

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 404.

ÅRSBOK 30 (1936) N:o 11.

AUFTRETEN UND PARAGENESE DER
ANTIMONMINERALE IN ZWEI SULFID-
VORKOMMEN IM SKELLEFTEFELDE,
NORDSCHWEDEN

VON

SVEN GAVELIN

STOCKHOLM 1936

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

362811

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Mineralogie der Erze	4
Allgemeines	4
Pb-Cu-Sb-Mineralie	5
Antimonfreie Minerale der späten Mineralphase	6
Arsenkiesähnliches Sb-Mineral, Gudmundit	7
Kristallisationsverhältnisse und Kristallisationsfolge der Cu-Sb-Pb-Mineralie	10
Charakter der späten Pb-Sb-Lösungen	10
Kristallisationsfolge der Cu-Pb-Sb-Sulfide	11
Die Beziehungen der Sb-freien Minerale der Pb-Sb-Fraktion zu den Cu-Pb-Sb-Sulfiden	13
Stellung des Gudmundits	13
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	15

Einleitung.

Während eines Studienaufenthaltes im Winter 1934—1935 an dem von Herrn Professor Dr Paul Ramdohr geleiteten Mineralogischen Institut der Universität zu Berlin begann ich eine mikroskopische Untersuchung einiger Sulfiderze aus Nordschweden, von welcher unten einige Resultate besprochen werden sollen. Herrn Professor Ramdohr möchte ich hiermit meinen aufrichtigen Dank aussprechen für seine ausgezeichnete Leitung der Arbeit und das grosse Interesse mit welchem er den Gang der Untersuchung verfolgte.

Die mikroskopische Arbeit wurde später mit im Sommer 1935 ergänztem Material in der Geologischen Landesanstalt in Stockholm weiter geführt. Eine übersichtliche Untersuchung war schon früher von dem Staatsgeologen, Herrn Dr Alvar Högbom angefangen worden; das von ihm mikroskopierte Material wurde mir bereitwilligst zur Verfügung gestellt.

In diesem Aufsatz sollen nur die Verhältnisse einiger Blei-Zink-Erze behandelt werden und unter diesen werde ich mich hauptsächlich bei den Blei-Antimon-Mineralen aufhalten. Diese Minerale bilden nämlich eine ziemlich selbständige Gruppe, die mit Vorteil für sich behandelt werden kann. Die anderen Minerale werden hier nur mit einbezogen um eine Auffassung von der allgemeinen paragenetischen Stellung der Erze zu geben. Die allgemeine Mineralogie der Erze und die damit verknüpften erzgeologischen Probleme werden später in einer monographischen Übersicht eines grösseren Teils des Feldes behandelt werden.

Das untersuchte Material stammt aus zwei Erzvorkommen, Bjurliden und Östra Högkulla im Skelleftefeld in Nordschweden. Es sind also Erze, die dem ältesten nordschwedischen Grundgebirge, der Leptitformation, angehören. Sie sind kürzlich übersichtlich in der Beschreibung der Karte des Skelleftefeldes¹ beschrieben worden.

Die Erze sind von Umwandlungen der umgebenden Gesteine begleitet, die bei Bjurliden Quarzite oder Skarne bilden, welche Sericit, Biotit, Amphibol, basischen Plagioklas, Chlorit, Andalusit, Granat, Cordierit, Staurolit und Spinell führen können. Bei Ö. Högkulla ist die Metamorphose schwächer, in den Quarziten sind neben Sericit, Biotit und Chlorit nur Andalusit und in einigen Fällen Granat beobachtet worden.

Mineralogie des Erze.

Allgemeines.

Die Blei- und Antimon-führenden Teile der Erze bestehen hauptsächlich aus einem dichten Gemenge von Pyrit, Magnetkies und Zinkblende. Gangart tritt im allgemeinen in untergeordneter Menge auf. Die Analyse, Tab. 1, gibt die durchschnittlichen Proportionen eines Teils des Ö. Högkulla-Erzes (etwa 100 m²) an. Die Proportionen der Hauptgemengteile sind aus diesen Werten berechnet und rechts in der Tabelle angegeben.

Tabelle 1.

Durchschnittsanalyse des südlichen Erz Körpers aus Ö. Högkulla, 30 m. Niveau.
(In dem Laboratorium des Boliden Gruben A. G. ausgeführt.)

	Gew. %	Atom %		Die Proportionen der Hauptkomponenten aus der Analyse berechnet	
				Atom %	Gew. %
S	36.0 %	53.26 %	FeS ₂	20.09 %	17.70 %
Zn	24.4 %	17.70 %	FeS	43.37 %	42.20 %
Fe	33.5 %	28.50 %	ZnS	35.40 %	38.00 %
Pb	1.05 %	0.24 %	PbS	0.48 %	1.27 %
Cu	0.17 %	0.13 %	Cu ₂ S	0.19 %	0.22(5) %
As	0.14 %	0.09 %	FeAsS	0.27 %	0.32 %
Sb	0.19 %	0.07(4) %	Sb ₂ S ₃	0.18(5) %	0.28 %
Ag	0.02 %	0.009 %	Ag	0.01 %	0.01 %
SiO ₂	3.4 %				
CaO	0.89 %				
	99.76 %	100.00 %		100.00 %	

¹ Sveriges Geologiska Undersökning Ser. C, Nr 389.

Der Arsengehalt ist an Arsenkies gebunden, welches Mineral mit blossen Auge oft sichtbar ist. Es kommt in den meisten Fällen nur in ganz kleinen Mengen vor, ist aber sehr verbreitet und in den untersuchten Proben fast immer anwesend. An ein paar Stellen wurden auch kleine Einschlüsse von dichtem Arsenkieserz in dem Pyrit-Magnetkies-Zinkblendeerz beobachtet.

Kupferkies ist sehr selten und ist nur ausnahmsweise makroskopisch sichtbar. Im Erzmikroskop wurde er oft als kleine rundliche Körner in Zinkblende beobachtet, welche entweder unregelmässige Reihen bilden oder nach Kristallographischen Hauptrichtungen der Zinkblende orientiert sind. Als grosse Seltenheiten wurden Cubanit, Vallerit und Bornit gefunden.

Von Oxiden wurden Magnetit, Ilmenit, Rutil und Hämatit beobachtet. Magnetit, ist das gewöhnlichste dieser Minerale, daneben ist Ilmenit ziemlich verbreitet, Rutil tritt dagegen hier sehr spärlich auf. Eisenglanz ist in einigen Proben als ganz kleine, erst bei 1000-facher Vergrösserung sichtbare Entmischungskörper in Ilmenit festgestellt worden.

Pb- Cu- Sb- Minerale.

Als eine deutlich spätere Generation treten eine Reihe von Mineralen auf, in denen Sb, Pb und Cu angereichert sind. Diese Minerale sind entweder ziemlich gleichmässig unter den älteren Zink-Eisensulfiden verbreitet, können aber auch selbständige Adern bilden, welche die Bandstruktur der älteren Erze sogar überschneiden.

Das Hauptmineral dieser Paragenese ist Bleiglanz. Er tritt oft in inniger Verwachsung mit den Sb-Mineralen auf, kommt aber auch selbständig vor und kann dann in feinen Adern sogar die späten Sb-Mineralen durchdringen. Ausserordentlich selten liegen Proben vor, die Bleiglanz in einigermaßen reichlicher Menge führen, ohne dass man daneben auch wenigstens kleine Mengen von Sb-Mineralen findet. Von diesen dürfte Fahlerz dominieren.

Das Fahlerz ist von olivgrünlicher Farbe, ist ganz isotrop und scheint ein gewöhnliches Cu-Sb-Fahlerz zu sein. Nach den Angaben der Analysen dürfte es auch einen beträchtlichen Ag-Gehalt führen. Es zeigt mit Bleiglanz oft schöne Verwachsungsstrukturen, (Abbildung 1 und 2) und das Verhältnis der beiden Komponenten untereinander kann von einem ganz geringen Gehalt an Fahlerz bis zu einer Verwachsung mit 20 % Bleiglanz schwanken. In den meisten Fällen dürften die Verwachsungen jedoch aus 35 % bis 60 % Bleiglanz bestehen.

Bournonit ist das demnächst gewöhnlichste der Sb-Mineralen und kann an einigen Stellen sogar das Hauptmineral dieser Gruppe ausmachen. Es bildet fast immer Verwachsungen mit Bleiglanz und die Mengenverhältnisse der beiden Komponenten sind nun weniger wechselnd als bei den Fahlerzverwachsungen. Der Bleiglanzanteil beträgt im allgemeinen 15 % bis 25 %. Die Struktur ist im allgemeinen derjenigen in der Abbildung 2 ganz ähnlich. Das Bournonit ist von grünlicher Farbe (schwächere Farbe als bei Fahlerz), schwach aber sehr

deutlich anisotrop und zeigt oft eine gute Zwillingslamellierung, bisweilen in zwei untereinander senkrechten Richtungen, wie sie auch in dem Lehrbuch von Schneiderhöhn-Ramdohr¹ beschrieben worden ist.

Von den kupferfreien Pb-Sb-Mineralen sind drei Glieder festgestellt worden, nämlich Boulangerit, Jamesonit und Geokronit. Von diesen zeigen Boulangerit und Jamesonit unter dem Mikroskop sehr ähnliche Eigenschaften. Durch Vergleich mit Material von sicherem Jamesonit und Boulangerit, das Professor Ramdohr zur Verfügung stellte, wurde jedoch ziemlich sicher festgelegt, dass in einigen Anschliffen Jamesonit, in anderen Boulangerit das reine Pb-Sb-Mineral darstellte. Für jeden einzelnen Fall eine sichere Bestimmung auszuführen war jedoch nicht möglich.

Geokronit dagegen ist im Mikroskop ziemlich leicht festzustellen. Es besitzt ein hohes bleiglanzähnliches Reflexionsvermögen und scheint in den dunklen Schnitten und in unmittelbarem Vergleich mit Bleiglanz schwach grünlich. Der Reflexionspleochroismus ist demnach schwach, die Anisotropieeffekte sind dagegen stark, etwa so wie bei Boulangerit. Weiter ist oft eine sehr schöne Zwillingslamellierung zu sehen, welche der des Bournonits auffallend ähnlich sein kann. Alle diese Eigenschaften sind identisch mit denen des Geokronits aus Sala, von welchem ein Anschliff aus der Sammlung Professor Ramdohrs zur Verfügung stand. Das Geokronit ist nur in Bjurliden gefunden und es tritt dort in bleireichen Schlieren auf, die den Quarzit an der Grenze des Erzes durchbrechen. Diese Schlieren führen neben Geokronit noch Bleiglanz, der unter gleichzeitiger Bildung von Bournonit in feinen Adern den Geokronit durchdringen kann. Weiter kommt als Gangart hier auch Quarz vor. Es ist aber für die kupferfreien Sb-Mineralen charakteristisch, dass nur eines der drei genannten Minerale in demselben Anschliff gefunden wurde.

Als Zerfallsprodukt von Fahlerz, in einigen Fällen vielleicht auch als primäre Verdrängung, tritt in ganz kleinen, unregelmässigen Körnern ein wenig Rotgültigerz auf. Die Kristalle sind zu klein um im Erzmikroskop eine sichere Bestimmung zu erlauben, ob dabei Pyrargyrit oder Proustit vorliegt. Das Auftreten in der Paragenese deutet jedoch ziemlich eindeutig auf Pyrargyrit.

Antimonfreie Minerale der späten Mineralphase.

Zu dieser Gruppe werden die gediegenden Elemente Wismuth und Elektrum gerechnet, weiter ein Teil des Kupferkieses und des Arsenkieses und schliesslich auch Zinnkies, ein Mineral, das teils zu den Sb-Mineralen, teils aber auch zur Zinkblende eine gewisse Beziehung zeigt. Der Zinnkies ist nur in ein paar Anschliffen aus Ö. Högkulla beobachtet, ist ja aber von grossem paragenetischem Interesse². Im Erzmikroskop zeigt er eine braunolive Farbe, ein wenig dunkler als Fahlerz, Reflexionspleochroismus und Anisotropieeffekte sind schwach aber deutlich. Bei tausendfacher Vergrösserung wurden kleine helle Punkte sichtbar, die wahrscheinlich aus entmischtem Kupferkies bestehen.

¹ Schneiderhöhn-Ramdohr: Lehrbuch der Erzmikroskopie. Bd. II. Berlin 1931.

² Aus Bjurliden ist doch Sn in Kleinen Mengen in eine Analyse aufgewiesen.

Zinnkies tritt mit den Antimonmineralen zusammen auf, liegt aber oft an der Grenze der Zinkblendekörner, welche er übrigens oft schön verdrängt. Daneben kann er auch in kleinen runden Körnern in Zinkblende vorkommen, in Übereinstimmung mit dem üblichen Auftreten der Kupferkiestropfchen in Zinkblende. Ein ähnliches Auftreten des Zinnkieses wird von Schneiderhöhn-Ramdohr¹ auch angegeben und zwar aus Erzen, die als heiss-hydrothermal klassifiziert werden.

Ged. Wismuth ist sehr selten und nur in einigen wenigen Proben beobachtet, in welchen es aber ziemlich reichlich vertreten ist. Es tritt im allgemeinen in kleinen rundlichen Körnern auf, an einigen Stellen füllt es aber die Hohlräume zwischen idiomorphen Bleiglanzkörnern aus. Als grosse Seltenheit wurde noch ein Mineral mit besonders hohem Reflexionsvermögen beobachtet. Es bildet einige sehr kleine Körner in denjenigen feinen Bleiglanzadern, welche die Sb-Mineralen durchdrängen. Wegen der Kleinheit der Körner ist eine einwandfreie Bestimmung nicht möglich, es könnte Dyskrasit oder ein silberreiches Elektrum sein.

Die Hauptmenge des sehr geringen Gehaltes an Kupferkies dieser Erze ist auch an die Blei-Antimon-Mineralen gebunden. Kupferkies kann in diesen Fällen sogar Fahlerz verdrängen, oft handelt es sich jedoch bei solchen verdrängungsähnlichen Strukturen um einen Zerfall von Fahlerz unter Bildung von Kupferkies und neuen Antimonmineralen, was unter Gudmundit weiter behandelt werden soll. In vereinzelt Fällen kann Kupferkies mit Bleiglanz schöne Verwachsungen bilden, welche die Fahlerz-Bleiglanzverwachsungen stellenweise zu ersetzen scheinen.

Bei der Behandlung der Minerale der letzten Mineralbildungsphase muss auch Arsenkies genannt werden. Er ist oft in oder in der Nähe der bleireichen Schlieren angereichert und bildet dann grosse, bis zu mehrere mm im Durchmesser messende, idiomorphe Kristalle, welche jedoch von den Blei-Antimonmineralen teilweise resorbiert werden können.

Arsenkiesähnliches Sb-Mineral, Gudmundit.

In enger Beziehung zu den erwähnten Antimonmineralen wurde oft ein weisses Mineral beobachtet, das zwar äusserst feinkörnig, aber doch ziemlich verbreitet war. Das Mineral war härter als Magnetkies, reinweiss und zeigte arsenkiesähnliche Anisotropieeffekte. Diese Eigenschaften führten das Mineral ganz eindeutig in die Gruppe der Bestimmungstabelle, wo nur drei bekannte Minerale in Frage kommen konnten, nämlich Arsenkies, Löllingit oder ein Mineral der Rammelsbergit-Safflorit-Gruppe. Wo morphologische Eigenschaften des unbekanntes Minerals wahrnehmbar waren, deuteten auch diese auf ein mit Arsenkies-Löllingit isomorphes Mineral. Die Kristalle waren zuweilen als Nadeln ausgebildet, wahrscheinlich nach der a-Achse gestreckt.

¹ Op. cit.

Eine Zusammenstellung der diagnostischen Eigenschaften der in Frage kommenden Minerale nach den Angaben in dem Lehrbuch von Schneiderhöhn-Ramdohr ergibt folgendes:

	<i>Reflexionspleochroismus</i>	<i>Schleifhärte und Polierverhalten</i>
Safflorit und Rammelsbergit.	Sehr gering, schwächer als bei normalem Löllingit.	Niedriger als bei Löllingit und leichter polierbar. Härte nahe der des Magnetkieses.
Löllingit	Schwach, aber deutlich wahrnehmbar. Stärker als bei Safflorit-Rammelsbergit, ein wenig schwächer als bei Arsenkies.	Ein wenig härter als Safflorit-Rammelsbergit. Deutlich weicher als Arsenkies.
Arsenkies.	Schwach aber deutlich, besonders in Öl. Soll eine Spur stärker als bei Löllingit sein.	Deutlich härter und schlechter polierfähig als Safflorit-Rammelsbergit. Weniger Unterschied gegen Löllingit.
Für das unbekannte Mineral wurden die entsprechenden Eigenschaften gefunden.	Deutlich, besonders in Öl ein wenig stärker als bei Arsenkies. Der Farbwechsel geht von rein weiss bis schwach braun, ein Ton, der dem des Magnetkieses sehr ähnlich ist, obgleich die Stärke der Farbe viel schwächer als bei Magnetkies ist.	Viel weicher als Arsenkies nur ein wenig härter als Magnetkies, siehe Abbildung 3. Ist auch viel leichter polierbar als Arsenkies.

Die Anisotropieeffekte sind für alle Minerale sehr hoch mit auffallenden Farberscheinungen in blau und braungelb.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich, dass die erwähnten Eigenschaften des unbekanntes Minerals sich mit keinem der anderen Minerale in Übereinstimmung bringen lassen.

Die Beziehungen des Minerals zu den umgebenden Mineralen machten es sehr wahrscheinlich, dass Antimon und nicht Arsen einen wesentlichen Anteil des Minerals bildete. Wegen der Kleinheit der Kristalle war es nicht möglich hinreichend reines Material herauszupräparieren um eine quantitative Analyse zu machen. Einige ganz kleine, mikroskopische Kristallfitter, die mit einer Nadel aus Kalcitkörnern herausgekratzt wurden, wurden jedoch einer qualitativen mikrochemischen Untersuchung unterworfen. Mit dem Cäsiumchlorid-Antimonjodid-Reagens konnte eine deutliche Reaktion für Antimon festgestellt werden, dagegen wurden keine Spuren von Arsen oder Kupfer gefunden

(Prüfung bekannter As- und Cu-führender Minerale in entsprechenden Mengen zeigten jedoch deutliche Cu- und As-Reaktionen). In Material aus Schlieren, die nach den mikroskopischen Angaben neben dem unbekanntem Mineral nureine Blei-Kupfer-Sb-Sulfide führten, wurde von dem Chemiker der Schwedischen Geologischen Landesanstalt, Dr Bygdén, ein beträchtlicher Eisengehalt gefunden. Dagegen waren keine Spuren von Nickel oder Kobalt vorhanden.

Das einzige bisher bekannte Sb-führende Mineral der Arsenkiesgruppe ist das von Bergsingenjör K. Johansson beschriebene Gudmundit,¹ ein mit Arsenkies isomorphes und gleichartig aufgebautes Mineral, in welchem das Arsen durch Antimon ersetzt worden ist. Die Struktur des Minerals ist kürzlich von Buerger² untersucht worden, wodurch die grosse Ähnlichkeit mit Arsenkies weiter bewiesen worden ist. Das untersuchte Material stammte aus der Nähe von Sala in Mittelschweden, wurde von Johansson nur in einem einzigen kleinen Stück gefunden, wo es als kleine Kristalle in Amphibolskarn vorkam. Das Material gehört jetzt den Sammlungen des Reichsmuseums in Stockholm, und dank des freundlichen Entgegenkommens des Direktors, Herrn Professor G. Aminoff, erhielt ich ein paar kleine Kristalle, welche senkrecht zur a-Achse und senkrecht zur c-Achse poliert wurden. Durch gleichzeitiges Einbetten von Arsenkies, Magnetkies und Gudmundit konnten die im Mikroskop feststellbaren Beziehungen dieser Minerale untereinander einigermaßen untersucht werden. Gudmundit ist reinweiss und zeigt deutlichen Reflexionspleochroismus. Besonders in Öl und bei Gebrauch von violettem Farbfilter sind diese Effekte bei Gudmundit ein wenig stärker als bei Arsenkies. Die Anisotropieeffekte sind stark, arsenkiesähnlich, mit deutlichen Farberscheinungen. Die Härteunterschiede zwischen Arsenkies, Magnetkies und Gudmundit waren schwer sicher festzustellen, da die verschiedenen Minerale nicht direkt aneinander grenzten. Es zeigte sich aber deutlich, dass Arsenkies härter, Magnetkies dagegen weicher als Gudmundit war, und zwar erhielt man den Eindruck, dass der Unterschied zwischen Gudmundit und Magnetkies kleiner als derjenige zwischen Gudmundit und Arsenkies war.

An einer Stelle wurden kleine Einschlüsse von Zinkblende, in dem Gudmundit beobachtet. Bei einem Polieren bis die Härteunterschiede zwischen Bleiglanz und Gudmundit mit einem scharfen Relief hervortraten, waren die Härteunterschiede zwischen Gudmundit und Zinkblende kaum wahrnehmbar. Da in diesen Erzen die Schleifhärte der Zinkblende und die des Magnetkieses einander sehr ähnlich sind, kann ja die Schleifhärte des Gudmundits auch aus diesem Grunde nicht viel von der des Magnetkieses abweichen.

Es ist vielleicht nicht möglich, nur auf Grund dieser mikroskopischen Ergebnisse festzustellen, ob das fragliche Mineral in den erwähnten nordschwedischen Vorkommen wirklich mit Gudmundit identisch ist. Wenn man aber ausserdem weiss, dass dieses Mineral Antimon und kein Arsen als wesentlichen

¹ K. Johansson: Mineralogische Mitteilungen. Zeitschrift f. Krist. Bd. 68, Heft 1.

² M. J. Buerger: The Crystal structure of the Arsenopyrite group. The American Mineralogist 1936, S. 203.

Bestandteil enthält und dass es mit grosser Wahrscheinlichkeit mit den Mineralen der Arsenkiesgruppe isomorph ist, so dürfte die Identität ausserordentlich stark bestätigt sein.

Kristallisationsverhältnisse und Kristallisationsfolge der Cu- Sb- Pb- Minerale.

Charakter der späten Pb- Sb- Lösungen.

Wie in der Einleitung schon erwähnt wurde bilden die Blei-Kupfer-Antimon-Mineralen eine letzte Erzgeneration, die eine Neigung besitzt, selbständige Adern zu bilden. Die Kristallisation dieser Minerale dürfte erst nach der ziemlich vollständigen Ausscheidung der Zn-Fe-Sulfide einsetzen und diese letzten Lösungen können deshalb als eine selbständige Fraktion behandelt werden. Die wichtigsten Minerale dieser Fraktion können mit den Komponenten Cu_2S , Sb_2S_3 , und PbS als Hauptbestandteilen geschrieben werden, und eine Berechnung aus der Analyse über die Verhältnisse der erwähnten Komponenten untereinander ergibt folgende Werte: 56.2 % PbS , 22.2 % Cu_2S , 21.6 % Sb_2S_3 . Der Ag-Gehalt würde auf diese Bestandteile umgerechnet 1.1 % betragen. Von übrigen Bestandteilen dürfte ein gewisser Gehalt an Arsen vorkommen, der wahrscheinlich etwas grösser als derjenige der Gesamtanalyse (0.27 %) sein muss, da man nämlich eine Anreicherung von Arsenkies in den bleireichen Schlieren feststellen kann. Weiter dürfte auch ein wenig Eisen und Zink in den Lösungen zurückbleiben. Die Tatsache, dass die Fe-Zn-Sulfide oft von den Pb-Sb-Mineralen stark korrodiert werden ohne dass Eisen und Zink irgend einen Hauptbestandteil der neuen Minerale bilden, weist ja auf eine Anreicherung jener Elemente in der Lösung während der Pb-Sb-Phase hin. Natürlich können diese Überlegungen keine exakte Auskunft über die Zusammensetzung der letzten Erzlösungen geben, sie sollen nur einen Versuch bilden, die zur Verfügung stehenden Daten zusammenzufassen, um eine Vorstellung von dem Hauptcharakter dieser Erzlösung zu geben.

Wie bei der Beschreibung der einzelnen Minerale schon erwähnt wurde, treten die Cu-Sb-Pb-Mineralen oft in inniger Verwachsung mit Bleiglanz auf. Die reinen Pb-Sb-Sulfide bilden dagegen hauptsächlich homogene Körner und wenn Bleiglanz zusammen mit diesen Mineralen vorkommt, ist er im allgemeinen deutlich später fixiert. Die Verwachsungsstrukturen dürfte man am besten als das Resultat einer gleichzeitigen Kristallisation erklären. Die Möglichkeit, dass eine unvollständige Verdrängung derartige Strukturen bildet, ist wegen der ziemlich gleichmässigen Verteilung der Komponenten über grössere Teile der Verwachsung nicht wahrscheinlich. Auch ein Versuch, die Verwachsungen als Zerfall von einem einheitlichen, bei höherer Temperatur stabilen Mineral zu erklären, ist hier nicht befriedigend, denn wenigstens bei den Fahlerzverwachsungen findet man alle Übergänge zwischen den echten Verwachsungen und

Fällen, wo das Fahlerz als einzelne rundliche Körner in der Bleiglanzmasse vorkommt. Die Annahme eines solchen Zerfalls setzt also das Vorkommen eines Minerals voraus, das vollkommene Mischbarkeit zwischen den verschiedenen Komponenten besitzt, was wenigstens ohne experimentelle Prüfung nicht ohne weiteres anzunehmen ist.

Wenn man also eine gleichzeitige Kristallisation der Komponenten der Verwachsungen annimmt, so lässt sich durch Feststellen der räumlichen Mengenverhältnisse dieser Komponenten, die Zusammensetzung der ausgeschiedenen festen Phasen in den verschiedenen Momenten der Kristallisation berechnen. Unten werden die Resultate einiger volumetrischen Analysen angegeben. Sie sind in Atomprozent umgerechnet und in den Hauptbestandteilen der in Frage kommenden Minerale dargestellt. Folgende schematische Formeln wurden bei der Berechnung benutzt: Fahlerz $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$, Bourmonit $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_3\text{S}_3$, Jamesonit $2\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.

Tabelle 2.

	Pbs	Cu_2S	Sb_2S_3
Jamesonit-Phase	67 %	—	33 %
Bourmonit- >	55 %— 58 %—62 %	22.5 %— 21 %—19 %	22.5 %— 21 %—19 %
Fahlerz- >	10 %— 25 %— 45 %—(100 %)	67 %— 57 %— 42 %—(0 %)	22.5 %— 19 %— 14 %—(0 %)
Bleiglanz- >	100 %	—	—
Analyse	56.2 %	22.2 %	21.6 %

Die fetten Zahlen geben die als durchschnittliche Zusammensetzungen angenommenen Werte an.

In den Teilen der Erze, welche die Analyse repräsentiert, ist die Bourmonitverwachsung vorherrschend, und das aus der Analyse erhaltene Verhältnis der Gemengteile Sb_2S_3 , Cu_2S und PbS steht ja mit den Werten der Bourmonitverwachsung aus der Tabelle in sehr guter Übereinstimmung. Noch besser würde diese Übereinstimmung werden, wenn man eine kleine Menge Kupfer und Antimon abrechnet, die mit Eisen in den Mineralen Kupferkies und Gudmundit gebunden ist. Die Tatsache, dass man bei mikroskopischer Untersuchung einiger Proben zu denselben Resultaten gelangt, die auch eine Durchschnittsanalyse eines grösseren Teils des Erzes ergibt, führt das erzgeologisch interessante Ergebnis mit, dass die Proportionen der verschiedenen Bestandteile auch in grösseren Teilen des Erzes ziemlich konstant sind.

Kristallisationsfolge der Cu- Pb- Sb- Sulfide.

Wenn auch die verschiedenen Minerale der Blei-Antimon-Fraktion eine sehr enge Beziehung im Kristallisationsverlauf aufweisen, ist es doch möglich eine gewisse Reihenfolge festzustellen. Bleiglanz hat sich im allgemeinen am längsten in Lösung gehalten, kann alle anderen Minerale mit Ausnahme der gediegenen Elemente verdrängen und tritt nicht selten in feinen Adern in diesen auf. Ein gegensätzliches Altersverhältnis wurde nie beobachtet.

Jamesonit ist hauptsächlich von Bournonit-Bleiglanz-Verwachsungen umgeben und bildet dann oft ziemlich idiomorphe Körner, die vor der Bildung der Verwachsung ausgeschieden zu sein scheinen. Die Idiomorphie der Jamesonitkörner schliesst ja nicht aus, dass sie später als die Bournonitverwachsung gebildet sein und diese durchwachsen haben können. Oft findet man aber an den Jamesonitkörnern deutliche Korrosionsbuchten gegen Bournonit und in einigen Fällen wurden kleine Adern von Bournonit in Jamesonit beobachtet.

Die Stellung des Fahlerzes ist nicht ganz eindeutig. An einigen Stellen ist es deutlich älter als Bournonit und wird von Bournonit-Bleiglanzverwachsungen korrodiert. In diesen Fällen ist das Fahlerz jedoch ganz bleiglanzfrei und homogen und auch das Bournonit führt in einer schmalen Zone unmittelbar an der Grenze kein Bleiglanz. Öfter ist jedoch das Fahlerz später als Bournonit fixiert und kann z. B. als Reaktionszonen an Bournonit, das von Bleiglanzlösung stark korrodiert wird, auftreten (Siehe Abbildung 7, 10, 11). Solche Strukturen können sich zu einem wirklichen Zonenbau entwickeln, wo Jamesonit den Kern bildet, danach folgt nach aussen eine Zone mit Bournonit-Bleiglanzverwachsung, dann eine Zone mit Fahlerz-Bleiglanzverwachsung und zuäusserst kommt reiner Bleiglanz. Ein solcher Zonenbau ist in Abbildung 2 dargestellt. Hier ist zwar kein Bournonit anwesend, es kann aber das Fahlerz ganz oder teilweise ersetzen. Der Zonenbau ist oft besonders schön entwickelt, wenn die Minerale Hohlräume ausfüllen, wie es in der Abbildung 2 der Fall ist. Andererseits bildet es sich auch rings um Jamesonitkörner, die in einer Bleiglanzmasse frei liegen, weshalb kein Zweifel darüber herrschen kann, dass es sich bei dem Zonenbau um eine Kristallisation von innen nach aussen handelt.

Mit Ausnahme der ganz unbeträchtlichen Reaktionsränder in Abbildung 7, 10, 11 tritt das Fahlerz in diesen Fällen immer in Verwachsung mit Bleiglanz auf. Man kann also folgende Kristallisationsfolge feststellen: Jamesonit \rightarrow Bournonit + Bleiglanz \rightarrow Fahlerz + Bleiglanz \rightarrow Bleiglanz. Die Tabelle 2 zeigt die annähernde Zusammensetzung der verschiedenen Phasen und man ersieht daraus, dass nur der Gehalt an Sb_2S_3 eine kontinuierliche Veränderung während der Kristallisation aufweist, und dieser Gehalt dürfte also ein Hauptfaktor bei der Bestimmung der Mineralsukzession sein. Die Tatsache, dass homogenes Fahlerz vor dem Bournonitmyrmekit kristallisiert, wird dann auch verständlich. Es ist in diesem letzteren Fall eine allgemeine Regel, dass die Fahlerzkörner immer an der Grenze korrodierter Magnetkies- oder Zinkblendekörner liegen, während Jamesonit immer in der Mitte der Blei- und Antimonreichen Schlieren auftritt. Ob die durch aufgelöstes Zink- und Eisensulfid veränderte Konzentration für die Ausscheidung von Fahlerz irgend eine beschleunigende Wirkung ausüben kann, ist wohl zweifelhaft aber durchaus nicht unmöglich.

Die Beziehungen der Sb-freien Minerale der Pb-Sb-Fraktion zu den Cu-Pb-Sb-Sulfiden.

Von den antimonfreien Mineralen, die in der Sb-Paragenese auftreten, wird Arsenkies zuerst ausgeschieden. Er dürfte das überhaupt zuerst kristallisierte Mineral der Blei-Antimonfraktion sein und wandert oft eine kleine Strecke in das Nebengestein oder angrenzendes älteres Erz hinein, wo er grosse idiomorphe Kristalle bildet. Die grosse Kristallisationskraft des Arsenkieses macht es oft schwer einen sicheren Schluss über die Altersverhältnisse zu ziehen. Er wird aber von den meisten anderen Mineralen der Pb-Sb-Paragenese deutlich verdrängt, auch in den Fällen, wo er sicher zu dieser Paragenese gerechnet werden muss.

Zinnkies ist auch deutlich älter als die Sb-Mineralen und wird von diesen oft ziemlich stark verdrängt. Gegen Arsenkies fehlen sichere Anhaltspunkte, doch deutet das allgemeine Auftreten des Minerals darauf hin, dass es hauptsächlich erst nach der Ausscheidung des Arsenkieses fixiert worden ist.

Die Stellung des Kupferkieses ist bei der Behandlung der einzelnen Minerale schon erwähnt worden. Er scheint also etwa gleichzeitig und teils erst nach dem letzten Fahlerz ausgeschieden worden zu sein. Ged. Wismuth und Dyskrasit (oder Elektrum) werden in der letzten Bleiglanzphase fixiert.

Stellung des Gudmundits.

Gudmundit zeigt in den Fällen, wo die Beziehungen zu den anderen Mineralen deutbar sind, eine Tendenz in den letzten Phasen der Kristallisation der Pb-Cu-Sb-Mineralen aufzutreten. In dieser Phase scheint Kupfer wie auch Antimon eine Tendenz zu besitzen wieder in Lösung zu gehen. Ist dann Eisen in hinreichender Konzentration anwesend, so wird Antimon wieder ausgefällt, wobei jetzt aber die Affinität zwischen Eisen und Antimon ausschlaggebend wird, und infolgedessen der Gudmundit ausgeschieden wird. Doch scheint Gudmundit immer älter als der letzte Bleiglanz zu sein, und wird von diesem oft ziemlich stark korrodiert. Das Auftreten des Minerals wechselt ein wenig von Fall zu Fall, im Grossen kann man vier verschiedene Ausbildungsformen unterscheiden:

1. In myrmekitischer Verwachsung mit Magnetkies (Abbildung 4 und 5). Die beiden Komponenten dieser Verwachsungen können äusserst feinkörnig sein (Abbildung 4) und sind in diesen Fällen auch sehr gleichmässig verteilt. Das Mengenverhältnis dürfte dann etwa 1 : 1 sein. Die Struktur dieser Verwachsung erinnert in hohem Masse an die Eutektstrukturen wie sie zum Beispiel von der Metallurgie bekannt sind. Im allgemeinen sind jedoch die Komponenten ein wenig grösser als wie sie in Abbildung 4 vorliegen, und dann konnte festgestellt werden, dass wenigstens die Gudmunditkörner nicht gleichmässig optisch orientiert sind. Magnetkies und Gudmundit können jedoch zusammen auftreten ohne dass man einen Eindruck von einer wirklichen Verwachsung erhält und es kommt zum Beispiel vor, dass ein sonst homogenes Gudmunditkorn an einer Stelle kleine unregelmässige Körner von Magnetkies enthält.

Doch findet man alle Übergänge zwischen einer solchen Ausbildung und den gleichmässigen Verwachsungsstrukturen.

Die Gudmundit-Magnetkiesverwachsungen liegen im allgemeinen an der Grenze der Magnetkieskörner oder Fahlerzkörner oder zwischen diesen beiden Mineralen (Siehe Abbildung 5, 8, 9), welche dabei deutliche Korrosionsformen zeigen. In Abbildung 5 sind ja diese Verhältnisse sehr gut erläutert. Hier liegt auch zwischen Fahlerz und der Gudmundit-Magnetkiesverwachsung eine Zone, wo Kupferkies und Gudmundit zusammen auftreten, und wo also ein Teil des Kupfergehaltes in dem Fahlerz wieder sofort fixiert worden ist. In Abbildung 8 und 9 könnte man beim ersten Blick behaupten, dass die Verwachsungen Zerfallsprodukte von Fahlerz seien. Das Fehlen eines Kupferminerals lässt sich aber mit einer solchen Deutung nicht vereinigen. Oft bilden sich solche Verwachsungen an Spitzen und Grenzen von Magnetkieskörnern, die von bleiglanzhaltigem Fahlerz stark korrodiert werden, wo aber kein Fahlerz direkt an die Verwachsung grenzt. Es scheint also eine Verdrängung des Magnetkieses von der Sb-führende Erzlösung vorzuliegen, wobei der Sb-Gehalt der Lösung mit dem Magnetkies in Reaktion tritt, und die Gudmunditverwachsung bildet. In Abbildung 8—9 wären sie also etwa gleichzeitig mit dem Fahlerz fixiert.

2. Wenn der Gudmundit in Bournonit oder einer Bournonit-Bleiglanzverwachsung liegt, zeigt er eine andere Ausbildung. Der Gudmundit bildet dann Kristallaggregate, die den Bournonit astförmig durchwachsen. (Abbildung 6 und 7). An den Grenzen dieser Äste tritt ein wenig Magnetkies und nicht selten auch ein bisschen Kupferkies auf. Die Bedingungen dieser Ausbildung scheinen mit einer Verdrängung des Bournonits verknüpft zu sein. Die Kristalläste von Gudmundit liegen nämlich oft in Korrosionsbuchten in Bournonit (Siehe Abbildung 7, 10, 11). Der durch die Verdrängung aufgelöste Kupfergehalt wird wenigstens teilweise wieder in eine Fahlerzreaktionszone fixiert, das Blei kristallisiert in Bleiglanz, selbständig oder in Verwachsung mit Fahlerz, und ein Teil des Antimons wird in dem Mineral Gudmundit ausgeschieden. Die Abbildungen 7, 10, 11 veranschaulichen diese Verhältnisse, wobei Fahlerz als ausgeprägte Reaktionszonen randlich auf dem Bournonit auftritt.

Nicht immer ist der in Bournonit liegende Gudmundit in den oben erwähnten Kristallästen ausgebildet, es kann auch als grössere, ziemlich einheitliche Kristalle vorkommen. Es ist aber charakteristisch, dass Bournonit nie in direkten Kontakt mit Gudmundit kommt. Die Gudmunditkristalle sind nämlich immer von einem kleinen Saum von Bleiglanz umgeben, wie aus den Abbildungen 7, 10, 11 auch hervorgeht.

3. Eine dritte Ausbildungsform liegt in dem Auftreten von idiomorphen Kristallen vor, die sich entweder in den bleiglanzführenden Partien befinden, oft aber auch in den an diesen grenzenden Gangartmineralen, Quarz und Calcit, vorkommen (Siehe Abbildung 2). In seltenen Fällen können die Kristalle auch in den Zn-Fe-Sulfiden stecken, ohne dass man einen direkten Zusammenhang mit den Sb-reichen Mineralen beobachten kann, wenn auch solche im Anschliff ziemlich reichlich vorkommen.

4. Schliesslich wird Gudmundit durch Zerfall von Fahlerz gebildet. Es liegt dann in verwachsungsähnlichen Strukturen zusammen mit Magnetkies vor, Kupferkies und Bleiglanz sind aber in diesen Fällen noch wichtige Bestandteile.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Die Kristallisation der Sb- und Pb-führenden Minerale beginnt erst nach der ziemlich vollständigen Ausscheidung der Hauptminerale des Erzes, Pyrit, Magnetkies und Zinkblende. Die Minerale, die aus der späten Fraktion von Restlösungscharakter kristallisieren, zeigen aber immer sehr enge Beziehungen zu einander und können als eine selbständige Gruppe behandelt werden. Die Lösungen besitzen einen hohen Grad von Aktivität besonders gegenüber den älteren Sulfiden, die oft stark korrodiert werden. Nach Ausscheidung der für die Paragenese mehr fremden Minerale Arsenkies und Zinnkies macht sich im Kristallisationsverlauf eine Tendenz bemerkbar, Sb zuerst aus der Lösungsphase zu entfernen, was zu früher Ausscheidung von antimonreichen Gliedern in der festen Phase führt. Während der Kristallisation wird diese also allmählich immer Sb-ärmer und schliesslich kristallisiert der Sb-freie Bleiglanz aus. Dieser Vorgang wird durch die Kristallisationsfolge: Jamesonit oder Boulangerit → Bournonit mit wenig Bleiglanz → Fahlerz mit im Kristallisationsverlauf immer mehr steigendem Bleiglanzgehalt → reiner Bleiglanz erläutert. Die Entwicklung ist mit Resorption eines Teils der nächst früher ausgeschiedenen Phase verbunden, was darauf hindeutet, dass in der letzten Lösungsphase noch ein wenig Sb zurückbleibt. Die Tatsache, dass in dieser Phase sowohl die Hauptmenge des Kupferkieses, wie auch die des Gudmundits fixiert wird, scheint mit einer Affinitätsfrage verknüpft zu sein. Die Affinität des Kupfers zu Antimon ist in den früheren Stadien ausschlaggebend, in den späteren Phasen dagegen spielt die Affinität des Eisens teils zu Antimon und teils zu Kupfer eine Hauptrolle. Das Silber wird jetzt in dem reinen Ag-Sb-Sulfid Pyrargyrit gebunden. Das gediegene Wismuth schliesslich wäre das einzige Mineral, das sich nach der Hauptkristallisation des Bleiglanzes in Lösung halten könnte.



Abb. 1. Verwachsung von Fahlerz (dunkelgrau) und Bleiglanz (grauweiss). Ged. Wismuth (reinweiss) in kleinen unregelmässigen Körnern. Vergr. 260:1. Ölimmersion.

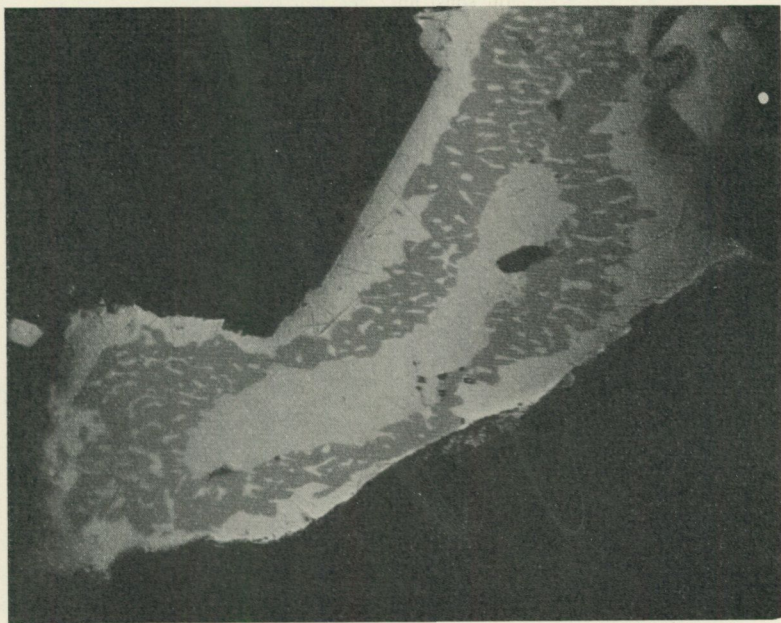


Abb. 2. Zonar auftretende Blei-Kupfer-Antimon-Mineralen. In der Mitte Jamesonit (grauweiss), von einer Fahlerz-Bleiglanzverwachsung umgeben. An den Rändern reiner Bleiglanz (grauweiss, eine Spur heller als Jamesonit). Rechts oben in Gangart ein kleines von Bleiglanz korrodiertes Gudmunditkorn. Vergr. 400:1. Ölimmersion.

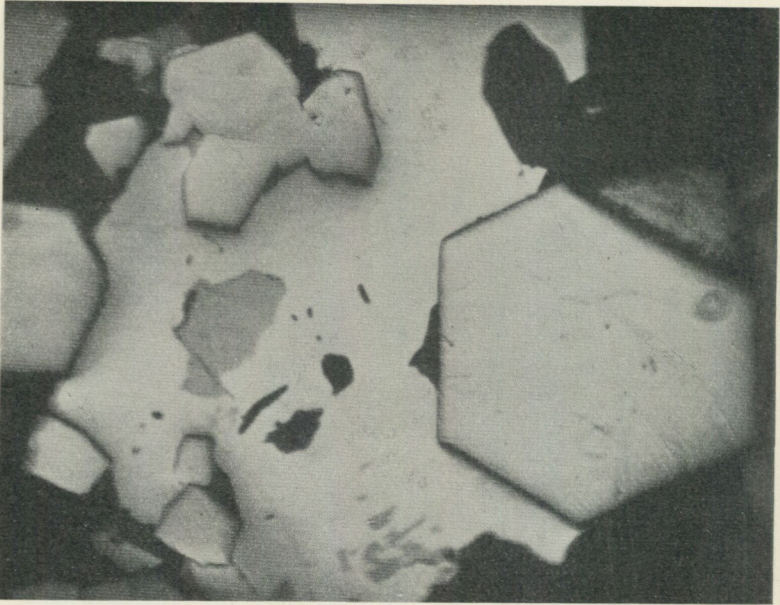


Abb. 3. Arsenkies (reinweiss, mit hohem Relief hervortretend), in idiomorphen Kristallen an Gudmundit (reinweiss, in der Mitte) grenzend. In der Mitte ein wenig Bleiglanz (grau) und unten kleine Magnetkieskörner (grau). Wegen der Einstellung auf die scharfe Grenze zwischen Arsenkies und Gudmundit tritt der Härteunterschied zwischen Gudmundit und Bleiglanz nicht ganz deutlich hervor. Dieser scheint sonst aber bei dem vorliegenden Anschliff von derselben Grössenordnung wie derjenige zwischen Arsenkies und Gudmundit zu sein.
Vergr. 600:1. Ölimmersion.



Abb. 4. Feinverteilte Gudmundit-Magnetkiesverwachsung (Gudmundit weiss, Magnetkies grau). Vergr. 850:1. Ölimmersion.

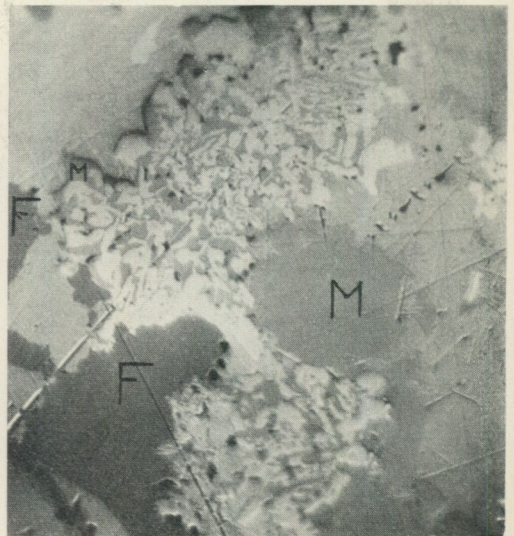


Abb. 5. Gudmundit (reinweiss)-Magnetkies (grau)-Verwachsung in Bleiglanz (hellgrau). Grössere korrodierte Magnetkies (M)- und Fahlerz (F)-Körner. Zwischen diesen Kupferkies (fast so hell wie Gudmundit) mit Gudmundit. Vergr. 400:1. Ölimmersion.

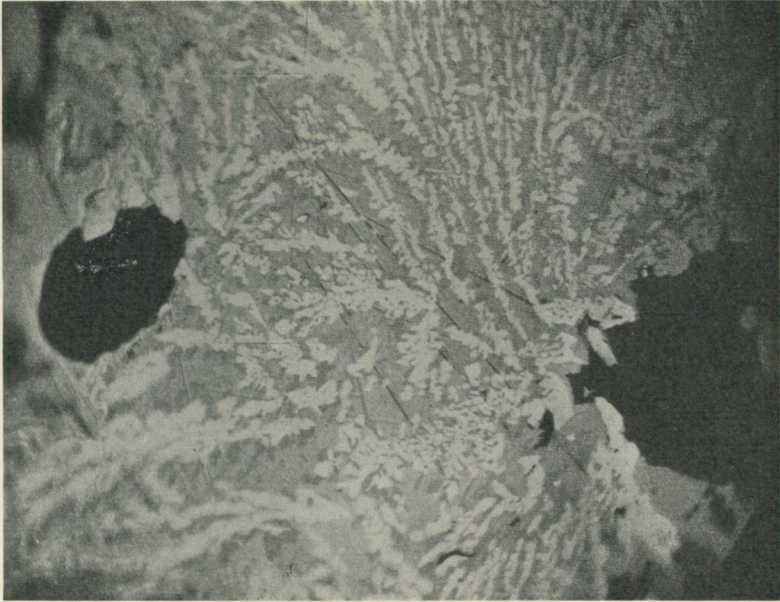


Abb. 6. Astförmige Kristallaggregate von Gudmundit (reinweiss) in Bleiglanz (grauweiss)
Kleine Mengen von Magnetkies (grau). Vergr. 400:1. Ölimmersion.

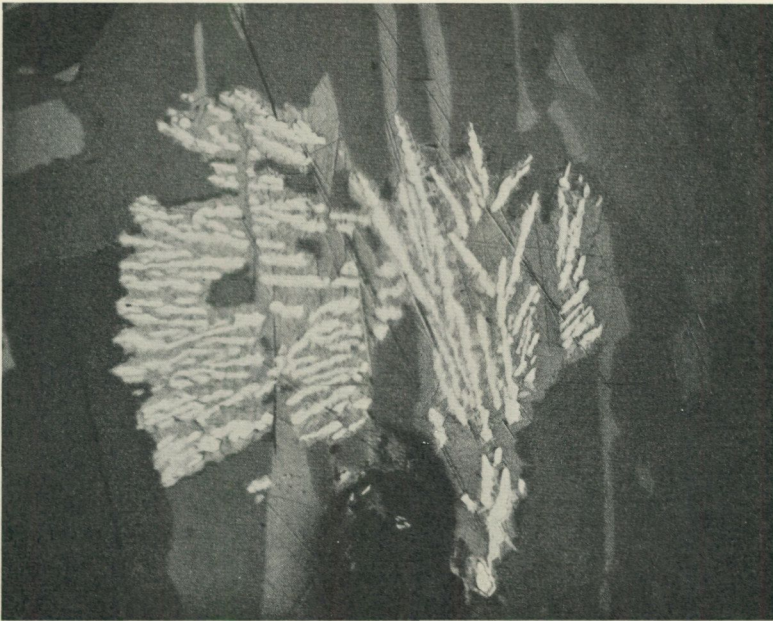


Abb. 7. Kristalläste von Gudmundit (reinweiss) in Bleiglanz (grauweiss). Bournonit
(grau) und Fahlerz (grauschwarz) werden von Bleiglanz verdrängt.
Vergr. 400:1. Ölimmersion.

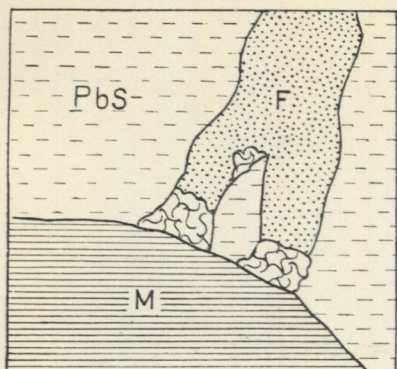


Abb. 8.

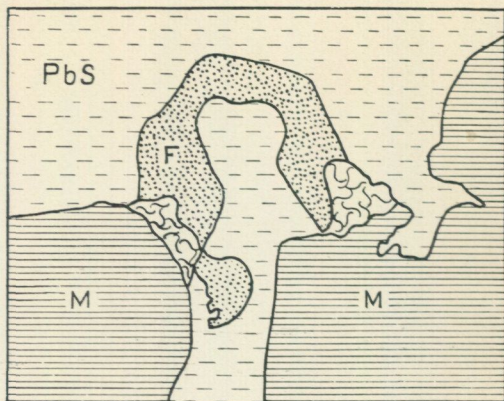


Abb. 9.

Gudmundit-Fahlerzverwachsung an der Grenze zwischen Magnetkies (M) und Fahlerz (F).
Vergr. etwa 200:1.

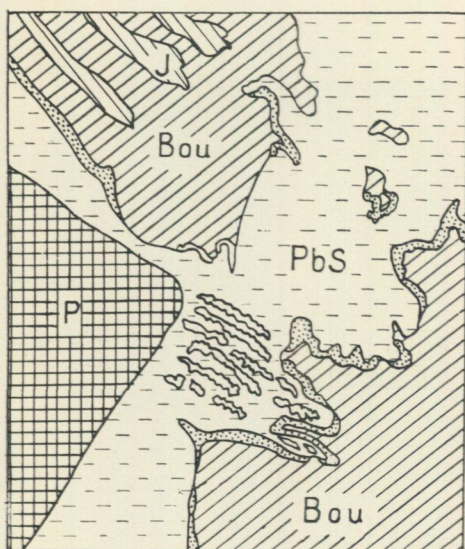


Abb. 10.

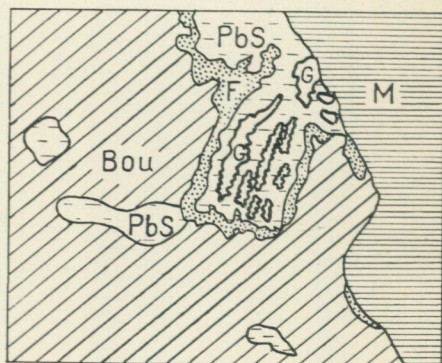


Abb. 11.

Bourmonit mit Bleiglanz (PbS) wird von Bleiglanz verdrängt unter gleichzeitiger Bildung von Fahlerz (F), als Reaktionszonen an den Bourmonitkorngrenzen auftretend, und Kriställste von Gudmundit (G). Vergr. etwa 200:1.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

	Pris kr.
N:o 168 <i>Malingsbo</i> av A. HÖGBOM och G. LUNDQVIST 1930	4,00
› 169 <i>Slite</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1928	4,00
› 170 <i>Katthammarsvik</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1929	4,00
› 171 <i>Kappelshamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1933	4,00
› 172 <i>Lugnås</i> av G. LUNDQVIST, A. HÖGBOM och A. H. WESTERGÅRD 1931	4,00
› 173 <i>Göteborg</i> av R. SANDEGREN och H. E. JOHANSSON 1931	4,00
› 174 <i>Karlstad</i> av N. H. MAGNUSSON och R. SANDEGREN 1933	4,00
› 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
› 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
› 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00

Ser. Ba. Översiktskartor.

N:o 12 Kvärtärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Skala 1 : 50 000. 1929.	5,00
Stockholmstraktens kvärtärgeologi, av G. DE GEER. Beskrivning till kvärtärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Bilaga med specialundersökningar. With English Explanations. 1932	3,00

Ser. C.

Årsbok 25 (1931).

N:o 368 GRANLUND, E., Kungshamnsmossens utvecklingshistoria jämte pollenanalytiska åldersbestämningar i Uppland. 1931	1,00
› 369 HÖGBOM, A., Praktiskt-geologiska undersökningar inom Jokkmokks socken sommaren 1930. Med 3 tavlor. Summary: Practical investigations in the parish of Jokkmokk in the summer 1930. 1931	2,00
› 370 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1926—1930. Med en karta. Resümee: Erdbeben in Schweden 1926—1930. 1931.	1,00
› 371 FLODKVIST, H., Kulturtechnische Grundwasserforschungen. 1931	5,00
› 372 WESTERGÅRD, A. H., Diplocraterion, Monocraterion, and Scolithus from the Lower Cambrian of Sweden. With Ten Plates. 1931	2,00

Årsbok 26 (1932).

N:o 373 GRANLUND, ERIK, De svenska högmossarnas geologi. Deras bildningsbetingelser, utvecklingshistoria och utbredning jämte sambandet mellan högmossbildning och försumpning. Resümee: Die Geologie der schwedischen Hochmoore. Ihre Bildungsbedingungen, Entwicklungsgeschichte und Verbreitung, sowie der Zusammenhang von Hochmoorbildung und Versumpfung. 1932.	4,00
N:o 374 SUNDIUS, N., Über den sogenannten Eisenanthophyllit der Eulysite. 1932	0,50
› 375 BESKOW, G., Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Summary: Soil Freezing and Frost heaving. 1935	5,00

Årsbok 27 (1933).

N:o 376 HADDING, A., Den järnmalmsförande lagerserien i sydöstra Skåne. English Summary. 1933.	1,00
› 377 ASKLUND, B., Vemdalskvartsitens ålder. 1933.	1,00
› 378 THORSLUND, P., Bidrag till kännedomen om kambrium och ceratopyge-regionen inom Storsjöområdet i Jämtland. 1933.	0,50
› 379 Untersuchungen über Tonerdezement. 1. SUNDIUS, N., Die mineralogische Beschaffenheit der Schmelzzemente von Valleviken, Schweden, und von Ciment fondu der Soc. An. des Chau & Ciment de Lafarge et du Teil, Frankreich. 2. ASSARSSON, G., Die Reaktion zwischen Tonerdezement und Wasser. 1933	2,00
› 380 EKSTRÖM, GUNNAR, Agrogeologiska undersökningar vid Svalöv. Med 4 tavlor. Zusammenfassung: Agrogeologische Untersuchungen bei Svalöv. 1934	5,00

Årsbok 28 (1934).

N:o 381	WESTERGÅRD, A. H., En kvartär Stromatolitkalksten från Bohuslän. Med 13 tavlor. Summary: A Quaternary Stromatolitic Limestone from Bohuslän, Sweden. 1934	2,00
» 382	ASKLUND, B. och THORSLUND, P., Fjällkedjerandens bergbyggnad i norra Jämtland och Ångermanland. Med 4 tavlor. 1935	2,00
» 383	ARRHENIUS, O., Fosfathalten i skånska jordar. Med 4 tavlor. Summary: The Phosphate content in Scanian soils. 1934	3,00
» 384	GRANLUND, E. och WENNERHOLM, S., Sambandet mellan moräntyper samt bestånds- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. 1935	2,00
» 385	HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. 2. Kullemölla, Lyckås, Käseberga und Gräsyrd. Mit 10 Tafeln. 1935	2,00

Årsbok 29 (1935).

N:o 386	LUNDEGREN, ALF, Die stratigraphischen Ergebnisse der Tiefbohrung bei Kullemölla im südöstlichen Schonen. Vorläufiger Bericht. Mit 1 Tafel. 1935	1,00
» 387	ASKLUND, B., Stratigrafien inom södra Lapplands kvartsit-sparagmitbildningar i Långseleåns och Korpåns dalgång. Med 1 tavla. 1935	2,00
» 388	THORSLUND, P. och ASKLUND, B., Stratigrafiska och tektoniska studier inom Föllingeområdet i Jämtland. Med 3 tavlor. English Summary: Stratigraphical and Tectonical Studies in the Föllinge Area in Jemtland. 1935.	2,00
» 390	LUNDQVIST, G., Blockundersökningar. Historik och metodik. Zusammenfassung: Geschiebeuntersuchungen. 1935	1,00
» 391	ASKLUND, B., Gästrikländska fornstrandlinjer och nivåförändringsproblemen. Med 3 tavlor. 1935.	3,00
» 392	SUNDIUS, N., On the Origin of late magmatic Solutions containing Magnesia, Iron, and Silica. 1935	0,50
» 393	ASKLUND, B., Den marina skalbärande faunan och de sen-glaciala nivåförändringarna med särskild hänsyn till den gotiglaciala avsmältningssonen i Halland. Zusammenfassung: Die marine schalentragende Fauna und die spätglazialen Niveauveränderungen. Mit besonderer Berücksichtigung der gotiglazialen Abschmelzzone in Halland. 1936	2,50

Årsbok 30 (1936).

N:o 394	WESTERGÅRD, A. H., Paradoxides oelandicus Beds of Öland, with the Account of a Diamond Boring through the Cambrian at Mossberga. With 12 Plates. 1936	3,00
» 395	ASKLUND, B., Zur Kenntnis der Jämtländischen Ogygiocarisschieferfauna. Mit 2 Tafeln. 1936	1,00
» 396	BROTZEN, F., Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten Senon von Eriksdal in Schonen. 1936	4,00
» 397	LUNDQVIST, G., Sjöarnas transparens, färg och areal. Zusammenfassung: Transparenz, Farbe und Areal der Binnengewässer. 1936	0,50
» 398	THORSLUND, P., Siljansområdets brännkalkstenar och kalkindustri. Med 3 tavlor. 1936	3,00
» 399	ASSARSSON, G., Die Entstehungsbedingungen der hydratischen Verbindungen im System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ (flüssig) und die Hydratisierung der Anhydrokalziumaluminat. 1936	4,00
» 400	ASKLUND, B., Die Fauna in einem Geschiebe aus der Trinucleusstufe in Jämtland. Mit 2 tafeln. 1936	1,00
» 401	MAGNUSSON, N. H., Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. Med en tavla. Summary: The veined Gneisses of the Kantorp Ore district. 1936	2,50
» 402	ASKLUND, B., Frösöns submoräna avlagringar. Prel. meddelande. Resumee: Die submoränen Ablagerungen der Insel Frösön in Jämtland. 1936	0,50
» 404	GAVELIN, SVEN, Auftreten und Paragenese der Antimonminerale in zwei Sulfidvorkommen im Skelleftefelde, Nordschweden. 1936	0,50

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1.*