

# Perowskit mit Sulfiden aus der Gardiner-Intrusion bei Kangerdlugssuaq in Ostgrönland

Von OTHMAR M. FRIEDRICH mit Beiträgen von W. H. PAAR<sup>\*)</sup>

Mit 1 Tabelle und 2 Tafeln

Schlüsselwörter

Ostgrönland  
Gardiner Intrusion  
Perowskit  
Seltene Erden  
Sulfidische Nachphase

## Zusammenfassung

In der Gardiner-Intrusion bei Kangerdlugssuaq, Ostgrönland, tritt neben Magnetit örtlich reichlich Perowskit auf. Er enthält beträchtliche Mengen an Seltenen Erden (Ce, La, Nd, Pr). Sulfidnesterchen enthalten Zinkblende, Kupferkies, Covellin, Bornit, Tennantit, Bleiglanz, Eisenglanzbüschelchen, Spuren von Stromeyerit, ein Cu-Sulfosalz (Seligmannit? oder Lautit). Sie gehören vermutlich einer hydrothermalen Nachphase an.

## Summary

In the Gardiner intrusive body (Eastern Greenland) magnetite and perowskite locally are enriched. The perowskite contains many Rare Earth Elements (Ce, La, Nd, Pr). Small spots of sulphides contain sphalerite, chalcopyrite, covellite, bornite, tennantite, specularite, traces of stromeyerite and a Cu-sulphosalt (seligmannite or lautite). The sulphides are parts of a final hydrothermal phase.

Die Nordisk Mineselskab, Kopenhagen prospektierte in den Siebziger-Jahren in ihrem Konzessionsbereich in Ostgrönland. Dabei wurde die Gardiner-Intrusion aufgefunden, die von W. FRISCH und H. KEUSEN eingehend bearbeitet wurde (1, 2). In Zuge dieser Arbeit wurde auch der in diesem Gestein vorkommende Perowskit untersucht, weil er durch seine Gehalte an seltenen Elementen auffiel.

Die Perowskit-Magnetit-Anreicherungen treten nur in einer getrennten Zone auf, die einige Meter mächtig wird. Näheres ist der Bearbeitung (2) zu entnehmen, der hier gefolgt wird.

Die erzmikroskopische Durcharbeitung der Proben oblag mir (3). Dabei ergaben sich interessante Einzelheiten, vor allem begleitende Sulfidparagenesen betreffend, die meines Wissens bei Perowskit noch nicht bekannt sind. Es liegen mir 5 Anschliffe vor, Abschnitte von den in Mestersvig (Ostgrönland) hergestellten und dort bearbeiteten Schliffen.

Die Stücke bestehen aus Perowskit, der meist mit Magnetit verwachsen ist und werden von nach cm-messenden Sulfidschnüren und -lagen begleitet. Da nach P. RAMDOHR (4) Perowskit kaum mit Sulfiden und Sulfosalzen zusammen vorkommt, sind die nachstehend beschriebenen Mineralgesellschaften besonders bemerkenswert.

Tabelle 1: Analyse des Perowskites der Gardiner Intrusion nach FRISCH & KEUSEN (1977)

SiO <sub>2</sub>	0,—%
TiO <sub>2</sub>	53,80%
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,23%
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04%
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,93%
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,32%
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01%
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52%
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32%
FeO	0,37%
MnO	0,01%
MgO	—%
CaO	35,40%
Na <sub>2</sub> O	0,51%
K <sub>2</sub> O	0,01%
Summe	99,63%

Der Magnetit ist sehr stark magnetisch und läßt sich dadurch schon in kleinen Probestückchen leicht vom Perowskit unterscheiden und allenfalls abtrennen.

Der Perowskit ist in den Anschliffen meist klar, isotrop und zeigt braunen bis licht rotbraunen Innenglanz. In vielen Probestücken ist er rein, d. h. einschlußfrei bis -arm. In anderen Stücken enthält er örtlich auch massenhaft fast immer wohlgerundete Tröpfchen aus Silikaten, auch Quarz, seltener aus Sulfiden, wie beispielsweise Kupferkies (Fig. 1, 3 und 6) oder Pyrit. Diese Körnchen sind im Korninneren meist recht feinkörnig, aber dichter gehäuft und werden gegen die Außenschichten des Perowskites oft wesentlich gröber (Fig. 3).

Wo der Perowskit mit Magnetit verwachsen ist, was in der Regel zutrifft, treten die Gangarttröpfchen fast ausschließlich im Perowskit, nicht aber im Magnetit auf, wohl eine Wirkung verschiedener Oberflächenspannungen. In manchen dieser Gangarttröpfchen sind auch feinste Flitterchen von Sulfiden enthalten, vorwiegend Kupferkies, aber auch ein anderes, sehr stark anisotropes Kupfer(?) Mineral wurde beobachtet. Diese Flitter sind aber zu klein, als daß man sie bestimmen könnte, denn sie werden erst bei stärksten Vergrößerungen deutlich sichtbar.

Grenzt Perowskit an Sulfidnesterchen oder an Silikate mit Sulfidtröpfchen, so schiebt sich nicht selten ein feiner Saum aus

<sup>\*)</sup> Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Ing. OTHMAR M. FRIEDRICH, Schillerstraße 9, A-8700 Leoben.

Leukoxen (Anatas?) oder Titanit dazwischen (Fig. 2.), wohl eine Folge einer hydrothermalen Nachphase. Vereinzelt und zwar vorwiegend an den Grenzen zu Sulfiden umschließt der Perowskit auch Quarzsäulchen, wie solche auch im Kupferkies und im Bleiglanz auftreten.

Allermeist ist der Perowskit grob fingerförmig mit dem Magnetit verwachsen, umschließt aber auch einzelne Magnetite, wie er auch in diesem eingeschlossen vorkommt. Diese in Perowskit eingewachsenen Magnetite umschließen nicht selten kleine Kupferkies- oder Pyritkörnerchen (Fig. 5). Dieser Eisenkies kann gelegentlich auch Gelpyrit (gewesen) sein, aber auch gröbere Würfelchen bilden. Er kann auch in Fahnen an die Magnetite angehängt sein und auch Kupferkieskörnerchen enthalten (Fig. 6).

Ist der Perowskit grob fingerförmig mit Magnetit verwachsen, was in der Regel der Fall ist, so sind die im Magnetit entmischten Al-Spinellkörperchen an den Korngrenzen von Perowskit zu Magnetit, aber auch in jenen von Magnetiten untereinander ganz wesentlich größer, als jene im Korninneren (Fig. 4).

Aller Magnetit in diesen Schlifften enthält reichlich Al-Spinell entmischt. Dessen Körperchen sind meist recht feinkörnig, doch bildet der Spinell manchmal auch grobe Stäbchen oder Platten, die meist nach dem Gitter des Wirtskristalls nach (100) ausgerichtet sind.

Bei stärkster Vergrößerung, besonders in Ölimmersion erkennt man im Magnetit ein feinstes, feinspindeliges Entmischungsnetz aus Ulvospinell (Fig. 8). Es läßt sich, weil es so feinkörnig ist, nur schwierig im Lichtbild festhalten, ist aber in den Hochglanzabzügen der Fig. 8 deutlich zu erkennen, kaum aber im Druck. Um grobe Al-Spinellkörperchen oder um eingeschlossene Perowskitkörnerchen treten meist Höfe auf, die frei sind von der Ulvospinell-Entmischung. Bei flüchtiger Betrachtung erscheinen sie etwas heller als der übrige Magnetit.

In den an Perowskit/Magnetit anschließenden, nach cm messenden Teilen der Schliffe sind häufig Sulfide enthalten, vorwiegend Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies und Bleiglanz. Der Eisenkies bildet darin teils grobe Würfel (Fig. 7), meist begleitet von anderen Sulfiden oder er nimmt teil an den feinen Nebeln aus Kupferkies, Pyrit und wenig Zinkblende. Auch Nesterchen von Gel-Pyrit sind häufig, mehrmals in deutlich kristallinem Pyrit (100) übergehend.

In den größeren Sulfidnestern ist Zinkblende das häufigste Erz. Sie ist meist recht grobkörnig entwickelt, ja richtig spätig und dann von zahlreichen Rissen durchsetzt. An ihren Grenzen zu den Gangarten führt sie nicht selten feine Säume aus Kupferkies (Fig. 12) oder auch Fahlerz und enthält dann, wie diese Abbildung zeigt, auch Kupferkieskörnerchen entmischt. Meist ist sie aber frei von diesen.

Manche Risse in Zinkblende sind mit Kupferkies und Covellin gefüllt, denen nicht selten Bornit oder Fahlerz beigelegt ist (Fig. 13). Andere Sprünge wiederum sind mit Bleiglanz gefüllt, der Nesterchen aus Tennantit, oft auch etwas Kupferkies enthält, auch begleitet von Bornit und dem violetten Sulfosalz.

Nächst häufig sind Nesterchen aus Kupferkies, der ebenfalls meist von Bornit begleitet ist. Er kann – wenn derb – auch Zeilen aus kleinen Quarzkriställchen enthalten (Fig. 10), die örtlich auch zerbrochen sein können, deren Zerreibsel dann in Zügen und Flatschen ausgelängt ist –. Wo gröbere Kupferkiespartien mit Bleiglanz, Zinkblende oder Pyrit zusammen vorkommen, enthält der Kupferkies mitunter „Brombeeren“ aus ursprünglich Markasit, die aber zum größten Teil in Pyrit umgewandelt sind (Fig. 11). Auch sind Risse im derben Kupferkies nicht selten durch Zinkblende ausgeheilt, oder auch durch Tennantit. Das Fahlerz ist dann durchsetzt mit feinsten Bornitflitterchen.

Grobkörnige Nester aus Bleiglanz enthalten, ähnlich wie der Kupferkies auch Zeilen aus Quarzsäulchen und sind dicht siebartig durchsetzt von Quarz- und Silikatkörnerchen. Örtlich sind die Quarzsäulchen wieder zerbrochen, ihr Zerreibsel ist zu Bögen

und Zeilen ausgezogen, sodaß örtlich sogar Lagenbau vorge-täuscht wird.

An der Grenze gegen Silikate oder Quarz säumen auch Bärte aus Eisenglanzbüschel die Sulfide oder der Eisenglanz bildet Garben und Büschel in quarziger Gangart (Fig. 9).

An vereinzelt größere Sulfidnestern heften sich randlich kleine Perowskit- und auch Ilmenitkörnerchen.

Häufig sind in diesen Sulfidnestern auch Züge und Putzen aus Fahlerz (Tennantit) eingewachsen. Sie sind meist recht feinkörnig und innig verwachsen mit Körnerchen aus Bornit, Covellin, Bleiglanz, Kupferkies, Kalkspat, Silikate oder Quarz, der aber auch wieder kleine Säulchen bilden kann, sowie mit den nachfolgend beschriebenen, nicht sicher bestimmbar Sulfiden bzw. Sulfosalzen.

Mein ehemaliger Mitarbeiter W. PAAR, der gerade auf diese Gruppe gut eingearbeitet ist, weit besser, als ich es derzeit bin, hält einen Teil dieser kleinen Körperchen wegen ihrer blauviolett bis braunen Anisotropiefarben für Stromeyerit. Die Grundmasse ist nach dem RV (589  $\mu\text{m}$ ) um 31%, der VHN 25 = 283'317 kp/mm<sup>2</sup> wohl für Fahlerz hinweisend. Aber eine rosabraune Komponente zeigt ein RV (589  $\mu\text{m}$ ) von 31%, die VHN beträgt 140'15 kp/mm<sup>2</sup>. Sie ist schwach anisotrop mit dunkelgrünen bzw. orangebraunen Farbtönen. Zwillinglamellen sind nicht sichtbar. Da diese Körnerchen mit Kupferkies, Bornit, Covellin und Tennantit verwachsen sind, handelt es sich wahrscheinlich um ein Kupfersulfosalz. Es könnte sich um Seligmanit (PbCuAs<sub>3</sub>) oder um Lautit (CuAsS) handeln. Eine sichere Entscheidung ist aber nicht möglich, vor allem, weil die Körnerchen zu klein sind. Betehtinit scheidet aus, weil seine VHN zwischen 200 und 250 kp/mm<sup>2</sup> liegt. Die Lichtbilder 14, 15 und 16 zeigen die innige Verwachsung dieser komplexen Nesterchen. Örtlich könnte auch etwas Enargit beteiligt sein.

Die besprochenen Mineralgesellschaften deuten darauf hin, daß auf die Bildung von Perowskit und Magnetit eine hydrothermale Nachphase angeschlossen, die die Quarzkriställchen, den Kalkspat und die verschiedenen Sulfide zuführte. Geringe Bewegungen während derer Bildung zerbrach die schon gebildeten Sulfide und füllte deren Risse mit den anderen, zerbrach auch die Quarzsäulchen und längte deren Zerreibsel aus.

Die Mineralgesellschaft Perowskit-Magnetit mit verschiedenen Sulfiden und Sulfosalzen ist sehr ungewöhnlich, mir schon seit 1976 bekannt. Die Schwierigkeiten, die bunten Kleinkörner sicher anzusprechen veranlaßten mich immer wieder, eine Bearbeitung dieser Anschliffe zurückzustellen. Inzwischen ist die neue Auflage von P. RAMDOHR's Erzmineralien erschienen, die Anschliffherstellung ist weitgehend verbessert worden. Mein ehemaliger Mitarbeiter W. H. PAAR hat sich eingehend mit solchen seltenen Sulfosalzen befaßt und entsprechende Erfahrungen erarbeitet. Auf meine Bitte hin sah er die Anschliffe – die ja am Min. Inst. in Salzburg nachbearbeitet worden waren – durch, maß das RV und Mikrohärtten der fraglichen Mineralien und teilte mir brieflich seine Ergebnisse mit. Hierfür sei bestens gedankt.

Der 90. Geburtstag des Nestors der Erzmikroskopie, des em Prof. P. RAMDOHR war schließlich der Anlaß, sich neuerlich mit diesen Anschliffen zu befassen. Ihm sei in alter Verbundenheit diese kleine Notiz gewidmet.

#### Literatur

- FRISCH, W. & KEUSEN, H.: Eine neue ultramafitisch-alkalische Intrusion in Ostgrönland. – SMPM, 55, 132–136, Zürich 1975 (1).  
FRISCH, W. & KEUSEN, H.: Gardiner-Intrusion, an Ultramafic Complex at Kangerdlugssuaq, East Greenland. – Grönl. Geol. Undersögelse, 122, 62 S. mit geol. Karte, Kopenhagen 1977 (2).  
FRIEDRICH, O. M.: Unveröff. Arbeitsberichte. – Mestersvig 1977.  
RAHMDOR, P.: Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. – 4. Aufl., Berlin (Akademie-Verlag) 1975.

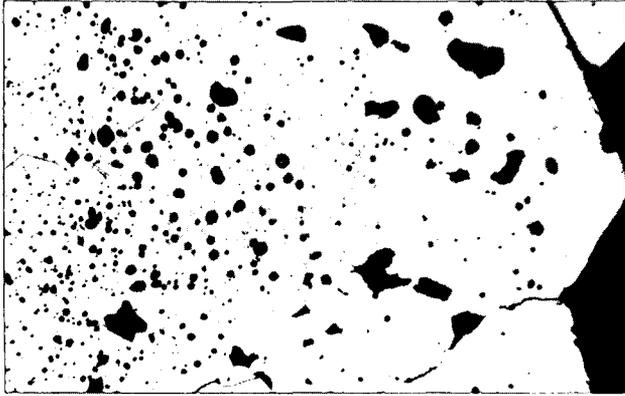
Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. April 1980.



1



2



3



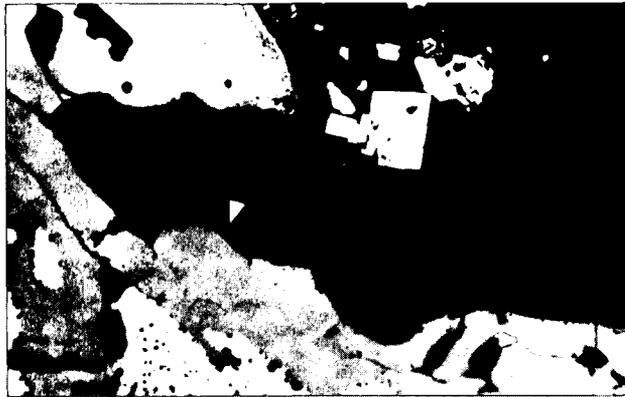
4



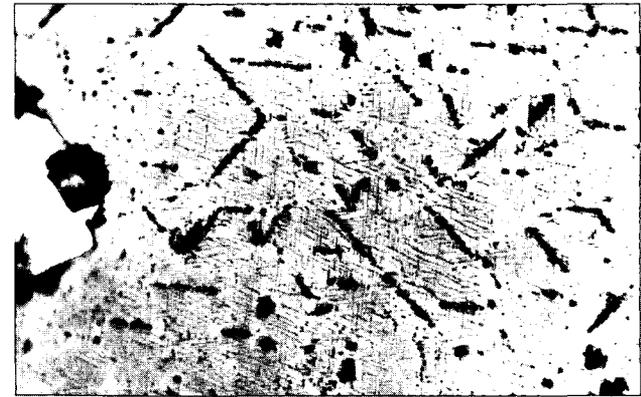
5



6



7



8

## TAFEL 1

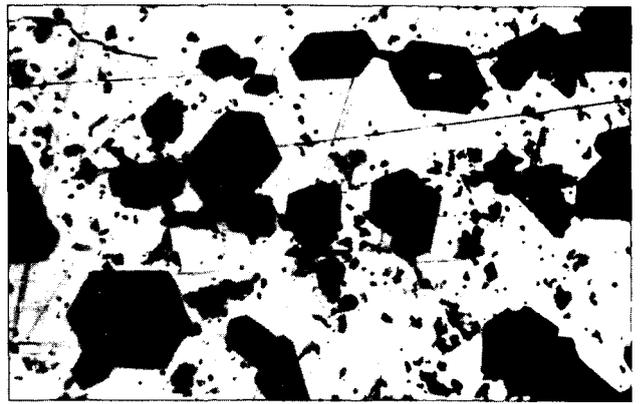
- Fig. 1: Perowskit, Grundmasse, lichtgrau, enthält Tröpfchen aus Silikaten (fast schwarz) und eines aus Kupferkies (weiß). Spur Ilmenit (lichtgrau, könnte auch Eisenglanz sein, ist zu klein, um dies sicher zu entscheiden) im mittleren Silikattropfen, zusammen mit feinen Kupferkiestropfen. An anderer Stelle im selben Schliff auch Pyrit statt des Kupferkieses. Schliff 2553 b, ca. 250 : 1.
- Fig. 2: Unten hellgrau Perowskit, etwas links der Mitte Gelpyrit, in Pyrit übergehend. Rechts ein Pyritwürfel. Oben dunkelgrau bis schwarz Silikate und Quarz mit Kiesflitterchen. Um den Perowskit ein dunkler Saum, Leukoxen (oder Anatas, oder Titanit; zwischen + -Polarisatoren hellweiß). Links am Perowskit ein Ilmenitflitter (sehr lichtgrau). Schliff 2555 b, Ölimmersion 650 : 1.
- Fig. 3: Perowskit, grau, Hauptmasse, enthält Tröpfchen aus Silikaten (dunkelgrau bis schwarz). Diese sind im Korninneren feinkörnig und gehäuft, am Kornrand deutlich gröber, dafür spärlicher. Ein Magnetitkorn (etwas heller als der Perowskit) am Rande eines Silikatkorns. Dunkelgrau bis schwarz sind Silikate. Schliff 1550 b, etwa 100 : 1.
- Fig. 4: Perowskit (mittelgrau, glatt) ist fingerförmig mit Magnetit verwachsen. Dieser ist hellgrau und enthält viele Al-Spinelle entmischt (fast schwarz). Sie sind an den Korngrenzen wesentlich gröber. Im Perowskit vereinzelt feinste Kupferkiesflitter. Schliff 2555 b, etwa 400 : 1, Ölimmersion.
- Fig. 5: Perowskit (grau, glatt, unten) mit etwas Innenglanz, grenzt an (oben) und umschließt (mittig) Magnetit mit entmischem Spinell (fast schwarz) und feinen Kupferkiestropfen (weiß). Oben rechts im Magnetit ein grobes Kupferkieskorn. Schliff 2555 b, Ölimmersion 400 : 1.
- Fig. 6: In Perowskit (Grundmasse, grau, glatt) ein Magnetitkorn mit entmischem Spinell. Daran Fahnen aus Pyrit (weiß) mit dünner Silikathülle. Rechts unten ein ehemaliger Gelpyrit, skelettartig. Im großen Pyrit rechts ein Kupferkieskorn (etwas dunkler als der Pyrit). Schliff 2555 b, Ölimmersion 250 : 1.
- Fig. 7: Perowskit (links oben und rechts unter der Bildmitte) ist grob mit Magnetit verwachsen. Dieser ist etwas heller und enthält Spinell entmischt. Rechts oben, dunkelgrau bis schwarz Silikate, darin ein Pyritwürfel (weiß) neben Kupferkies und etwas Zinkblende. Schliff 2555 b, etwa 250 : 1.
- Fig. 8: Magnetit, grau, Grundmasse enthält nach dem Wirtsgitter ausgerichtete Al-Spinelle (fast schwarz) neben den kenntlichen Spindeln aus Ulvospinell. Links ein Pyrit mit Silikat. Schliff 2555 b, Ölimm. 650 : 1.

## TAFEL 2

- Fig. 9: Eisenglanzbüschel (weiß) in Quarzgrund (dunkelgrau). Schliff 2553 III a, etwa 250 : 1.
- Fig. 10: Quarzkriställchen, dunkelgrau bis schwarz, in Zeilen in Kupferkies (fast weiß) der mit feinen Silikaten durchsetzt ist. Schliff 2554 b, etwa 250 : 1.
- Fig. 11: „Brombeeren“, Ursprünglich wahrscheinlich aus Markasit oder Gelpyrit, jetzt völlig zu Pyrit umgestanden, in Kupferkies (lichtgrau). Unten, dunkelgrau Zinkblende. Quarz und Löcher sind schwarz, ein grober Pyrit ist fast weiß, Schliff 2553 c, etwa 100 : 1.
- Fig. 12: Zinkblende, grau, rechts, mit Kupferkiestropfen, grenzt mit einem Saum (hier Kupferkies, sonst auch Fahlerz) (weißlich) an Silikate (fast schwarz) mit viel Innenglanz. Schliff 2554 c, Ölimmersion 640 : 1.
- Fig. 13: Zinkblende als Grundmasse (sehr dunkel kopiert), ist zersprungen. In die Risse ist Bleiglanz eingedrungen (weiß), der rechts unten auch einen Keil bildet (weiß). Im oberen Riß vorwiegend Kupferkies (weiß), Bornit (grau) und ein violettes Cu-Sulfosalz (lichtgrau, fleckig). Schliff 2553 b, Ölimmersion 640 : 1.
- Fig. 14: Oben, dunkelgrau bis schwarz Quarz, darunter hellgrau Kupferkies, fein durchwachsen mit einem bunten Cu-Sulfosalz. Darunter, dunkler Tennantit, der Quarz und Silikate einschließt (fast schwarz). Rechts ein eigengestaltiger Quarz. Schliff 2553 b Ölimmersion, etwa 500 : 1.
- Fig. 15: Zinkblende (dunkelgrau, links mit einen eingeschlossenen Quarzkorn (schwarz) mit Innenglanz, auch rechts unten) und Lappen aus Bleiglanz (weiß) und Züge aus Fahlerz (Tennantit), lichtgrau, oben. Es umschließt etwas Bornit (dunkelgrau), einige Kupferkieskörnerchen (weiß) und die feinen, nicht sicher zu bestimmenden Cu-Sulfosalze und Silikatkörnerchen (schwarz). Schliff 2554 c, Ölimmersion 640 : 1.
- Fig. 16: Bleiglanz (weiß z. B. links und mittig, oben) und Zinkblende dunkelgrau mit Quarzkörnerchen (links oben mit Innenglanz). Schwarz sind Silikate. Dazwischen eine Lage aus Fahlerz (Tennantit) mit eingeschlossenem Bornit (dunkler), Kupferkies (weiß), Spuren von Covellin und anderen Sulfiden und Sulfosalzen (verschieden grau), aber zu klein, als daß man sie bestimmen könnte. Schliff 2553/III/1, Ölimmersion 650 : 1.



9



10



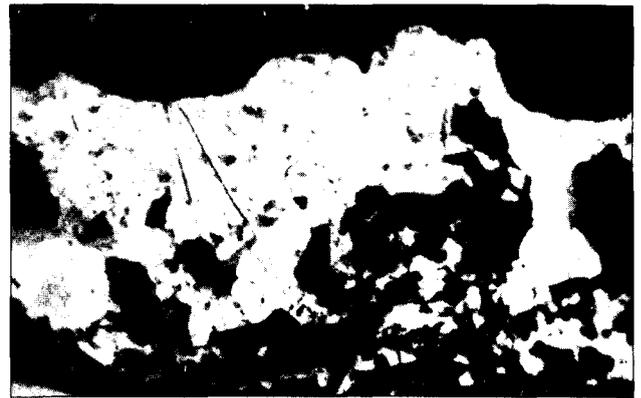
11



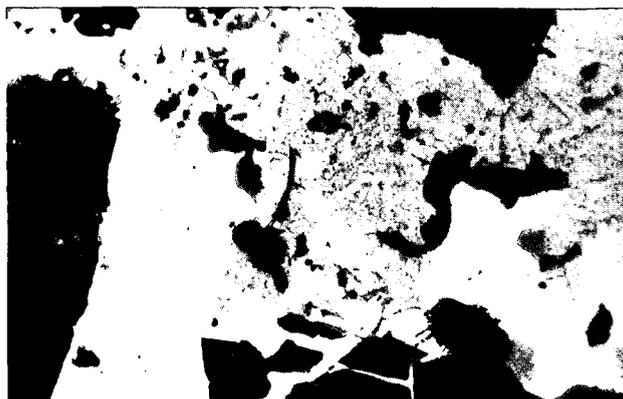
12



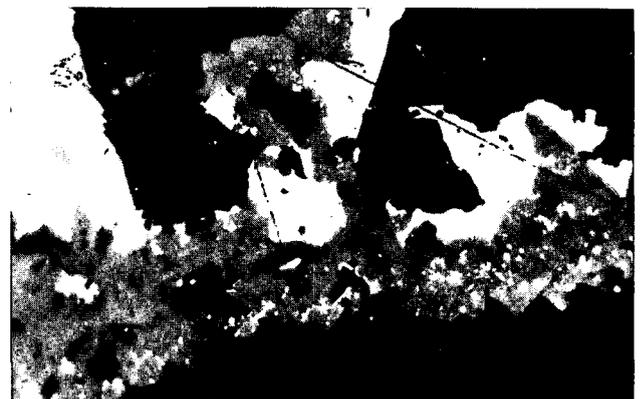
13



14



15



16