

## Beiträge zur Kenntniss von Brokenhill.

Von

**R. Beck,**

Professor an der Bergakademie zu Freiberg.

Seit in unserer Zeitschrift die wichtigen Arbeiten von E. F. Pittman und J. B. Jaquet<sup>1)</sup> über Brokenhill durch ein ausführliches kritisches Referat von Krusch in weiteren Kreisen bekannt geworden sind, hat sich das Interesse unserer Leser und Mitarbeiter wiederholt für diesen Gegenstand bethätigt<sup>2)</sup>. Trotz alledem scheint uns dieses Thema keineswegs erschöpfend behandelt zu sein, und es möchte daher der Verfasser die Aufmerksamkeit auf einige für die genetische Auffassung dieser Lagerstätte recht wichtige Thatsachen lenken, die im Verlaufe der bisherigen Erörterungen theils noch gar nicht erwähnt, theils wenigstens nicht genügend hervorgehoben worden sind. Für seine Studien standen ihm sehr zahlreiche und mannigfaltige Belegstücke zu Gebote, die der geologischen Sammlung der Freiburger Bergakademie von befreundeter Seite, namentlich durch Herrn Bergingenieur Schlapp, in neuerer Zeit auch durch Herrn Hütteningenieur Gmehling und ganz besonders auch durch das Department of Mines of N. S. Wales zugegangen sind. Ausserdem war auf den Freiburger Hütten öfter Gelegenheit, grosse Mengen von Brokenhiller Stufferzen, die dorthin geliefert worden waren, zu durchmustern und das wissenschaftlich Werthvolle mit Bewilligung der Kgl. Oberhüttenverwaltung auszulesen. Allen diesen Gebern sei hiermit gebührend gedankt.

Die älteren Eingänge waren bereits durch Herrn A. W. Stelzner in wissenschaftliche Untersuchung genommen worden, indessen wurde der Einblick in die möglicher Weise von ihm hierüber hinterlassenen Manuscripte wie überhaupt in den litterarischen Nachlass des Verstorbenen für die Fortsetzung seiner Studien uns nicht ermöglicht.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. 1897 S. 94.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschr. 1897 S. 314; 1898 S. 392; 1899 S. 49. Auch vergl. man G. Eisfelder: Der Silber-, Blei- und Zinkbergbau von Brokenhill in NS-Wales. Berg- und Hüttenm. Z. 1898 No. 48, 49, 51. — Siehe ausserdem d. Z. 1893 S. 295; 1894 S. 402, 431; 1895 S. 6; 1897 S. 94; 1898 S. 290, 306, 309, 310.

Unsere Beobachtungen beschränken sich naturgemäss auf die mineralogisch-petrographische Zusammensetzung von Erz und Nebengestein, und besonders auch auf die genetisch so wichtigen Strukturverhältnisse, während wir uns in Bezug auf die allgemeinen geologischen Verhältnisse getrost auf die Ausführungen von Jaquet<sup>3)</sup> verlassen können, denen der Stempel grösster Zuverlässigkeit aufgedrückt ist.

Da eine genaue mikroskopische Analyse des Nebengesteins mit Ausnahme der kurzen Beschreibung des Granatquarzites bei Jaquet (S. 46, Pl. I, Fig. 1 und 2) bisher noch aussteht, lassen wir zunächst diese vorausgehen. Das vorherrschende Nebengestein im Hangenden des grossen Erzkörpers ist ein mittelkörniger Granatgneiss, der in Folge einer lagenförmigen Vertheilung von Granat und Feldspath auf dem Querbruch streifig erscheint. Dieses Gestein besteht in der Hauptsache aus einem eigenthümlich spangrünen Orthoklas, wenig Plagioklas, spärlichem grauen Quarz, gelbrothem Granat und dunklem Glimmer. Der spangrüne Orthoklas ist ganz von derselben Beschaffenheit, wie der im Cordieritgneiss von Bodenmais und in den Pegmatiten von Ammeberg. Er umschliesst zu Wolken und Streifen gehäufte winzige Einschlüsse einer lichtbraunen Flüssigkeit oft mit beweglichen Gasbläschen. Es konnten keine Merkmale nachgewiesen werden, die für Mikroklin sprechen. Die grüne Farbe verschwindet beim Glühen. Auch mag erwähnt sein, dass der spangrüne Orthoklas von Ammeberg, wie das noch wenig bekannt zu sein scheint, erst beim Liegen an freier Luft seine charakteristische Färbung erhält. Für Brokenhill sind uns derartige Wahrnehmungen nicht bekannt. Es wird hiermit die Aufmerksamkeit der dortigen Beobachter darauf gelenkt. Durch eine chemische Prüfung dieses grünen Feldspathes von Brokenhill an ganz reinen Blättchen gelang es Herrn Kolbeck nicht, metallische Verbindungen, die als Pigment gedeutet werden könnten, aufzufinden.

Der Feldspath und der Quarz bilden unregelmässige Körner mit vielen Ausbuchtun-

<sup>3)</sup> J. B. Jaquet: Geology of the Brokenhill Lode and Barrier Ranges Mineral Field. Sydney 1894 (Mem. of the Geol. Surv. Geology 5).

gen. Beide umschliessen häufig modellscharfe Kryställchen des Granates und Blättchen des braunen Glimmers, die demnach als früheste Hauptgemengtheile in der Krystallisationsfolge zu gelten haben. Manche Orthoklaskörnchen sind sogar ganz gespickt mit Granatkryställchen. Durch das Gestein winden sich äusserst feinschuppige Fasern von Sericit, der auf Klüftchen auch in das Innere des Orthoklases eingedrungen ist. Er muss als secundäre Bildung im Gefolge von Druckwirkungen aufgefasst werden, die sich auch in der undulösen Auslöschung der Orthoklase zu erkennen geben. Sehr häufig sind dem Gestein Körnchen und Kryställchen eines bei auffallendem Lichte eisengrauen, nur ganz schwach grau durchsichtigen, in Säuren, auch in Flusssäure schwer löslichen Minerals eingesprengt, das als Einschluss im Granat vorkommt und demnach ein sehr früh ausgeschiedener primärer Gemengtheil ist. Seinem chemischen und optischen Verhalten nach ist dieses Mineral Titaneisenerz, wie solches aus Granatgneissen schon wiederholt beschrieben worden ist. Ausserdem erhält man beim Sichern von Pulver selbst scheinbar ganz normalen Gesteins dieser Art nicht selten etwas Bleiglanz und Blende. Es scheinen diese wohl secundäre Einwanderer zu sein, wenigstens war es unmöglich, den Beweis für ihre primäre Anwesenheit im Nebengestein zu führen. Endlich ist die Gegenwart winziger Kryställchen von Zirkon und Rutil zu erwähnen. Mit dem Magneten kann man aus dem Pulver kaum nennenswerthe geringe Mengen von Magnetit ausziehen.

Abweichungen von diesem Gesteinstypus entstehen durch das zuweilen fast völlige Zurücktreten des Granates, sowie sehr häufig durch eine sehr starke Betheiligung von Sericit. Manche Stücke erwiesen sich durch und durch sericitisirt.

Der Granatgneiss enthält häufig Lagen von Granatquarzit, der aus dunkelgefärbtem Quarz und streifenweise angereicherter Granat nebst etwas Biotit zusammengesetzt ist. Eine eigentliche Hornfelstructure die unbedingt auf Contactmetamorphose von Seiten der granitischen Massen des Barriergebirges hinweist, zeigt auch diese Gesteinsvarietät nicht. Die Quarzindividuen sind vielmehr, wie bei den meisten Gneissen, mit buchtigen Umrissen untereinander verzahnt. Der Granat bildet oft sehr unregelmässig verzweigte Individuen und ist bis auf wenige Quarzkörnchen, Glimmerschüppchen und nicht sicher bestimmbare undurchlässige Partikel gewöhnlich frei von Einschlüssen. Winzige Zirkone sind dem Gestein beigemischt, hier

und dort auch Pyritkryställchen und ziemlich häufig jene bereits aus dem Granatgneiss erwähnten Titaneisenerzkörnchen.

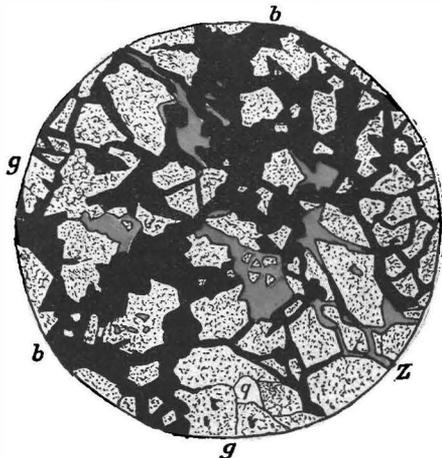
Auch in die Granatquarzite tritt öfters der Sericit ein, und es können sehr sericitreiche Granat-Quarzitschiefer daraus entstehen.

Gehen wir jetzt zum Erze selbst über, wobei wir aber alle Neubildungen der oberen Teufen bei Seite lassen und uns lediglich auf die sulfidischen Erzmassen beschränken werden. Diese bestehen vorherrschend aus einem innigen Gemenge von silberhaltigem Bleiglanz und Blende mit einem eigenthümlich graublauem Quarze, mit Granat und Rhodonit, sowie auch mit Flussspath. Unter diesen entzieht sich gewöhnlich der Flussspath der Beobachtung und dem unbewaffneten Auge, nur ausnahmsweise kommt er in sichtbaren, meist farblosen oder weisslichen Körnern oder noch seltener in bis 3 cm breitem trumartigen Aggregaten vor. Minder häufig tritt Kupferkies, Pyrit, Arsenkies und Kalkspath hinzu. Orthoklas, dessen Gegenwart im Erz Jaquet hervorhebt, haben wir bis jetzt inmitten des eigentlichen Erzkörpers nicht angetroffen. Auch von dem nach Bergeat von Stelzner im Brokenhillerz entdeckten und angeblich stark betonten Magnetit haben wir nichts bemerkt. Allerdings fand sich eine kleine Stufe vor mit dem Vermerk Stelzner's „Spuren von Magnetit“. Durch eine besondere Untersuchung dieses Stückes aber konnte diese Vermuthung nicht bestätigt werden.

Von der grössten Bedeutung in genetischer Beziehung müssen die gegenseitigen Verwachsungsverhältnisse der aufgezählten Gemengtheile sein. Betrachten wir zunächst das Verhältniss zwischen Erz und Granat. Dieses Silicat ist keineswegs selten vorhanden. Man kann wohl kaum eine grössere Erzstufe aufheben, worin es nicht wenigstens mikroskopisch nachweisbar ist. Sein Auftreten ist ein doppeltes: Einmal bildet der Granat oder seine Aggregate eckige Bruchstücke, die allseitig von Erz umschlossen werden. Dies kann zunächst in mikroskopischen Verhältnissen stattfinden. Dann handelt es sich um förmliche Mikrobrecien, wie uns eine solche in Fig. 7 entgegentritt, die wie die folgenden Abbildungen möglichst getreu nach der Natur und mittels theilweiser Copirung von Mikrographien gezeichnet wurden. Es sind hiernach offenbar Scherben eines zerdrückten wenig quarzhaltigen Granatfelsens durch Bleiglanz und Blende verkittet worden. Der Granat führt neben Einschlüssen von Flüssigkeit auch wenige ziemlich grosse von Blende und Bleiglanz. Es besteht indessen

die Möglichkeit, dass diese scheinbar ganz isolirten Erzpartikel nur quergeschnittene Erzvorsprünge sind, die in das Innere der Granatkörner sich hinein erstrecken. Ein zweites Vorkommen von Granat ist das als idiomorphe, entschieden neu angeschiedene Krystalle inmitten des Erzgemisches. Diese Granaten sind gewöhnlich sehr reich an

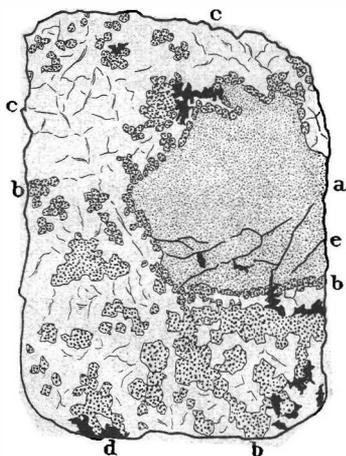
das Innere, denn dieses ist mit einer Mischung von Bleiglanz und kleinen Granaten erfüllt. Mitunter ist die Füllung solcher Granatperimorphosen später wieder ausgelaugt worden. Vor uns liegt von derselben Grube eine ganze Druse solcher Hohlformen eines übrigens abweichend von der für dort herrschenden Regel nicht braunroth, sondern gelbbraun



g Granat, q Quarz, b Bleiglanz, z Blende.

Fig. 7.

Mikrobreccie von Granatfels.  
Schwache Vergrößerung.



a Granatfels, b neugebildeter Granat, c Quarz, d Bleiglanz, e Aederchen von Bleiglanz.

Fig. 8.

Fragment von Granatfels im Erzkörper, umsäumt von neugebildetem Granat.  
Wenig verkleinert.

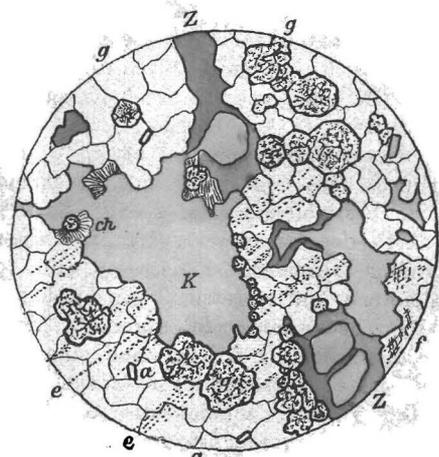
echten Erzeinschlüssen. Oft lässt sich dies schon an grossen Exemplaren nachweisen. Wir besitzen zum Beispiel von Proprietary Mine Block 10 einen halben bis 2,5 cm messenden, mitten im Erz sitzenden Krystall der Combination  $\infty O.2O2$  auch mit Flächen eines  $m O n$ . Er zeigt keine Spur von Corrosion, vielmehr sprechen die spiegelglatten Flächen für eine Neuausscheidung, noch mehr



g Granat, r Rhodonit, f Flussspath, b Bleiglanz, z Blende, k Kupferkies.

Fig. 9.

Granat-Rhodonitaggregat mit eingewanderten Erzen.  
Schwache Vergrößerung.



q Quarz, e Einschlüsse, g Granat, ch Chlorit, a Apatit, f Flussspath, k Kupferkies, z Blende.

Fig. 10.

Kupferkies im Blauquarz.  
Schwache Vergrößerung.

gefärbten Granates inmitten einer sehr cavernösen Erzstufe, aus der Rhodonit ausgelaugt sein dürfte. Besonders scharf sind die Krystalle des neugebildeten Granates, gewöhnlich  $\infty O$ , dort wo sie inmitten des für diese Erze so bezeichnenden Blauquarzes stecken. Dieser Quarz findet sich theils in einzelnen eckigen Splintern inmitten des Bleiglanz- und Blendecementes, theils in grösseren

derben Partien, die dann mit Granaten ganz gespickt sein können, bis zu winzigen kaum wahrnehmbaren Kryställchen hinab.

Für dieses soeben geschilderte zweifache Vorkommen von Granat in einer älteren wohl aus dem Nebengestein übernommenen, und einer jüngeren Generation ist das in Fig. 8 in etwas verkleinertem Maassstabe abgebildete Belegstück ein lehrreiches Beispiel. Inmitten einer wesentlich aus Blauquarz mit idiomorphen gelbrothen Granaten und etwas Bleiglanz bestehenden Masse liegt ein stumpfeckiges Fragment von lichtgelbrothem, sehr feinkörnigem Granatfels eingeschlossen, das umsäumt wird von einem Kranze etwas dunkler gefärbter neugebildeter Granaten und in das hinein zarteste Bleiglanzädern vordringen sind. Andere Granatfelsfragmente im Erz sehen wir von Blauquarz ganz gesetzmässig in der Weise umgeben, dass dessen längliche Individuen annähernd senkrecht zu den Umrissen des Einschlusses gestellt sind. Solche eckigen Einschlüsse von feinkörnigem Granatfels oder Granatquarzit scheinen im sulfidischen Erzkörper gar nicht selten zu sein. Wir sammelten deren mehrere aus den Erzhaufen unserer Hütten, besitzen auch einen Block von Erz, der ein 12 cm langes und 6 cm breites Bruchstück dieser Art enthält. Fast stets ist auf Klüften dieser Einschlüsse Bleiglanz zur Ausscheidung gekommen.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass auch Einschlüsse von Granatgneiss vorkommen. So besitzen wir einen kleinen Knollen dieser Art, der umrandet wird von einem feinkörnigen Granat-Quarzaggregat und der von Bleiglanz und anderen Erzen durchhäutert ist. Der bedeutende Silbergehalt dieses immerhin erzarmen Stückes, nach einer von Herrn Kolbeck freundlichst ausgeführten Probe 0,015 Proc., scheint die Gegenwart auch edler Silbererze in diesen Miniaturgängen anzudeuten. Interessant bei diesem Stück ist namentlich die erwähnte Hülle. In ihr bemerkt man nämlich zarte, den Umrissen des Einschlusses sich anschmiegende Lagen sulfidischer Erze, besonders von Bleiglanz, eine Andeutung also von Ringelerzbildung.

Gehen wir jetzt zum Rhodonit über. Dieser ist nicht so allgemein verbreitet wie der Granat. Wo er angetroffen wird, bildet er inmitten des sulfidischen Erzes entweder grössere krystalline Aggregate, immer verwachsen mit Körnchen von Granat, oder einzelne Fragmente, die zweifelsohne stark corrodirt worden sind, ehe sie ins Erzgemisch eingebettet wurden. Man kann diesen Corrosionsvorgang an verschiedenen Belegstücken

in seiner allmählichen Entwicklung verfolgen. Manche der Granat-Rhodonitaggregate sind fast noch ganz erzfrei. Höchstens werden sie von feinen Adern von Bleiglanz und Blende durchzogen, die wiederum hier und dort zarte Trümchen zwischen die Spaltrisse des sonst noch von Erzeinschlüssen freien Rhodonites und in die Zwischenräume zwischen losgelöste an jene Adern angrenzende Körnchen aussenden. Diese Durchtrümerung steigert sich mehr und mehr. Schliesslich ist das ganze Gefüge des krystallinen Körneraggregates gelockert. Von diesem letzten Stadium giebt Fig. 9 ein klares naturgetreues Bild. Die einzelnen Rhodonitkörner, die vorher im festen Verbande untereinander und mit Granat durchaus nicht etwa skeletartig entwickelt waren, sind es hier geworden durch Corrosion von Seiten der erzbringenden Lösungen. Der Masseverlust zeigt sich hierbei keineswegs bloss in den peripherischen Theilen mit ihren wunderlichen Ausbuchtungen, sondern es ist die Corrosion von Querklüften und Spaltrissen aus auch bis tief ins Innere vordringen, so dass man jetzt inmitten des zerfressenen Rhodonits scheinbar ganz isolirte Einschlüsse von Zinkblende in grosser Zahl bemerken kann. Neben dem Rhodonit findet sich ferner noch in diesem abgebildeten Präparat Granat als Rest des ehemaligen krystallinen Granat-Rhodonitgesteins, ausserdem aber als Neubildung farbloser, selten violetter Flussspath. Was die Succession der Erze in diesem Gemisch betrifft, so scheinen sie annähernd gleichzeitig ausgeschieden zu sein. Dort wo das Erz schmale Lücken zwischen Granat- und Rhodonitfragmenten ausgefüllt hat, kommt bisweilen eine Art von mikroskopischer Krustenstruktur zu Stande, wie aus Fig. 9 ersichtlich ist. Dann bildet bald der Glanz, bald die Blende die Seitenzonen dieser Mikrogänge. Aehnliches lässt sich vom Kupferkies sagen dort, wo er in geringen Mengen zum Erzgemisch hinzutritt. Grössere Ausscheidungen von Kupferkies pflegen meist an Blauquarz gebunden zu sein. Die dann herrschenden Structurverhältnisse werden durch Fig. 10 illustriert. Die Hauptmasse des Erzes besteht hier aus bläulichem Quarz. Die einzelnen mit ziemlich schlängelichen Umrissen versehenen Körner (unter  $\times$  Nicols eingezeichnet) zeigen eine merkwürdige Erscheinung: Parallele Züge von Flüssigkeitseinschlüssen, zum Theil deutlich lichtbraun gefärbt und mit beweglicher Libelle, gehen ungehindert von der Umgrenzung der Quarzindividuen durch ganze Körneraggregate hindurch. Es scheint dies anzudeuten, dass die Lösungen, aus denen sich diese Quarze ausschieden, während des

Krystallisationsprocesses sich in Bewegung befunden haben. Zwischen den Quarzen sitzen scharfe Granatkryställchen und wenige winzige Apatitsäulchen. Manche der Granaten sind von strahlig gruppirtten Chloritblättchen umgeben. Das Erz endlich, Kupferkies und Blende, mit etwas Flussspath und Kalkspath vergesellschaftet, findet sich theils in zerstreuten Körnchen zwischen den Quarzindividuen, theils in grösseren Massen, die den Zug jener Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen in den Quarzen stellenweise unterbrechen. Eine mitunter zu beobachtende reihenförmige Anordnung kleiner Granatkrystalle längs der Kupferkiesmassen ist einer zweifachen Deutung fähig. Entweder sind diese Granatsäume erst nach dem Kies ausgeschieden, oder der Kupferkies hat einen jetzt verschwundenen, früher in dieser Weise mit Granaten flankirten Gemengtheil verdrängt. Zu bemerken ist, dass der vereinzelt zwischen den Quarzen eingestreute Kupferkies mitunter in scharfen Kryställchen entwickelt ist.

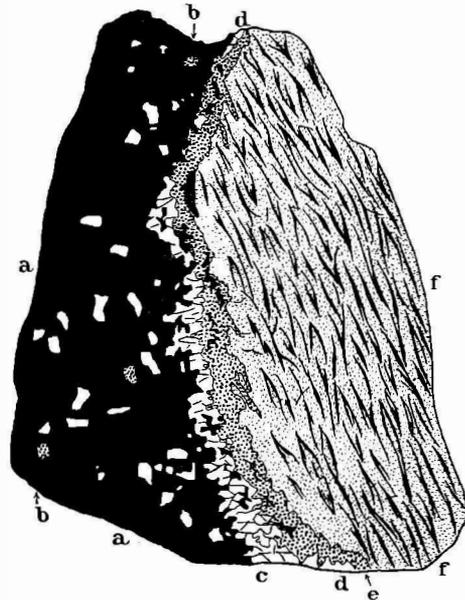
Bei einiger Uebung ist es übrigens leicht, die verschiedenen Erzarten bei auffallendem Lichte in den Präparaten zu unterscheiden. Hierbei mag bemerkt sein, dass der Bleiglanz, wo er anscheinend homogene Körner bildet, doch äusserst feine lamellare Interpositionen von einem anderen dunkler gefärbten Erze zu enthalten scheint, die man allerdings bei ihrer grossen Kleinheit kaum noch wahrzunehmen vermag und nicht näher bestimmen kann. Vielleicht sind dies Schwefelsilberverbindungen, die den Silbergehalt des Bleiglanzes bedingen.

Auch die grösseren Blauquarzmassen im Erzkörper wurden einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Sie zeigen oft eine typische Mörtelstruktur, d. h. grössere Quarzkörner werden umsäumt oder gangförmig durchzogen von Zonen einer lückenlosen Quarzmosaik von kleinen eckigen Fragmenten. Auch die dem Blauquarz eingestreuten Granaten sind oft zersprungen und haben auf den so entstandenen Klüftchen Bleiglanz Eingang gewährt. Hier sind also Quarzaggregate zerdrückt und wieder ausgeheilt. Es kommen mitten im Erz auch gröbere Quarzbreccien vor, die nur unvollkommen wieder verkittete Bruchstücke haben, und zwar besteht hier das Cement aus Quarz und jüngerem Bleiglanz. Alle diese Gebilde zeugen von mehrmals wiederholten Druckwirkungen und Ausscheidungsvorgängen.

An die Beschreibung der Structurverhältnisse des eigentlichen Erzgemisches von Brokenhill möchte ich noch die Bemerkung anschliessen, dass Jaquet (a. a. O. Pl. VI. Fig. 2)

die Abbildung eines durch Blende und Bleiglanz theilweise metasomatisch ersetzten Orthoklases giebt, der ganz unseren corrodirtten Rhodoniten ähnelt. Eine Verwechslung mit Rhodonit dürfte hier nicht ganz ausgeschlossen sein.

Untersuchen wir jetzt die Structurverhältnisse an der Grenze des Erzkörpers mit dem Granatgneiss. Wir konnten das an einem grosse Blocke, der sehr wahrscheinlich aus dem Hangenden stammt, beobachten. Fig. 11 giebt hiervon ein möglichst getreues Bild. Die rechte Hälfte besteht aus dem normalen, übrigens frischen Nebengestein. Die häufig sich gabelnden schwarzen Striche



a Bleiglanz und Blende, b Granat (punktirt), c Quarz, d Quarz mit wenig Bleiglanz und Granat, e Granat mit wenig Erz, f Granatgneiss mit Glimmerfasern.

Fig. 11.

Stufe vom hangenden Salband des Erzkörpers.

stellen darin in der Figur die Glimmerfasern dar. Zwischen Granatgneiss und Erzkörper schiebt sich eine 1—2 cm breite Zone von deutlich lagenförmigem Aufbau ein, wobei die einzelnen Lagen der Erzgrenze parallel gehen, die Faserungsrichtung des Gneisses aber schneiden können. Zunächst folgt ein granatreiches Band mit unregelmässigen Erzputzen, die wesentlich aus Bleiglanz bestehen, hierauf eine Zone mit viel Blauquarz und wenig Granat und Erz. In dieser sind die meist gestreckten Quarzkörner senkrecht zur Erzgrenze gestellt. In der nun folgenden, wesentlich aus Bleiglanz bestehenden Erzmasse selbst liegen eckige Blauquarzsplitter und hier und dort auch Granatkörner eingestreut.

Die Grenzverhältnisse nach dem Liegenden gestatteten unsere Belegstücke nicht zu untersuchen. Doch erhielten wir aus dem Liegenden des Erzkörpers, aus der sog. „Intrusion“ von Proprietary Mine, durch Herrn Gmehling stark graublau gefärbte, auf dem Bruch moiréartig glänzende Quarzklumpen, die recht merkwürdige Erscheinungen erkennen lassen. Diese Massen sind aus grossen, unregelmässig wellig begrenzten Individuen nach Art des Gangquarzes zusammengesetzt, oft mit Andeutung von Mörtelstructur. Inmitten der einzelnen Körner aber sieht man, völlig von Quarz umschlossen, neben farblosen Nadelchen eines unbestimmbaren Mineralen massenhafte Biotitschüppchen, modellscharfe Granat- und auch Bleiglanzkryställchen. Daneben ist Bleiglanz auch auf Klüften ausgeschieden, die die Quarze durchsetzen.

Suchen wir nun endlich das erhaltene Beobachtungsmaterial aus den Angaben Jaquet's zu ergänzen und schliesslich aus dem Ganzen Schlüsse auf die Genesis der Brokenhiller Erze zu ziehen.

Eine syngenetische, als ein untergeordnetes Glied dem Nebengesteinsverband angehörige Schicht, etwa wie viele Eisenerzlager des krystallinen Schiefergebirges, stellt der Erzkörper von Brokenhill, wie wir gesehen haben, entschieden nicht dar. Die ihn neben den Gangarten zusammensetzenden Erze, zum Theil auch die Gangarten, sind in der jetzt vorliegenden Form später gebildet als das Nebengestein. Die Gangarten sind zum Theil deutliche Fragmente, wie ein Theil des Granates, des Quarzes, auch des Rhodonites, Producte gewaltiger Druckwirkungen. Erst nach diesen mechanischen Vorgängen wurden sie von dem sulfidischen Erzgemisch, das zugleich neu ausgeschiedene Granaten aufnahm, umschlossen. Manche jener Einschlüsse gleichen Nebengesteinsfragmenten, wie sie in Gangspalten, inmitten von Erz eingebettet, vorkommen. Ob dies auch vom Rhodonit gilt, oder ob dieser eine ältere Ausscheidung innerhalb der gebildeten Hohlräume darstellt, ist zweifelhaft. An sich ist ja Rhodonit als Bildung auf gangartigen Lagerstätten möglich und bekannt. Ich erinnere an das Vorkommen von Kapnik. Die noch wenig vererzten Granat-Rhodonitaggregate aber machen eher den Eindruck eines mit dem Gneisse syngenetischen Gesteines. Wichtig wäre daher der Nachweis, dass im Gneisse von Brokenhill auch abseits des Erzkörpers solche Rhodonitgesteine eingelagert sind.

Ein Theil der eingeschlossenen Gangarten, sicher namentlich der Rhodonit, hat

ausser der Zerstückelung durch mechanische Vorgänge vor der Einbettung in Erz eine deutliche Corrosion erlitten, sodass demnach die Erzausscheidung auch zugleich mit metasomatischen Vorgängen verknüpft erscheint. Vielleicht sind auf diese Weise auch früher, jetzt aber so gut wie garnicht mehr vorhandene Mineralien vererzt worden, wie etwa Calcit.

Mit dem „Typus Schwarzenberg“ hat Brokenhill nur nebensächliche Züge gemeinsam, da der Magnetit fehlt und da vor Allem ein Salitskarn als eigentliche Grundlage des Lagers abwesend ist. Auch in vielen anderen, mehr untergeordneten Punkten weicht jener Typus, wie dies vom Verfasser an anderer Stelle ausführlich dargelegt werden soll, ab. Gegen die Lagernatur bei Brokenhill im Allgemeinen spricht das Fehlen jeder Schichtung, jeder Sonderung in etwas abweichend von einander zusammengesetzte Lagen, die der Schichtung des Nebengesteins parallel gehen. Eine gewisse Möglichkeit wäre denkbar, dass ein metasomatisches Lager vorliegt, dass, mit anderen Worten, eine Granat-Rhodonitgesteinsbank nach und nach ganz vererzt sei. Doch immerhin werden wir diesen metasomatischen Vorgängen keine allzugrosse Bedeutung beilegen dürfen. Die von uns beschriebenen Structuren drängen uns vielmehr nach derselben Theorie hin, die bereits Pittman und Jaquet auf Grund ihres Ueberblickes über das grosse Ganze vertreten haben. Hiernach ist der Erzkörper von Brokenhill in erster Linie das Resultat einer grossartigen Schichtenaufblätterung aus der Umbiegungszone eines Sattels im Gneiss. Bei der Aufreissung eines krummflächigen Hohlraumes im Faltengebirge muss es nothwendiger Weise zur Ablösung ganzer Schalen von Nebengestein gekommen sein, und da eine scheuernde Bewegung zwischen dem Liegenden und Hangenden mindestens im kleineren Umfange eintreten musste, konnte auch die weitere Zerstückelung dieser Schollen vor sich gehen. Der theilweise mit Gesteinstrümmern erfüllte Raum konnte dann von den Erzen und den sie begleitenden Gangarten, wie dem Flussspath und neugebildetem Granat eingenommen werden. Die Möglichkeit der Entstehung solcher Sattelgänge ist ja an dem von vielen Seiten bestätigten und sehr gründlich untersuchten Beispiel von Bendigo hinlänglich erwiesen worden<sup>4)</sup>. Gewisse Bedenken kann immerhin der kolossale Maassstab der zu Brokenhill vorliegenden Ver-

<sup>4)</sup> Vergl. u. a. Rickard: The Bendigo Goldfield. Transact. Am. Inst. of Min. Eng. 1893.

hältnisse erregen. Man kann sich nur schwer vorstellen, dass auf die grosse Entfernung von etwa 2 km hin ein derartiger Abhub gefalteter Schichten vor sich gegangen sein soll. Doch wir haben ja im Gebiete der tektonischen Geologie verwandte Erscheinungen, die gut beglaubigt sind, von noch viel grossartigeren Dimensionen. Ich erinnere nur an den gewaltigen Lagergang von Olivindias, den Great Whin Sill im englischen Carbon, der nach A. Geikie auf 129 km verfolgt werden kann<sup>5)</sup>. Auch hier musste ja der Abhub der Ausfüllung vorausgehen; das Eindringen des Eruptivgesteins war nicht die eigentliche Ursache der Hohlraumbildung so grossen Stils parallel der Schichtung. Jaquet kennt die von uns beschriebenen Nebengesteinsfragmente im Erzkörper übrigens sehr wohl. Er fügt noch hinzu, dass die Grenze des Erzes zuweilen buchtig in das Nebengestein eingreift und dann streckenweise quer zum Streichen verlaufen kann, was nach seiner Ansicht mit dem unregelmässigen Ersatz des Nebengesteins durch Erz zusammenhängt (a. a. O. S. 63). Am unregelmässigsten sei die Westgrenze. Hier bilde das Erz Bäuche, die die Schichtung des Nebengesteins überschneiden. Dagegen scheint Jaquet das von ihm hervorgehobene Fehlen jeglicher Harnischbildung am Salband gegen das Vorkommen eigentlicher Gleiterscheinungen zu sprechen. Aber vielleicht erklärt sich dies daraus, dass nach einem letzten dynamischen Acte das dortige Gebirge bis heute seit langer Zeit vollständig zur Ruhe gekommen ist und dass die Lösungen, deren kräftige Corrosionsfähigkeit wir angedeutet sahen, jene alten Gleitfurchen wieder verwischten. Waren doch alle von uns beschriebenen Einschlüsse mit einer rein chemisch erzeugten Hülle umgeben, was wiederum dafür spricht, dass nach dem letzten mechanischen Acte lange Zeit hindurch ausschliesslich chemische Vorgänge sich abgespielt haben.

Wir kommen nun noch einmal auf den Granat zu sprechen, dessen Gegenwart im Erzkörper theils als Rest von Nebengesteinsfragmenten, theils aber auch neu auskrystallisiert und jünger als ein Theil des Erzes, das er umfasst, wir von Neuem festgestellt hatten. Dieses Granatvorkommen bildet das Hauptargument für Alle, die die Lagerstätte von Brokenhill als ein eigentliches Erzlager auffassen, und war es auch für uns, ehe wir uns näher mit dem Gegenstand beschäftigten. Doch wir meinen, dieses eine Argument kann die vielen anderen, die für die Gangnatur sprechen, nicht erschüttern. Wir werden

wohl das Auftreten von Granat auf gangartigen Lagerstätten als seltene Ausnahme zulassen müssen, wie wir neuerdings auch dem Orthoklas in dieser Beziehung weitere Zugeständnisse haben einräumen müssen<sup>6)</sup>. Im Barrieregebirge, dem Brokenhill angehört, giebt es übrigens noch andere ähnliche Lagerstätten, die Granat enthalten. So beschreibt Jaquet von den Pinnacles Mines in SW von Brokenhill Lagergänge, deren Füllung in der Hauptsache aus einem innigen Gemenge von silberhaltigem Bleiglanz und Magnetkies mit Granat und Quarz besteht. In einer uns vorliegenden Stufe von den dortigen Consols Mines bemerkten wir unter dem Mikroskop ein körnig-krystallines Aggregat von Quarzkörnern, zwischen denen unregelmässige Partien von Bleiglanz, Zinkblende und Schwefelkies ausgeschieden sind. Zwischen den Quarzen liegen auch einige Granate eingestreut. Ausserdem kommen aber auch Bleiglanz und scharfe Kryställchen von Granat als Einschluss inmitten des Quarzes vor, welcher letztere die von uns auf Fig. 10 dargestellte Ausbildung des Brokenhiller Quarzes besitzt. Das von uns von Pinnacles untersuchte Material ist zu geringfügig, um sichere Schlüsse zu gestatten. Vielleicht geht uns einmal später eine ausreichendere Sammlung von dort zu.

Am Schlusse angelangt, fassen wir nochmals unsere Meinung zusammen, indem wir aussprechen, dass Brokenhill nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse, wie dies Pittman und Jaquet ausgeführt haben, mehr den gangartigen Vorkommen anzureihen ist als den eigentlichen Erzlagern. Auf jeden Fall bildet es einen ganz eigenartigen, bisher ausserhalb des Barrieregebirges noch nicht nachgewiesenen Typus, den „Typus Brokenhill“. Er stellt Lagergänge dar einer Granat führenden Abart der kiesig-blendigen Bleierzformation im krystallinen-Schiefergebirge und in Verbindung mit metasomatischer Umwandlung von Theilen des Nebengesteines.

## Die geologischen Verhältnisse der Goldlagerstätten des Klondikegebietes.

Von

Dr. Otto Nordenskjöld, Upsala.

Auf die Einladung einiger schwedischer Capitalisten, besonders des Herrn C. H. V. Ek in Stockholm hin, trat ich im vergangenen Frühling eine Reise nach dem Yukonterritorium in

<sup>5)</sup> A. Geikie: Ancient volcanoes. I. S. 82.

<sup>6)</sup> Vgl. Lindgren: Orthoklas als Gangmineral. In dieser Zeitschr. 1899, S. 49.

Nordamerika an, um besonders die neuentdeckten Goldfelder des Klondikegebietes und ihre Geologie näher zu studiren<sup>\*)</sup>. Indem ich den Weg über den Chilkoot-Pass nach dem Lindeman-See wählte, setzte ich, sobald es die Eisverhältnisse erlaubten, die Reise den Yukon-Fluss hinunter fort und traf Ende Juni in Dawson City ein. Mitte September, als die Kälte wieder einzusetzen begann, kehrte ich auf demselben Wege stromaufwärts nach der Alaska-Küste und von da nach Schweden zurück.

Die Geschichte von der ersten Entdeckung und der weiteren Entwicklung der Goldseifen von Alaska und dem oberen Yukongebiete ist in einer Arbeit von Spurr<sup>1)</sup> ausführlich behandelt worden. Seine Beschreibung reicht aber nur bis zur Zeit der Entdeckung der Klondikegoldfelder. Die ganze Goldgewinnung von 1883 bis 1896 giebt er zu etwa 3,3 Mill. Dollars (13,2 Mill. Mark) an, eine recht geringe Summe verglichen mit den Goldmengen, welche in dem Klondikegebiet gewonnen worden sind. Die grösste Production kommt aber auf die letzten Jahre, und es erscheint wahrscheinlich, dass sie unter besser geregelten Verhältnissen auch ohne die Entdeckung des erwähnten Gebietes schon jetzt bedeutend gestiegen wäre.

Für die Entwicklung des ganzen NW von Nordamerika wurde von durchgreifender Bedeutung die Goldentdeckung Mc. Cormack's im August 1896 im Thal des Bonanza-Baches, eines Nebenflusses des Klondike- oder Triandikflusses (siehe die Karte Fig. 12). Die Gegend war schon mehrmals von Goldsuchern besucht worden, aber ohne Erfolg, wahrscheinlich weil das Geröll des jetzigen Flussbettes so wenig Gold enthält. Die Entdeckung Mc Cormack's geschah etwa 1000 m unterhalb des Punktes, wo sich die Bonanza in zwei ziemlich gleichgrosse Arme zweigt, von denen der westliche, der sich später als bei weitem der goldreichste gezeigt hat, jetzt unter den Namen Eldorado bekannt ist. Die Bedeutung der Entdeckung wurde schnell erkannt, und bald verliessen die Goldgräber alle bisher bearbeiteten Seifen, um sich in den neuen District zu begeben. Trotzdem wurden in mehr als einem halben Jahre nur etwa 500 Claims gemeldet, denn zur Zeit des Winters war jede Verbindung mit der Aussenwelt abgebrochen. Erst als im Juli 1897 der Dampfer Portland mit beinahe zwei Tonnen Gold in den Hafen Seattle einlief, entstand nach jener Gegend eine wahre Völkerwanderung, welche jetzt noch fordauert und besonders im letzt-

verflossenen Sommer grossartige Proportionen annahm. Das geht daraus hervor, dass am Ende des Sommers, zwei Jahre nach der Entdeckung des Gebietes, sich in Dawson City beinahe 20000 Menschen befanden; berechnet man für die umgebenden Districte ebenso viel und zieht ausserdem die vielen Leute in Betracht, die sich sonst im Flussgebiete des Yukon aufhielten, so kommt man zu einer im Verhältniss zu der kurzen Zeit recht bedeutenden Bevölkerungszunahme.

Das Yukon-Territorium<sup>2)</sup>, das nordwestlichste von den sog. Nordwest-Territorien, umfasst das ganze obere Stromgebiet des Yukon-Flusses östlich von der Alaska-Grenze. Es ist fast überall ein Hochplateau — der Yukon liegt bei Dawson etwa 1000 Fuss über d. M. — mit kaltem, aber keineswegs arktischem Klima und in den Thälern mit einer verhältnissmässig üppigen Vegetation von hochstämmigen Fichten. Gold in geringerer Menge wurde fast überall gefunden und gelangte besonders im unteren Laufe des Flusses, unterhalb des Randes des ehemaligen Cordillerengletschers, zur Ausbeutung. In letzter Zeit hat man auch viel Gold im Quellengebiet des Yukon, und zwar in Zuflüssen des Atlin-Sees östlich von Tagish gefunden (Pine Creek u. a.). Die reichsten Vorkommnisse waren bis jetzt in einigen Nebenflüssen der Sixtymile und Fortymile-Ströme, von denen der letztere z. Th. auf amerikanischem Boden fliesst.

Nicht weit von diesen Gegenden liegt bei 64° 5' n. Br. und 130° 30' w. L. die Mündung des Klondikeflusses, und 45 km südlicher ergiesst sich in den Yukon der Indian-Fluss ebenfalls von O her. Fast alle Gewässer, die bis zu einer Entfernung von etwa 60 km vom Yukon zwischen diesen beiden Flüssen in der einen oder anderen Richtung laufen, sind reich an Gold. Nördlich von dem Klondike wurde bisher nur sehr wenig Gold gefunden, und von den südlichen Zufüssen des Indian-Flusses hat sich nur der Eureka-Creek als goldführend erwiesen. Noch südlicher liegen der Henderson-Bach und der bedeutende Stewart-Strom, und in beiden hat man Gold in bemerkenswerther, wenn auch nicht sehr grosser Menge gefunden. Auf der Westseite des Yukon ist der Swedish Creek der grösste und auch der goldreichste unter den Nebenflüssen. Er kommt aus derselben Gegend wie die Sixtymile und Fortymile-Flüsse und dürfte sich im Gehalt an Gold an diese anschliessen.

\*) Auf diese Expedition haben wir d. Z. 1898 S. 184 hingewiesen. — Red.

<sup>1)</sup> J. E. Spurr: Geology of the Yukon Gold District, U. S. Geol. Survey, 18th ann. Rep. P. III, S. 90—392 (1898).

<sup>2)</sup> Die beste Karte des Yukonterritoriums ist die in Ottawa vom Canadischen topographischen Departement (März 1898) ausgegebene (zehn Blätter im Maassstab 1 : 381000).