

METALL UND ERZ

ZEITSCHRIFT FÜR METALLHÜTTENWESEN U. ERZBERGBAU EINSCHL. AUFBEREITUNG
NEUE FOLGE DER „METALLURGIE“, BEGRÜNDET VON W. BORSCHERS UND F. WÜST

HERAUSGEGEBEN VON DER
GESELLSCHAFT DEUTSCHER METALLHÜTTEN- UND BERGLAUTE E. V.

GLEICHZEITIG ORGAN DES
METALLHÜTTENVERBANDES UND DES VERBANDES DER METALLERZBERGWERKE

Schriftleitung: Gewerbeassessor Dr.-Ing. KARL NUGEL, geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Gesellschaft
Deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V., BERLIN W 35, Lützowstraße 89/90 (Fernruf: Lützow 5856)

HEFT 7

1. APRILHEFT 1930

XXVII. JAHRGANG

Jeder Nachdruck aus „Metall und Erz“, auch mit Quellenangabe, ist verboten.

Mitteilungen aus dem Institut für Geologie und Minerallagerstättenforschung der Technischen
Hochschule zu Graz.

Alpine Berylliumerzlagerstätten¹⁾

Von Hofrat Prof. Dr. A. Tornquist.

I. Mitteilung.

Die Metallurgie ist erst in neuerer Zeit auf die Bedeutung des Metalls Beryllium für die Herstellung hochwertiger Legierungen aufmerksam geworden. Die Bedeutung des Berylliums liegt in seinem sehr niederen spezifischen Gewicht von 1,8 (33 % geringer als Aluminium), in der hohen elektrischen Leitfähigkeit, in der überaus großen Härte und Ermüdungswiderständigkeit seiner Legierungen und in anderen technologischen Vorzügen, die nicht näher erörtert werden sollen.

Die Kardinalfrage ist heute zunächst, wie kann Berylliumerz aus natürlichen Lagerstätten in größeren Mengen gewonnen werden und auf welchem Wege kann das metallische Beryllium aus dem Rohmineral so billig erzeugt werden, daß der Preis des Metalls seiner vielseitigen Verwendungsmöglichkeit entspricht? Heute geltende Preise von 1000—1200 RM (250—300 \$) je Kilogramm Berylliummetall sind so hoch, daß an eine Einführung des Berylliums in die Technik in großem Umfang nicht zu denken ist. Erst dann, wenn es gelingt, den Preis für 1 kg Berylliummetall auf etwa 100 RM. (25 \$) zu senken, kann das Metall seinen Einzug in viele Verwendungsgebiete halten. Es handelt sich um die Kosten des Rohminerals, um die Kosten für die Herstellung von für die elektrolytische Herstellung des Berylliummetalls geeigneter Salze und um die Kosten der Elektrolyse selbst. Die letzteren wurden bei einem Verlust von etwa 40 % des Metalls bei der Elektrolyse im Jahre 1928 allein auf 10 \$ berechnet²⁾.

Die notwendige Verbilligung der Herstellung des Berylliums hängt von dem Auffinden leicht zugänglicher und leicht abzubauen, ergiebiger Lagerstätten von Berylliummineralien und von der

Verbilligung der Gewinnung der für die elektrolytische Gewinnung des Metalls verwendbaren Berylliumsalze (nach dem Verfahren von Stock und Goldschmidt des Natriumberylliumfluorids) ab.

Der Verfasser und seine Mitarbeiter haben auf Veranlassung des Herrn Dr. K. Seidler in Köln eingehende Untersuchungen an Beryll-Lagerstätten gemacht, welche sie in den Ostalpen aufgefunden haben. Es hat sich gezeigt, daß die vielen Vorkommen des hauptsächlich Berylliumminerals, des Berylls ($3 \text{ BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{ SiO}_2$), in der Welt keineswegs Schlüsse auf das Vorhandensein abbauwürdiger und ergiebiger Berylliumlagerstätten zulassen. Am wenigsten gilt das von Lagerstätten, in denen der Beryll in seiner edelsten Beschaffenheit, als grüner Smaragd, auftritt. Es sind prinzipiell Lagerstätten zu unterscheiden, in denen Beryllium lediglich in Beryllmineralien auftritt, und solche, die an solchen Mineralien keineswegs sehr reich sind, bei denen aber alle anderen vorhandenen Minerale, wie Feldspäte, Quarz und Turmalin, reichlich mit Beryllium durchtränkt sind. Beryll und andere wohl stets seltener Berylliummineralien, wie Chrysoberyll, Alexandrit, Phenacit, treten stets nur in Nestern auf, so daß ihre Gewinnung nicht nur viel zu umfangreiche Gesteinsbewegungen, sondern auch zu kostspielige Auslese erfordern. Große Mengen von berylliumhaltigem Gestein können nur aus den durchwegs mit Beryllium infiltrierten, „getarnten“, wenn auch niederprozentigen Lagerstätten gewonnen werden. Auf diese Erkenntnis ist es zurückzuführen, daß die vor kurzem in Kalabrien und in Spanien aufgefundenen Lagerstätten als unergiebig verlassen wurden, so daß heute nur ein einziger Lagerstättentypus der Welt, in Süd-Dakota, fast die gesamte Nachfrage nach Berylliumerz befriedigen muß. Das Mineral wird hier aber in drei Tagereisen auf Maultieren zur Bahn gebracht.

Das bisher zur Verarbeitung zur Verfügung stehende mineralische Rohprodukt enthält 55—56 % Beryllmineral; da der reine Beryll aber nur bis höchstens 13 % BeO enthält, so ist in diesem zur weiteren Verarbeitung kommenden Mineral etwa 7,5 % BeO oder etwa 2,7 % Beryllium enthalten.

1) Wenn wir nachstehenden Aufsatz eines geschätzten Mitarbeiters veröffentlichen, möchten wir gleichzeitig vor jeder optimistischen Auffassung hinsichtlich der Bauwürdigkeit der Lagerstätte und der Gewinnbarkeit des Berylliums warnen. Zu dieser Warnung gibt uns besonderen Anlaß die auffallende Art, mit welcher von gewisser Seite in der Tagespresse die öffentliche Meinung über das Berylliumerzvorkommen und seine glänzenden Aussichten bearbeitet wird. Die Schriftleitung.

2) K. Illig, The production and uses of Beryllium. 54. general meeting of amer. electrochemical soc. Charleston-Huntington. September 1928.

Dieses Berylliumerz wird in Amerika bis 150—200 \$ je Tonne bezahlt. Man würde eine bedeutend bessere Preisbasis bei der Gewinnung von Berylliumerz aus verkehrstechnisch günstig gelegenen infiltrierten Lagerstätten schaffen. Auch aus Erzen aus solchen Lagerstätten würden Konzentrate von 7—8 % BeO ungefähr die Basis bilden müssen.

Unter diesen Gesichtspunkten wurden berylliumverdächtige Lagerstätten der Ostalpen von dem Verfasser und seinen Assistenten eingehend untersucht und, wie heute gesagt werden kann, mit aussichtsversprechendem Erfolge (Fig. 39). Beryllium findet sich in bestimmten Pegmatiten (grobgranitischem Gestein), welche die alten kristallinischen Schiefer der Ostalpen in mehr oder minder breiten Zügen durchsetzen; es ist ein genügend hoher Berylliumgehalt aber anscheinend nur auf ein nicht allzu großes Gebiet der Ostalpen beschränkt. Die Untersuchung konnte erst auf Grund sehr zahlreicher Begehungen und chemischer Analysen³⁾ zu wichtigen Allgemeinergebnissen führen, welche für die Beurteilung

Pegmatits in ein feinkristallines Gemenge vermörtelt hat, kann das Beryllium ebenfalls aus der Lagerstätte verschwinden. Dagegen haben jüngere Gebirgsbewegungen, welche lediglich Verbiegungen der Lagerstätte verursachten, keinen Einfluß auf den Berylliumgehalt genommen. Es zeigte sich ferner, daß bestimmte glimmerarme und quarzreiche, Turmalin führende Züge von 0,3—0,5 m Breite inmitten der bis 100 m und mehr breiten Pegmatitgänge teilweise einen BeO-Gehalt von bis zu 3 % aufweisen. Dieser BeO-Gehalt wurde gefunden, ohne daß bestimmte Beryllminerale im Gestein nachgewiesen werden konnten. Eine



Fig. 39. Dünnschliff aus einer ostalpinen Berylliumlagerstätte. + Nic. Die großen reichlich Be-hältigen Feldspatkristalle sind durch Gebirgsdruck in ein feinkörniges Feldspatgemenge von nurmehr 0,2% BeO-Gehalt zerdrückt worden. 16fache Vergrößerung.



Fig. 40. 1 m großes Trumm aus der Berylliumlagerstätte vom Kreuzberg bei Köflach. Die linke lichte Zone mit den dunklen Turmalinen ist mit Be durchtränkt. Außerdem dichte Züge von Berylliumfeldspatügen.

lung eines Berylliumbergbaues in den Alpen nunmehr gute Dienste leisten können. Die Berylliumpegmatite der Ostalpen bestehen aus feldspat-(mikrolin-)reichen, von zahlreichen dunkelblauen bis blaugrauen Quarzzügen durchsetzten und Muskovit führenden Gesteinen, in denen in Zügen schwarzer Turmalin und seltener öligblauer Beryll vorkommen. Analysen, welche von nahe der Oberfläche entnommenen Gesteinen zunächst ausgeführt wurden, enttäuschten, und es ergab sich, daß das Beryllium eines jener Elemente ist, welches getarnt bei der Verwitterung das Gestein bald verläßt, da es leicht lösliche Verbindungen bildet. Durch Gebirgsdruck, welcher die ursprünglich großen Feldspäte des

spezielle Prüfung des im Gestein enthaltenen schwarzen Turmalins ergab in ihm nur wenig BeO. Diese berylliumhaltigen Züge können aber von einer mehr oder minder dichten Reihe von augenförmigen, 1 cm bis zu 10 cm großen Einschlüssen ziemlich dicht durchsetzt sein. Teilweise können diese Augen leicht als Beryll identifiziert werden, zumeist stellen sie berylliumhaltige Plagioklase dar. Die große Menge und der billige Abbau des Gesteins im Tagebau sowie die einfache Verpochung des im Abbau gelösten Berylliumerzes, aus denen dann Konzentrate nach neuen Methoden hergestellt werden müßten, bieten Aussicht dafür, daß auch ein größerer Bedarf an Berylliumerzen zu günstigen Gesteinskosten und ab günstiger Verkehrslage in den Ostalpen gedeckt werden könnte. Von dem Typus der ostalpinen Berylliumlagerstätten mag die vor-

3) Die exakte analytische BeO-Bestimmung im Gestein bietet außerordentliche Schwierigkeiten, welche auch heute noch nicht ganz behoben erscheinen.

stehende Wiedergabe eines losgesprengten Trumms von 1 m Länge eine Vorstellung geben (Fig. 40). Dieses in meinem Institut befindliche Trumm stammt aus dem bisher einzigen, in den Ostalpen aufgeschlossenen Berylliumerzlager am Kreuzberg bei Köflach in der Weststeiermark. Diese typisch getarnte Lagerstätte, in welcher aber auch an Beryllen reiche Züge auftreten, ist tagebaumäßig abzubauen, da der Pegmatitzug seiger steht. Die für die Gewinnung von Roherzen in Betracht kom-

menden Züge von Turmalin und dunklem Quarz sowie die an Beryllen reichen Trumms der Lagerstätte scheinen nach den bisherigen Aufschlüssen in hoffnungsreicher Ausdehnung anzuhalten, so daß, insofern die Herstellung von 7—8 prozentigen Konzentraten auch aus den getarnten Lagerstätten teilen und nicht nur aus den an Beryllen reichen Zügen tatsächlich gelingt, für die Gewinnung von Berylliumerzen hier bedeutende Gesteinszüge für den Abbau zur Verfügung stehen dürften.

Über Probenahme zur Ermittlung des Durchschnittsmetallgehaltes von Roherzen und des Aufbereitungserfolges.

Von Dipl.-Ing. Dr. Joh. E. Barnitzke, öffentlich angestelltem Probenehmer im Bezirk der Industrie- und Handelskammer Goslar.

Schwierigkeiten bei der Ermittlung des Durchschnittsgehaltes von Roherzen. — Richtlinien für Probenehmer. — Theorie der Probenahme von gut gemischtem und von ungemischtem Material. — Vergleich der üblichen Verfahren laufender Probenahme: größere Mengen in größeren Zeiträumen (Förderwagenprobe) oder kleinere Mengen in kürzeren Zeitabständen. — Bedingungen für die Zuverlässigkeit der Probe. — Schlussfolgerungen für die Praxis.

(Schluß aus Heft 3.)

B) Probe aus ungemischtem Gut und veränderlicher Menge.

Die Untersuchungen von Brunton über die zur Ermöglichung einer genauen Durchschnittsprobe notwendige Mahlfineinheit und unsere weiteren Betrachtungen über den bei gegebener Korngröße notwendigen Umfang der Probe wurden angestellt unter der Voraussetzung, daß eine begrenzte Erzmenge vorliegt, deren Menge und Metallgehalt sich während der Probenahme nicht ändert und deren Kornfeinheit eine hohe Mischungsgüte zuläßt. Infolgedessen können die bisher erreichten Ergebnisse, insbesondere die Durchmesser- und Mengenformeln, auch vorläufig nur unter solchen Bedingungen Anspruch auf Gültigkeit erheben.

Für die Aufbereitungen wird dagegen der Fall meistens so liegen, daß die gesamte Erzmenge — etwa die Aufgabe eines Tages — in einzelnen Teilmengen — z. B. förderwagenweise — aufgegeben wird, von denen jede ihren eigenen Metallgehalt führen kann, so daß sich gleichzeitig mit der Erzmenge ihr jeweiliger Durchschnittsgehalt ändert.

Die Begrenzung der Roherzmenge bedeutet gegenüber der Begrenzung auf einen Zeitabschnitt grundsätzlich keinen Unterschied, so daß wir den Fall einer Erzladung oder eines Lagers, entstanden aus verschiedenartigen Teilmengen und ohne vorherige Durchmischung zur Bemusterung kommend, zusammen mit dem Fall der laufenden Aufgabe ungemischten Fördergutes behandeln können.

Wir haben also nunmehr zu untersuchen, ob und wie weit die bisherigen Voraussetzungen für die eben angedeuteten Verhältnisse in der Praxis anwendbar sind.

M i s c h u n g s g ü t e.

Das, was das neue Problem von dem bisherigen am wesentlichsten unterscheidet, ist der verschiedene Grad der Mischung reicherer und ärmerer Mineralmengen in dem zu bemusternden Erz. Wir müssen daher versuchen, uns über die Mischungsverhältnisse in einem Mischgut aus Teilmengen verschiedener Zusammensetzung klar zu

werden. Zur Kennzeichnung des Mischungszustandes brauchen wir einen wohldefinierbaren Begriff, als den wir die „Mischungsgüte“ μ als Gegensatz zur Trennungsgüte vorschlagen. Bei vollständiger Trennung (100 %) ist die Mischung = 0 %, steigt mit abnehmender Trennungsgüte und erreicht 100 % bei vollständig fehlender Trennung. Wir setzen daher Mischungsgüte = 100 — Trennungsgüte, oder unter Benützung der Formeln des Fachausschusses

$$\mu = 100 - m + w = 100 - m + v \cdot \frac{r - c}{r - a} \quad (\text{in Prozenten}).$$

Nun betrachten wir die Teilmengen, aus denen sich unsere Erzmenge q_a zusammensetzt, etwa in Gestalt von Förderwageninhalten, bzw. denken wir uns diese Roherzmenge in eine Anzahl z solcher gleicher Teilmengen $A = B = C = \dots = q_a : z$ zerlegt. Sie haben die entsprechenden, untereinander verschiedenen Durchschnittsgehalte a_1, a_2, a_3 usw., deren Vereinigung in der Gesamtmenge $z \cdot A = q_a$ den zugehörigen Gesamtdurchschnitt a ergibt. Die Reihenfolge ist regellos und unbekannt, doch können wir uns die Teilmengen nebeneinandergereiht nach der Reihenfolge ihres Durchschnittsgehaltes, beginnend beispielsweise mit dem höchsten, vorstellen. Dann haben wir innerhalb der Reihe, ohne eine Veränderung des Gesamtdurchschnitts a vorgenommen zu haben, eine Verschiebung des Metallgehaltes nach der Anfangsseite hin, wodurch jeder Teildurchschnitt sich in der Weise ändert, daß links zugelegt wird, was rechts fehlt.

Der äußerste, in der Praxis nicht denkbare Fall wäre die Zusammendrängung des gesamten Metallinhaltes $\frac{a \cdot q_a}{100}$ auf die erste Teilmenge (q_a/z), die

er ganz oder zum Teil erfüllen kann, während die übrigen Teile taub werden. Die Möglichkeit, daß (für $z > 100/a$) die konzentrierte Metallmenge in einer Teilmenge Erz nicht Platz findet und auf die nächsten übergreift, müssen wir im Auge behalten, ohne sie ständig erwähnen zu müssen. Grundsätzlich ändert sich dadurch nichts. Der Durchschnittsgehalt der ersten Teilmenge A ist = $\frac{100 \cdot a \cdot q_a \cdot z}{100 \cdot q_a} = a \cdot z$,

reduktion in sehr konsequenter Weise zu Ende gedacht und durchgeführt worden sind.

Zum Schluß sei noch kurz auf einen anderen kontinuierlichen Zinkgewinnungsprozeß hingewiesen: das „Coley“-Verfahren. Dieser „Coley“-Prozeß steht zum Wälzverfahren etwa in gleicher Beziehung wie die beschriebene Zinkverhüttung in stehenden Retorten zum Hochofen. Man arbeitet hier mit einem langen Drehrohrföfen, welchen die Charge vorgetrocknet und auf 930 bis 1100° vorgewärmt während drei bis vier Stunden passiert. Es werden dabei als Reduktionsmittel Kohlenwasserstoffe oder kohlenwasserstoffhaltige

Materialien (Teer, Petroleum, Rohöl oder auch Steinkohle, Torf) in flüssiger oder fester Form eingeleitet. Es erscheint zweifelhaft und unwahrscheinlich, daß bei diesem Prozeß direkt kompaktes, metallisches Zink gewonnen wird, vielmehr scheint man zunächst auf einen reichen Zinkstaub, „Coley“-Puder, hinzuarbeiten, welcher einem nochmaligen Umwandlungsprozeß zu metallischem Zink unterworfen werden muß. Nach den bekanntgewordenen Tatsachen scheint ein wirtschaftlicher Fortschritt in dieser Arbeitsmethode nicht zu liegen. (Mitteilung aus dem Arbeitsgebiet der Deutscher Metallhandel A.G., Berlin.)

Alpine Berylliumlagerstätten.

Von Hofrat Prof. Dr. A. Tornquist in Graz.

Die Berylliumtarnung des Kreuzberg-Pegmatits. — Verhüttung getarnter Berylliumerze.

II. Mitteilung ¹⁾.

Die chemisch festgestellte Berylliumführung der Pegmatitzüge von Köflach in der Weststeiermark konnte nunmehr durch die mikroskopische Untersuchung an ganz frischem Gestein aus dem unterdessen eingeleiteten Abbau geklärt werden. Es war der exakte Nachweis der tatsächlichen Tarnung der Pegmatite an Be zu erbringen und das Auftreten von Beryllen neben der Tarnung zu klären. Die gewonnenen Resultate werden für die Auffindung weiterer Berylliumpegmatite in den Ostalpen von Nutzen sein. Sodann haben Versuche, das getarnte Be aus den Pegmatiten durch eine gangbare Aufschlußmethode in wasserlösliche Berylliumsalze überzuführen, zu aussichtsreichen Ergebnissen geführt.

Über die Tarnung von Be in norwegischen Pegmatiten hat neuerdings F. Machatski eine kristallochemische Untersuchung veröffentlicht. Diese sind nach Machatski in der Größenordnung 0,1% BeO getarnt („Zentralbl. f. Min. usw.“ 1930, A, S. 199).

Die mikroskopische Untersuchung des Kreuzberg-Pegmatitzuges ergab die folgenden Resultate: Die in ihm enthaltenen Feldspatäugen konnten in Dünnschliffen als Orthoklas und Mikroklin bestimmt werden ²⁾. Ersterer, von lichtblauer Farbe und lebhaftem Glasglanz auf völlig frischen Bruchflächen, zeigte unter dem Mikroskop groben, aber scharfen Zwillingsaufbau. In der Richtung der Zwillingsverwachsungsflächen treten in ihm unregelmäßig gestaltete Albitspindeln

auf, von denen sich in gleicher Richtung Züge von parallel gestellten Albitnadeln fortsetzen. Es handelt sich um einen Orthoklas-Mikroperthit. Quer zur Richtung der Albitzüge sind in diesen und im Orthoklas gleichmäßig in beiden verteilt sehr zahlreiche kleinste Muskovitblättchen gestellt, welche offenbar älter als der Feldspat sind. Es ist auch bei stärkster Vergrößerung weder Apatit noch Beryll erkennbar, der nachgewiesene schwache Be-Gehalt dieser Feldspäte muß in ihnen vollständig getarnt enthalten sein. Der Mikroklin von gelber Färbung und Seidenglanz, welcher seiner Menge nach den Orthoklas bedeutend übertrifft, besitzt eine enge, aber unscharfe Zwillingslamellierung; bei ihm sind die — hier stets verzwillingten — Albitspindeln quer zu diesem Aufbau gestellt, auch fehlen hier die feinen Albitnadeln. Es handelt sich um einen Mikroklin-Perthit. Auch er ist von — allerdings weniger zahlreichen — feinsten Muskovitblättchen durchzogen, welche diagonal zu den Richtungen der Zwillingslamellierung und der Albitzüge gestellt sind. Bei etwa 400facher Vergrößerung zeigen sie eine schwache zweiachsige Doppelbrechung. Spärlich finden sich größere Muskovitpartien mit korrodierten Rändern, welche wiederum die frühe Ausscheidung des Muskovits erkennen lassen. Im übrigen treten nur noch mittelgroße, unregelmäßig begrenzte Quarzkörner auf. Auch im Mikroklin-Perthit sind weder Apatite noch Beryll vorhanden. Es ist daher auch sein höherer Berylliumgehalt vollständig getarnt. Der im Gestein stets dunkel gefärbte Quarz besitzt nur sehr spärliche, stets deutlich korrodierte Glimmerschüppchen und reichliche Flüssigkeitseinschlüsse, in denen bewegbare Gasblasen auftreten. In der Bildung des Pegmatits erscheinen Turmaline und Muskovit als älteste Bildung, denen die Feldspäte und dann der Quarz gefolgt sind.

Von besonderem lagerstättenkundlichen Interesse ist die überaus starke Zerdrückung, welche der Pegmatit durch gebirgsbildenden Druck erfahren hat. Orthoklas und Mikroklin sind teilweise um unzerdrückt erhaltene Kerne in einen zuckerkörnigen, porösen Feldspatmörtel zerpreßt,

1) Vgl. „Metall u. Erz“, 1. April-Heft 1930, S. 177. Bezüglich der Fußnote der verehrten Redaktion zu meiner I. Mitteilung bemerke ich, daß die lagerstättenkundliche Klärung der Köflacher Berylliumlagerstätte ganz unabhängig von der Einleitung ihrer praktischen Verwertung erfolgt. Die Aktualität des Auffindens einer neuen Be-Lagerstätte hat, wie so häufig, auch in diesem Fall zu Erörterungen in der Tagespresse geführt, welche die möglichen Ergebnisse der Untersuchungen über den Rahmen der bisherigen tatsächlichen Kenntnisse eskompaktierten. Da die Klärung der Lagerstätte ohne Vornahme umfangreicher Aufschlußarbeiten unmöglich ist, so erscheint eine „Warnung“, soweit sie sich auf die Ausführung solcher Arbeiten bezieht, nicht gerechtfertigt.

2) Die Untersuchung der Feldspäte führte Dozent Dr. E. Clar aus.

deren einzelne eckigen Körner Durchmesser von etwa 0,06 mm besitzen (vgl. Fig. 39, S. 178, und Fig. 107). In ähnlicher, wenn auch nicht so intensiver Weise ist es zu einer Zerfetzung der schwarzen Turmaline gekommen, während der Quarz in meist größere, mehr oder weniger gestreckte Bruchstücke (offenbar inmitten der leicht zerdrückbaren Feldspäte) übergeführt worden ist. Der reichlich in der Lagerstätte vorhandene Muskovit ist unter Verbleib größerer Schuppen der Hauptsache nach ebenfalls in ein feinschuppiges Gemenge zerdrückt worden. Man erhält daher zunächst den Eindruck, daß der Pegmatit ein lediglich zerdrücktes Gestein — einen Mylonit — darstellt, tatsächlich ist aber auch eine Umkristallisation erfolgt. Allen diesen Mineralen gegenüber nimmt nun der im Pegmatit enthaltene Beryll eine Ausnahmestellung ein. Die mehr oder minder großen, langen, hexagonalen Beryllsäulen zeigen nirgends die Zerfetzung der vorbesprochenen Silikate und des Quarzes, sie sind nur ausnahmsweise leicht zerbrochen, ohne daß aber die einzelnen stets großen Bruchstücke erheblich aus ihrer Lage gerückt wären. Außerdem liegen diese meist jede Beeinflussung entbehrenden Beryllkristalle stets genau in den Gefügeflächen, welche durch die Zertrümmerung des Gesteins erst entstanden sind. Der Beryll der Lagerstätte hat daher die große Druckzertrümmerung des Pegmatits nicht mitgemacht, er ist im Pegmatit kein primäres Mineral, sondern erst nach der oder höchstens bei der Druckzertrümmerung des Pegmatits in ihm aufgesproßt. Diese für die Berylliumführung der oststeierischen Pegmatite in mehrfacher Hinsicht wichtige Erkenntnis wird auch dadurch noch bestätigt, daß Beryllkristalle gefunden werden, welche verzerrte, flachgedrückte, hexagonale Säulen zeigen, deren größte Querdurchmesser in der Schieferungsrichtung gelegen sind (Fig. 108).

Die Tarnung der Silikate und des Quarzes ist ohne Zweifel bei der primären Bildung des Pegmatites unter sehr großer Dampfspannung, in großer Erdtiefe, im Stadium der letzten Phase der Auskristallisation eines granitischen Magmas erfolgt. Diese Bildungsverhältnisse haben anscheinend die Tarnung, d. i. die innermolekulare Aufnahme von Be und Zr (die vorwiegend nachgewiesen werden), in erster Linie ermöglicht. Ein für Pegmatite auffallender chemischer Befund ist das vollständige Fehlen von Phosphor im Kreuzberg-Pegmatit, welches mit der mikroskopischen Feststellung der Abwesenheit von Apatit im Einklang steht.

Eine der erstaunlichsten Feststellungen ist nun die bereits in der I. Mitteilung hervorgehobene

Befreiung des getarnten Be aus den primären Feldspäten bei ihrer Zerdrückung, welche durch die Analyse wiederholt festgestellt worden ist. Wie weit und ob das auch beim Quarz und Turmalin der Fall ist, steht vorläufig noch dahin. Der Vorgang ist nur so denkbar, daß die Feldspäte bei dem

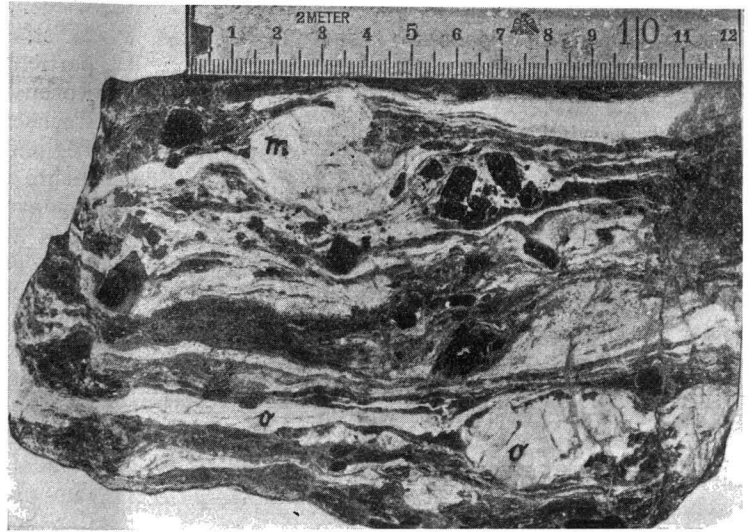


Fig. 107. Polierter Anschliff eines Kreuzberg-Be-Pegmatits.

Die Feldspäte sind zu zuckerartigen Zonen zerpreßt, welche noch intakte Augen von gelbem Mikroklin (m) und lichtblauem Orthoklas (o) enthalten. Die schwarzen und grauen Quarze sind in schmale Züge ausgedrückt. Der tiefschwarze Turmalin ist in viele Trümmer zerfetzt.

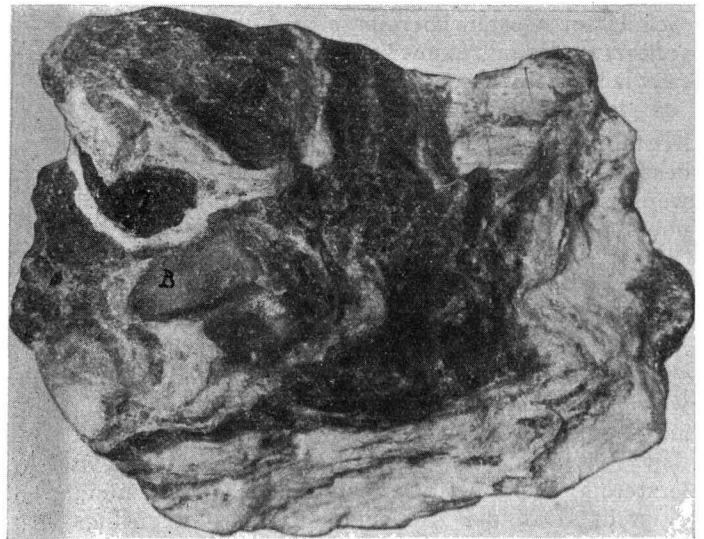


Fig. 108. Beryllstufe des Kreuzberg-Pegmatits.

T = zerpreßter Turmalin. B = in einer Druckzone später aufgesproßter vollflächiger Beryllkristall mit wolkig blaugrüner Färbung auf der glatten Prismenfläche. Der Kristall ist zwischen zwei Quarzzügen flach sechsseitig verzerrt aufgewachsen, aber auf der Rückseite der Stufe inmitten von zuckerartig verdrücktem Feldspat unverzerrt sechsseitig.

Vorgang ihrer Zertrümmerung auch noch eine Umwandlung ihrer Innenstruktur erfahren haben und rekristallisierten unter Abgabe ihres Be. Die mikroskopische Schliffuntersuchung erbrachte hierfür insofern eine Bestätigung, als die kleinen Feldspattrümmer trotz ihrer intensiven Verdrückung (Vermörtelung) unter + Nicol eine scharfe Auslöschung zeigen, demnach also nach der Zerdrückung wiederum einen ungestörten

Innenaufbau angenommen haben. Sie rekristallisierten nach der Be-Abgabe neu, ohne daß sie es aber zur Ausbildung neuer äußerer Kristallformen gebracht haben. Es erfolgte unter Ausscheidung des getarnten Be ein neues molekulares Gefüge. Der Kreuzberg-Pegmatit ist daher kein reiner Mylonit, sondern ein Gestein, in dem es durch Gebirgsdruck zur Neubildung und Umbildung von Mineralsubstanz gekommen ist. Auf ihn die Benennung Pegmatitgneis anzuwenden, will mir allerdings wenig zutreffend erscheinen.

Die vorstehenden Beobachtungen lassen es sehr wahrscheinlich erscheinen, daß es das bei der Zerdrückung und Umkristallisation aus den Feldspäten ausgetretene Be erst gewesen ist, welches das Aufsprossen der Beryllkristalle im Köflacher Pegmatitzug hervorgerufen hat. Die großen meist unverletzten Beryllkristalle wuchsen während die Zerpressung des Gesteins aus dem ausgetretenen Be der Tarnung stets mit ihrer Längsrichtung senkrecht zur Druckschieferung (vgl. Fig. 108).

Diese Erkenntnis ist für die Beurteilung der Be-Führung der ostalpinen Pegmatite von praktischer Bedeutung. Es wäre demnach zu erwarten, daß jene Pegmatite, welche im ostalpinen Kristallin überhaupt Be führen, diesen dann in ursprünglicher Tarnung am vollständigsten bewahrt haben, wenn sie durch Gebirgsdruck am wenigsten beansprucht wurden. Es wäre dann das Auftreten von makroskopisch sichtbaren Beryllkristallen in ihnen geradezu als Beweis dafür anzusehen, daß der Be-Gehalt im Gestein bereits eine Wanderung ausgeführt und damit zum Teil auch aus dem Gestein entwichen sein kann.

Die Führung von eingeschlossenen Beryllkristallen wäre dann keineswegs ein Beweis für besonders hohen Berylliumgehalt des Pegmatits, wenn sie auch als Anzeichen für Berylliumgehalt überhaupt anzusehen ist.

Die unterdessen angestellten Untersuchungen anderer Pegmatitzüge im Kristallin westlich Köflach haben ergeben, daß die Tausende von Pegmatitzügen dieses Gebirges trotz ihrer makroskopisch übereinstimmenden Beschaffenheit keineswegs allgemein Be-führend, wie der Pegmatitzug am Kreuzberg bei Köflach sind, es hat immer noch den Anschein, als ob die Berylliumführung in letzterem eine eng begrenzte lokale Erscheinung darstellt. Daß der Kreuzberg-Pegmatit allerdings der einzige Be-führende im gesamten großen Areal des sich an ihn anschließenden oststeierisch-kärntnerischen Altkristallin sein soll, erscheint kaum wahrscheinlich und können die obigen Feststellungen gut verwendbare Anhaltspunkte für die Auffindung neuer Beryllium-Pegmatite in den Norischen Alpen geben.

Der Befund im Kreuzberg-Pegmatit wird dadurch noch interessanter, daß durch die unterdessen durchgeführten Schurfarbeiten der Beryllium-Gesellschaft 1 km westlich des Köflacher Kreuzberg-Pegmatitzuges im Bachbett der Freigöbnitz bei der Schleifermühle ein etwa 2 m mächtiger, völlig anders beschaffener, aber nicht Be-haltiger Pegmatitzug angetroffen wurde, welcher

wahrscheinlich auch noch den Kreuzberg-Pegmatit erreicht. Dieser Schleifermühl-Pegmatit ist ein grobflaseriges Gestein. Zwischen stark zerpreßten Zonen von Muskovit, welcher auch kleine Partien eines tiefschwarzen Biotits enthält, sind Züge gelegen, welche teilweise überwiegend lichtblaugrauen Quarz neben weißem Feldspat, teilweise aber vorwiegend Feldspat enthalten. Sehr reichlich sind meist, dem Feldspat benachbart, lichtgrüne Apatitpartien eingesprengt, welche zu strahlig striierten Rosen von über 6 cm Länge und 3 cm Breite anwachsen können. Im Gegensatz zum Kreuzberg-Pegmatit zeigen Quarz und Feldspat häufig eine dichte Durchwachsung, zusammenhängende Quarzzüge von wenig schwankender Mächtigkeit treten nicht auf. Die Feldspäte sind nirgends zu Zuckerkorn gepreßt. Die Apatite stehen meist schräg oder auch quer zur Schieferung des Gesteins, teilweise sind sie unter völliger Ausquetschung in den Glimmerzügen in die Schieferung eingewalzt. Der Feldspat zeigt Seidenglanz und stellte sich im Dünnschliff als ein basischer Oligoklas heraus. Auch dieser Pegmatit ist nach auswärts vorgenommenen Analysen Be-haltig, wenn auch Beryll in ihm nicht festgestellt werden konnten. Trotzdem der Schleifermühl-Pegmatit den Ausdruck eines durch orogenetischen Druck weniger mitgenommenen Gesteins macht, so dürfte er doch zur Pegmatit-Formation des Kreuzberg-Pegmatits gehören, aber eine zeitlich etwas verschiedene Injektion darstellen. Das mikroskopische Bild von Dünnschliffen ergab, daß der Oligoklas mit 22 bis 25 % Anorthit-Gemengteil ein sehr basischer Feldspat ist, seine Zwillinglamellierung ist unscharf und wolkig gestört. Randlich in den Oligoklas eintretende Glimmerpartien lösen sich in diffus verteilte Glimmerschüppchen auf. Außerdem ist der Oligoklas reichlich mit kleinen Apatitnadeln in wirrer Verteilung und mit Zoisitmikrolithen in gedrungenen Säulchen gefüllt. Der Quarz enthält Züge von winzigen Flüssigkeitseinschlüssen, welche auch im Apatit auftreten. Beryll und Turmaline fehlen dem Gestein. Der Quarz ist auf Spalten in den Apatit eingedrungen, welcher dann korrodierte Ränder aufweist. Die starke Pressung des Pegmatits wird durch die starke Vermörtelung des Quarzes, deren eckige Körner auch Böhmsche Streifung zeigen und durch die wolkige Aufhellung des Oligoklas und des Apatits erkennbar.

Wenn auch dieser Apatit-Pegmatit bisher nur in geringer Mächtigkeit aufgefunden werden konnte, so verdient er doch eine eingehendere Untersuchung auf Be-Gehalt. Eine Abhängigkeit des Be-Gehaltes der oststeierischen Pegmatite vom P-Gehalt besteht jedenfalls nicht.

Die sehr späte — sekundäre — Bildung des Berylls im Kreuzberg-Pegmatit stellt jedenfalls ein völliges Novum dar. Das Vorkommen großer unverdrückter Beryll in mitten eines sonst vollständig durch Gebirgsdruck zerdrückten Pegmatits ist bisher nirgends beobachtet worden und hat seinen Grund jedenfalls in der relativ hohen Be-Tarnung unseres Pegmatits. In vielen Beryll-Pegmatiten der Welt hat sich die Ausscheidung der Beryll in einem frühen Stadium der Bildung der

Silikate erkennen lassen, nur G. R. Megathin („Econ. Geol.“ 1929, S. 163) konnte die Berylle des Gilsum-Distriktes in New Hampshire als eine der letzten — wenn auch noch primären — Ausscheidungen erkennen.

Die bessere Kenntnis der Köflach-Pegmatite läßt jetzt erkennen, daß die vorhandene Be-Tarzung, auf deren Ausbringung die Berylliumgewinnung unbedingt einzustellen ist, die Herstellung von mechanischen Konzentraten kaum erlaubt. Es war also ein Weg der chemischen und möglichst einfachen direkten Ausbringung aus dem Gestein zu finden.

In Gemeinschaft mit Herrn Dr.-Ing. O. Friedrich waren wir schon vor längerer Zeit durch Versuche der Frage nähergetreten, wie die Metallfüllung zustande gekommen ist, welche in unseren ostalpinen metasomatischen Cu-, Ag-, Zn- und Pb-Erzlagerstätten unter gleichzeitiger chemischer Verdrängung primär vorhandener Silikate stattgefunden hat. Es hatte sich gezeigt, daß alle verbreiteten Silikate bei etwa 500° C unter der Einwirkung von SO₂ und hochtemperierten H₂O ver-

hältnismäßig leicht aufgeschlossen werden. Es ist das ein Vorgang, welcher in der Verhüttung von Erzen als „sulfatisierende Röstung“ seit langem bekannt ist. Diese Versuche, auf das sehr feine Pulver unserer Kreuzberg- und Schleifferrmühl-Pegmatite angewandt, erlauben auch die Aufschließung aller in ihnen enthaltenen Silikate und die Ubertüfung der in ihnen enthaltenen Alkali- und Erdalkalimetalle einschließlic des Berylliums in wasserlösliche Verbindungen. Daß dieser Prozeß durch die Anwesenheit eines Katalysators — als welcher der Turmalin gelten kann — gefördert wird, ist verständlich. Es konnte von uns sogar die Reihenfolge festgestellt werden vom leichtest zum schwerst ausschließbaren Mineral. Diese lautet:

Turmalin — Glimmer — Feldspat — Quarz — Beryll.

Es ist zu hoffen, daß sich die Ausbringung des getarnten Berylliums aus oststeirischen Pegmatiten durch sulfatisierende Röstung auch im großen wird vollziehen lassen und daß diese Art der Verhüttung sich zu einem rentablen Verfahren gestalten kann.

Über den Berylliumgehalt der angeblichen „Beryll“-Lagerstätten von Köflach in Steiermark.

Von A. Cissarz, H. Schneiderhöhn und E. Zintl, Freiburg i.Br.

Vor einiger Zeit erhielten wir zufällig einige als typisch bezeichnete ganz frische Stücke des neuen „Beryll“-Vorkommens von Köflach. Die makroskopischen und auch mikroskopischen Untersuchungen zeigten kein Berylliummineral, aber auch keinerlei unbekanntes oder ihrer Zusammensetzung nach unsichere Mineralien. Bei stärkerer Vergrößerung (bis 800fach) sieht man in den großen Sekretionsfeldspäten des Augengneises eine Menge gut kristallisierter Einschlüsse. Sie wurden optisch genau geprüft und stellten sich als Muskovitblättchen und Apatitnadeln heraus. Keinesfalls liegt in diesen Einschlüssen irgendein Berylliummineral vor. Der mikrochemische Berylliumnachweis aus den isolierten Bestandteilen verlief negativ. Auch die gewöhnlichen qualitativen und quantitativen Analysenverfahren waren negativ. Nun war in dem Aufsatz von Tornquist¹⁾ die Meinung ausgesprochen, das Beryllium sei „getarnt“. Nähere Angaben, mit welchem Element zusammen es auf diese Weise verborgen wäre, fehlten. Da diese „Tarnung“ zwar nicht sehr wahrscheinlich, aber immerhin möglich war, haben wir spektralanalytisch auf Beryllium geprüft. Das gepulverte Gestein wurde mit Flußsäure behandelt, wodurch es völlig in Lösung ging. Beryllium besitzt im Ultraviolett sehr viele und sehr charakteristische und empfindliche Linien, die gestatten, Gehalte bis zu 0,0001% Be nachzuweisen. Die wiederholte spektralanalytische Prüfung verlief völlig negativ. Es waren nicht einmal Spuren Be vorhanden.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Dr.-Ing. K. Seidler in Graz erhielten wir auf unsere Bitte eine Probe, die nach einer „fast exakten“ neuen Methode sicher etwa 2,5% BeO enthalten sollte. Durch den Letztgenannten von uns wurde auch diese Probe²⁾, wie vorher schon die anderen, nach einem „ganz exakten“ Verfahren auf Beryllium geprüft, und zwar auch wieder mit völligem negativem Erfolg. Der Gang der Untersuchung war folgender: 10g des fein gepulverten Gesteins wurden durch mehrmaliges Abrauchen mit Flußsäure unter Zusatz von etwas konzentrierter Schwefelsäure aufgeschlossen. Die Fluoride wurden durch Abrauchen mit konzentrierter Schwefelsäure in Sulfate übergeführt. Der Rückstand wurde mit einem Gemisch von verdünnter Schwefelsäure und verdünnter Salzsäure heiß aufgenommen, das erkaltete Filtrat zur Entfernung von Mg und Fe mit überschüssiger Lauge versetzt, filtriert und die Lösung mit Chinalizarin auf Be geprüft nach dem Verfahren von Helmut Fischer („Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konzern“ 5 [1926], S. 99).

Zur Ausführung der Reaktion mit Chinalizarin diente jeweils eine Menge der Lösung, die annähernd 1g des Gesteins entsprach, die also bei der Probe mit angeblich 2,5% BeO etwa 10mg Be hätte enthalten sollen. Die Prüfung fiel immer vollkommen negativ aus. Zusatz von 1mg Be (als Nitrat) bewirkte sofort den charakteristischen Farbumschlag von Violettrot nach rein Blau.

Um sicher zu gehen, wurde noch die Möglichkeit geprüft, daß das Be etwa bei der Fällung des Magnesium-, Aluminium- und Eisenhydroxyds von

1) A. Tornquist: Alpine Berylliumerzlagerstätten, „Metall u. Erz“ 27 (1930), S. 177—179. — Die von uns untersuchten Proben entsprachen genau der Beschreibung von Tornquist.

2) Zur Vermeidung von Fehlergebnissen wurde das ganze Probenstück gepulvert und die Bestimmung mit diesem Pulver ausgeführt.