

S m n 138-5

Tornquist A.

Die perimagnetische Blei-Kupfer-Silber-Zinkerz- Lagerstätte vom Offberg im Remschnigg

Von

Dr. Alexander Tornquist in Graz

(Mit 3 Textfiguren)

Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I, 138. Band, 1. und 2. Heft, 1929

Wien 1929

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Die perimagnetische Blei-Kupfer-Silber-Zinkerz Lagerstätte vom Offberg im Remschnigg

Von

Dr. Alexander Tornquist in Graz

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. Jänner 1929)

1. Einleitung.

Die im nachfolgenden bearbeitete edle Blei-Kupfer-Zinkerz-Lagerstätte vom Offberg ist wenig bekannt und bisher weder geologisch noch lagerstättenkundlich bearbeitet worden. Auch die in der Literatur zerstreuten kurzen bergbaulichen und mineralogischen Angaben sind der Hauptsache nach unzureichend und mißverständlich, so daß sich erst im Verlauf der nachstehenden Untersuchung die besondere Bedeutung herausstellte, welche diese Lagerstätte für die Erkenntnis der ostalpinen Vererzungsvorgänge besitzt.

Die Vererzung vom Offberg erfolgte gleichzeitig mit der älteren Blei-Zink-Vererzung der Ostalpen.¹ Sie stellt die südlichste bekannte Lagerstätte des bisher in einer Ausdehnung von 400 *km*² bekannt gewesenen Blei-Zinkerzrevieres des Grazer Gebirges² dar. Während dieses Revier aber nur eine hydrothermale apomagnetische Ausbildung dieses älteren Vererzungsvorganges der Ostalpen zeigte, weist die Lagerstätte vom Offberg alle Merkmale einer hydrothermalen perimagnetischen Ausbildung auf. Sie bildet dadurch den Übergang zu einer größeren Anzahl von anderen Edelerzlagertstätten des Lavantales und vermutlich auch zu Oberzeiring im oberen Murtal, welche bisher noch zu keiner der Blei-Zinkerz-Lagerstätten in den Ostalpen in genetische Verbindung gebracht werden konnten.

Während die Untersuchungen von mir und meinen Mitarbeitern bisher darauf gerichtet waren, die zahlreichen Blei-Zinkerz-Lagerstätten der Ostalpen zunächst nach Mineralfüllung, Paragenese und dem Alter ihrer Bildung voneinander zu scheidern und die zeitlich verschiedenen Vererzungsvorgänge, welche die Ostalpen betroffen haben, voneinander zu sondersn, gelangen wir nun dazu, in dieses

¹ A. Tornquist, Die geolog. Probleme der Blei-Zink-Vererzung der Ostalpen. Verh. d. Geol. B.-A. Wien, 1928.

² Derselbe. Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein im Murtale. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 63. 1927.

Derselbe. Das System der Blei-Zinkerz-Pyrit-Vererzung des Grazer Gebirges. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 137, 1928, p. 383.

L. Seewann, Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Haufenreith-Arzberg. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 64. 1928.

zeitliche Vererzungsschema auch andere ostalpine Lagerstätten mit starkabweichender Mineralfüllung einzugliedern. Es erscheint langsam ein Bild mehrfacher, zeitlich aufeinanderfolgender, voneinander unabhängiger Vererzungsvorgänge, welche nicht streng abhängig sind von den tektonischen Zügen der Ostalpen, von denen vielmehr jeder Vererzungsvorgang einen von den Zügen der Ostalpen anscheinend vollkommen unabhängigen zonaren Aufbau besitzt und perimagnatische und apomagnatische Lagerstättentypen von verschiedener Mineralfüllung schuf. Die jeweiligen peri- und apomagnatischen Zonen jedes einzelnen Vererzungsvorganges einer geologischen Zeit haben eine ganz abweichende räumliche Lage und überdecken einander in einem komplizierten Gesamtbild, dessen Einzelzüge erst aus sehr vielen weiteren Spezialuntersuchungen ermittelt werden können.

2. Die geographische Lage.

Die Lagerstätte vom Offberg geht auch unter dem Namen Drauwald, weil ihr früherer Bergbau durch die Gewerkschaft Drauwald betrieben wurde. Ihre Erze sind ferner auch unter dem Namen St. Ostwald im Drautal aufgeführt, da sich die frühere Bleihütte und die Erzhalde vom Offberg in St. Oswald befunden haben. Der Offberg ist ein dem Remschniggzug im Süden vorgelagerter Berg im jugoslawischen Anteil dieses Grenzgebirges. Er befindet sich westlich Bresovo (Fresen) zwischen dem Fresenbach und dem Remschnigggraben und steigt aus dem Drautal steil gegen Norden auf. Vom Remschnigggraben zweigt der Steinbach- und Ülbingsgraben in sein Massiv hinein und zerteilt ihn in drei gegen Südwest sich erstreckende Höhenrücken, auf welchen eine alte Vererbnungsfläche gelegen ist, welche im Nordosten von einer Gipfelpartie überhöht wird. Die nebenstehende Karte zeigt die Lage der Einbaue des Bergbaus in den oberen Teil des zertalten Berges.

3. Ältere Angaben über Bergbau und Erze.

Die älteste Kenntnis von der Erzlagerstätte und ihres Bergbaus gibt eine Notiz von Fr. Rolle aus dem Jahre 1857.¹ Rolle erwähnt den damals von den Gewerken Kranz, Baumgartner und Kruschnik geführten Bergbau. Wegen Streitigkeiten unter den Gewerken wurde ihm damals die Befahrung der Stollen untersagt, so daß wir bei Rolle nur die allgemeine Angabe finden, daß das Erzvorkommen in Glimmerschiefer unter grünen und grauen Schiefen gelegen ist. Zwei Jahre später finden wir in der Aufzählung der steiermärkischen Bergbaue durch A. v. Miller² die Angabe, daß hochsilberhältiger Bleiglanz, Kupferkies, Blende die Haupterze der Lagerstätte bilden, welche überdies noch Schwefel-

¹ Geolog. Untersuchungen in der Gegend zwischen Ehrenhausen, Schwanberg usw. Jahrb. d. Geol. R.-A. Wien, Bd. 8, 1857, p. 274.

² Die steiermärk. Bergbaue. Wien, 1859, p. 97.

kies, Spateisenstein und Quarz, letzteren als Hauptgangart führt. Im Jahre 1871 hat sodann J. Rumpf¹ auch Baryt aus der Lagerstätte beschrieben.

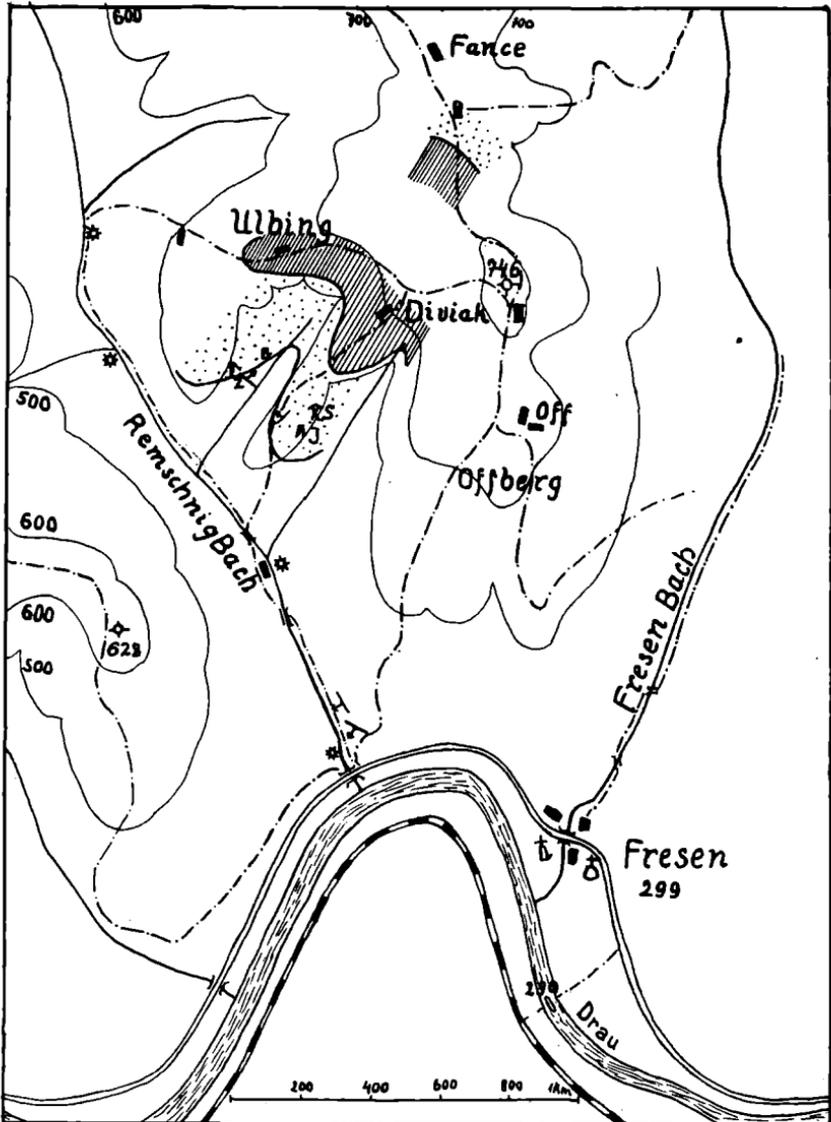


Abb. 1. Kartenskizze des Bergbaugebietes. Schraffiert = altpaläozoische Sedimente, punktiert = Mylonitdiaphorite, weiß = Altkristallin, J = Janicek-Stollen, S = neuer Schurfbau, unter Ulbing alte Stollenbaue.

¹ Mineralog. Notizen aus dem steierm. Landesmuseum. Mitt. d. naturw. Vereins f. Steiermark, Bd. 8, 1871, p. 402.

Von A. Siegmund¹ (1914) wird der hohe Silbergehalt der Erze wohl hervorgehoben, aber der Hauptträger des Silbers, der Polybasit $(\text{AgCu})_9\text{Sb}(\text{As})\text{S}_6$ — er enthält bis 70% Ag —, wurde nicht erkannt. Wie A. Siegmund aus einem Bericht von Canaval wiedergibt, ergab die Analyse des Generalprobieramtes in Wien im Haldenerz: 6·7% Cu, 5·8% Pb, 3·3% Zn und 400 g Ag in 1 t Haldenerz. Eine andere Analyse ergab 3·3% Cu, 13·3% Pb und 360 g Ag in 1 t. Andere Analysen ergaben 1250 g Ag in 1 t Bleischlich. 2187 g Ag im Kupferkies und 234 g Ag in der Blende. Die letzteren Analysen sind aber durchaus mißverständlich, da die analysierten Sulfide eine unkontrollierte Beimengung des Hauptsilberträgers, des nicht erkannten Polybasits, enthielten.

Neuerdings hat A. Kieslinger² des Bergbaus am Offberg kurz Erwähnung getan.

Nach den vorstehend genannten Veröffentlichungen ist der Bergbau am Offberg in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts begonnen worden, in den darauffolgenden Jahren sind die Erzaufschlüsse im Maria-, Franz- und Zwillingstollen freigelegt und ist bis zum Jahre 1856 ein verhältnismäßig umfangreicher Abbau im Zwillingstollenbau betrieben worden. Diese Stollenbaue sind heute mit Ausnahme des letzteren verfallen, in ihm läßt sich aber wegen der Verwitterung und starken Verschmattung der Ulme und Orte keine Beobachtung mehr anstellen. In den achtziger Jahren wurde der Bergbau dann an einer anderen Stelle im Janicek-Stollen von der »Gewerkschaft Littai« aus Laibach wieder aufgenommen und dieser Stollenbau ist auch heute noch leicht zugänglich und zeigt die Lagerstätte in frischen Aufschlüssen über zirka 80 m im Streichen und 40 m schräg im Verflächen. Die Gewerkschaft Littai mußte den Betrieb aber in den neunziger Jahren im bergbehördlichen Auftrag einstellen. Tagesanlage und Bremsberg verschwanden und erst wenige Jahre vor dem Weltkrieg wurden zur Aufrechterhaltung der Bergrechte oberhalb des Janicek-Stollens wenig umfangreiche Schurfroschen ebenfalls im Erz mit kurzen Einbauen ausgeführt.

4. Die geologische Position der Lagerstätte.

Der Hauptteil des Offberges besteht aus Gesteinen, welche der Diaphtoritzzone Kieslinger's (Dt-Zone) angehören³ und als Mantelgesteine des Altkrystallins der Koralpe aufzufassen sind. Nur die Gipfelpartie und die vorgenannte Hochfläche des Berges sowie die sich gegen NO anschließende Höhe besteht aus paläozoischen Sedimentgesteinen. Diese beiden Gesteinsgruppen gehören zwei verschiedenen tektonischen Decken an, zwischen ihnen an der Basis des Paläozoikums befindet sich eine an Mächtigkeit und

¹ Neue Mineralfunde in Steiermark usw. Ebenda, Bd. 50, 1914, p. 345.

² Geologie und Petrographie der Koralpe, VI. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, Bd. 137, p. 140, 1928.

³ Geologie und Petrographie der Koralpe, I. Sitz.-Ber. der Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, 135. Bd., 1926.

petrographischer Ausbildung stark wechselnde, teilweise mylonitische, teilweise als Ultramylonite oder auch als Diaphtorite ausgebildete Grenzzone, in welcher die Erzlagerstätte eingelagert ist. Die Gesteine dieser Zone erscheinen als jüngere Mylonite und Diaphtorite aus den Gesteinen der Dt-Zone Kieslinger's hervorgegangen und könnten demnach als My-Dte bezeichnet werden.

Beim Aufstieg von Fresen (Bresovo) durch den Remschnigggraben werden N 60° W streichende und 40 bis 45° in SW fallende, etwas verschieferte Amphibolite (Dte) bis zirka 50 m über dem Talboden durchquert, welche im Hangenden in Biotitserizitschiefer übergehen und von Granatglimmerschiefer mit grobfaserigen Muskovitpartien (Streichen N 20° O, Einfallen 5 bis 10° in S) überlagert werden. An der unteren Grenze der letzteren treten limonitisch-quarzige, linsenförmige Einlagerungen auf, welche schon als Indikatoren der weit im Hangenden befindlichen Erzlager aufzufassen sind. Es folgt Turmalin führender, verschieferter Pegmatit, dessen Schieferungsflächen mit N 65° westlichem Streichen den älteren krystallinen Gesteinen eingeschichtet erscheinen. Im folgenden Amphibolit und flaserigen Glimmerschiefer treten zirka 120 m über dem Drautal grüne, epidotreiche Gesteine und wiederum limonitische Quarzeinlagerungen als Indikatoren der Vererzung im Hangenden auf. In dem dann folgenden Granatglimmerschiefer und Biotit-Amphibolschiefer sind in größerer Höhe weitere verdrückte Turmalin-Pegmatite eingeschoben.

Die Zone der My-Dte ist unterhalb Diviak aus dunklen Phylliten (Grenzphyllit), Biotitschiefern, phyllitischen Glimmerschiefern (Grenzphyllit) und aus harten, graugrünen, dichten, unter dem Mikroskop fein geschieferten Ilmenit-Chloritschiefern, den Diaphtoriten der Amphibolite, gebildet. Unter Ulbing ist die Gesteinsfolge in diesen Tektoniten, hier bis 40 m mächtig, eine noch verschiedenartigere. Hier treten mylonitisch-brecciöse Gesteinsbänke auf, in denen auch tektonisch abgerollte Kalkbruchstücke der hangenden Decke in das Krystallin geraten sind, daneben diaphtorisierte Ultramylonite aus krystallinen Komponenten, verquarzte Glimmerschiefer und Phyllite von wechselndem Quarz- und Biotitgehalt sowie Amphibolitschiefer in Wechsellagerung, auch sind Partien phyllitisierten Glimmerschiefers in diese eingeschoben. Diese My-Dte-Gesteine bieten das Bild echter Tektonite alpiner Tiefentektonik dar. Sie müssen aus den Dt-Gesteinen der basalen krystallinen Decke unter Einschub von Komponenten der paläozoischen Kalke und Schiefer der hangenden Decke entstanden sein. Die Diaphtorese der Dt-Zone hat bereits bestanden, als die My-Dte als Tektonite gebildet wurden, d. h. als der Aufschub der hangenden Sedimentdecke auf das Dt-Krystallin stattfand. Die Erzlagerstätte befindet sich in den tieferen Horizonten der My-Dt-Zone, am Riedel unter Ulbing und am Riedel unter Diviak treten mehrere Horizonte der Erzlager auf. Das im Janicek-Stollen unter Diviak aufgeschlossene Erzlager befindet sich zirka 50 m unter der Sohle der paläozoischen

Decke in verquarzten Grenzphyllitgesteinen; das im neuen Schurfbau angebroffene zirka 20 m höher.

Die hangende Zone paläozoischer Gesteine ist am Offberg nur in verhältnismäßig geringer Ausdehnung erhalten. Sie fällt auf der Hochfläche unter Diviak schwach in O ein, hebt sich aber dann ober Diviak in der Gipfelpartie des Offberges unter der Erscheinung einer Kleinfältelung steil auf, so daß dieser Gipfel wieder aus Gesteinen der My-Dt-Zone besteht. Die Sedimentgesteinszone ist demnach nach ihrem Aufschub auf das Dt-Krystallin in einer späteren orogenetischen Bewegungsphase noch gefaltet worden.

Die Gesteine dieser Sedimentgesteinsdecke sind mit Gesteinen zu identifizieren, welche Kieslinger¹ westlich Mahrenberg aus der südlichen Koralpe als die tiefere Stufe seiner Mahrenberger Serie oder der Gesteine der Drautalsynklinale zusammenfaßt. Am Offberg sind diese Gesteine als die Äquivalente der tiefen paläozoischen Decke des Grazer Gebirges zu erkennen. Es sind die Äquivalente des Schöckelkalkes und der sogenannten oberen Schiefer mit Diabasen, Gesteine, deren altpaläozoisches Alter wahrscheinlich ist. Das Offberger Paläozoikum unterscheidet sich aber dadurch von den gleichen Gesteinen des Grazer Gebirges, daß es fast nicht metamorph ist. Es treten neben lichten, von Graphitquarz durchsetzten Kalken normale graue, weiche Tonschiefer und rote und grüne, völlig serizitfreie tuffige Schiefer sowie Diabaslager auf. Wenn irgendwo, so böte diese Serie von Schiefergesteinen am Offberg eine Aussicht, bestimmbar Fossilien in ihnen aufzufinden.

Unter Diviak läßt die Gesteinsfolge, welche östlich fällt, das folgende Schichtprofil vom Liegenden ins Hangende erkennen.

Über dem My-Dte tritt ein Graphitschiefer auf, welcher nur zirka 40 cm Mächtigkeit besitzt, in seinem Hangenden liegt ein feingebankter, dunkler, leichtkrystalliner Kalk, dessen Schichtflächen mit Graphiteinlagerungen verschiedener Dicke ausgefüllt sind. Hier ist es deutlich sichtbar, daß der liegende Graphitschiefer kein stratigraphisches Niveau ist, sondern als Auslösungsrest der im ursprünglich mächtigen Kalkniveau vorhandenen Bitumeneinschlüsse angereichert wurde, wie ich es schon längst auch für den Graphithorizont unter dem Grazer Schöckelkalk angenommen habe. Der Kalk nimmt in höherer Lage eine dynamisch erzeugte flaserige Struktur an. Es folgt im Hangenden sodann eine im wesentlichen aus feinkörnigen, rotgefärbten, serizitfreien Tuffen bestehende Gesteinsfolge, in welcher aber auch plattige, tufffreie, weiche Tonschiefer eingeschaltet sind. In höheren Horizonten sind grüne, feinkörnige Diabaslager eingeschaltet. An einer Stelle ist diesem Tonschiefer eine rot gefärbte dichte Kalkbank eingeschaltet, ein Gestein, wie es bei Graz auch im Schöckelkalk auftritt. Oberhalb Diviak gehen die Tonschiefer und Tuffschiefer in lichtgrüne, serizitische Tuffphyllite über von etwas größerer Metamorphose, zugleich sind diese Gesteine

¹ Geologie und Petrographie der Koralpe, I, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, 135. Bd., 1926, p. 5.

gefältelt. Sie richten sich am Gipfelberg auf und es erscheinen die My-Dte als Liegendes von neuem. Innerhalb dieser paläozoischen Gesteinsfolge wurde kein Anzeichen einer Vererzung gefunden.

Die Erzlagerstätte ist am Offberg durchaus auf die Tektonite im Liegenden der Decke paläozoischer Gesteine beschränkt.

5. Die Form der Lagerstätte.

Die Lagerstätte ist teilweise in verquarzten, diaphoritischen Glimmerschiefern und teilweise in diaphoritischen, feingeschiefernten Chloritschiefern als Lager eingeschaltet. Die alten Bergbaue befinden sich am Riedel unterhalb Ulbing und lassen die alten Grubenpläne dort das Vorhandensein von mindestens zwei Lagern übereinander erkennen. Das hangende Lager war bei geringer Überlagerung stark limonitisch und konnte zirka 100 *m* im Streichen und 19 *m* im Verflächen erzführend abgebaut werden. Die Lagerstätte soll dort in einer Mächtigkeit von 5 bis 63 *cm* ausgebildet gewesen, aber äußerst unregelmäßig gegabelt und verzweigt verlaufen sein. Bei seinem im großen und ganzen SO gerichtetem Einfallen wechselte Verflächen und Streichen erheblich.

Die beiden am Riedel von Diviak im Janicek-Stollen und im neuen Schurfbau aufgeschlossenen Erzlager, aus denen die im nachfolgenden untersuchten Erzstufen stammen, sind ziemlich regelmäßig gelagert. Das Liegendlager im Janicek-Stollen ist mit annähernd unverändertem östlichen Verflächen von 40° in gutem Aushalten über zirka 80 *m* streichend und 40 *m* im Verflächen verfolgt worden. Im Aufbruch und an der Sohle des Gesenkes steht das Erz weiter höffig an. Dieses Liegendlager ist den Schieferungsflächen eines flaserigen, am Erzlager selbst mehr oder weniger verquarzten Glimmerschiefers eingelagert. Das Hangendlager im Schurfbau streicht im Ausbiß NNW und verflächt mit 60° in O, es dreht sich im Berg aber bald gegen N und NO. Dieses Lager befindet sich im Liegenden einer festen graugrünen Gesteinsbank, welche sich unter dem Mikroskop als dichter, zerrissene Krystalle von Ilmenit führender Chloritschiefer von feinsten Struktur erkennen ließ. Die Vererzung hat teilweise auch in diesem Gestein stattgefunden, denn die Erzstufen dieses Lagers lassen noch zahlreiche verbogene und aufgeblätterte Chloritschuppen unter dem Mikroskop erkennen, von denen später die Rede sein wird. Das Liegende auch dieses Lagers bildet aber phyllitisierte Glimmerschiefer.

6. Die Erzführung der Lager.

Die Hauptfüllung der Lager besteht aus weißem Milchquarz, in welchem in kurzen Linsen Bleiglanz, Kupferkies und Polybasit, weniger Blende, eingesetzt sind. Der Bleiglanz kommt in Linsen und Putzen bis zu einer Länge von 10 *cm* und in einer Dicke von 5 *cm* vor. In ihm sind stets Quarzpartien eingeschlossen, auch kann das Bild bestimmter Lagerteile dadurch eine maschige

Struktur annehmen, daß eine Grundmasse von Bleiglanz reichlich gleich große, unregelmäßig begrenzte, lichte Quarzpartien von annähernd gleichem gegenseitigem Abstand verbindet. Die Blende tritt in großkristallinen, lichtbraun gefärbten Massen bis zu einem Durchmesser von 2 cm in Karbonaten oder im Quarz auf; sie kann aber auch, wie es stets beim Kupferkies der Fall ist, eng mit dem Bleiglanz verbunden und von ihm eingeschlossen sein. Der Polybasit ist weit verbreitet in der Lagerstätte und tritt in Zügen im Lager auf. Er sitzt zumeist dem Bleiglanz, seltener dem Kupferkies auf, kann beide Erze völlig umgeben, durchziehen, aber auch allein im Quarz auftreten. Auch die Blende kann von Polybasit durchzogen sein. Eine Trennung dieses Fahlerzverwandten von den drei Sulfiden ist in der Aufbereitung nicht leicht, daher auch sein bisheriges völliges Übersehen in der Lagerstätte.

Der Polybasit vom Offberg erscheint auf den Randflächen der Erzstufen als ein tiefschwarzes, feinkristallines mattes Erz, ähnlich gewissen Manganerzen, die winzigen Krystallflächen besitzen dunklen Metallglanz, so umgibt er vor allem den Bleiglanz oder tritt zwischen Quarz (Abb. 2) auf. Da die Schneiderhöhn'sche Chalco-graphie auf die Unterscheidung der vielen Fahlerzverwandten nicht ausgedehnt ist, mußte die chemische Untersuchung eines unter der Binokularlupe ausgesuchten Materials vorgenommen werden. Diese ergab als Schwermetalle reichlich Ag und Cu und daneben reichlich Sb und, wenn auch in geringer Menge, As. Dieses Ergebnis könnte wohl auch für das Vorkommen zweier Erze, des Polybasits als $(\text{Cu Ag})_9 \text{Sb S}_6$ und daneben entweder des Pearceits $\text{Ag}_2 \text{As S}_6$ oder des Proustits $\text{Ag}_3 \text{As S}_5$ sprechen. Die genaueste mikroskopische Prüfung im senkrecht und schräg auffallenden Licht an polierten Dünnschliffen, also auch im durchfallenden Licht ließen aber keine Anzeichen für das Vorhandensein zweier verschiedener Erze erkennen. Nach den Angaben bei Hintze¹ stellt ein geringerer As-Gehalt neben überwiegendem Sb-Gehalt beim Polybasit keinen Ausnahmefall dar. Der Offberger Polybasit würde also der Formel $(\text{Cu Ag})_9 \text{Sb (As) S}_6$ entsprechen und am nächsten dem ebenfalls wenig As-führenden Polybasit von Freiberg gleichkommen. Als besonderes Kennzeichen des Offberger Polybasits möchte ich seinen deutlich dunkelgraugrünen Strich anführen, welchen ich in genau derselben Weise an Stufen unserer Sammlung beim Polybasit von Příbram feststellen konnte, ohne dieses Merkmal allerdings in der mineralogischen Literatur erwähnt zu finden. Ferner verdient hervorgehoben zu werden, daß frische Anschliffe des Polybasits nach einer geraumen Zeit im auffallenden Licht auch unter dem Opak-illuminator eine lichtkornblumenblaue Anlauffarbe annehmen, wie sie Schneiderhöhn beim Pyrargyrit beschreibt. Eine sehr interessante Erscheinung wurde in folgendem beobachtet. Die im Hangend-

¹ Handbuch der Mineralogie, Bd. I. 1904, p. 1174. Analysentafel. Auf p. 1168 erwähnt Hintze auch die Feststellung von wenig As im Polybasit von Mexiko.

lager auftretenden, auf p. 53 erwähnten Chloritreste aus dem ursprünglichen Chloritschiefer stellen verbogene und aufgeblätterte, isolierte, in der Quarzmasse schwimmende Klinochlorreste dar, welche im durchfallenden Licht die normale grüne Färbung mit geringem Pleochroismus zeigen. Bei Ablendung des durchfallenden Lichtes und bei schräg und teilweise auch senkrecht durch den Opakilluminator auffallendem Licht leuchten die gleichen Chloritblätter aber in weiß- bis kirschroter Farbe auf. Es ist das die Farbe dünnster Blätter von Polybasit. Bei sehr starker mikroskopischer Vergrößerung erkennt man, daß die innere Fläche des aufgeblätterten Chlorits mit einem staubfeinen Belag kleinster Polybasitkrystalle besetzt ist. Eine ähnliche rote Färbung zeigen im auffallenden Licht vereinzelt im Polybasit eingeschlossene, winzig kleine Quarzpartien. Anfangs glaubte ich in diesen im Polybasit eingeschlossene Proustikörner vor mir zu haben. Am schräg auffallenden Licht entpuppten sich die Körner bei starker Vergrößerung aber als Quarz, welcher aber im Dünnschliff wegen der Polybasit-Einsprenglinge undurchsichtig ist und auch nicht die karminrote Färbung des Proustits, sondern die weinrote des Polybasits aufweist.

Von geringer Bedeutung ist neben diesen Erzen das Auftreten von Pyrit, in dünnen Zonen und einzelnen Würfeln in der Randzone der Lagerstätte. Als Gangart findet sich, den Hauptteil der Lagerstätte zusammensetzend, vor allem Milchquarz, selten tritt offenbar meist als gelegentliche Hohlraumausfüllung Baryt hinzu. Von größerer Verbreitung sind Karbonate. Kalzit tritt in wasserhellen, klaren Zügen auf. Eisenkarbonate, auch Siderit, ist in der Lagerstätte kaum in unverwittertem Zustand vorhanden. Die geringe Überhöhung des Berges über die beiden Erzlager im Janicek-Stollen und im neuen Schurfbau haben der Verwitterung bis zum Erzlager Einlaß gewährt. In den älteren Bauen des Zwillingsstollens sollen wenig verwitterte Siderite aufgetreten sein. Alle Karbonate sind an die Salbänder der Erzlager gebunden. Der dichte Limonit der Lagerstätte dürfte hauptsächlich aus verwitterten Eisenkarbonaten und nur hie und da aus der Blende stammen. Relativ widerständig erscheint der Kupferkies, selbst auf Haldenstücken, in denen nur relativ wenig Malachit und Lasur zu beobachten ist. In geringer Verbreitung als Oxydationsprodukte konnten aber ferner noch Cuprit und Silberglanz erkannt werden, ersterer findet sich im Limonit verteilt, letzterer am Rand des Limonits gegen Bleiglanz.

Im Vergleich mit der Zusammensetzung der Blei-Zinkerz-Lagerstätte des Grazer Gebirges fällt die sehr ähnliche Ausbildung der Blende in großen Krystallaggregaten und fein krystallinen Bleiglanzes neben dem vorwiegenden Quarz auf. Der Unterschied beider Lagerstätten besteht dagegen im nahezu völligen Fehlen vom Baryt am Offberg und in dem hohen Cu- und Ag-Gehalt, welcher durch die starke Anteilnahme von Kupferkies und Polybasit an der Mineralfüllung hervorgerufen wird. Der Typus Offberg erlangt durch seine Mineralfüllung eine große Ähnlichkeit mit der »Edlen

Bleiformation« von Freiberg, welche dort an ganz bestimmte barytfreie Gänge gebunden ist. Lagerstätten mit ähnlicher Füllung werden von Lindgren,¹ ferner von der Premiermine in British Columbien und als Wood-river-Typus aus Idaho, U. S. A., aufgeführt, jedoch dürfte es auf Grund unserer heutigen Kenntnis von den ostalpinen Lagerstätten noch verfrüht sein, engere Vergleiche anzustellen, welche lediglich auf Grund der genauen Kenntnis der Mineral-Paragenese gezogen werden können.

7. Die Form der Lagerstätte.

Die Lagerstätte am Offberg bildet, wie aus dem vorstehenden zu entnehmen, normale metasomatische Lager, in denen teilweise noch Reste der ursprünglichen krystallinen Schiefer erhalten sind. Besonders hat sich der Chlorit als gegen die Metasomatose widerständiges Mineral erkennen lassen, während die Glimmerminerale, Feldspat und Quarz, der letztere allerdings nur in seiner ursprünglichen Form im eigentlichen Erzlager nahezu restlos verschwunden sind. In Anbetracht der sehr wechselnden petrographischen Zusammensetzung der Gesteine in der My-Dt-Zone und offenbar auch geringer Anhaltens eines und desselben Gesteins im Streichen und Verflächen, besitzen die Erzlager auch nur eine jenseitige geringe streichende und wahrscheinlich auch verflächende Ausdehnung. Sie treten im Offberg als sehr flache linsenförmige Lager auf, welche neben- und übereinander im Berg verteilt sind. Teilweise sind die Lager an der Grenze der zu Chloritschieferfels diaphorisierten Amphibolite gegen Glimmerschiefer, teilweise aber auch in diesen entwickelt, ähnlich wie die eingangs erwähnten als Lagerindikatoren angesehenen limonitischen Quarzeinlagerungen weit im Liegenden in den Dten. Die Untersuchung des Erzlagers im Janicek-Stollen ergab, daß im allgemeinen unter dem oberen Salband eine an Karbonaten reiche und mit Pyrit imprägnierte Zone auftritt und dann eine zirka 10 *cm* mächtige Quarzpartie mit wenig Kupferkies und Pyrit. Der mittlere, zirka 15 *cm* mächtige Lagerteil schließt das meiste Erz, vor allem Bleiglanz als Haupterz, dann Kupferkies und Polybasit ein, während die Liegendpartie des Lagers arm an Bleiglanz und Polybasit, aber reicher an Blende, Kupferkies und Pyrit ist. Der Quarz überwiegt aber bei weitem über alle anderen Lagerstättenbestandteile. Am absätzigsten sind die Karbonate verteilt. Die Lagerstätte ist meist wenig reich vererzt und gewinnt nur selten an Adel. Nach älteren Angaben soll in 1 *m* Stollenvortrieb 0·886 *t* Hauwerk mit 20% Pb und 940 *g* Ag in der Tonne Bleischlich erzielt worden sein. Diese Zahlen dürften aber das Mittel der Erzführung weit übersteigen.

Die Form der Offberger Lagerstätte kommt derjenigen von Rabenstein darin gleich, daß sie wie diese, wenn auch nicht so

¹ Mineral deposits, III. edition 1928, p. 641, 642.

ausgesprochen, eine gewisse symmetrische Verteilung der Erze zeigt. Die Eisenkarbonate, Pyrit und sodann die Blende findet sich an den Salbändern angereichert, während der Bleiglanz vorwiegend im mittleren Lagerteil angereichert ist.

Ebensowenig wie bei den Grazer Lagerstätten von Rabenstein und Haufenreith¹ haben sich am Offberg neben den metasomatischen Lagern Erzgänge beobachten lassen, welche als Zubringer aus der Tiefe aufgefaßt werden könnten. Es läßt das Fehlen der Erzgänge auch wiederum nur die Annahme zu, daß die Mineralisatoren auf dem Wege der Diffusion durch das liegende Gestein vom Magmaherd zur Erzlagerstätte aufgedrungen sind. Einer Anschauung, daß die Erzbringer etwa durch die spätere Orogenese vernichtet sein könnten, erscheint mir vorderhand weniger Wahrscheinlichkeit zu besitzen.

8. Die Paragenese.

Das ursprüngliche Trägergestein der Erzlager ist teilweise, und zwar offenbar in geringerem Maße ein harter, felsiger Ilmenit führender Chloritschiefer, welcher erst bei stärkerer Vergrößerung unter dem Mikroskope seine in feinsten Schüppchen in Quarz eingelagerten Chloritzüge erkennen läßt und zerfetzte, linsenförmig gestreckte, zackige Trümmer von Ilmenit-Leukoxen einschließt. Er ist ein Diaphorit nach Amphiboliten. In den später vererzten Chloritschiefern sind dann nur noch vereinzelt Chloritfetzen vom Ursprungsgestein als letzte durch Metasomatose nicht veränderte Reste übriggeblieben. In ausgiebigerem Maße hat die Vererzung aber innerhalb phyllitisierter Glimmerschiefer Platz gegriffen, welche Biotit führend sind und durch eine feine Schieferung und feinschuppigen Muskovit ausgezeichnet sind. Der Chloritschiefer enthält am Erzlager stets reichlich Karbonat, welches nur wenig von kalter Salzsäure im Dünnschliff angegriffen wird und ein Mg-Ca-Karbonat sein muß, dagegen konnte ich im Glimmerphyllit auch im unmittelbar Hangenden oder Liegenden des Lagers kein Karbonat feststellen. Das Karbonat der Chloritschiefer erscheint in seiner sehr feinen Verteilung und bei mikroskopisch kleiner Ausbildung seiner Krystalle als ein Produkt, welches zur Zeit der Diaphtorese entstanden ist und mit dem Vererzungsvorgang nichts zu tun hat.

Neben diesem Karbonat findet sich aber an den Salbändern der Erzlager sehr absätzig Eisenkarbonat vor, welcher nach der Angabe von Miller (vgl. Zitat auf p. 48) früher auch als vorwiegende Gangart beobachtet wurde. In den Erzen aus dem Janicek-Stollen ist er aus den angeführten Gründen größtenteils in rotbraunem Limonit verwandelt.

Dieses Karbonat, von der Lagerstätte bisher als Eisenspat in der Literatur bezeichnet, ist ein Ca-Mg-Fe-Karbonat, dessen genaue Bestimmung an den stark angewitterten Stufen nicht mehr

¹ L. Seewann, Die Blei-Zinkerzlagerstätte von Haufenreith-Arzberg usw. Siehe Mitt. d. naturw. Ver. f. Steiermark, 1928, Bd. 64.

vorgenommen werden kann, wahrscheinlich handelt es sich um Breunnerit.

Dieser tritt in großkrystallinen Zügen auf, welche von später gebildeter Blende und von Quarz und Bleiglanz durchsetzt ist. Er zeigt sich deutlich älter als dieses Mineral. Gleichzeitig mit der Bildung von Breunnerit erfolgte ein Absatz von Pyrit, welcher mit dem Karbonat in feinen Zügen an den Salbändern der Lagerstätte auftritt.

In An- und Dünnschliffen ist die Verdrängung des Karbonats durch Blende sehr schön zu verfolgen (Abb. 3). Die Blende ist schichtig



Abb. 2. Anschliff einer Polybasitstufe vom Offberg.
Grau = trüber Quarz, weiß = Bleiglanz, schwarz = Polybasit. Polybasit gegen Bleiglanz vorrückend und zwischen Quarz eingewandert, im Reichert'schen Opakilluminator vergr. 1:50.

zwischen die Karbonatzüge eingedrungen. Die Blendezüge liegen in den primären Schieferungsflächen des Gesteins. Teilweise sind es derbe, einige Millimeter starke braune Blendezüge, stellenweise sind die Züge in isoliert voneinander gelegene Blendepartien aufgelöst. Die Blende ist gegen das Karbonat stets krystallin vordringend, anscheinend in Oktaedern und mit einem unregelmäßigem Rand von Krystallbäumen (Fig. 3). Zwischen den dickeren Blendezonen befinden sich feine Blendezonen, welche im Gegensatz zu den stärkeren Zonen mit dem Karbonat tektonisch außerordentlich stark zerrissen und in zahllose kleine Blendebrocken von ganz unregelmäßiger Gestalt aufgelöst sind. Das Karbonat zeigt dann ebenfalls einen sehr starken Zerbruch und ist teilweise schlierig zerpreßt (Fig. 3). In den derben Blendezonen ist eine krystalline Begrenzung der Blende aber auch gegen mit den Karbonatzonen

wechsellagernden Quarzonen vorhanden. Die Blende ragt krystallin sowohl in größere, meist klare Quarzindividuen hinein, ist aber auch zwischen solchen Quarzindividuen auskrystallisiert. Es hat gleichzeitig mit der Blendeausscheidung auch schon die Quarzbildung eingesetzt. Dieser Befund steht in auffallendem Gegensatz zu den Verhältnissen in Rabenstein und in Litija,¹ wo die Blende gegen Quarz stets an einem deutlichen Auslösungsresorptionsrand grenzt, die Verhältnisse stimmen aber mit Haufenreith überein, wo Seewann ebenfalls zur Zeit der Blendebildung bereits den Absatz von wenig Quarz feststellen konnte. Resorptionsreste von Karbonat innerhalb



Abb. 3. Dünnschliff einer Blendestufe vom Offberg.
Schwarz = Blendepartie mit Quarz (weiß), im Quarz Blende- und Karbonatreste, grau = zerpreßte Karbonatzone, welche eine zerrissene Blendepartie einschließt. Vergr. 1 : 34.

der Blende, gegen welche die letztere stets ausgezeichnet idiomorph erscheint, sind nicht selten. Eine besondere Ausbildung zeigte im Dünnschliff ein größerer Blendekrystall, welcher in seinem letzten Viertel (Quadranten) Karbonat erst ganz unvollständig verdrängt hat. In diesem kann ein Vordringen der Blende in das Karbonat an Flächen beobachtet werden, welcher der Oktaederstruktur des bereits gebildeten Blendekrystals entspricht. Die an diesen Flächen im Dünnschliff als schmale, sich kreuzende Zonen erscheinenden Blendeteile dringen anscheinend zonar-kolloidal gegen das Karbonat vor. Die der Oktaederstruktur der Blende entsprechenden Zonen, welche

¹ A. Tornquist, Die Blei-Zinkerzlagerstätte der Savefalten vom Typus Litija (Littai). Berg- und Hüttenm. Jahrb. 1929.

das in Verdrängung begriffene Karbonat durchziehen, können nur durch die Wirkung des Krystalldruckes des werdenden Blendekrystals erklärt werden.

Nach der Blendebildung erfolgte die reichliche Bildung von Quarz und von Bleiglanz und Kupferkies. Besonders deutlich ist die Überdeckung des Bleiglanzes auf die Blende zu beobachten, die Resorption der letzteren durch den Bleiglanz ist in Offberg allgemein. Die Erzbilder lassen die Blende als Ausgangspunkt des Bleiglanzabsatzes erscheinen. Teilweise sind ursprünglich einheitliche größere Blendezüge oder Partien mehr oder minder ausgiebig, stets vom Außenrand der Blende ausgehend, durch putzigen Bleiglanz verdrängt, teils ist die Bleiglanzausscheidung auch den feineren Blendezügen gefolgt. In keinem Fall erschien der Bleiglanz wie in Rabenstein verbreitet, als Saum um die Blende, auch ist die Durchsetzung der Blende von mit Bleiglanz gefüllten Klüften, wie in Rabenstein und Litija, kaum zu beobachten. Wo der Bleiglanz vielleicht ursprünglich in Klüften in die Blende eingedrungen sein kann, hat sich das Bild durch intensive metasomatische Erweiterung der Bleiglanzpartie schnell verändert. Es hat den Anschein, daß in Offberg aller Bleiglanz nur durch Verdrängung der Blende Raum gewonnen hat, in den Karbonatzügen ist die Bleiglanzausscheidung nur gering. In der vorliegenden perimagnatischen Lagerstätte ist die Verdrängung der Blende durch den Bleiglanz eine außerordentlich intensivere und ausschließlichere als in den apomagnatischen Lagerstätten des gleichen Vererzungsprozesses. Die Bleiglanzzüge sind reichlich von Kupferkieszügen durchsetzt. Besonders der Bleiglanz ist in bestimmten Zügen auch zwischen dem vermörtelten und vergrusten Quarz durch Orogenese in feinste, mikroskopisch verfolgbare Fetzen ausgequetscht. Die Kupferkieszüge sind wohl im großen in der Richtung der Lagerstättenflächen dem Bleiglanz eingesetzt, sie besitzen gegen den Bleiglanz aber eine sehr zerfetzte und unregelmäßige, an Apophysen reiche Grenze. Im Gegensatz zum Bleiglanz, welcher stets sehr reichlich von Quarz durchsetzt ist, enthält der Kupferkies fast keine Quarzeinschlüsse. Die Bildung des Kupferkieses scheint vor der Hauptquarzbildung erfolgt zu sein. Wenn der Kupferkies später den Bleiglanz verdrängt hätte, so wäre seine große Armut an Quarzeinschlüssen nicht verständlich. Da ferner im Bleiglanz häufig sehr feine Kupferkieszüge von ganz unregelmäßigem Verlauf, im letzteren aber nur geradlinig verlaufende Bleiglanzzüge, diese stets mit Quarz, beobachtet werden und der Rand des Kupferkieses gegen den Bleiglanz die Form spitzer Sphenoide oder Pyramiden erkennen läßt, dürfte die Ausscheidung des Kupferkieses seiner Hauptmenge nach vor der Bildung des Bleiglanzes erfolgt sein, ohne daß an eine Verdrängung vorgebildeten Kupferkieses durch Bleiglanz zu denken wäre.

Wie das Auftreten des Kupferkieses an den karbonatischen Randzonen im Gegensatz zum Bleiglanz zeigt, hat der erstere

vielfach Karbonate verdrängt. An Blende wurde Kupferkies in der Lagerstätte, ebenfalls im Gegensatz zum Bleiglanz, nur sehr selten beobachtet.

Erst mit der Hauptbleiglanzbildung wurde reichlicher Quarz der Lagerstätte abgesetzt. Der gleichzeitige Absatz einer reichlichen Quarzmasse mit dem Bleiglanz ergibt sich aus dem Vorhandensein zahlreicher Quarzeinschlüsse in Bleiglanz, aus der in der Lagerstätte häufig zu beobachtenden maschigen Struktur beider, welche auf p. 53, 54 erwähnt wurde, und aus der häufig in Würfelkrystallen in den Quarz hineinragenden Bleiglanzkristallen. Sehr verbreitet ist die Quarz-Bleiglanz- und auch die Kupferkies-Bleiglangzgrenze, allerdings durch einen mehr oder minder dicken Polybasitsaum eingenommen. Diese Quarzgeneration ist durch starke Trübung im Dünnschliff infolge unauflösbarer reichlicher Einschlüsse ausgezeichnet. Der meist klare Quarz der Blendegeneration dürfte wie diese durch Verdrängung von Karbonat entstanden sein, während der Hauptquarz unter Verdrängung von Silikaten des ursprünglichen Gesteins seine große Ausdehnung erreichte und aus diesen die Einschlüsse aufnahm. Der Quarz ist ganz überwiegend durch den späteren orogenetischen Druck auf die Lagerstätte feinst vermörtelt, so daß seine ursprüngliche Krystallausbildung vollständig vernichtet wurde. Größere, erhaltengebliebene Quarzindividuen treten häufig nur in den Karbonatzonen, dann meist als klare Quarze der Blendephase, ferner im Bleiglanz eingeschlossen und an der Blende auf. Sie sind einerseits durch die plastische Nachgiebigkeit der benachbarten Karbonate (Abb. 3) und andererseits durch die gleiche Eigenschaft des Bleiglanzes gegen den Druck vor der Vermörtelung bewahrt geblieben. Eine Erscheinung, welche in den bisher studierten prätektonischen Blei-Zinkerzlagern sehr häufig beobachtet wurde. Aber auch sie zeigen stets stark wolkige Auslöschung.

Im Anschluß an den Absatz des Kupferkieses und des Bleiglanzes muß die Polybasitbildung begonnen haben. Sie erfolgte, wie alle Anschliffe der Erzstufen zeigen, ganz überwiegend von der Oberfläche des Bleiglanzes und, wenn auch selten, von der Oberfläche des Kupferkieses aus. Feinere Polybasitzüge, welche ohne diese Sulfide im Quarz verteilt sind, dürften wenigstens zum großen Teil vor der Polybasitphase auch aus Bleiglanz bestanden haben. Es sind alle Übergänge zwischen feinen Polybasitüberzügen über bleiglanzdicken Polybasitpartien mit Bleiglanzresten und meist feinen reinen Polybasitzügen zu beobachten. Der Polybasit ist im Erzlager so allgemein verbreitet, daß nur in seltenen Fällen eine polybasitfreie Grenzfläche zwischen Quarz- und Bleiglanz in den Erzstufen aufzufinden ist. Sogar die Quarzeinschlüsse im Bleiglanz sind häufig gegen den Bleiglanz durch einen Polybasitsaum abgegrenzt. Im Polybasit sind Sb und Ag, mit wenig As durch den Mineralisator aus der Tiefe gefördert worden und zeigen die Anschliffe sehr deutlich, daß der vorhandene Bleiglanz auf das nunmehr im Mineralisator aufge-

treten Ag sowie auch vielleicht indirekt auf Sb und As fallend gewirkt haben muß. Im Opakilluminator bietet der dunkel erscheinende Polybasit gegen den hellen Bleiglanz und grauen Quarz sehr deutlich Strukturbilder (Fig. 2): Der Polybasit greift in Taschen in den Quarz hinein, welcher deutlich angelöst erscheint, während der Polybasit gegen den Bleiglanz meist krystallin begrenzt ist.

Stellenweise dringt Polybasit auch ohne Bleiglanz zwischen einzelne Quarzindividuen, in feinen Partien erscheint er auch in druckhaften Partien zwischen dem zermörteltem Quarz in feinste Mineralfetzen ausgequetscht. Polybasit durchsetzt mit Quarz auch stellenweise Blendezüge und bildet in angelöster Blende mit Quarz ein maschiges Gewebe, auch dort neigt er dazu, an der Blende sehr feine, aber absätzigige Säume zu bilden, so daß auch die Blende fallend auf ihn gewirkt hat. Auch in den schlierig deformierten Karbonatzügen tritt er in feinsten ausgepreßten Zügen auf. Es hat nirgends den Anschein, daß während des Polybasitabsatzes die Quarzbildung angehalten hätte, ehe daß unter seiner Bildung eine Lösung des Quarzes eingetreten ist, jedenfalls muß der Erzkörper aber bereits in seiner ganzen Mächtigkeit bestanden haben und Polybasit trat unter Verdrängung, vor allem von Bleiglanz, in geringem Maße von Kupferkies und Quarz, als letztes Erz in die Lagerstätte ein. Daß sich Polybasit auch außerhalb des Bereiches des Bleiglanzes abgesetzt hat, wird durch die feine Bestäubung der Klüfte im Chlorit und Quarz mit Polybasitkryställchen bewiesen, welche auf p. 55 beschrieben wurde.

Baryt tritt auf der Lagerstätte von Offberg nur spärlich auf und ist nur als Auskleidung von Hohlräumen und Kluftflächen bekannt geworden. In den Erzstufen, sowohl in den Karbonatzonen als auch in Quarzonen, habe ich vergeblich nach Baryt gesucht. Rumpf und Siegmund haben ihn in wohlausgebildeten Krystallen beschrieben. Der letztere erwähnt, daß ihm »zerstreut Aragonit in erbsengroßen Kugeln von strahligem Bau« aufsitzen. In dieser Ausbildung erscheint der Offberger Baryt eher als ein sekundär gebildetes Zersetzungsprodukt der Lagerstättenminerale. So daß der Lagerstätte von Offberg der in Rabenstein-Guggenbach und auch in Haufenreith in großer Menge primär ausgeschiedene Baryt wahrscheinlich vollkommen fehlt.

Als jüngste Mineralbildung in der Lagerstätte erscheint ein junger Spat, welcher besonders in den Karbonatzonen, aber auch in der Blende- und Bleiglanzregion in Form regelmäßig die älteren Lagerstättenminerale durchsetzender Züge auftritt. Dieser Spat ist wasserhell und ziemlich grobkrystallin. In ihm lösen sich die älteren, meist limonitischen feinkrystallinen Karbonatzüge auf. Dieser junge Spat ist eisenfrei, er braust mit heißer Salzsäure und dürfte reiner Dolomit sein. Die Krystalle löschen stark wolkig aus, ohne aber Deformation zu zeigen. Sie haben aber am orogenetischen Druck, welcher die Lagerstätte betroffen hat, teilgenommen.

Das Bild, welches die Entstehung der Lagerstätte nach den vorstehenden Beobachtungen bietet, ist in der folgenden Zusammenstellung ersichtlich. Zum Vergleich wurde ihr die Paragenese der nahverwandten Lagerstätten Rabenstein und Haufenreith im Grazer Gebirge gegenübergestellt.

Vererzungsphasen	Perimagnetisch, Typus Offberg		Apomagnetisch, Typus Rabenstein-Haufenreith	
	resorbierte Minerale	neugebildete Minerale	resorbierte Minerale	neugebildete Minerale
I	Kalzit, Silikate	Eisenkarbonate und Pyrit	Kalzit	Eisenkarbonate und Pyrit
II	Eisenkarbonate	Blende, heller Quarz	Eisenkarbonate	Blende [Quarz]
III	Blende	Kupferkies, Ag reicher Bleiglanz, Quarz	Eisenkarbonate	[Kupferkies] Ag armer Bleiglanz, Quarz
IV	Bleiglanz, wenig Kupferkies	Polybasit	Eisenkarbonate, Bleiglanz	Baryt mit rekristallisiertem Bleiglanz
V	Eisenkarbonate	Dolomit	—	—

Die in der fünften Kolonne eingeklammerten Minerale sind nur auf der südlichsten apomagnetischen Lagerstätte des Grazer Gebirges, in Haufenreith, vorhanden, nicht in Rabenstein.

9. Die Bildung der Lagerstätte.

Trotz der gemeinsamen Grundzüge in der Paragenese weicht die Mineralfüllung und der Vererzungsvorgang in der Lagerstätte von Offberg wesentlich von den Lagerstättentypen Rabenstein und Haufenreith im Grazer Gebirge ab.

Die I. Vererzungsphase mit der Bildung von Mg-Ca-Fe-Karbonaten, vor allem von Breunnerit und daneben Pyrit, verläuft bei allen drei Lagerstätten in ähnlicher Weise. In Offberg spielt die Verdrängung des Kalzits im ursprünglichen Ilmenit-Chlorit-schiefer eine besondere Rolle. Die II. Vererzungsphase ist bei allen Lagerstätten durch den Absatz von Blende unter Verdrängung von Karbonaten ausgezeichnet. Bei Offberg und Haufenreith ließ sich aber im Gegensatz zu Rabenstein eine gleichzeitige Bildung von Quarz feststellen. Im Ablauf der III. Vererzungsphase ist wiederum eine nähere Verwandtschaft zur Haufenreither Lagerstätte festzustellen. Der in Haufenreith spärlich vorhandene Kupferkies findet sich im Offberg in größerer Anreicherung, während Kupferkies in Rabenstein fehlt, dagegen dort in dieser Phase Pyrit gebildet wird. Auch ist die Haufenreither Lagerstätte reicher an Ag als die Rabensteiner, wenn auch der Silbergehalt nicht entfernt demjenigen vom Offberg

gleichkommt. In allen drei Lagerstätten wird in dieser Vererzungsphase die Hauptmenge des Quarzes abgesetzt. Die Resorption der Blende durch den Bleiglanz erfolgt in Offberg in viel ausgiebigerem Maße als in Haufenreith und hier in stärkerem Maße als in Rabenstein. Das stärkere Anwachsen der Löslichkeit von Zinksulfid gegen dasjenige des Bleisulfids mit steigender Temperatur ist bekannt und ebenso die ausgiebigere und schnellere Verdrängung der Blende, ohne daß erst die Bildung eines Bleisaumes wie in Rabenstein erfolgt wäre, ferner das reiche Auftreten von Kupferkies und Ag sprechen dafür, daß der Mineralisator der Offberger Vererzung ein erheblich höher temperierter gewesen sein muß als jener von Haufenreith oder gar Rabenstein. Der am Schluß dieser Phase in die Lagerstätte eingewanderte Polybasit zeigt einen bei Rabenstein und Haufenreith völlig fehlenden Eintritt von Sb, wenig As und von neuem von Ag und Cu an. Dieser Fahlerzverwandte kommt außer in Příbram und Andreasberg häufiger in ähnlichen nordamerikanischen Lagerstätten vor. Er wird hier von einer Anzahl von Autoren in bestimmten Lagerstätten für »supergen«, d. h. als Produkt einer deszedenten Zementation gehalten. In Offberg ist an eine solche Bildung nicht zu denken, da hier Lagerstättenteile im Hangenden fehlen. Eine deszedente Zementation findet sich vornehmlich in Gangformationen. Die Bildung des Polybasits in Offberg kann nur aus aszedenten Mineralisatoren erfolgt sein und wegen des Fehlens von Lagerstättenteilen im Liegenden auch nicht durch aszedente Zementation, sondern nur aus primärer magmatischer Stoffzufuhr abgeleitet werden, so wie seine Bildung auch in Nordamerika von den meisten Lagerstättenforschern angenommen wird. Der Polybasit ist eine Bildung hochtemperierter, magmennaher Mineralisatoren. In der Offberger Lagerstätte kann sein Ag-Gehalt nur zu kleinem Teil aus resorbiertem Bleiglanz stammen, ebensowenig wie sein Cu-Gehalt aus dem nur wenig angegriffenen Kupferkies. Beide Metalle müssen zur Zeit des Polybasitabsatzes der Lagerstätte neu zugeführt worden sein.

Diese Vererzungsphase unterscheidet die Offberger Lagerstätte am schärfsten von den Lagerstätten von Rabenstein und Haufenreith, in denen nach der Bleiglanzvererzung eine starke Barytbildung einsetzt, welche in Offberg fehlt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß zur gleichen Vererzungsphase als in den magmenfernen Lagerstätten von Rabenstein und Haufenreith Baryt in reichem Maße gebildet wurde, in der magmennahen Offberger Lagerstätte die Polybasitbildung vor sich ging. Für die Gleichzeitigkeit spricht der Umstand, daß in der Lagerstätte von Litija (Littai),¹ welche dem gleichen Typus magmenferner Lagerstätte trotz ihres viel geringeren Alters angehört, mit rekrystallisiertem Kupferkies auch wenig Fahlerz und Bournonit im Barytlager auftritt und auch lagerstättenchemisch wäre die ausschließliche erste Fällung von Sb_2S_3 und As_2S_3 bei

¹ Vgl. Zitat p. 59 Tornquist, Litija, p. 19, und Voss, Die Mineralien des Herzogtums Krain. Laibach, 1895, p. 17.

Anwesenheit von H_2S im Mineralisator vor der Fällung des $BaCl_2$ mit SO_3 durchaus verständlich. Wir würden sodann im Ausscheidungszyklus und damit von der Magmennähe zur Magmenferne zunächst eine Baryt freie Lagerstättenzone anzunehmen haben, sodann entsprechend dem von mir im Zuge der Lagerstätten Rabenstein-Guggenbach in einer verhältnismäßig kleinen Zone oder in einem verhältnismäßig geringen Stockwerk¹ die Barytbildung, über welche

Vererzungsphasen.

Lagerstätte und Stockwerk		I	II	III	IV	V
Apomagmatische Lagerstätte Haufenreith-Rabenstein	oberstes Stockwerk	— —				
	mittleres Stockwerk	— —				
	unterstes Stockwerk	— —	— — *	— — II. Pyrit	Baryt — —	
Perimagmatische Lagerstätte Offberg	Eisenkarbonat I. Pyrit — —	— —	Blende Quarz — —	Kupferkies — — Bleiglanz — — Quarz — —	Polybasit — —	Junger Spat — —
* Nur Haufenreith.						

wieder Lagerstätten folgen, welche wohl noch Bleiglanz und Pyrit, aber wiederum keinen Baryt enthalten (vgl. das obenstehende Schema).

Der sehr spärliche, in Hohlräumen der Offberger Lagerstätte von Rumpf und Siegmund beschriebene Baryt wurde bereits oben als junge sekundäre Mineralbildung angesprochen, welche mit dem Aufbau der Lagerstätte aus den aszedenten Mineralisatoren nichts zu tun hat.

Die vorstehende Auffassung von der Bildung der Offberger Lagerstätte und ihre Beziehung zu den Lagerstätten des Grazer Gebirges kommt in den obigen Zusammenstellungen zum Ausdruck,

¹ Vgl. Vererzungsschema in meiner Arbeit, 1927, cit. p. 47.

in welcher die Erzlager von Offberg als perimagmatisch, den Erzlagern von Rabenstein-Guggenbach als apomagmatisch gegenübergestellt werden. Die Lagerstätte von Haufenreith wäre ebenfalls zu den apomagmatischen zu rechnen, wenn sie auch, wie wir sahen, als südlichste der Grazer Lagerstätte Anklänge an Offberg erkennen ließ.

10. Das Alter der Lagerstätte.

Die Untersuchung der Lagerstätte ergab, daß die Gesteine, in denen die Lagerstätte von Offberg auftritt, bereits vor der Vererzung die petrographische Beschaffenheit von durch Orogenese mylonitisierter und diaphoritierter krystalliner Schiefer besessen haben, als die Vererzung begann. Die My-Dt-Zone ist zwischen einem hangenden Komplex altpaläozoischer Gesteine vom Charakter der tieferen altpaläozoischen Decke des Grazer Gebirges und zwischen dem Altkrystallin der Koralpe, beziehungsweise des Remschniggzuges eingeschaltet und verdankt ihre dynamisch-krystalline Umwandlung daher zweifellos dem Aufschub des Altpaläozoikums auf das Altkrystallin. In der My-Dt-Zone sind Gesteinselemente des Altkrystallins und des Altpaläozoikums verarbeitet worden. Mit der Annahme, daß der Aufschub des Altpaläozoikums auf das Altkrystallin bereits beim Beginn der Vererzung vollzogen war, steht die Beobachtung im besten Einklang, daß die Vererzung auch offenbar durch die bereits in ihrem Hangenden schon vorhanden gewesenen impenetrablen Graphitschiefer und graphitischen Schöckelkalke am Ort ihrer Bildung lokalisiert worden sind.

Das gesamte Schichtpaket der beiden Deckenelemente samt den Erzlagern hat aber später eine intensive Verfaltung erlitten. Am oberen Offberg richten sich die paläozoischen Schichten steil auf und in der Gipfelpartie (vgl. Karte, Fig. 1) des Berges gelangen wiederum Gesteine der My-Dt-Zone an die Oberfläche. Diese orogenetische Bewegung ist in den Lagerstättenmineralen und besonders in den Karbonatzen der Lagerstätte deutlich ausgeprägt. Die Quarze zeigen stets wolkige Auslöschung, der Bleiglanz und Polybasit Deformation, die Blende ist vielfach zerbrochen, die Karbonate schlierig deformiert und auch der jüngste Spat besitzt deutliche wolkige Auslöschung. Nach Kieslinger¹ haben sich »vor- und nachgosauische Bewegungen« im Gebiet der Drausynklinale gezeigt und »zwischen die erste und die Gosautransgression fällt die Eruption der Dazite und ihres Ganggefolges«. Als vorgosauisch versteht Kieslinger (p. 6) die erste alpine Phase, in welcher das Altkrystallin und das Altpaläozoikum tektonisch gemischt wurden, es ist das die Zeit, zu welcher das Altpaläozoikum auf das Altkrystallin aufgeschoben wurde, wie ich es bisher ebenfalls stets vertreten habe. Diese Tektonik hat der Vererzungsvorgang bereits angetroffen. Nachgosauisch trat dann im Oligozän und im Mittelmiozän

¹ Geologie und Petrographie der Koralpe I. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 135, 1926, p. 35.

stärkere Orogenese ein, die erstere findet in der Tektonik des Kainacher Gosaubeckens ihre Abbildung, welche zuerst von Schmidt dargestellt, neuerdings von L. Waagen¹ studiert wurde. Dieser stellte fest, daß die Gesamtektonik nicht ins benachbarte Tertiär fortsetzt. Über die mittelmiozäne Störungsphase in der Weststeiermark hat Winkler in seinen zahlreichen Veröffentlichungen berichtet und neuerdings² auf sie die Aufrichtung der Remschnigg-Radlantiklinale zurückgeführt.

Aus dieser Sachlage läßt sich hinreichend klar der Schluß ziehen, daß die Vererzung entweder jungkretazisch oder frühtertiär sein muß. Aus der Zusammensetzung der Lagerstätte muß aber ferner die Folgerung gezogen werden, daß sich die in ihnen auftretenden Erze nur unter einer zur Zeit der Vererzung vorhanden gewesenen mächtigen Gesteinsdecke gebildet haben können. Das Altpaläozoikum und das Mesozoikum muß noch in großer Mächtigkeit über dem Vererzungsgebiet gelegen sein. Wir finden heute nur noch bescheidene Reste dieser Gesteinsfolgen im Remschnigg und die Verbreitung der miozänen Ablagerungen beweist, daß die Zerstörung des Altpaläozoikums und des Mesozoikums auch bereits beim Beginn des Miozäns eine weit vorgeschrittene gewesen ist. Es ist aus diesem Grunde wohl wahrscheinlich, daß die Bildung der Erzlagerstätte von Offberg nur jungkretazisch bis mitteloligozän erfolgt sein kann. Es ist das das gleiche Resultat, zu welchem ich im Jahre 1927 bezüglich der Rabensteiner Lagerstätte gelangt bin.

Dann liegt es aber sehr nahe, die Entstehung der Lagerstätte vom Offberg und somit auch der Lagerstätten von Rabenstein bis Haufenreith mit jenem Vulkanismus zu verbinden, welcher mit der Lagerstätte von Offberg in naher räumlicher Beziehung steht. Es ist das die ältere tonalitische Intrusivfazies. Den bei Saldenhofen südlich der Drau bei Hohenmauthen vorhandenen Hornblendebiotitdazit-Aufbruch haben Kieslinger und Winkler³ neuerdings genauer untersucht. Er ist von Tertiär überlagert. In seiner Nähe befindet sich leicht metamorpher Verrucano und an diesem Triaskalke. Im Einklang mit dem Aufdringen der periadriatischen Tonalitfolge wäre sein Aufdringen in die Unter- bis Mittelkreide zu versetzen.

Winkler konnte nun aber feststellen, daß der Dazit von Saldenhofen dem Altmiozän intrusiv eingeschaltet ist und daß er in eine Gruppe jüngerer Effusiva und Intrusiva des nordwestlichen Bachern gehört, welche nach Heritsch und Kieslinger kretazisch sein sollte, nunmehr aber im höheren Altmiozän aufgebrochen sein muß. Diese Eruptiva des Bachern entsprechen den in den Savefalten aus quarzdioritischem Magma stammenden Andesit-Effusiva des Altmiozäns, auf welche ich die Vererzung der Savetal-Erzlagerstätte vom Typus

¹ Verh. d. Geol. Bundesanst., Wien, 1928, p. 58.

² Jahresber. d. Geol. Bundesanst., Bd. 79, 1929, p. 32.

³ A. Winkler, Über das Alter der Eruptivgesteine im Draudurchbruche. Verh. d. Geol. B.-A. 1928, p. 243.

Litija zurückgeführt habe. Die dynamisch stark beanspruchten Lagerstätten Rabenstein und Offberg sind erheblich älter. Dagegen ist die posttektonische junge Fahlerzvererzung des Grazer Gebirgs, am steirischen Erzberg und in der Veitsch, welche die Lagerstätte von Rabenstein stellenweise überdeckt, wohl miozänen Alters. Mit der Bearbeitung der jungen Fahlerzvererzung ist derzeit Herr cand. ing. Hohl beschäftigt. Die Vererzung vom Offberg wäre im Anschluß an die ältere Erstarrung des tonalitischen Magmas erfolgt, welches in seinem weiteren Bereich in der Tiefe gelegen ist. Diese Überlegung würde die Zeit der Vererzung der Lagerstätte in Offberg wie auch der Grazer Lagerstätten nunmehr in die Oberkreide verlegen.

Die Lagerstätte von Offberg, welche sich durch ihre Mineralfüllung und die Vorgänge während ihrer Vererzung als magmennahe, perimagmatisch, erwiesen hat, liegt auch örtlich den Tonalit-Intrusiva sehr nahe, die als apomagmatisch charakterisierten Lagerstätten im Grazer Gebirge fern den gleichen Intrusivgesteinen. Immerhin weist die Vererzung des Grazer Gebirges darauf hin, daß wir auch unter ihm in großer Tiefe tonalitische Magmen annehmen müssen, aus denen in kretazischen Zeiten Exhalationen infolge Erstarrungsprozessen austraten.
