welche die Wände einer untersten Schlotetage bildeten. Bei einer weiter folgenden, schwächeren Explosion wurde abermals neues Material über das Niveau dieser Etage gebracht. Dieser zweite Absatz ist niedriger als der erste, denn er mißt nur 4 mm Höhe, während der erste zirka 6 mm Höhe besitzt. In ähnlicher Weise wie das erste

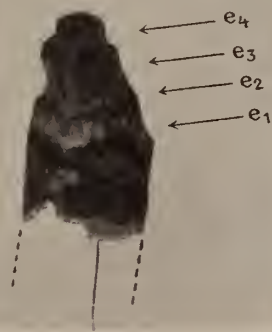


Fig. 1.

Umgeschmolzener Bronzit, Schlotöffnung nach oben. (Nat. Größe.)  
Etagen 1—4 (e).

Mal wuchsen die Kristalle wieder von Zentren, die in dem Niveau der ersten Etage lagen. Der Durchmesser der schwach elliptischen Etagen beträgt bei der ersten ungefähr 10—14 mm, bei der zweiten 7—10 mm. Bei der nun folgenden dritten Explosion, die wie die andern mit einem Geräusch einer zerspringenden Gasblase hörbar war, erhob sich neues Material über die älteren Etagen. Der dritte Absatz ist der höchste (5—6,5 mm). Der Durchmesser ist gleich dem des zweiten. Schließlich erfolgte noch die Bildung einer vierten Etage von 3 mm Höhe und 5 mm Durchmesser, deren Wände gleichfalls aus regelmäßig strahligen, fächerförmigen Kristallen bestanden. Die Zentren dieses Schlotteiles lagen wieder im Niveau der dritten Etage. Die letzte Bildung ließ oben eine Schlotöffnung von 3 mm Durchmesser frei, wobei zu bemerken ist, daß diese durch die ganze Schmelze hindurchgeht und unregelmäßig die verschiedenen Hohlräume der Schmelze verbindet. Auffallend ist noch, daß die Wände der Etagen einen gezackten, niederen Wall bilden, der sich ein wenig über die Basis der neuen Etage hebt.



Die Höhe der Schlotetagen ist wohl nicht von der Kristallisationsgeschwindigkeit des Bronzites, sondern von der Menge des gehobenen Materials abhängig. Die Möglichkeit der Bildung eines so steilen Schlotes ist nur durch das große Kristallisationsvermögen des Bronzites gegeben, wodurch die gehobene Masse sofort in den kristallisierten festen Zustand übergehen konnte, ohne über den Rand hinaus- oder wieder zurückzufließen. Die Längen der Kristalle hängen mit der großen Kristallisationsgeschwindigkeit insofern zusammen, als nur dann, wenn diese groß ist, überhaupt große Kristalle entstehen können. Die Kristalle wuchsen auch in der Regel ohne neue Zentren zu bilden von der Basis der betreffenden Etage aus. Nur im dritten Absatz finden sich an einer Stelle mehrere Zentren, die in der Mitte der Wand gelegen sind. Hier sind einige kleine Löcher, die sichtlich von kleinen Bläschen herkommen. Diese bildeten neue Zentren. Die Kristallisation begann deutlich an der Oberfläche, wo die Abkühlung die rascheste ist. Die Zentren liegen in der Basis der Etagen zwischen den Schlotwänden und dem kleinen randlichen Wall, der durch die Wand des jeweilig unten befindlichen Absatzes gebildet wird. Der ganze Bau ist etwas gegen eine Seite der Tiegelwand geneigt. Das Schmelzprodukt ist von grauer Farbe. Die einzelnen Kristalle heben sich an den Schlotwänden wie schwärzliche Rippen, zwischen welchen ein hellerer Streifen durchgeht, mit feinem Relief ab. Die ursprüngliche Färbung des Bronzites, nelkenbraun mit bronzefarbigem Schillern, hatte sich ganz verloren. Die Spaltbarkeit nach *m* ist sehr deutlich, meßbare Kristalle sind nicht zu sehen. Obwohl genug Drusen Hohlräume vorhanden sind, treten nirgends Endflächen oder andere deutliche Flächen auf. Die Enden der Kristallbündel des Schlotes sind unregelmäßig gezackt. Die Kristalle sind hier zuweilen etwas gebogen, besonders bei der untersten Etage.

Das Schmelzprodukt<sup>1</sup> ist homogen und zeigt nur mit stärkster Vergrößerung verstreut dunkle Körnchen, deren Umrisse oktaedrisch waren, also wahrscheinlich Magnetit in dem sonst homogenen Produkt.

Die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit des Bronzites ist so groß, daß auch bei der nicht sehr großen Zahl der Zentren keine Glasbildung eintrat. Ob die Zahl der Zentren wirklich gering ist oder ob eine Anzahl derselben nicht zur Ausbildung

<sup>1</sup> Vergl. die Angaben an a. O. Die Auslöschung in diesem Fall war gerade. W. WAHL (Die Enstatitangite, TSCHERMAK's Mitt. XXVI. p. 1.) schlägt für die Bronzite mit monokliner Kristallform Klinobronzit vor. H. MICHEL (Dies. Centralbl. 1913. p. 161.) gibt an, daß bei großer Abkühlungsgeschwindigkeit makroskopisch verzwilligter Klinoenstatit entsteht. Bei langsamer Abkühlung wird die Verzwilligung so fein, daß scheinbar rhombische Formen entstehen.

gelangte infolge des schnellen Wachstums der Kristalle, läßt sich hier nicht entscheiden.

Der wesentliche Unterschied im Verhalten gegen andere Schmelzprodukte liegt in der löcherig struierten Erstarrungsmasse. Im allgemeinen wurden die Schmelzen immer dann aus dem Ofen herausgenommen, wenn sie dünn zu fließen anfangen. Erfolgen hiebei Vorgänge explosiver Natur, wie Blasenwerfen etc., so hörte dies in der Regel auf, sobald der Tiegel auf dem Sandbad war. Die Schmelze erstarrte dann gewöhnlich ohne innere Hohlräume mit geschlossener Oberfläche. Eine Ausnahme bildeten Eisensilikate, z. B. Fayalitsilikat, das zahlreiche Hohlräume zeigte. Der natürliche Bronzit<sup>1</sup> übertraf in dieser Beziehung auch dieses. Die Ursachen der Explosionen<sup>2</sup> in den beobachteten Fällen können verschieden sein. Der von BRUN dargestellte Vorgang, daß Gläser oder teilweise glasige Substanzen (vielleicht auch kristalline), die absorbierte Gase enthalten, in dem Moment, wo sie in den flüssigen Zustand übergehen, mehr oder weniger plötzlich Gase freiwerden lassen, wird selten oder in geringem Maße anzutreffen sein. Etwas Ähnliches geht bei dem Zusammenschmelzen von Kieselsäureanhydrid und Carbonaten vor sich, insofern die Kohlensäure — allerdings aus anderen Gründen, nämlich infolge der thermischen Dissoziation der Carbonate, der eine chemische Reaktion folgte — frei wird. Eine andere, ebenfalls häufig beobachtete Art von Explosionen tritt ein, wenn nach völligem Entweichen der gebundenen oder infolge von chemischen Reaktionen freigewordenen Gasen die Schmelze, die in ein ruhiges Fließen gekommen ist, über den Schmelzpunkt weiter erhitzt wird. Die Schmelze beginnt allmählich oder plötzlich in lebhafte Bewegung zu kommen, Blasen zu werfen und auch zu verdampfen. Beim Siedepunkt oder Verdampfungsbeginn können auch die Gase entweichen, welche bisher noch von dem Schmelzfluß absorbiert zurückgehalten werden konnten. Dieses Stadium dürfte mit dem Sieden des Schmelzflusses ident sein. Wird die Schmelze weiter erhitzt, so kann der gesamte Tiegelinhalt mit beträchtlicher Vehemenz in mehreren Teilen oder gänzlich ausgeschleudert werden. Es zeigt sich nun, daß die eisenreichen Silikate, die rasch dünnflüssig werden

<sup>1</sup> Eine Analyse des Bronzites vom Kupferberg bei Bayreuth findet sich in der geogn. Beschr. Bayerns von GÜMBEL, ausgeführt von AMMON, 1879. 3. p. 157.

Ca O . . . . .	1,50
Mg O . . . . .	33,75
Fe O . . . . .	7,20 (mit Spuren von Mn)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,05 (mit Spuren von Cr)
Si O <sub>2</sub> . . . . .	56,50
Glühverlust . .	0,88.

<sup>2</sup> Unter Explosionen verstehe ich hier die mit dem plötzlichen Freiwerden von Gasen verbundene mechanische Wirkung.

und früher zu sieden beginnen, im Verhältnis zu den Silikaten von Calcium, Magnesium und Tonerde diese Eigenschaften viel ausgeprägter zeigen.

Bei dem vorliegenden Bronzit könnte auch in Betracht kommen, daß die oberste Schicht schon zu erstarren begann, während im Innern noch eine der Siedetemperatur näher liegende herrschte. Da die bei der Kristallisation freiwerdende Wärme der Abkühlung entgegenwirkt, kann das Innere noch eine hohe Temperatur besitzen und explosiven Charakter haben, während die Oberfläche schon erstarrte<sup>1</sup>.

Gleichfalls noch in Betracht zu ziehen ist bei dieser Art von Schmelzen, daß bei der Kristallisation während des Schmelzflusses absorbierte Gase freiwerden. Eine Hohlraumbildung ist die unmittelbare Folge. Daß der natürliche Bronzit viel absorbierte Gase enthielt, ist nach der Analyse schwer anzunehmen. (An eine Carbidbildung zwischen den Tiegelwänden und der Schmelze ist immer zu denken, doch ist nicht anzunehmen, daß diese Reaktionen allein mit Gasbildungen in Verbindung stehen.) Bei glasig-amorpher Erstarrung tritt keine Gasabgabe wie beim Kristallisieren ein. Im allgemeinen steigt also die Gasaufnahme und Abgabe bei Silikaten mit dem Fe- und Mn-Gehalt<sup>2</sup>, womit die Neigung dieser Gruppe zu explosiven Vorgängen steht, vielleicht auch weil sie infolge ihres niedrigeren Schmelzpunktes die Temperaturen des Verdaupfens eher erreichen. Die Silikate des Magnesiums, Calcium der Alkalien und der Tonerde nehmen weniger Gase auf. Wahrscheinlich hängt die Gasabsorption auch mit der Art der Wärmereaktion<sup>3</sup> zusammen, die umso deutlicher verläuft, je dünnflüssiger die Silikate werden, also je schärfer der Schmelzpunkt und schließlich je größer die Kristallisationsgeschwindigkeit und überhaupt die Fähigkeit zu kristallisieren ist.

Wien, im April 1913, Mineralogisches Institut der Universität.

<sup>1</sup> Nach einer Mitteilung meines Freundes M. LAZAREVIC treten bei der Verhüttung der Kupfererze von Bor in Serbien ähnliche Vorgänge auf. Wenn das flüssige Kupfer in Formen ausgegossen ist, beginnt sich zuerst an der Oberfläche eine erstarrte Schichte zu bilden. Schreitet nun die Abkühlung fort, so gibt das flüssige Metall die absorbierten Gase ab und diese entweichen, indem sie unter Explosionen die Oberfläche durchbrechen und kleine Krateröffnungen bilden. An diesen entstehen dann Sulfide, wie Kupferglanz, Bornit etc., woraus auf die Natur der Gase geschlossen werden kann.

<sup>2</sup> Mit Ausnahme der Natron-Eisen- und Natron-Eisen-Tonerde-Silikate.

<sup>3</sup> Vergl. C. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie. I. Silikatschmelzen. — E. DITTLER, Beitrag zur Thermochemie der Silikate. Zeitschr. f. anorg. Chem. 69. p. 273.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913](#)

Autor(en)/Author(s): Kittl Erwin

Artikel/Article: [Beobachtungen an geschmolzenem Bronzit. 450-456](#)