

**En mikroskopisk undersøkelse av en del  
av Røros-malmene.**

*Mikroskopische Untersuchung einiger Røroserze.*

Av

OTTAR JØSANG

(Statens Veglaboratorium, Oslo)

**Abstract.**

A microscopic examination of a collection of polished sections from some of the ores in the Røros area was carried out and the different ore minerals are described.

The replacement processes and the age sequences of some of the ore minerals are described for each of the examined ore occurrence, and the different occurrences are compared.

The frequent occurrence of valleriite and cubanite gives a minimum temperature for the crystallisation of the copper minerals in most of the ores. Chalcopyrite often can be seen to replace pyrrhotite and furthermore, frequently the chalcopyrite occurs as thin veins in cataclastic minerals, both ore minerals and silicates. These observations lead to the conclusion that in most of the ores in the Røros area, the solutions containing copper came through cracks and cataclastically deformed parts of the pyrrhotite-sphalerite ores; and that the copper minerals, at least to some extent, were precipitated by the reactions of these solutions with the pyrrhotite.

The finding of pentlandite in the ores in the Lossius mine fields indicates that these ores are of liquidmagmatic origin, thus differentiating these ores from the other examined ores in the Røros area.

**Forord.**

De malmpreparatene som er benyttet ved denne undersøkelsen, er antagelig alle i sin tid laget av preparant Anker Iversen ved Geologisk Institutt ved Norges tekniske høyskole. Preparant Anker Iversen har dessuten hjulpet meg ved at han har polert om en del av de gamle preparatene, foruten at han har laget et sammenlikningspreparat av dyskrasit. Jeg takker ham for god hjelp.

Videre vil jeg takke herr M. A. Gautschi, dipl. Bauing. ETH. for at han har hjulpet meg med den tyske tekst, og dr. T. K. Ball for at han har rettet den engelske tekst.

Jeg vil også takke bergingeniør Eivind Mikkelsen ved A/S Røros Kobberverk for at han har hjulpet meg med å avmerke de forskjellige gruvene og borhullene på de riktige stedene på kartet. Ved de forskjellige gruvene er det plasingen av det vesentligste av gruvens daganlegg som er avmerket.

### Innledning.

I min tid som vitenskapelig assistent i malmgeologi ved Geologisk Institutt ved Norges tekniske høyskole fikk jeg i oppdrag å samle alle malmpreparatene som fantes ved instituttet og ordne denne samlingen.

Preparater fra Røros-gruvene var godt representert i denne samlingen. Professor dr. Thorolf Vogt arbeidet som kjent i en årrekke med Røros-malmene, og flere studenter har hatt diplomoppgaver derfra.

Av ren nysgjerrighet begynte jeg å mikroskopere en del av disse preparatene, og jeg oppdaget ganske snart flere mineraler som tidligere ikke var kjent fra Røros-malmene.

Jeg satte derfor i gang en systematisk ertsmikroskopisk undersøkelse av alle preparatene fra Røros-malmene som fantes ved Geologisk Institutt, ialt 70 preparater.

Noen gruver var godt representert, som f. eks. Nyberget gruve, Olavsgruven og Mugg-gruven, mens det fra andre bare fantes et eller i høyden noen få preparater.

Stedsbestemmelsen for de aller fleste preparatene var svært mangelfull og opplyste bare om hvilken gruve preparatet kom fra.

Dette arbeidet er bare et studium av preparater som allerede forelå. Nye preparater ble ikke laget. Geologisk feltarbeide har jeg heller ikke foretatt i Røros-feltet.

Derfor gir denne undersøkelsen bare en beskrivelse av ertsmineraler og malmenes struktur slik disse er representert i preparatene.

I noen tilfelle har studiet av preparatene gitt meg grunnlag til å tyde noen av de metasomatiske prosessene som malmene har gjennomgått, men disse prosessene kan ikke generaliseres til å gjelde for alle malforekomstene i Røros-feltet uten ytterligere undersøkelser, men må betraktes som prosesser som har foregått i den bestemte malforekomst som preparatene er laget fra.

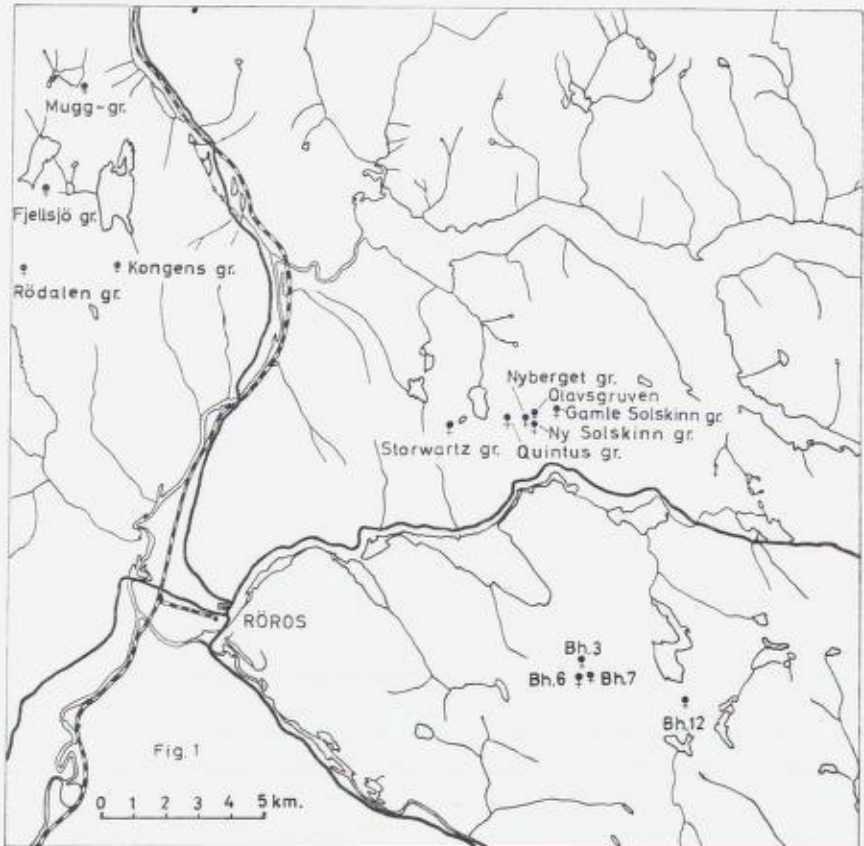
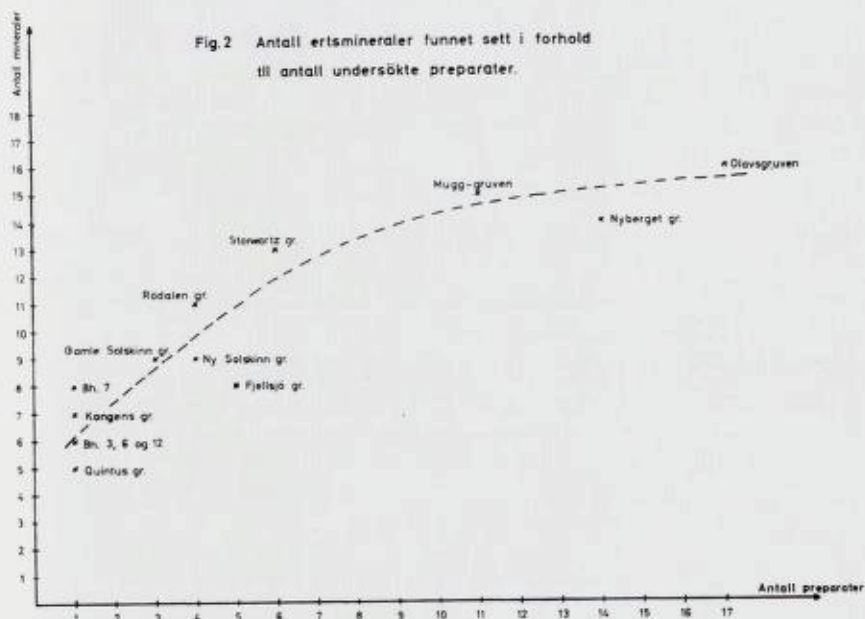


Fig. 1.

Kartet på fig. 1 viser en oversikt over de gruver og borhull hvorfra prøver er undersøkt.

Mineraltabellen viser hvilke ertsmineraler som er funnet, hvor de er funnet og hvor mange preparater som er undersøkt fra hver gruve eller malmfelt.

I tabellen har jeg også forsøkt å antyde noe om i hvilke relative mengder hvert enkelt mineral inngår i malmen. Det er imidlertid en viss risiko for at dette kan gi et noe feilaktig bilde av malmen, da jeg ikke vet hvorledes prøvene som preparatene er laget av, er tatt i malmen. Heller ikke vet jeg i hvilke hensikter prøvene er tatt; de kan således like gjerne være tatt for å vise enkelte kuriositeter i malmene, som for å vise mest mulig typiske malmprøver.



I noen gruver er et forholdsvis stort antall ertsmineraler funnet, og i andre er færre slike mineraler funnet. Hvis en imidlertid setter opp grafisk antall ertsmineraler funnet mot antall preparater undersøkt fra hver enkelt gruve, ser det ut som at kurven blir nær parallell med akse for antall preparater ved omkring 14–16 ertsmineraler; se fig. 2.

Dette vil jeg tyde slik at hvis flere preparater var blitt undersøkt fra hver enkelt gruve, ville en muligens finne omkring samme antall ertsmineraler i malmene i de fleste gruvene bortsett fra i rent spesielle, helt lokale mineralparageneser som måtte forekomme i enkelte malmer.

Den mikroskopiske undersøkelsen som ligger til grunn for dette arbeidet, utførte jeg i 1961 og vinteren 1961–62. De mineralene som var alminnelig kjent fra Røros-malmene fra før, var magnetkis, kobberkis, sinkblende, svovelkis, blyglans, magnetit, ilmenit, dyskrasit og muligens kromit og molybdenglans. Rutil har sikkert vært sett i tynnslip.

Dyskrasit ble først bestemt av hollenderen Ir. A. Lopes Cardozo i et preparat fra Olavsgruven. Arsenkis har vært sett tidligere, men er blitt bestemt til å være svovelkis.

De ertsmineralene som antagelig er bestemt for første gang i Røros-malmene ved denne undersøkelsen blir derfor: Arsenkis, cubanit,



valleriit, covellin, pentlandit og koboltglans. Dertil kommer de ennå ikke sikkert, til dels langt fra bestemte mineralene som er omtalt som «nau-mannit», gull, sølv, det grå mineralet med blåstikk, det blyglansliknende mineralet, de «kvite kisene» og de andre helt sporadisk forekommende, ukjente mineralene.

Når en slik undersøkelse kan avsløre så mange nye mineraler i så velkjente malmer som disse Røros-malmene, tyder dette på at det er gode muligheter for å gjøre mange nyoppdagelser hva antall ertsmineraler angår i de norske kismalmene. Ved en undersøkelse jeg utførte på 5 gamle preparater fra Fløttum gruve høsten 1961 påviste jeg således mineralet tinnkis ( $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ ) for første gang i denne malmen.

Den etterfølgende beskrivelsen vil behandle hvert enkelt mineral for seg og også komme inn på hvorledes hvert enkelt mineral forekommer i de enkelte malmene.

### Beskrivelse av de enkelte ertsmineraler.

#### *Magnetkis* ( $\sim \text{FeS}$ ).

Flere steder viser magnetkis tegn til begynnende forvitring. Mikroskopisk ytrer dette seg på flere forskjellige måter: I Nyberget gruve ser en svært ofte og i Ny Solskinn gruve noe sjeldnere at flammeformete lameller med mindre slipehardhet enn resten av magnetkisen begynner å bre seg innover i krystallene fra korn grenser og sprekker.

I to prøver som er tatt nær dagoverflaten i Gamle Solskinn gruve og i en prøve fra Rødalen gruve ytrer denne begynnende forvitringen seg ved at magnetkis i stor utstrekning er omvandlet til et gråkvitt mineral med svakt brunlig stikk og med større slipehardhet enn frisk magnetkis. Dette mineralet har dessuten utpreget slipespaltbarhet i en retning.

I Gamle Solskinn gruve har dette gråkvite mineralet mye *svakere* anisotropi enn frisk magnetkis, mens det i Rødalen gruve har mye *sterkere* anisotropi enn frisk magnetkis. I Rødalen gruve kan en dessuten se at i dette gråkvite mineralet er det dannet øyner av svovelkis, se foto 1. Denne omdannelsen til svovelkis går visstnok via markasit, men jeg har ikke kunnet påvise markasit.

Det faktum at slik begynnende omdannelse (forvitring) av magnetkisen som ovenfor beskrevet, bare finnes i magnetkis i noen få av gruvene, tyder på at denne omdannelsen ikke er en begynnende forvitring som skyldes lufttilgang i forbindelse med gruvedriften, men at omdannelsen

har foregått i forbindelse med at tektoniske bevegelser i malmen har gitt løsninger muligheter til å trenge gjennom denne.

Når en så i Nyberget gruve og til dels i Ny Solskinn gruve finner slik omdannelse en rekke steder i gruvene og langt under dagoverflaten, tyder det på at malmlegemene i disse gruvene har gjennomgått tektoniske bevegelser med oppknusning i større utstrekning enn i de andre gruvene, slik at forvitningsfremmende oppløsninger lettere har kunnet sive gjennom malmen.

I Nyberget gruve og i Gamle Solskinn gruve og i stor utstrekning i Olavsgruven kan en i magnetkiskorn se pertitliknende lameller av magnetkis med antagelig litt annen sammensetning enn magnetkismassen de ligger i. Disse lamellene har litt større slipehardhet enn resten av magnetkisen. Denne type lameller har neppe noe med begynnende forvitring av magnetkisen å gjøre; se foto 2.

I Bh. 3 finnes mange helt idiomorfe krystaller av magnetkis i gangarten. Dette kan tyde på utkrystallisasjon av magnetkis før gangarten ble dannet.

I Fjellsjø gruve kan en se ørsmå, idiomorfe magnetkiskrystaller i sinkblende, noe som kan tyde på at magnetkis er eldre enn sinkblende.

I Olavsgruven kan en se at magnetkis fortrenger arsenkis, d.v.s. er yngre enn arsenkisen. Videre kan en se at magnetkis blir fortrent av kobberkis, d.v.s. at magnetkis er eldre enn kobberkis (se nærmere beskrivelse under arsenkis og kobberkis).

#### *Kobberkis (CuFeS<sub>2</sub>).*

Kobberkis har i alle forekomstene alltid brede, parallelle tvillinglameller. Kobberkis opptrer foruten i kompakte masser også svært ofte i tynne årer i silikatene. I sprekker i oppbrutte ilmenitkrystaller er det vanlig å se kobberkis. Dette har jeg sett eksempler på i Storwartz gruve, Nyberget gruve, Ny Solskinn gruve og i Mugg-gruven. Videre kan en ofte se at kobberkis opptrer i sprekker i magnetkis.

I Mugg-gruven opptrer kobberkis mellom magnetkis og sinkblende på en måte som entydig viser at kobberkis er yngre enn magnetkis og sinkblende; se foto 3. Her opptrer imidlertid ikke bare kobberkis langs grensen mellom magnetkis og sinkblende, men også cubanit i ganske liten utstrekning. Det er sannsynlig at de kobberholdige løsningene har fortrent enten magnetkis eller sinkblende eller begge mineralene under sin dannelselse.

At cubanit her opptrer på samme måte som kobberkis, setter en undre temperaturgrense på 250–300° C for denne fortreningsprosessen.

I Olavsgruven ser en, som tidligere nevnt, at kobberkis fortrenger magnetkis. Her kan en også se tegn som tyder på at kobberkis har fortrent sinkblende. Begge disse fortreningsprosessene er beskrevet under avsnittet om arsenkis.

I Mugg-gruven opptrer magnetit helt lokalt. Her har idiomorfe magnetitkrystaller inneslutninger av kobberkis. I en knusningssone gjennom magnetitmassen er dessuten mellomrommene mellom magnetitbruddstykkene fylt med kobberkis. Kobberkis må altså enten ha krystallisert ut i to generasjoner eller så må de kobberkisyfulte hulrommene i de idiomorfe magnetitkrystallene ha kanaler ut og som ikke er synlige i preparatet.

I Mugg-gruven har jeg også sett noe oppknuste svovelkiskrystaller ligge i en grunnmasse av kobberkis. Like ved såes også en del xenomorfe svovelkiskrystaller i kobberkis, mens det like ved siden av og helt omgitt av silikatminerale lå også noen idiomorfe svovelkiskrystaller (terninger).

I Rødalen gruve opptrer store sinkblendestjerner avblandet fra kobberkis. På foto 4 er en stor sinkblendestjerne avblandet i kobberkis rundt en idiomorf magnetitkrystall. I magnetitkrystallen sees tre hulrom som er helt eller delvis fylt med kobberkis. To av hulrommene hvorav det ene også inneholder litt sinkblende, har en tydelig kanal ut av magnetitkrystallen. Det er stor sannsynlighet for at også det tredje hulrommet har en kanal ut, men at denne ikke kommer med i preparatets snitt.

Det er mest nærliggende å anta at sinkblendestjernen er avblandet rundt magnetitkrystallen, og at denne avblandingsprosessen er yngre enn magnetitkrystallen.

Ofte kan en se at vallerit og cubanit er avblandet fra kobberkis. Mer om dette seinere.

I Fjellsjø gruve er det svært vanlig å se en smal rand av kobberkis rundt store, idiomorfe svovelkiskrystaller. Dette viser tydelig at her må kobberkis være yngre enn svovelkis.

#### *Sinkblende (ZnS).*

I Olavsgruven er det tegn som tyder på at sinkblende fortrenger arsenkis. Det samme er antagelig tilfelle i Bh. 12. Mer om dette under arsenkis.

I Olavsgruven er det, som nevnt under kobberkis, tegn som tyder på at sinkblende blir fortrent av kobberkis; se omtalen under arsenkis.

Mengden av antagelig avblandet kobberkis i sinkblende varierer sterkt



i en og samme gruve. Kobberkis avblandet i sinkblende har jeg sett i Storwartz gr., Nyberget gr., Ny Solskinn gr., Gamle Solskinn gr., Olavsgruven, Rødalen gr. (men ikke i samme preparat hvor sinkblende er avblandet i kobberkis), Mugg-gr., Bh. 6 og 7 og Fjellsjø gr.

#### *Svovelkis (FeS<sub>2</sub>).*

Svovelkiskrystaller har ofte inneslutninger av andre ertsmineraler. Idiomorfe svovelkiskrystaller i Kongens gruve har inneslutninger av sinkblende, blyglans, kobberkis og av og til litt ilmenit.

I Rødalen gruve har jeg sett en stor, idiomorf svovelkiskrystall med et spiralsnodd belte av inneslutninger som vesentlig består av silikat og ilmenit og med litt magnetkis og svært lite kobberkis. I andre svovelkiskrystaller i samme gruve finnes inneslutninger også av sinkblende og blyglans. I sprekker i svovelkiskrystaller opptrer kobberkis, magnetkis, sinkblende og blyglans.

I Bh. 12 kan en se at svovelkis fortrenger arsenkis; se beskrivelse under arsenkis.

I Nyberget gruve opptrer et mineral som sannsynligvis er svovelkis, som sprekkefylling i magnetkis (ved Nybergforkastningen). Det samme er antagelig tilfelle i Mugg-gruven. Svovelkis opptrer i større mengder i Kongens gr., Rødalen gr., Bh. 12 og Fjellsjø gruve.

#### *Blyglans (PbS).*

Blyglans opptrer de fleste stedene svært sparsomt. De mer sjeldne mineralene vismut, dyskrasit og «naumannit» følger svært ofte blyglans. Flere steder ser en i blyglans ørsmå, sterkt lysende kvite og svært bløte mineraler som er altfor små til å bli bestemt. Disse mineralene kan være de såkalte «Silbertråger». Slike mineraler er særlig vanlige i blyglans fra Fjellsjø gruve.

#### *Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).*

I Rødalen gruve finnes idiomorfe magnetitkrystaller i kobberkis helt lokalt.

Også i Mugg-gruven opptrer magnetit helt lokalt. Der har jeg sett det i et preparat hvor magnetit er hovedmineralet. Magnetit opptrer her som idiomorfe krystaller i en grunnmasse av hovedsakelig sinkblende. Magne-



titkrystallene har inneslutninger av fortrinnsvis magnetkis og litt kobberkis.

I en knusningssone gjennom magnetitmassen sitter kobberkis mellom bruddstykkene.

#### *Ilmenit* ( $\text{FeTiO}_3$ ).

Ilmenit opptrer svært utbredt, men ikke i særlig store mengder. Ilmenit viser ikke tegn til å fortrenge andre mineraler og blir selv bare fortrenget av titanit et par steder. Ilmenit opptrer oftest som idiomorfe og hypidiomorfe, tavleformete krystaller sammen med både ertsmineraler og gangart, men fortrinnsvis i gangart.

I Mugg-gruven finnes opp til 2-3 % ilmenit i enkelte silikatsoner, men så mye ilmenit er uvanlig. I Rødalen gruve finnes ilmenit fortrinnsvis innesluttet i svovelkis, mens det i gangarten er mye *rutil*, men ytterst lite ilmenit.

I Nyberget gruve og i Ny Solskinn gruve har ilmenit ofte tvillinglameller og er ofte oppbrutt. Ellers er tvillingdannelse i ilmenit sjeldent. Tvillinglamellene er antagelig trykktvillinger dannet under tektoniske bevegelser i malmen, fordi der ilmenitkrystallene er delvis oppknust, er de tett gjennomsatt av parallelle tvillinglameller.

På foto 5 som er tatt av et preparat av en prøve av malmen ved forkastningen i Ny Solskinn gruve, kan en se en stor og et par små ilmenitkrystaller som er delvis oppknust og tett gjennomsatt av parallelle tvillinglameller.

Mellom bruddstykkene av ilmenitkrystallene sitter kobberkis. Det viser at kobberkisen har kommet på plass her etter oppknusningen av ilmenitkrystallene.

#### *Titanit* ( $\text{CaTiSiO}_5$ ).

I Ny Solskinn gruve er mye ilmenit omdannet til titanit. Ellers er omvandling av ilmenit til titanit sett et sted i Storzartz gruve.

#### *Arsenkis* ( $\text{FeAsS}$ ).

Arsenkis finnes som en sjeldenhet i Nyberget gruve, opptrer helt lokalt i Olavsgruven og muligens i større mengder i malmen i Bh. 12.

En prøve tatt «i bunn av sideort lengst vest» i Olavsgruven inneholder ganske mye arsenkis. I denne prøven kan en se klare eksempler på flere fortreningsprosesser.

I denne prøven kan en se idiomorfe arsenkiskrystaller i en grunnmasse av silikatmineraler. Foto 6 viser dette.

Videre kan en flere steder se idiomorfe arsenkiskrystaller i en grunnmasse av ren kobberkis. Foto 7 viser dette.

Men en kan også ofte se sterkt korroderte arsenkiskorn i en grunnmasse av bare kobberkis. På foto 8 kan en i kobberkisklumpene se både idiomorfe og tydelig xenomorfe arsenkiskrystaller.

Mot magnetkis er arsenkis alltid korrodert i denne prøven fra Olavsgruven som er den eneste prøven fra Olavsgruven hvor jeg med sikkerhet har sett arsenkis.

På foto 6 kan en se at de arsenkiskrystallene som viser idiomorf begrensning mot silikatmineralene, er sterkt korrodert av magnetkis på den siden hvor de ikke ligger i kontakt med silikatmineraler. Dette vil jeg tyde som at de løsningene som har korrodert arsenkis og felt ut magnetkis, ikke har vært i stand til å løse opp silikatmineralene. Derved er de flatene av arsenkiskrystallene som grenser mot silikatmineraler, blitt beskyttet mot korrosjon av de inntrengende løsningene.

Det faktum at arsenkis finnes som idiomorfe krystaller i en grunnmasse av bare kobberkis – som foto 7 viser, tyder på at de løsningene som har felt ut kobberkis, ikke har vært i stand til å korrodere arsenkis.

På foto 8 kan en dessuten se at flere steder hvor det ligger et arsenkiskorn på grensen mellom kobberkis og magnetkis, stikker magnetkisen ut som et «nes» i kobberkismassen og med et arsenkiskorn ytterst på «neset».

Dette vil jeg tyde som at de løsningene som har felt ut kobberkis, har korrodert magnetkis, men at små arsenkiskorn i magnetkismassen har beskyttet magnetkisen på stedet mot angrep fra de korroderende løsningene slik at det er blitt stående igjen enkelte utstikkende «nes» av magnetkis i kobberkismassen beskyttet av arsenkiskornet ytterst på «neset».

Der hvor idiomorfe arsenkiskrystaller ligger i en grunnmasse av bare kobberkis, som på foto 7, vil jeg tyde som at her har arsenkiskrystallene ligget i en grunnmasse av silikatmineraler, og at de løsningene som har felt ut kobberkis, foruten å fortrenge magnetkis også til en viss grad har vært i stand til å fortrenge silikatmineralene i gangarten.

Disse fortrengningsprosessene skulle vise at av de tre ertsmineralene arsenkis, magnetkis og kobberkis er på dette stedet arsenkis eldst, deretter kommer magnetkis, og som yngste mineral kommer kobberkis.

Det faktum at små, korroderte arsenkiskorn ligger i store mengder i en grunnmasse av magnetkis til tross for at magnetkis tydelig har fortrenget

arsenkis, kan forklares enten som at fortreningsprosessen har foregått ved at de korroderende løsningene hele tiden har operert i ytterst tynne skikt på grensene mellom de enkelte krystallene og videre at oppløsning av arsenkis øyeblikkelig er blitt etterfulgt av utfelling av magnetkis. Arsenkiskorn som angripes av løsningene på alle sider, vil derved snart bli omgitt av et skall av magnetkis som beskytter mot videre korrosjon.

Forklaringen kan også være den at det har vært så liten sirkulasjon av løsningene at disse etter hvert er blitt mettet på arsen slik at korrosjonen av arsenkis derved er blitt stoppet.

De stedene hvor små, xenomorfe arsenkiskorn finnes i bare kobberkis – som på foto 8 – må en tenke seg dannet ved at kobberkis har fortrent en magnetkismasse som har inneholdt slik delvis resorbert arsenkis.

I samme prøve fra Olavsgruven kan en se arsenkiskorn som ligger på spissen av utstikkende «nes» av sinkblende i kobberkis. På grunn av at sinkblende opptrer svært sparsomt i denne prøven, er dette en noe usikker observasjon, men den kan tyde på at sinkblende er korrodert av de kobberkisutfellende løsningene på samme måte som magnetkis er blitt korrodert. Sinkblende må – hvis denne observasjon er riktig – være eldre enn kobberkis.

I de få observerte partiene med sinkblende ligger flere små, sterkt korroderte arsenkiskorn. Idiomorfe arsenkiskrystaller ble ikke sett i sinkblende. Dette kan tyde på at de løsningene som har felt ut sinkblende, har korrodert arsenkis på samme måte som de magnetkisutfellende løsningene. Disse observasjonene er imidlertid usikre på grunn av at sinkblende opptrer svært sparsomt i preparatet.

I preparatet fra Bh. 12 kan en se større klumper av arsenkiskrystaller bli fortrent av svovelkis, idet arsenkiskrystallene viser idiomorf begrensning mot hulrom inne i arsenkisklumpene, men tydelig xenomorf begrensning mot svovelkisen som omgir arsenkisen. Like utenfor arsenkisklumpene viser svovelkis ofte idiomorf begrensning.

I de tallrike hulrommene som arsenkis viser idiomorf begrensning mot i preparatet fra Bh. 12, så jeg både kobberkis, magnetkis og silikater. Her har altså magnetkis ikke fortrent arsenkis.

Mot sinkblende viser imidlertid arsenkis også her påfallende korrodert begrensning, selv om enkelte kanter av arsenkiskrystallene av og til kunne være helt rette og antagelig representere idiomorf begrensning.

Mot svovelkis som tydelig har fortrent arsenkis, kunne det enkelte steder se ut som om arsenkis viste idiomorf begrensning. Dette kan skyldes at arsenkiskrystallene ikke angripes like lett i alle retninger, og



at flater som har idiomorf begrensning mot svovelkis, er flater som vanskeligst angripes.

Det er vanlig å finne ganske svakt anisotrope svovelkiskrystaller, men svovelkisen som er dannet ved fortrenkning av arsenkis i dette preparatet, viste uvanlig sterk anisotropi. Anisotropifargene til denne svovelkisen var de samme som for arsenkis, men betydelig svakere.

Dette kan ha tilfeldige årsaker som f. eks. spenninger i preparatet, men det kan muligens også skyldes at denne svovelkisen inneholder submikroskopiske rester av arsenkis. Dette er imidlertid bare gjetning.

### *Valleriit* ( $\text{Cu}_3\text{Fe}_4\text{S}_7$ ).

Valleriit er et mineral som dannes ved avblanding fra høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis. Avblandingen skjer ved temperaturer i området omkring  $200^\circ$ – $250^\circ$ , d.v.s. høytemperatur blandkrystallen må være dannet ved ennå høyere temperaturer.

Valleriit har jeg funnet i Storzgrube, Nyberget grube, Ny Solskinn grube, Gamle Solskinn grube, Olavsgruben, Rødalen grube og Mugg-gruben.

I de fleste av disse gruvene finnes valleriit de fleste stedene i malmen, men i svært små mengder. Mest valleriit finnes der hvor også cubanit finnes.

Valleriit krystalliserer oftest ut som små «fjær» i kobberkis, men har også stor tilbøyelighet til å krystallisere ut på alle slags fremmedlegemer (andre mineraler) i kobberkis og langs kobberkismassenes ytterkanter. Foto 9 viser en rand av valleriit langs kanten av et silikat-korn (antagelig biotit) i kobberkis.

Foto 10 som er fra Ny Solskinn grube, viser en rand av valleriit rundt små korn av kobberkis i magnetkis. På fotoet er valleriit sterkt lysende kvitt og danner en krans rundt kobberkiskornene. Resten er magnetkis bortsett fra enkelte hull i preparatet og noen silikat-korn med tydelige indreflekser.

### *Cubanit* ( $\text{CuFe}_2\text{S}_3$ ).

Cubanit oppfattes også vanligvis som et mineral som dannes ved avblanding fra høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis. Avblandingen skjer ved temperaturer som ligger litt høyere enn for valleriit. Avblanding av cubanit er antatt å foregå ved temperaturer på omkring  $250^\circ$ – $300^\circ$ .

I Storwartz gruve opptrer cubanit helt lokalt. Et sted er cubanitmengden 2-3 % av kobberkismengden. Cubanit opptrer her som lange lameller i kobberkis.

I Nyberget gruve og i Olavsgruven finnes ytterst lite cubanit.

I Rødalen gruve finnes mye cubanit (2-5 % av kobberkismengden) bare der hvor sinkblendestjerner er avblandet fra kobberkis. Ellers har jeg sett cubanit bare et sted, her innesluttet i en svovelkiskrystall sammen med kobberkis.

Foto 11 som er fra Rødalen gruve, viser to parallelle cubanitlameller (lysegrå), tre sinkblendestjerner (sorte) og tre små «fjær» av valleriit (kvite) i kobberkis. Her finnes altså tre forskjellige avblandingsmineraler fra kobberkis sammen.

I Mugg-gruven opptrer cubanit helt lokalt og antagelig i de aller eldste deler av gruven (bl. a. i preparat av stoff samlet i 1789). Her er derimot mengden av cubanit opp til 5 % av kobberkismengden. Cubanit opptrer her som lameller og uregelmessige flekker i kobberkis. Enkelte lameller av cubanit fortsetter et par steder inn i gangarten i kanten av kobberkisen. I gangarten som antagelig er kvarts, ender cubanitkrystallene et par steder med idiomorf krystallutvikling.

Et sted har jeg også sett cubanit ligge helt alene og helt omsluttet av gangart som her antagelig er kvarts. I denne forbindelse vil jeg nevne at jeg også har sett idiomorfe cubanitkrystaller i gangart som antagelig består av kvarts, i malm fra Outokumpu i Finland.

Som nevnt under kobberkis opptrer cubanit i Mugg-gruven også sammen med kobberkis på en måte som tydelig viser at kobberkis og cubanit tydelig har fortrent magnetkis eller sinkblende eller begge.

#### *Covellin* (CuS).

Covellin finnes helt lokalt og i svært små mengder i Mugg-gruven og er temmelig sikkert dannet på bekostning av kobberkis.

#### *Pentlandit* ((Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>).

Pentlandit finnes sammen med magnetkis i Bh. 7 i dyp 39-40,75 m like nord for Lossiusgruvene og opptrer her temmelig sparsomt som «flammer» i magnetkis og i vesentlig større mengder som enkeltkrystaller sammen med magnetkisen.

Foto 12 viser pentlandit-«flammer» i magnetkis og foto 13 viser en stor pentlanditkrystall i magnetkis. Begge bildene er tatt av preparatet fra Bh. 7.

*Kromit* ((Fe, Mg)Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

Kromit finnes i prøver fra borhullene 3, 6 og 7 nær Lossiusgruvene, fortrinnsvis i gangarten.

Pentlandit i prøven fra Bh. 7, kromit i prøvene fra Bh. 3, Bh. 6 og Bh. 7 og idiomorfe krystaller av magnetkis i gangarten i prøven fra Bh. 3 tyder på at disse forekomstene er ekte liquidmagmatiske nikkelmagnetkisforekomster. De fører noe kobberkis, sinkblende og blyglans, men disse mineralene kan være seinere dannelser.

*Molybdenglans* (MoS<sub>2</sub>).

I Olavsgruven og i Mugg-gruven finnes molybdenglans som idiomorfe krystaller i silikat, kobberkis og magnetkis, men bare i svært små mengder. I Storwartz gruve er også molybdenglans et meget sjeldent mineral, men i et preparat finnes tallrike, små molybdenglanskrystaller fordelt utover i en stor, kompakt sinkblendemasse.

*Rutil* (TiO<sub>2</sub>).

Rutil har jeg funnet i Rødalen gruve og i Fjellsjø gruve i hypidiomorfe krystaller fortrinnsvis i gangarten og bare i ganske små mengder. Rutil er imidlertid mye lettere å bestemme i tynnslip enn i polerpreparat. Derfor kan rutil godt forekomme adskillig hyppigere enn jeg har antydnet.

*Vismut* (Bi).

Vismut har jeg sett i Storwartz gruve, Ny Solskinn gruve, Gamle Solskinn gruve og i Mugg-gruven.

Vismut følger særlig blyglans. Ellers finnes vismut også ofte sammen med dyskrasit og «naumannit». Mengdene av vismut er svært små, men i et preparat fra Storwartz finnes etter forholdene uvanlig mye vismut sammen med blyglans som dette preparatet er særlig rikt på, foruten litt dyskrasit og «naumannit».

Foto 14 viser vismut sammen med dyskrasit, «naumannit» og et blyglansliknende mineral i et preparat fra Mugg-gruven. Mineralene sitter samlet i magnetkis og sinkblende.

*Dyskrasit* (Ag<sub>3</sub>Sb).

Dyskrasit er et meget utbredt mineral i Røros-malmene, men mengdene er alltid små. Dyskrasit forekommer ofte sammen med blyglans og



«naumannit», men også ofte alene i kobberkis eller magnetkis. I Ny Sol-skinn gruve har jeg sett en idiomorf krystall av dyskrasit i magnetkis.

Foto 15 som er tatt av et preparat fra Ny Solskinn gruve, viser to korn av dyskrasit i magnetkis og sinkblende. I det største dyskrasitkornet sitter to små korn av «naumannit» og to svært små korn av samme blyglansliknende mineral som foto 14 viser.

Dyskrasit opptrer så ofte alene i magnetkis og i kobberkis at dyskrasit ikke behøver å være dannet ved fortrenkning av eller avblanding fra «naumannit», vismut eller det blyglansliknende mineralet. Heller ikke har jeg funnet tegn som tyder på at de andre mineralene har fortrenget dyskrasit.

### *Jernglans* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Jernglans opptrer som et ytterst sjeldent mineral i de Rørosmalmene jeg har undersøkt. Det eneste stedet jeg har sett det, er i en pertitliknende lamell i ilmenit i et preparat fra Storwartz gruve. Jernglanslamellen viste tydelige røde indreflekser.

### *Koboltglans* ( $\text{CoAsS}$ ).

I et preparat fra Storwartz gruve ble tre svært små, idiomorfe krystaller sett i kobberkis. Foto 16 viser to av disse.

Mineralkornene hadde slipehardhet mye større enn kobberkis, refleksjonsevne i olje større enn for kobberkis og vesentlig større enn for magnetkis og hadde tydelig rosa farge uten brunstikk slik som magnetkis.

Hverken refleksjonspleokroisme, anisotropieffekt, slipespaltbarhet eller indrefleksjon ble observert.

Farge og refleksjonsevne i olje var meget lik koboltglans. Dette er observert ved hjelp av sammenlikningsokular. Krystalltverrsnittene passer godt for snitt gjennom tetraedre.

Det kan neppe være tvil om at mineralet er koboltglans.

De hittil beskrevne ertsmineralene anser jeg for å være riktig bestemt.

De etterfølgende ertsmineralene er ikke helt sikkert identifisert, til dels er jeg meget usikker på eller helt i villrede om hvilke mineraler det er jeg har sett i preparatene.

Forsøk på å bruke røntgen og Reicherts mikrohardhetsmåler til å bestemme disse mineralene har slått feil fordi mineralkornene var altfor små. Flere ganger har jeg forsøkt å pirke ut korn fra preparatene for å kjøre røntgen på dem, men mengdene jeg fikk ut, var altfor små til at jeg fikk linjer av mineralene på filmen.

Selv om det flere ganger lyktes å plasere inntrykket av diamantpyramiden til mikrohårdhetsmåleren midt i de ukjente mineralene, var disse likevel så små at de sprakk lenge før diamanten var belastet nok til å gi data som kunne sammenliknes med de hittil publiserte data fra slike målinger.

«*Naumannit*».

Det mineral jeg har kalt «naumannit» har jeg nevnt flere ganger tidligere. Det er imidlertid flere andre mineraler som de observerte optiske data for dette mineralet kan passe for.

Først de observerte data: Mineralet har slipehardhet som er større enn vismut og større eller svært nær dyskrasit, men mindre enn blyglans og molybdenglans.

Fargen er grå med tydelig brunstikk. Med immersjonsolje har mineralet antagelig litt høyere refleksjonsevne enn enargit og lavere enn magnetkis, begge disse mineraler også med immersjonsolje. Refleksjonsevnen er litt lavere i olje enn i luft, men har klarere (sterkere) farge i olje.

Refleksjonspleokroisme var ikke merkbar, men her må en være oppmerksom på at mineralkornene var svært små, slik at sterke objektiver måtte brukes. Dessuten var mineralkornene noe oppriper og hadde på grunn av relieff neppe helt plane overflater. Men en skulle kunne si at mineralet har meget svak eller ikke refleksjonspleokroisme.

Anisotropieffekten i luft var svak, men tydelig og med gulbrune og blåsvarte anisotropifarger. I olje er anisotropieffekten tydelig sterkere og med farger fra gulbrunt gjennom svart til gråblått.

Indrereflekser er ikke sett noen steder. Slipesaltbarhet er heller ikke sett unntatt i et temmelig tvilsomt tilfelle hvor det så ut til at det var spaltet ut en rett vinklet del i kanten av et mineralkorn.

Mineralet forekommer alltid i grupper på mange små mineralkorn i forskjellig orientering. Det kan dreie seg om en type tvillingdannelse.

Mineralet forekommer praktisk talt alltid sammen med dyskrasit, svært ofte sammen med blyglans og vismut og ofte sammen med to ukjente mineraler, et blyglansliknende og et grått mineral med blåstikk. Et sted er det sett sammen med dyskrasit og molybdenglans.

Mineralet er under beskrivelsen tidligere blitt kalt «naumannit» ( $\text{Ag}_2\text{Se}$ ). Beskrivelsene av de optiske egenskapene til naumannit passer ganske bra for dette ukjente mineralet, men naumannit har svak, men tydelig refleksjonspleokroisme. Dessuten er anisotropifargene beskrevet som

«sterke med temmelig livlige fargeeffekter» uten at det er nevnt hvilke farger. Naumannit er dessuten et meget sjeldent mineral.

Beskrivelsen av de optiske egenskapene til hessit ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ ) kan også passe ganske bra, men hessit har antagelig høyere refleksjonsevne både i luft og i olje. Det samme gjelder antagelig mineralet beegerit ( $\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$ ) hvis optiske egenskaper ellers passer ganske bra.

Det siste mineralet jeg vil nevne og hvis optiske egenskaper også passer ganske bra til de observerte, er chalkostibit ( $\text{CuSbS}_2$ ). For dette mineralet har jeg ikke funnet angitt hvilke anisotropifarger det har. Chalkostibit skal ha tydelig slipepaltbarhet (trekantet spalteutbrudd som for blyglans) og svak, men tydelig refleksjonspleokroisme i olje. Chalkostibit er kjent fra Sulitjelma.

Det har ikke vært mulig å avgjøre sikkert om det ukjente mineralet er et av de ovenfor nevnte og i tilfelle hvilket.

#### *«Grått mineral med blåstikk».*

Dette mineralet forekommer ofte sammen med mineralet som er omtalt som «naumannit».

Dette mineralet har mindre slipehardhet enn kobberkis og større enn «naumannit» og dyskrasit. I luft har det litt lavere refleksjonsevne enn blyglans. Det er svakt anisotrop. Det har ikke indreflekser. Slipespaltbarhet er muligens observert, men dette kan godt være forveksling med polerriss. Andre optiske data er ikke observert. Mineralet må henstå som helt ukjent.

#### *«Blyglansliknende mineral».*

Dette mineralet har meget stor likhet med blyglans og kan godt være forveksling med blyglans i flere tilfeller. Men et sted er det sett i kontakt mot blyglans. Her hadde det større refleksjonsevne enn blyglans i luft. Ellers er mineralets refleksjonsevne i olje lavere enn for dyskrasit og større enn for det grå mineralet med blåstikk, se foto 15. Slipehardheten var lavere enn for blyglans, men større enn slipehardheten til det grå mineralet med blåstikk og større enn slipehardheten til dyskrasit.

Mineralkornene var altfor små til at jeg kunne finne flere optiske data. Mineralet må derfor henstå som ukjent.

Både foto 14 og 15 viser mineralene omtalt som «naumannit» og «det blyglansliknende mineralet».



## «Gull».

Et gull-liknende mineral er sett i to preparater fra Olavsgruven, begge steder som svært små mineralkorn. Et sted ligger det i dyskrasit, det andre stedet grenser det til kobberkis, magnetkis og sinkblende.

Mineralet har refleksjonsevne som tilsvarer gull, men er en tanke lysere gult enn gull som det ved hjelp av sammenlikningsokular er sammenliknet med. Mineralet kan være en gull-legering.

## «Kvite kiser».

I et preparat fra Nyberget gruve ligger noen små, xenomorfe, kvite mineraler med slipehardhet betydelig over magnetkis.

I olje er de tydelig anisotrope med fargene mørk rød fiolett – lysere skittenblå. Det er sannsynlig at mineralet er arsenkis som også er sikkert bestemt fra Nyberget gruve.

## «Limonit».

I et preparat fra Olavsgruven sitter enkeltkorn av et limonitliknende mineral. Liknende mineraler finnes som sprekkefyllinger i en rekke andre prøver.

Det dreier seg sannsynligvis om helt sekundære mineraler dannet ved forvitring (rusting) av kis etter at prøven er tatt ut.

Andre mineraler opptrer helt sporadisk som svært små korn og er altfor små til å kunne bestemmes.

I et tilfelle hvor et slikt ukjent mineralkorn sitter i dyskrasit, kan det muligens være et korn av sølv. Det har refleksjonsevne betydelig større enn dyskrasit, er kvitt og holder seg lyst blågrått eller blågrønt med immersjonsolje og kryssete nicoller under en hel omdreining av mikroskopbordet.

Andre mineralkorn har andre optiske egenskaper og må være andre ukjente mineraler, men alle opptrer i svært små mengder.

### **Aldersrekkefølge mellom mineraldannelser, metasomatiske prosesser og fortreningsprosesser i de enkelte ertsforekomstene.**

I dette avsnittet skal jeg gi en oversikt over de fortreningsprosessene som jeg har observert i hver enkelt gruve eller forekomst, for på denne måten å forsøke å forklare en del av de metasomatiske prosesser og fortrenninger som har foregått i malmene. Likeledes vil denne oversikten gi aldersrekkefølgen for noen av ertsmineralene i en del av forekomstene. Til slutt har jeg forsøkt å sammenlikne de forskjellige forekomstene med hensyn på mineralinnhold og på de metasomatiske prosessene som forekomstene har gjennomgått.

I de etterfølgende oversiktene har jeg satt opp for hver enkelt gruve og forekomst de viktigste observasjoner som kan bidra til å tyde en del av de fortrenings- og avblandingsprosesser som har foregått, og også gi aldersrekkefølgen for en del av mineralene.

I disse oversiktene har jeg ikke tatt med de mineralene som jeg ikke har observasjoner for som kan bidra til å tyde de metasomatiske prosessene som disse mineralene har deltatt i. Heller ikke har jeg tatt med mineraler hvor jeg ikke har observasjoner som kan si noe om disse mineralers alder i forhold til noen av de andre mineralene.

De etterfølgende oversiktene er satt opp på en slik måte at mineraler, metasomatiske prosesser og avblandingsprosesser blir av stadig yngre dato jo lengre til høyre de står. Vertikale linjer markerer slike tidsskiller for mineraler og prosesser.

Horisontal linje mellom to grupper av mineraler og/eller prosesser markerer at jeg ikke har observasjoner som viser aldersrekkefølgen for mineralene og/eller prosessene på hver side av linjen (selv om en i enkelte tilfeller med en viss sannsynlighet kan tenke seg til en slik aldersrekkefølge). En vertikal linje som krysser en horisontal linje markerer derfor ikke det samme tidsskillet på begge sider av den horisontale linjen.

For mange av gruvene og forekomstene er det tatt med et eller flere felt som er kalt tektonisering. Med dette menes at mellom disse mineraler eller prosesser hvor et slikt felt står, har det foregått tektoniske bevegelser i malm og gangart hvorved disse er blitt mer eller mindre oppknytt og gjennomslått av sprekker hvor inntrengende oppløsninger seinere har kunnet avsette mineraler eller metasomatisk forandre de oppbrutte mineralene.

*Gamle Solskinn gruve:*

Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2 - \text{FeS}$ ved temperatur $> 200-250^\circ$ .		Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet $200-250^\circ$ . Kobberkis utfelt i sprekker i silikater og mellom bladene på glimmerminerale.	
Dannelse av blandkrystall $\text{ZnS} - \text{CuFeS}_2$		Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i $\text{ZnS}$ .	
Dannelse av homogen magnetkis(?)	Avblanding av «pertitter»(?).	Tektonisering.	Omdannelse av vanlig magnetkis langs sprekker til magnetkis med slipespaltbarhet og svakere anisotropi.

*Ny Solskinn gruve:*

Dannelse av ilmenit.	Tektonisering.	Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2 - \text{FeS}$ ved temperatur $> 200-250^\circ$ .	Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet $200-250^\circ$ . Kobberkis utfelt mellom bruddstykker av ilmenitkrystaller og i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmerminerale.
		Ilmenit fortrennes av titanit.	
Tektonisering	Dannelse av blandkrystall av $\text{ZnS} - \text{CuFeS}_2$ i sprekker i silikater.		Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i $\text{ZnS}$ med oransje indreflekser.
Dannelse av blandkrystall av $\text{ZnS} - \text{CuFeS}_2$		Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i $\text{ZnS}$ med røde indreflekser.	



## Nyberget gruve:

Dannelse av ilmenit.	Tektonisering	Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2 - \text{FeS}$ ved temperatur $> 250-300^\circ$ .	Avblanding til kobberkis og cubanit (og magnetkis?) i temperaturområdet $250-300^\circ$ .	Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet $200-250^\circ$ .
			Kobberkis utfelt mellom bruddstykker av ilmenitkrystaller og i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmerminerale.	
Dannelse av blandkrystall av $\text{ZnS}-\text{CuFeS}_2$			Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i $\text{ZnS}$ .	
Dannelse av arsenkis.		Arsenkis fortrennes av magnetkis (As fjernes ved metasomatose?).		
Dannelse av homogen magnetkis?		Avblanding av «pertitter» i magnetkis?		
Dannelse av $\text{FeS}$ , $\text{ZnS}$ og $\text{CuFeS}_2$		Svoelkis (hvis riktig bestemt) krystalliserer ut i sprekk gjennom $\text{FeS}$ , $\text{ZnS}$ og $\text{CuFeS}_2$ .		

## Olavsgruven:

Dannelse av arsenkis.	Arsenkis fortrennes av magnetkis (As fjernes ved metasomatose?)	Tilførsel av kobber(?). Magnetkis fortrennes av $\text{CuFeS}_2$ eller av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2-\text{FeS}$ ved temperatur $> 250-300^\circ$ .	Avblanding til kobberkis og cubanit (og magnetkis?) i temperaturområdet $250-300^\circ$ .	Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet $200-250^\circ$ .
			Kobberkis utfelt mellom bladene av glimmerminerale og i sprekker i silikater.	
Usikker observasjon: Arsenkis fortrennes av $\text{ZnS}$ (Zn tilføres og As fjernes ved metasomatose?)		Usikker observasjon: $\text{ZnS}$ fortrennes av $\text{CuFeS}_2$ (Cu tilføres og Zn fjernes?)		
Dannelse av blandkrystall av $\text{ZnS}-\text{CuFeS}_2$			Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i $\text{ZnS}$ .	
Dannelse av homogen magnetkis?		Avblanding av «pertitter» i magnetkis?		

*Quintus gruve:*

Kobberkis utfelt bl. a. i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmermineraler.

*Storwartz gruve:*

Dannelse av av ilmenit.	Tektoni- sering	Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2$ -FeS ved temperatur > 250-300°.	Avblanding til kobberkis og cubanit (og magnetkis?) i temperatur- området 250-300°.	Avblanding til kobberkis og vallerit i temperatur- området 200-250°.
			Kobberkis utfelt mellom brudd- stykker av ilmenitkrystaller og i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmermineraler.	
Ilmenit fortreges av titanit.				
Dannelse av blandkrystall av $\text{ZnS-CuFeS}_2$			Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i ZnS.	

*Kongens gruve:*

Krystallisasjon av idiomorfe krystaller av svovelkis med inneslutninger av  $\text{FeTiO}_3$  og  $\text{ZnS}$  og  $\text{CuFeS}_2$  og  $\text{PbS}$  samtidig med dannelsen av disse mineralene eller seinere.

*Rødalen gruve:*

Dannelse av svovelkis	Tektonisering	Utkrystallisasjon av FeS, ZnS, CuFeS <sub>2</sub> og PbS i sprekkene i svovelkis.	
Krystallisasjon av idiomorfe svovelkiskrystaller med inneslutninger av silikater, magnetkis, kobberkis, cubanit og blyglans (eller silikater, høytemperatur blandkrystall av CuFeS <sub>2</sub> -FeS og blyglans) samtidig med dannelsen av disse mineraler eller seinere. Dannelsesstemperatur > 250–300°?			
Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av CuFeS <sub>2</sub> -FeS ved temperatur > 250–300°.	Avblanding til kobberkis og cubanit (og magnetkis?) i temperaturområdet 250–300°.	Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet 200–250°.	
Krystallisasjon av idiomorfe magnetitkrystaller.			
Dannelse av blandkrystall ZnS – CuFeS <sub>2</sub> (ved temperatur > ca. 550°?)		Avblanding av ZnS-stjerner til dels rundt idiomorfe magnetitkrystaller (ved temperatur ca. 550° eller høyere?) og avblanding av CuFeS <sub>2</sub> i ZnS.	
Dannelse av magnetkis	Tektonisering	Dannelse av magnetkis med slipespaltbarhet og sterkere anisotropi enn vanlig magnetkis langs sprekker i magnetkis.	Dannelse av «bird-eye»-struktur med nydannet svovelkis.

*Fjellsjø gruve:*

Krystallisasjon av idiomorfe magnetiskkrystaller.	Krystallisasjon av sinkblende (eller blandkrystall av ZnS–CuFeS <sub>2</sub> ) med bevarelse av de idiomorfe magnetiskkrystallene; ∴ ZnS foretrekker ikke FeS her.	Avblanding av CuFeS <sub>2</sub> i ZnS og (noe usikkert) avblanding av ZnS-stjerner i CuFeS <sub>2</sub> .
Krystallisasjon av idiomorfe svovelkiskrystaller.	Tektonisering	Utkrystallisasjon av CuFeS <sub>2</sub> , PbS, ZnS og FeS i sprekkene i svovelkiskrystallene. Utkrystallisasjon av CuFeS <sub>2</sub> som en tynn «hud» rundt svovelkiskrystallene.



*Mugg-gruven:*

Krystallisasjon av magnetit.	Tektonisering	Tilførsel av kobber (?) og dannelse av høytemperatur blandkrystall av $\text{CuFeS}_2 - \text{FeS}$ ved temperatur $> 250-300^\circ$	Avblanding til kobberkis og cubanit (og magnetkis?) i temperaturområdet $250-300^\circ$ (kobberkis og cubanit i sprekker i magnetkis og mellom magnetkis og sinkblende hvorved magnetkis og/eller sinkblende er blitt fortrent).	Avblanding til kobberkis og valleriit i temperaturområdet $200-250^\circ$ (kobberkis som grunnmasse i knusningssone gjennom magnetit og mellom bruddstykker av oppbrutte ilmenit- og svovelkis-krySTALLER.)
Krystallisasjon av ilmenit.	Tektonisering			
Krystallisasjon og svovelkis.	Tektonisering			
Krystallisasjon av magnetkis.				
Krystallisasjon av sinkblende (tilførsel av Zn?)			Kobberkis i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmer-mineraler.	
		Rekrystallisasjon av ZnS til blandkrystall av $\text{ZnS}-\text{CuFeS}_2(?)$	Avblanding av $\text{CuFeS}_2$ i ZnS.	

*Borhull 3:*

Krystallisasjon av idiomorfe magnetiskkrystaller.	Dannelse av gangart med bevarelse av de idiomorfe magnetiskkrystallene.
Krystallisasjon av idiomorfe svovelkiskrystaller med inneslutninger av kobberkis og blyglans samtidig med dannelsen av disse mineraler eller seinere.	

*Borhull 6:*

Ingen fortreningsprosesser er observert.

*Borhull 7:*

Dannelse av blandkrystall av magnetkis og pentlandit (og enkeltkrystaller av pentlandit?)	Avblanding av pentlandit-«flammer» i magnetkis (og pentlanditkrystaller langs kantene av magnetiskkrystaller?)
Muligens dannelse av blandkrystall av $ZnS - CuFeS_2$	Usikker observasjon: $CuFeS_2$ avblandet i $ZnS$ .

*Borhull 12:*

Krystallisasjon av arsenkis.	Arsenkis fortrenes av svovelkis (As fjernes?). NB! Arsenkis fortrenes <i>ikke</i> av magnetkis.
------------------------------	---

Hvis en vil forsøke å sammenlikne de enkelte gruver og forekomster, kan dette gjøres på forskjellige måter.

Ved hjelp av mineraltabellen ser en f. eks. at i alle de undersøkte gruver og forekomster er magnetkis, kobberkis og sinkblende blant de hyppigst forekommende ertsmineralene. Med disse mineralene kan en derfor vanskelig lage noen gruppering av de undersøkte gruver og forekomster.

Mineralene svovelkis, blyglans, arsenkis, kromit, pentlandit og idiomorfe krystaller av magnetkis forekommer derimot på så forskjellige måter og med så forskjellig hyppighet at en ved hjelp av disse mineralene kan gruppere de undersøkte Røros-malmene i tydelig atskilte grupper.

Som gruppe I kommer Gamle Solskinn gruve, Ny Solskinn gruve, Nyberget gruve, Olavsgruven og Quintus gruve som alle særpreges av at de ikke fører svovelkis (eventuelt som et meget sjeldent mineral i Nyberget gruve) og bare svært små mengder blyglans.

Som gruppe II kommer Kongens gruve, Rødalen gruve og Fjellsjø gruve som har mye svovelkis og en del blyglans.

Som gruppe III kommer Storzgrube og Mugg-gruven som bare lokalt har noe svovelkis og har lite blyglans. Gruppe III danner derved en overgangstype mellom gruppe I og II.

Som gruppe IV kommer Bh. 12 som har mye arsenkis som fortrenses av svovelkis, og har idiomorfe magnetiskkrystaller i sinkblende. Denne gruppen er muligens en overgangsform mellom gruppe III og gruppe V.

Gruppe V består av Bh. 3, 6 og 7 som særpreges av innhold av kromit, til dels pentlandit og til dels idiomorf magnetkis i gangarten.

På kartet ser en at gruvene i gruppe I ligger tett samlet, gruppe III litt unna gruppe I foruten lengst i nordvest, gruppe II nokså spredt over et stort område langt nordvest, gruppe IV lengst sydøst og gruppe V nokså nær gruppe IV, men innbyrdes tydelig samlet.

Gruppe V som består av Bh. 3, 6 og 7, ligger alle i Lossiusfeltet, et malmfelt som ligger like i nærheten av serpenteforekomstene. Tilstedeværelsen av kromit, idiomorfe krystaller av magnetkis i gangarten, og pentlandit, til dels som tydelige avblandings-«flammer» i magnetkis, tyder på at gruppe V opprinnelig er ekte liquidmagmatiske ertsforekomster.

Hvorledes de idiomorfe krystallene av magnetkis i sinkblende i gruppe IV (Bh. 12) skal forklares, er vanskelig å si. Magnetiskkrystallene kan muligens være avblandet fra sinkblende. Magnetiskkrystallene kan også være dannet ved omkrystallisering ved høy temperatur. En kan også tenke seg som forklaring at magnetkis opprinnelig har krystallisert ut som idiomorfe krystaller i en eller annen gangart, og at denne seinere er fortrent av sinkblende uten at magnetiskkrystallene har deltatt i reaksjonene.



## Mineraltabell:

Ertsmineraler funnet i Røros-malmene.  
Erzmineraller die in den Røroserzen gefunden wurden.

	Magnetkis $\text{FeS}$	Kobberkis $\text{CuFeS}_2$	Sinkblende $\text{ZnS}$	Svovelkis $\text{FeS}_2$	Blyglans $\text{PbS}$	Magnetit $\text{Fe}_3\text{O}_4$	Ilmenit $\text{FeTiO}_3$	Arsenkis $\text{FeAsS}$	Vallerit $\text{Cu}_3\text{Fe}_4\text{S}_7$	Cubanit $\text{CuFe}_2\text{S}_3$	Covellin $\text{CuS}$	Pentlandit $(\text{Fe, Ni})_3\text{S}_7$
Gamle Solskinn gruve	X =	X =	X =		(X)		X		(X)			
Ny Solskinngruve	X =	X =	X =		(Z)		X		(Z)			
Nyberget gruve	X =	X =	X =	(Z ?)	((Z ?))		X	(Z)	X	(Z)		
Olavsgruven	X =	X =	X =	((Z ?))	((Z))		X	Z	(X)	(Z)		
Quintus gruve	X =	X =	X =		(X)		X					
Storwartz gruve	X =	X =	X =	Z	X		X		(X)Z	(X)Z		
Kongens gruve	X =	X =	X =	X	X		(X)					
Rødalen gruve	X =	X =	X =	X	X	Z	(X)		(Z)	Z		
Fjellsjø gruve	X =	X =	X =	X	X		X					
Mugg-gruven	X =	X =	X =	Z	((Z ?))	Z	X		(X)Z	(X)Z	((Z))	
Borhull 3	X =	X =	X =	X	X							
Borhull 6	X =	X =	X =	X	X							
Borhull 7	X =	X =	X =	X	X		X					X
Borhull 12	X =	X =	X =	X	X			X				

Forklaring til mineraltabellen:

X betegner hyppig forekommende ertsmineral.

Z betegner lokalt forekommende ertsmineral.

X eller Z dobbelt understreket betegner et av hovedmineralene i malmen.

X eller Z enkelt understreket betegner et mer underordnet ertsmineral i malmen.

X eller Z alene betegner at mineralet forekommer i små mengder.

X eller Z med en parentes betegner at mineralet forekommer i svært små mengder.

X eller Z med dobbelt parentes betegner et ytterst sjeldent mineral i malmen.

X eller Z med spørsmålsteget betegner at mineralet ikke er helt sikkert riktig bestemt i den forekomsten.

X og Z kan begge stå under samme mineral i samme forekomst, f. eks. (X)Z som betegner at mineralet forekommer utbredt, men i svært små mengder, dessuten mer anriket helt lokalt.

I de forekomster hvorfra bare et preparat er mikroskopert, kan det selvfølgelig ikke skilles mellom hyppig og lokalt forekommende ertsmineraler. Her betegnes mineralene bare med bokstaven X.

$\text{Mg}/\text{Ca}_2\text{O}_4$	Molybdenglans $\text{MoS}_2$	Rutil $\text{TiO}_2$	Vismut Bi	Dyskrasit $\text{Ag}_3\text{Sb}$	Jernglans $\text{Fe}_2\text{O}_3$	Koboltglans $\text{CoAsS}$	«Naumannit»	«Gråt mineral med blästikke»	«Blyglansliknende mineral»	«Gull»	«Kvite kiser»	«Limonit» $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Antall preparater mikroskopert
			(Z)	(Z)			(Z)						3
	(Z)			Z			(Z)		((Z))				4
			(Z)	(X)		((Z?))	(Z)				((Z))		14
	(X)Z		(X)Z	(X)			(Z)	(Z)	((Z?))	((Z))		(Z)	17
		X		(X)	((Z))	((Z))	(Z)						1
		X		(Z)									6
	(X)		(Z)	(Z)			(Z)		((Z?))				1
													4
													5
													11
													1
													1
													1
													1

### Erklärung zur Mineraltabelle

Es bedeutet:

*X* ein häufig vorkommendes Erzmineral.

*Z* ein nur lokal vorkommendes Erzmineral.

*X* oder *Z* doppelt unterstrichen ein Hauptmineral im Erze.

*X* oder *Z* einfach unterstrichen ein eher untergeordnetes Erzmineral.

*X* oder *Z* allein, das Erzmineral kommt nur in sehr kleinen Mengen vor.

*X* oder *Z* in doppelten Klammern ein äusserst seltenes Erzmineral.

*X* oder *Z* mit Fragezeichen, das Mineral ist in diesem Vorkommen nicht völlig sicher identifiziert.

*X* und *Z* können beide unter demselben Mineral im gleichen Vorkommen stehen, z. B. bedeutet (X)Z, dass das Mineral *X* häufig, aber in sehr kleinen Mengen vorkommt, *Z* kommt aber lokal in grösseren Mengen vor.

Bei denjenigen Vorkommen, bei denen nur ein Anschliff mikroskopiert worden ist, kann man selbstverständlich nicht zwischen häufig und lokal vorkommenden Erzmineralien unterscheiden. Hier sind die Mineralien nur mit *X* bezeichnet.

I hvert fall skiller gruppe IV seg ut fra alle de andre undersøkte forekomstene ved at arsenkis helt klart blir fortrent av svovelkis, hvilket også vil si at arsenkis er eldre enn svovelkis i denne forekomsten.

Når en ser på forekomsten av cubanit og valleriit, ser en at disse mineralene ikke er funnet i noen av forekomstene i gruppe IV og V.

Cubanit og valleriit er mineraler som oftest finnes i kobberkis, og er dannet ved avblanding fra høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis (kubisk høytemperatur kobberkis).

At cubanit og/eller valleriit ikke finnes i kobberkis, er imidlertid ikke bevis for at kobberkisen må være dannet ved lavere temperatur enn avblandingstemperaturen for disse mineralene, idet avblandingen fra høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis kan gå direkte til kobberkis og magnetkis. Kobberkis og magnetkis finnes jo – som en ser av mineral-tabellen – i rikelige mengder i alle forekomstene i gruppe IV og V.

Men det faktum at spesielt gruppe V er en ertsforekomst som primært sannsynligvis er dannet ved høy temperatur, og at både cubanit og valleriit synes å mangle helt i alle tre preparatene herfra, vil jeg tyde som et indisium på at kobberkis er dannet ved metasomatiske prosesser på et seinere stadium og ved lavere temperatur i disse forekomstene enn i de som fører cubanit og/eller valleriit.

I gruppe I finnes cubanit og/eller valleriit i alle gruvene unntatt i Quintus gruve. Fra Quintus gruve er imidlertid bare et preparat undersøkt, og dette er et for spinkelt grunnlag til å si at disse mineralene ikke finnes i denne gruve. I de andre gruvene hvor cubanit og valleriit er funnet, er disse mineralene heller ikke funnet i alle preparatene derfra. Og da Quintus gruve ligger like i nærheten av de andre gruvene i denne gruppen som alle inneholder cubanit og/eller valleriit, og ligger mellom disse gruvene og gruppe III (Storwartz gruve) hvor også cubanit og valleriit finnes, er det mest naturlig å trekke den slutning at cubanit og/eller valleriit også finnes i Quintus gruve.

Når en ser på hvorledes kobberkis opptrer i alle gruvene i gruppe I og III, d.v.s. i Gamle Solskinn gruve, Ny Solskinn gruve, Nyberget gruve, Olavsgruven, Quintus gruve, Mugg-gruven og Storwartz gruve, er det påfallende hvorledes kobberkis fyller ut sprekker i andre mineraler, både i ertsmineraler og i silikater.

I alle disse gruvene er det svært vanlig å se kobberkis fylle ut tynne sprekker i silikatmineraler – antagelig ofte i kvarts – og helt typisk mellom



bladene på glimmerformete mineraler der glimmerbladene ser ut til å være bendt fra hverandre under tektoniske bevegelser.

Likeledes er det meget vanlig å se hvorledes ilmenitkrystaller er brutt i stykker og hvorledes kobberkis danner grunnmassen mellom bruddstykkene. Ilmenit er, som tidligere nevnt, også til dels gjennomført av tvillinglameller – antagelig trykktvillinger – der oppbrytningen har vært særlig intens (se foto 5).

Det er derfor naturlig å trekke den slutning at kobberholdige løsninger har trengt inn langs sprekker som er oppstått ved tektonisering av malmene.

Nå er riktignok kobberkis også kjent som et mineral som lett deformerer under stress og derfor kan ha vært til stede før tektoniseringen og ha kommet på sin nåværende plass på grunn av stresspåvirkningene under tektoniseringen.

I Olavsgruven ser en imidlertid tydelig at kobberkis fortrenger magnetkis og følgelig må være dannet seinere enn magnetkis.

Her er det nærliggende å trekke inn observasjonen fra Mugg-gruven i gruppe III hvor kobberkis og cubanit opptrer mellom magnetkis og sinkblende og i bare magnetkis på en måte som entydig viser at kobberkis og cubanit her er yngre enn magnetkis og sinkblende og må – antagelig i form av høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis – ha fortrenget magnetkis og muligens også sinkblende (se foto 3). Det er nærliggende å slutte at de inntrengende kobberholdige løsningene har trengt inn langs sprekker som har åpnet seg under tektoniseringen av malmen, med andre ord at avsetningen av kobbermineraler har skjedd under eller etter en tektonisering av malmen.

I Mugg-gruven ser en også at idiomorfe krystaller av magnetit, ilmenit og svovelkis er brutt i stykker, og at kobberkis er avsatt mellom bruddstykkene. Likeledes er det vanlig å se kobberkis i sprekker i silikater og mellom bladene av glimmermineraler på samme måte som i gruvene i gruppe I.

I Rodalen gruve og i Fjellsjø gruve finnes likeledes oppbrutte svovelkiskrystaller med sprekkefyllinger av kobberkis foruten av sinkblende, blyglans og magnetkis.

Magnetkisen i sprekken i svovelkisen kan være dannet ved avblanding sammen med kobberkis fra høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis og behøver således ikke bety at magnetkisen i resten av forekomsten også er dannet etter oppknusningen av svovelkiskrystallene.

Cubanit og valleriit mangler imidlertid fullstendig i Fjellsjø gruve (i de preparatene jeg har undersøkt), så det er derfor mulig at malmen i Fjellsjø gruve står i en særstilling innen forekomstene i gruppe II.

Fra Kongens gruve er bare et preparat undersøkt. Dette er derfor et for spinkelt grunnlag til å trekke noen relativt sikre konklusjoner om mineraldannelser i denne gruve.

Av de undersøkte gruver og forekomster ser en altså at i Gamle Solskinn gruve, Ny Solskinn gruve, Nyberget gruve, Olavsgruven, Quintus gruve (d.v.s. alle i gruppe I), Storzart gruve, Mugg-gruven (gruppe III), Rødalen gruve og Fjellsjø gruve (hele gruppe II unntatt Kongens gruve) er kobberkis avleiret på en måte som har en tydelig tilknytning til breksjestructurer.

Det er derfor nærliggende å tenke seg at kobberinnholdet i disse malmene er dannet ved at kobberholdige løsninger er tilført gjennom sprekker oppstått ved tektoniske bevegelser i malm og sidebergart.

Den utstrakte, men oftest meget sparsomme forekomst av cubanit og valleriit tyder på at de kobberholdige løsningene er tilført ved høy temperatur, og at det er høytemperatur blandkrystall av kobberkis og magnetkis som først er utfelt og seinere avblandet til kobberkis, cubanit, valleriit og muligens magnetkis.

De observerte fortrenningsstrukturer viser at det utfelte kobbermineral er dannet ved fortrenning av magnetkis (og muligens sinkblende). Magnetkis må derfor ha vært tilstede før de kobberholdige løsningene trengte fram. Det samme gjelder antagelig sinkblende, i hvert fall i Mugg-gruven.

På den annen side må sinkblende også i stor utstrekning ha krystallisert ut eller ha blitt omkrystallisert samtidig med at kobberholdige løsninger var til stede på grunn av at det er så vanlig å finne kobberkis avblandet i sinkblende og – i hvert fall i Rødalen gruve – sinkblendestjerner avblandet i kobberkis.

Der hvor kobberkis og cubanit tydelig er dannet langs kontakten mellom magnetkis og sinkblende i Mugg-gruven (foto 3) har imidlertid sinkblendens ikke noe avblandet kobberkis selv om dette finnes andre steder i Mugg-gruven.

Disse observasjonene i gruvene i gruppene I, II og III skulle kunne gi visse indikasjoner som kan være til nytte ved leting etter kobberkisrike partier i malmene i områdene som disse gruppene dekker.

En må da gå ut fra at kobberkis bare har kunnet bli utfelt der hvor magnetkis allerede var tilstede da de kobberholdige løsningene trengte



fram (på grunn av at stoffer i magnetkisen – jern og/eller svovel – har vært nødvendige reagenser ved utfellingen av kobbermineralet).

Ved kartlegging av malmsonene som har vært rikest på kobber, skulle en muligens kunne komme fram til et tektonisk mønster, d.v.s. et eller flere bestemte systemer av knusningssoner som må ha vært de sonene som de kobberholdige løsningene har trengt fram langs. Denne kartleggingen kan foregå dels ved undersøkelser av eventuelle arkiverte data om kobberinnholdet i malmen på de forskjellige stedene, og dels ved undersøkelse av malmen i ennå gjenstående bergfester. En bør forsøke å finne ut totalt kobberinnhold i malmen og likeledes forholdet kobberkis/magnetkis. Antagelig vil dette forholdstallet være den beste indikasjon på hvor eventuelle knusningssoner går, for en må vente at der hvor magnetkisen har vært mest oppknust, er den mest fortrenget av kobberkis; det vil med andre ord si at det er mest sannsynlig at knusningssonene går der hvor forholdstallet kobberkis/magnetkis er høyest.

Hvis det lar seg gjøre å spore opp disse knusningssonene også utover i sidebergarten, skulle en derved ha kommet et langt skritt videre. For hvis en innenfor så store deler som mulig av feltet kan få kartlagt dette bestemte system av knusningssoner, og en ved geologiske og geofysiske undersøkelser kan få kartlagt de magnetkisrike partiene i feltet, skulle en altså kunne vente å finne kobberkisanrikninger der de ovenfor nevnte knusningssoner går gjennom de magnetkisrike partiene i feltet.

Som tidligere nevnt må kobberholdige løsninger ha vært til stede under krystallasjonen av de sinkblendepartiene som nå inneholder avblandet kobberkis, foruten at sinkblende også i enkelte forekomster må ha vært til stede for de kobberholdige løsningene trengte fram (f. eks. i Mugggruven).

At sinkblende har krystallisert ut i minst to perioder, synes observasjonen fra Ny Solskinn gruve å vise. Der hadde hovedmassen av sinkblende røde indrereflekser, mens sinkblende på sprekker i silikatmineraler i et preparat hadde oransje indrereflekser, d.v.s. at sinkblenden i sprekke-ene i silikatmineralene har lavere FeS-innhold enn resten av sinkblenden. Det er imidlertid mulig at sinkblenden med de oransje indrerefleksene ikke var mettet på FeS under utkrystallasjonen. I så fall kan begge sinkblendetyperne være dannet samtidig.

Hvis sinkblenden også i sprekke-ene i silikatmineralene var mettet på FeS under utkrystallasjonen, tyder dette på at denne sinkblenden har krystallisert ut ved høyere trykk og/eller lavere temperatur enn sinkblenden med de røde indrerefleksene.



Kobberholdige løsninger må imidlertid ha vært til stede under krystallisasjonen av begge disse sinkblendetyperne da de begge inneholder avblandet kobberkis.

Ingen observasjoner i noen av de undersøkte forekomstene tyder på at mineralene ilmenit, arsenkis og magnetit fortrenger andre ertsmineraler. Disse tre mineralene må derfor være blant de eldste ertsmineralene i alle forekomstene hvor de er funnet. Noen innbyrdes aldersrekkefølge mellom dem kan ikke oppstilles på grunnlag av de observerte data.

Ingen observasjoner viser at magnetit fortrenges av andre ertsmineraler. Ilmenit fortrenges bare av titanit, og arsenkis fortrenges av svovelkis i Bh. 12 og helt sikkert av magnetkis og noe mer tvilsomt av sinkblende i Olavsgruven, foruten av magnetkis også i Nyberget gruve.

Når det gjelder alderen av svovelkis i forhold til de andre ertsmineralene, er observasjonene vanskeligere å tyde.

I Rødalen gruve, Fjellsjø gruve og Mugg-gruven er det ingen observasjoner som taler mot at svovelkis kan tilhøre de eldste ertsmineraler.

I alle disse gruvene er svovelkis brutt i stykker ved tektoniske prosesser, og i Rødalen gruve og Fjellsjø gruve danner magnetkis, sinkblende, kobberkis og blyglans grunnmassen mellom de oppbrutte svovelkiskrystallene, mens bare kobberkis er observert mellom svovelkisbruddstykkene i Mugg-gruven. I Fjellsjø gruve finnes dessuten idiomorfe svovelkiskrystaller omgitt av en tynn «hud» av kobberkis, d.v.s. kobberkis må ha krystallisert ut etter dannelsen av svovelkiskrystallene.

I Rødalen gruve må det imidlertid også være dannet svovelkis på et seinere stadium, idet svovelkis opptrer som «birds eyes» i magnetkis-modifikasjonen som har slipespaltbarhet og sterkere anisotropi enn vanlig magnetkis. Her har antagelig svovelkisdannelsen – som tidligere nevnt – gått via markasit.

I Kongens gruve – som også er plasert i gruppe II – finnes idiomorfe krystaller av svovelkis med inneslutninger av ilmenit, sinkblende, kobberkis og blyglans. Dette tyder på at svovelkis har vokst som porfyroblaster på et noe seinere stadium i den tida ertsmineralene ble avsatt, og innesluttet disse nevnte mineraler under sin vekst. Dette vil med andre ord si at svovelkis her må tilhøre de yngste ertsmineralene.

Idiomorfe svovelkiskrystaller med inneslutninger av kobberkis og blyglans er også funnet i Bh. 3, slik at liknende slutninger kan trekkes her.

I Bh. 12 er det helt tydelig at svovelkis fortrenger arsenkis, d.v.s. svovelkis må være yngre enn arsenkis i denne forekomsten.

Hvis bestemmelsen av svovelkis fra Nyberget gruve er riktig, der et

svovelkislignende mineral danner sprekkefyllinger i magnetkis, sinkblende og kobberkis, må svovelkis være yngre enn disse tre mineralene i denne graven (samme sprekke kan følges sammenhengende gjennom disse tre mineralene).

Den tidligere oppfatningen som dr. C. W. Carstens har hevdet, at svovelkis er eldre enn sinkblende, magnetkis, kobberkis og blyglans, kan ifølge ovenfor omtalte observasjoner ikke uten unntak sies å være riktig i Røros-malmene. Svovelkis må i enkelte forekomster være dannet i flere perioder, til dels som et relativt ungt ertsmineral.

### Zusammenfassung.

Diese Untersuchung ist auf Grund einer Sammlung von älteren und neueren Erzanschliffen durchgeführt worden. Eine geologische Kartierung ist in Verbindung mit dieser Untersuchung nicht durchgeführt worden.

Da die genauen Lokalitäten der meisten Erzanschliffe sehr mangelhaft bekannt waren, kann diese Arbeit für jede Grube und jedes Erzvorkommen nur summarisch sein.

Zuerst sind die einzelnen Erzminerale beschrieben. Die Minerale die gefunden wurden, sind in der Mineraltabelle aufgeführt. Mehrere dieser Minerale waren im Røroserzgebiet früher unbekannt.

Die Mineraltabelle ist auch ein Versuch, die Häufigkeit der einzelnen Erzminerale in jedem Erzvorkommen zu zeigen. Da es nicht bekannt ist in welchem Ausmass die Erzanschliffe von typischen Erzen gemacht wurden, ist diese Häufigkeitsangabe mehr oder weniger zweifelhaft.

Magnetkies zeigt in mehreren von den Gruben eine beginnende Umwandlung in eine grauweisse Magnetkiesmodifikation mit deutlicher Schleifspaltbarkeit in einer Richtung. Dieses Mineral hat in der Gamle Solskinn Grube viel schwächere und in der Rødalen Grube viel stärkere Anisotropieeffekte als gewöhnlicher Magnetkies. In der Rødalen Grube hat diese Magnetkiesmodifikation Körner von Schwefelkies in der Mitte, d.h. «birds eye»-Struktur (Photo 1).

In mehreren der behandelten Vorkommen hat ein Teil des Magnetkieses perthitähnliche Lamellen mit einer etwas grösseren Schleifhärte als der übrige Magnetkies (Photo 2).

Die Cubanitlamellen des Kupferkieses in fünf und Vallerit in sieben der untersuchten Erzvorkommen deuten darauf hin, dass das Kupfer ursprünglich im Hochtemperaturmischkristall von Kupferkies und Magnetkies («kubischer Hochtemperaturkupferkies») kristallisiert war.



Entmischter Kupferkies in der Zinkblende in bis zu neun der Erzvorkommen und Zinkblendesternchen in Kupferkies in ein (möglicherweise zwei) Fällen (Photo 4 und 11) zeigt, dass Kupfer schon bei der Kristallisation von Zinkblende anwesend war. Die Zinkblende muss aber auch älter sein als die Zufuhr der kupferhaltigen Lösungen. Wo entmischter Kupferkies in Zinkblende vorliegt, muss Zinkblende zur Zeit, da die Kupferminerale gebildet wurden, rekristallisiert worden sein.

In der Mugg-Grube muss sowohl die Zinkblende als auch der Magnetkies schon kristallisiert gewesen sein, als die kupferhaltigen Lösungen eindringen, da man hier sehen kann wie Kupferkies und Cubanit als schmaler Rand zwischen Zinkblende und Magnetkies und in Sprüngen in Magnetkies liegen; siehe Photo 3.

Den Kupferkies findet man häufig in Sprüngen anderer Mineralien, sowohl in Silikaten als auch in Erzminerale, und zwischen Bruchstücken von zerbrochenen Erzminerale wie Schwefelkies, Ilmenit, Magnetit und Magnetkies. Dies deutet darauf hin, dass die kupferhaltigen Lösungen durch tektonische Zerrüttungszonen in die Erze und die Nebengesteine eingedrungen sind.

In der Olavsgrube kann man lokal Strukturen sehen, die darauf deuten, dass der Magnetkies den Arsenkies verdrängt hat (Photo 6), und dass dieser wiederum später vom Kupferkies verdrängt worden ist. Wie man auf Photo 8 an mehreren Stellen erkennen kann, befindet sich das Arsenkieskorn an der Grenze zwischen Kupfer- und Magnetkies jeweils ganz vorn an einer in die Kupferkiesmasse eindringenden Magnetkiesspitze.

Die kupferhaltigen Lösungen müssen imstande gewesen sein, einige Silikatminerale in der Zwischenmasse der idiomorphen Arsenkieskristalle zu zersetzen. Die kupferhaltigen Lösungen konnten aber offenbar die Arsenkieskristalle nicht verdrängen.

In Bohrung Bh. 12 wird Arsenkies von Schwefelkies verdrängt.

In der Kongens Grube, der Rødalen Grube und in Bh. 3 muss Schwefelkies wahrscheinlich als Porphyroblasten zur Zeit der Erzmineralisierung erst spät gewachsen sein, und hat während des Wachstums Silikate, Ilmenit, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz eingeschlossen.

Die Bohrungen 3, 6 und 7 (Bh. 3, Bh. 6 und Bh. 7) liegen alle im Gebiet der Lossiusgruben, die in der Nähe des Rauhammeren Serpentin-gebiets liegen.

In Bh. 3 kann man idiomorphe Kristalle von Magnetkies in der Gangart sehen.

In Bh. 7 hat der Magnetkies Entmischungsflammen von Pentlandit



(Photo 12), und zwischen den Magnetkieskristallen liegen Einzelkristalle von Pentlandit (Photo 13). Chromit ist in allen Bohrungen im Gebiet der Lossiusgruben ein häufiges Mineral, vorzugsweise in der Gangart.

Diese Beobachtungen geben den Vorkommen in den Bohrungen 3, 6 und 7 eine Sonderstellung unter den untersuchten Gruben und Erzvorkommen im Rørosgebiet. Es ist wahrscheinlich, dass diese Vorkommen erst als liquidmagmatische Nickelmagnetkieslagerstätten gebildet wurden.

Die Mineralien Ilmenit, Magnetit, Arsenkies und teilweise auch Schwefelkies sind wahrscheinlich zu den ältesten Erzmineralien zu zählen, weil keine Beobachtungen zeigen, dass sie andere Erzmineralien verdrängt haben.

Von den seltneren Mineralien Dyskrasit, Wismut, Molybdenglanz und Kobaltglanz ist der Dyskrasit recht häufig, kommt aber nur in sehr kleinen Mengen vor.

Weiter gibt es einige noch nicht identifizierte Mineralien, die als «Naumannit», «Gold», «graues Mineral mit Blaustich», «bleiglanzähnliches Mineral» und «weisse Kiese» erwähnt sind.

Das Mineral, das als «Gold» erwähnt ist, ist wahrscheinlich eine Gold-Silberlegierung, weil das Polierverhalten und das Reflexionsverhalten demjenigen des Goldes ziemlich ähnlich ist. Das Gelb ist aber ein wenig heller als dasjenige des Goldes.

Das Polierverhalten und das Reflexionsverhalten für das Mineral, das als «Naumannit» erwähnt ist, stimmt ziemlich gut mit dem Verhalten der Mineralien Naumannit, Hessit, Beegerit und Chalkostibit überein. Das Mineral ist aber noch nicht sicher identifiziert.

Die Mineralien, die als «weisse Kiese» erwähnt sind, könnten in einigen Anschliffen Arsenkies sein, müssen aber in anderen Anschliffen andere Mineralien sein.

Für den Rest dieser nicht identifizierten Mineralien wurden keine Anhaltspunkte zur Bestimmung gefunden.

### Litteratur.

*C. W. Carstens*: Zur Genesis der norwegischen Schwefelkiesvorkommen.

— Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Band 88. Jahrgang 1936, Heft 4.

*A. B. Edwards*: Textures of the Ore Minerals and Their Significance. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 1954.

*P. Ramdohr*: Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Berlin 1955 og 1960.

*H. Schneiderhöhn*: Erzmikroskopisches Praktikum. Stuttgart 1952.

*Th. Vogt*: Undersøkelse av våre malmleier efter moderne metoder. Tidsskrift for Kjemi og Bergvesen, nr. 9, 1936.

Foto nr. 1. «Birds eye»-struktur i magnetkis. Det lysest grå mineralet er svovelkis.

*«Birds eye»-Struktur in Magnethies. Das am hellsten graue Mineral ist Schwefelkies.*

Fotografert med 1 nicoll, grønnfilter og immersjonsolje. Rødalen gruve.

Foto nr. 2. Magnetkis med større slipehardhet enn magnetkisen i grunnmassen. Det lysest grå mineralet med tydelig relieff er kobberkis, det mørkegrå er sinkblende og det sorte er hull i preparatet.

*Magnetkies mit grösserer Schleifhärte als der Magnethies in der Zwischenmasse. Das am hellsten graue Mineral mit deutlichem Relief ist Kupferkies, das dunkelgraue ist Zinkblende. Löcher sind schwarz.*

Fotografert med 1 nicoll, grønnfilter og tubus litt hevet. Olavsgruven.

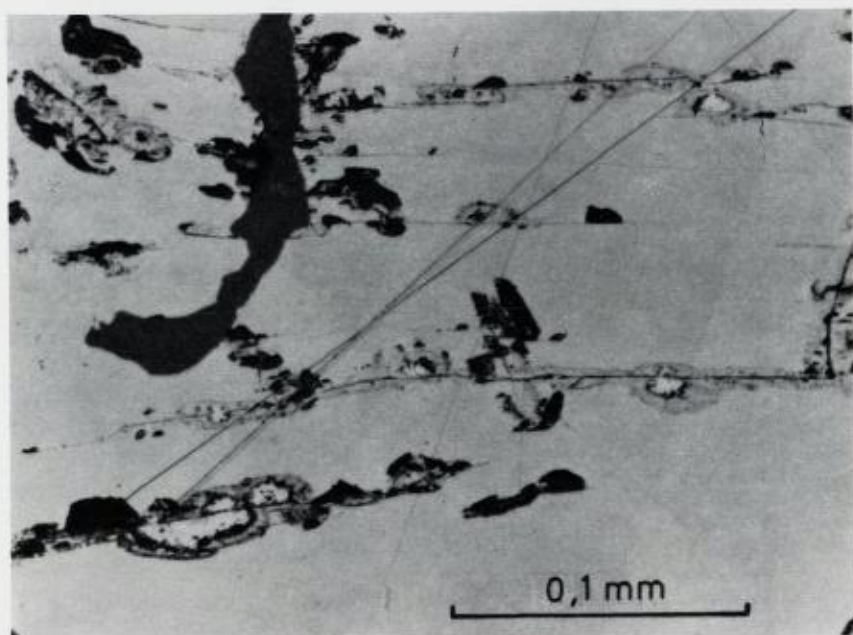


Foto 1

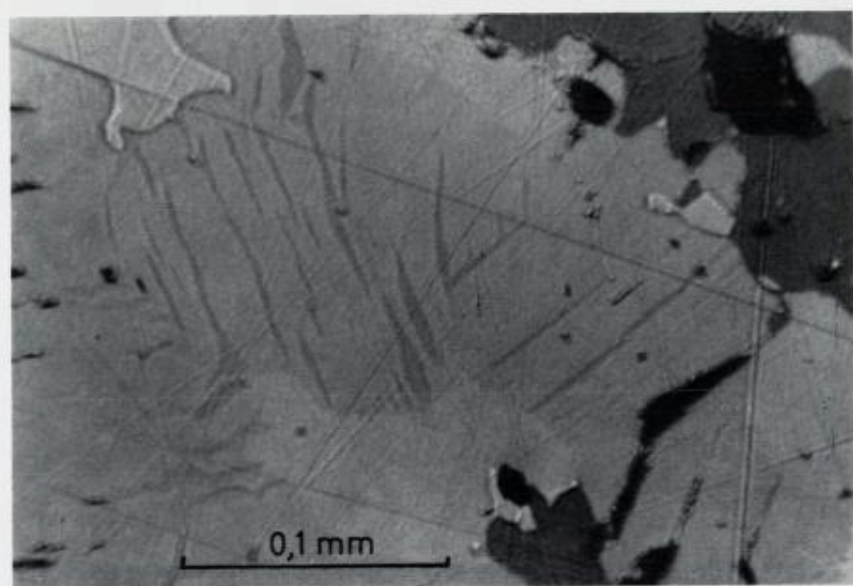


Foto 2



Foto nr. 3. Kobberkis og cubanit (C) mellom sinkblende og magnetkis og i sprekker i magnetkis. Kobberkis er lysest grå, magnetkis og cubanit har samme gråtone, men med tydelig forskjell i relieff. Sinkblende er mørkegrå. Det helt sorte er hull i preparatet.

*Kupferkies und Cubanit (C) zwischen Zinkblende und Magnetkies und in Sprüngen im Magnetkies. Der Kupferkies ist am hellsten grau. Der Magnetkies und der Cubanit haben denselben Farbton aber mit deutlichem Unterschied im Relief. Die Zinkblende ist dunkelgrau.*

*Löcher sind schwarz.*

Fotografert med 1 nicoll, grønnfilter og immersjonsolje. Mugg-gruven.

Foto nr. 4. Sinkblendestjerne rundt idiomorf magnetitkrystall i kobberkis.

*Ein Zinkblendestern, der um einen Magnetitkristall in Kupferkies auskristallisiert ist.*

Fotografert med 1 nicoll og monokromatisk filter. Rødalen gruve.

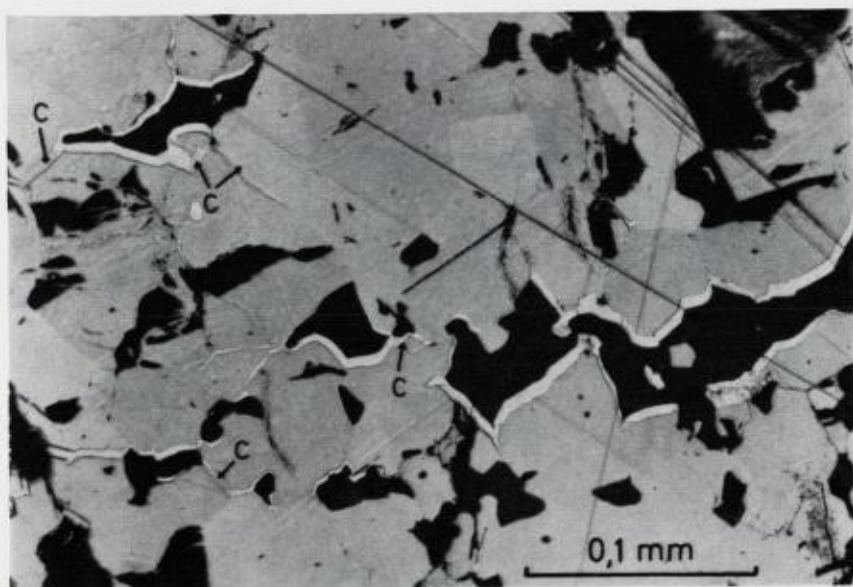


Foto 3

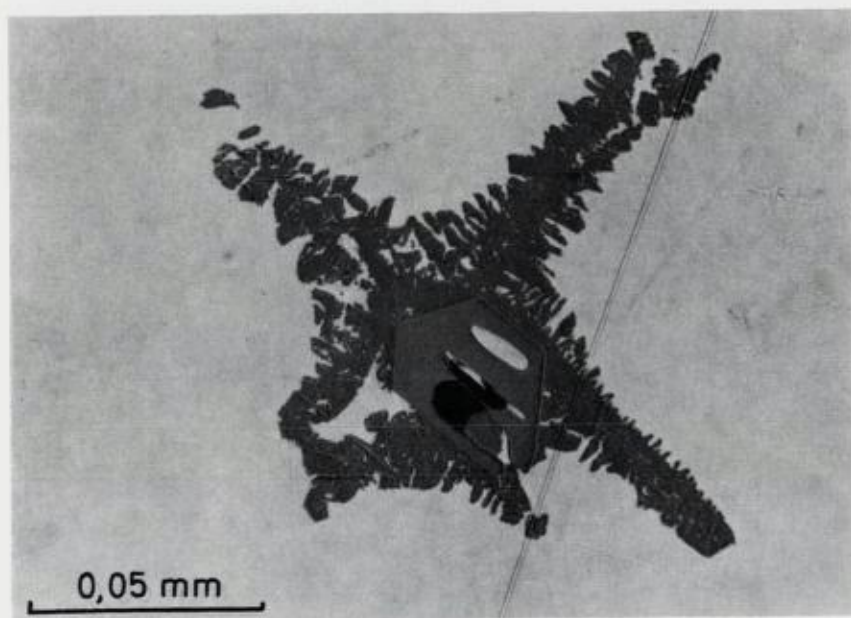


Foto 4

Foto nr. 5. Oppbrutte ilmenitkrystaller med tvillinglameller i kobberkis. Den lille ilmenitkrystallen er delvis omdannet til titanit (T). Videre sees sinkblende (S) og magnetkis (M).

*Zerbrochene Ilmenitkristalle mit Zwillingslamellen in Kupferkies. Der kleine Ilmenitkristall ist teils von Titanit (T) verdrängt worden. S = Zinkblende, M = Magnetkies.*

Fotografert med delvis kryssete nicoller og monokromatisk filter.

*Ny Solskinn gruve (ved forkastningen).*

Foto nr. 6. Idiomorfe arsenkiskrystaller (lysegrått) i silikat (mørkegrått) og xenomorfe «tunger» av magnetkis (mellomgrått) i arsenkis.

*Idiomorphe Arsenkieskristalle (hellgrau) in Silikat (dunkelgrau) und xenomorphe «Zungen» von Magnetkies (mittelgrau) in Arsenkies.*

Fotografert med 1 nicoll. *Olavsgruven.*



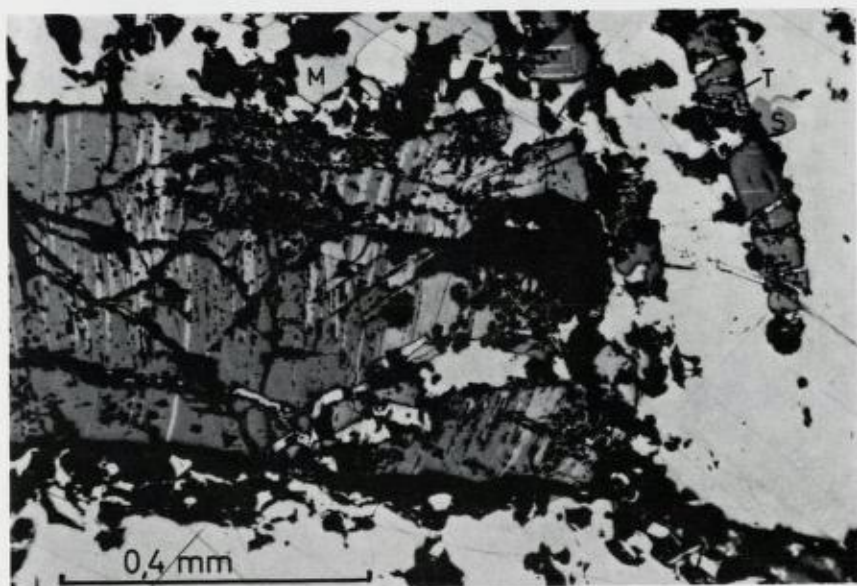


Foto 5

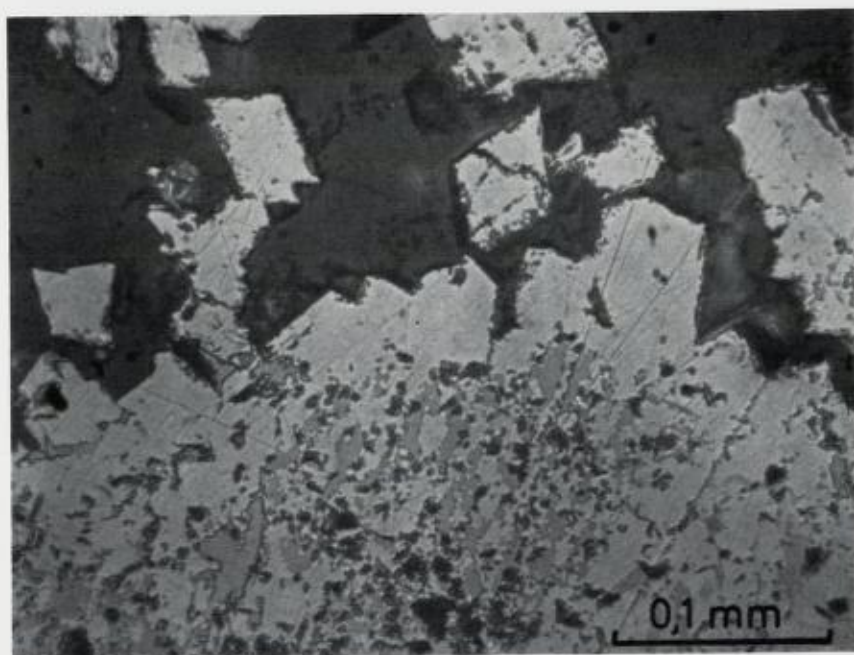


Foto 6

Foto nr. 7. Idiomorfe arsenkiskrystaller i kobberkis. Xenomorfe «tunger» av magnetkis i arsenkis nederst til høyre.

*Idiomorphe Arsenkieskristalle in Kupferkies. Xenomorphe «Zungen» von Magnetkies unten rechts.*

Fotografert med 1 nicoll. *Olavsgruven.*

Foto nr. 8. Arsenkiskorn (lysest grått) på «nes» av magnetkis som stikker inn i kobberkismassene (Cu); se pilene.

*Körner von Arsenkies (am hellsten grau) auf der in die Kupferkiesmasse (Cu) eindringenden Magnetkiesspitze; siehe Pfeile.*

Fotografert med 1 nicoll, lyst blåfilter og immersjonsolje. *Olavsgruven.*

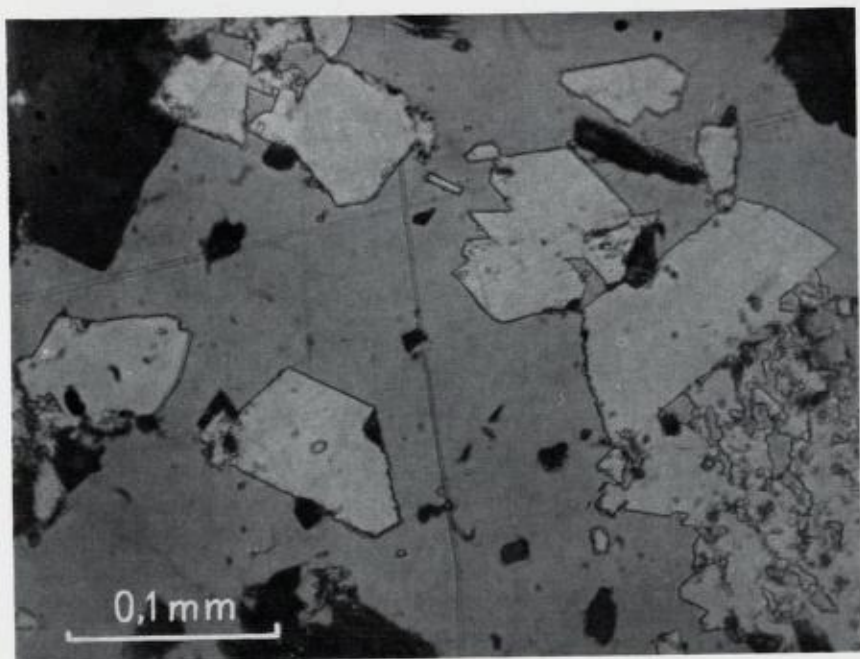


Foto 7

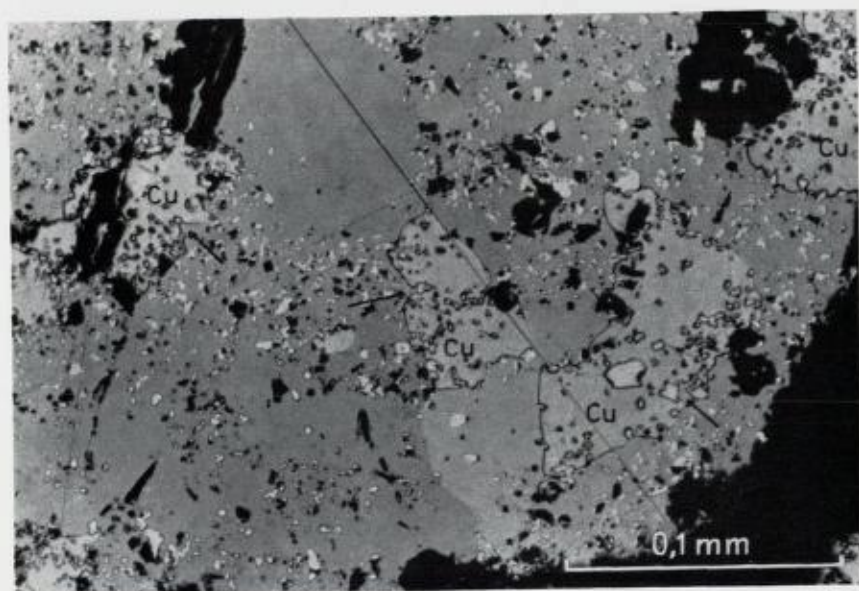


Foto 8



Foto nr. 9. Valleriit utkrystallisert i kanten av silikatinneslutning (biotit?) i kobberkis.

*Valleriit am Rande eines im Kupferkies eingeschlossenen Silikatminerales (Biotit?).*

Fotografert med 1 nicoll og grønnfilter. Mugg-gruven.

Foto nr. 10. Rand av valleriit (kvitt) rundt små korn av kobberkis i magnetkis.

*Ränder von Valleriit (weiss) um kleine Kupferkieskörner in Magnetkies.*

Fotografert med nesten kryssete nicoller og immersjonsolje.

*Ny Solskinn gruve.*

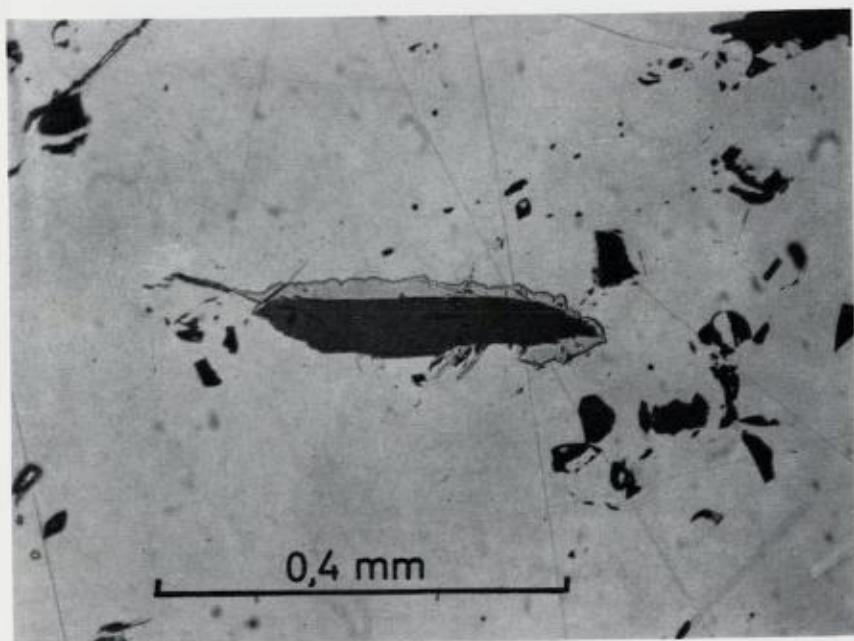


Foto 9

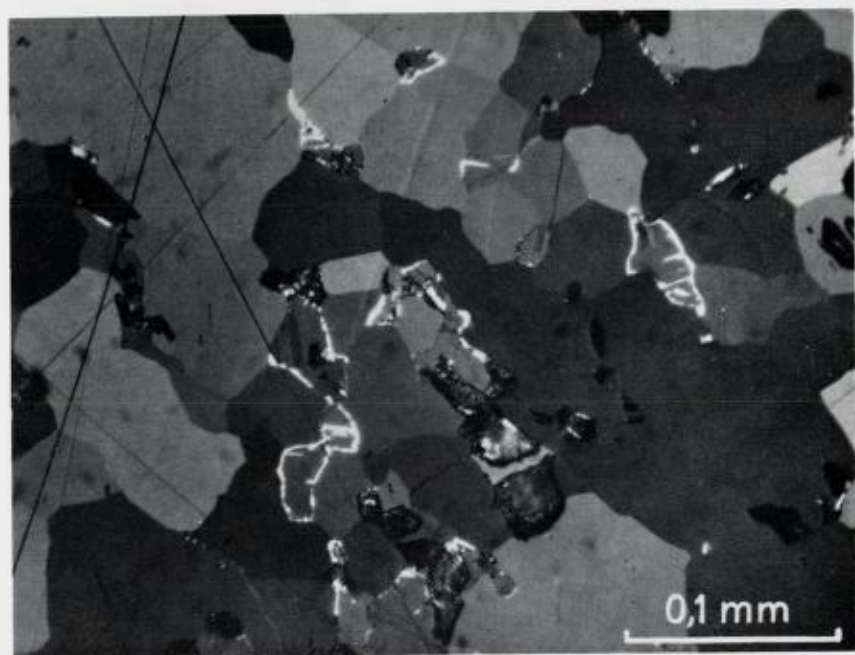


Foto 10

Foto nr. 11. Cubanit, valleriit (kvitt) og sinkblendestjerner (svart)  
i kobberkis.

*Cubanit, Valleriit (weiss) und Zinkblendesternchen (schwarz) im Kupferkies.*  
Fotografert med delvis kryssete nicoller, monokromatisk filter og immersjonsolje.  
*Rødalen* gruve.

Foto nr. 12. Pentlandit-«flammer» i magnetkis.

*«Flammen» von Pentlandit in Magnetkies.*  
Fotografert med 1 nicoll og grønnfilter. Bh. 7.



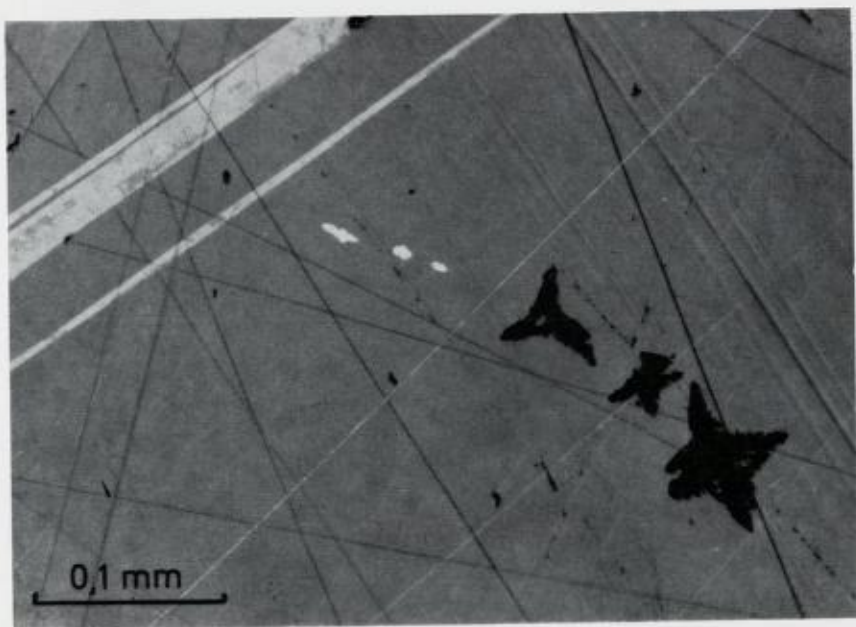


Foto 11

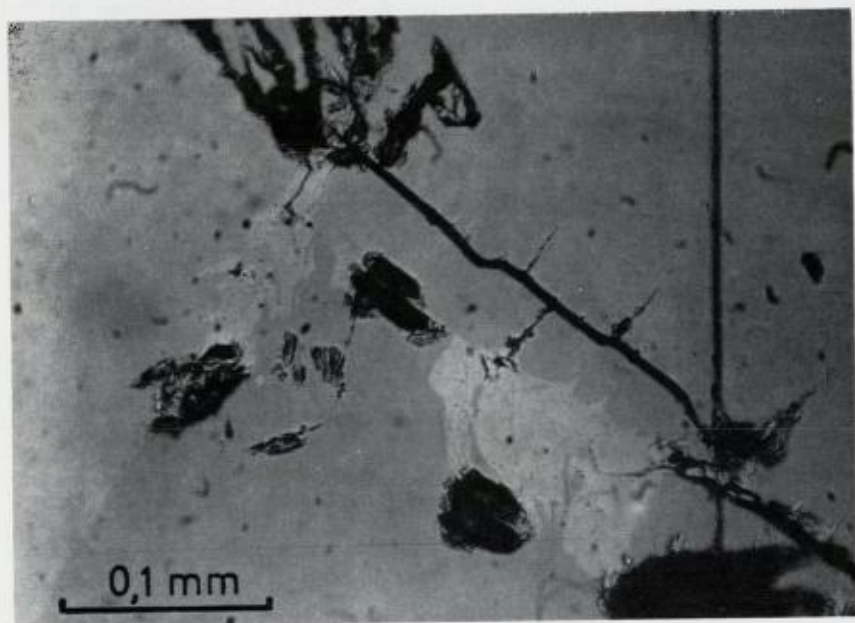


Foto 12

Foto nr. 13. Pentlanditkrystall (P), magnetkis (M) og kobberkis (Cu).

*Pentlanditkrystall (P), Magnetkis (M) und Kupferkis (Cu).*

Fotografert med 1 nicoll og grønnfilter. Bh. 7.

Foto nr. 14. Kobberkis (Cu), sinkblende (S), vismut (Bi), dyskrasit (D), «naumannit» (n) og «blyglansliknende mineral» (x). Sort er hull i preparatet.

*Kupferkis (Cu), Zinkblende (S), Wismut (Bi), Dyskrasit (D), «Naumannit» (n) und «bleiglanzähnliches Mineral» (x). Löcher sind schwarz.*

Fotografert med 1 nicoll og immersjonsolje. Mugg-gruven.

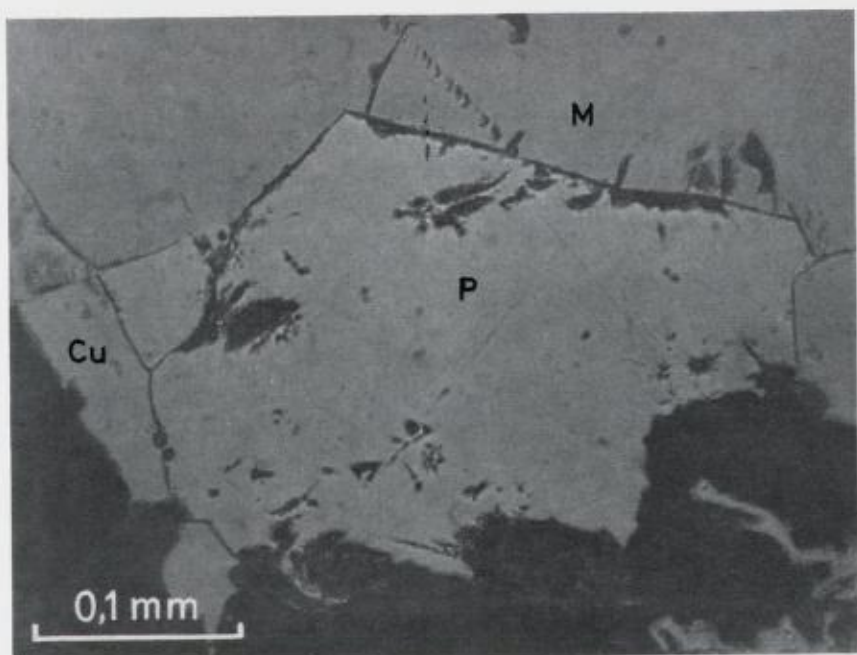


Foto 13

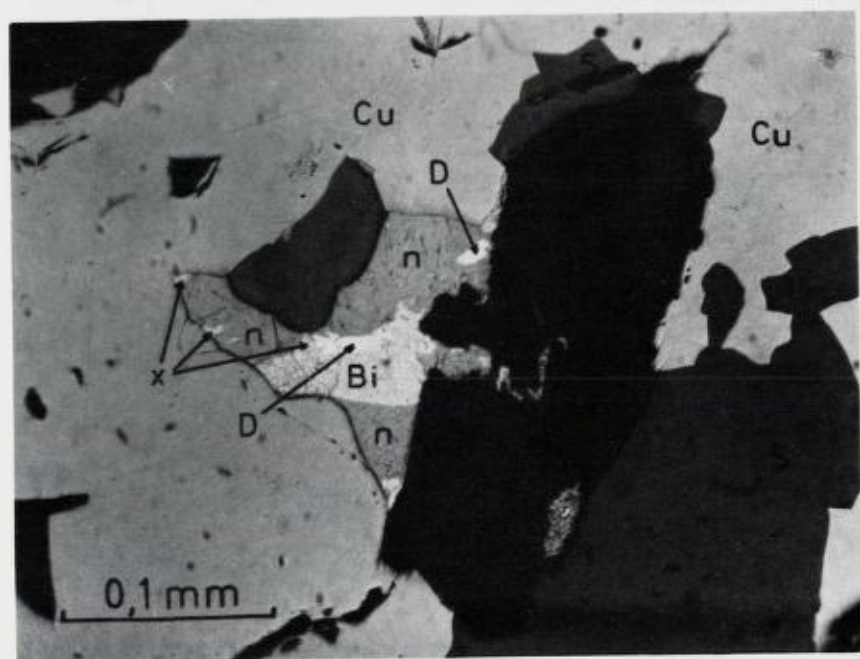


Foto 14



Foto nr. 15. Dyskrasit (D), «naumannit» (n) og «blyglansliknende mineral» (x)  
i magnetkis (M) og sinkblende (mørkegrått).

*Dyskrasit (D), «Naumannit» (n) und «bleiglanzähnliches Mineral» (x) in Magnetkies (M)  
und Zinkblende (dunkelgrau).*

Fotografert med 1 nicoll og monokromatisk filter.  
*Ny Solskinn gruve.*

Foto nr. 16. Krystaller av koboltglans i kobberkis. Mørkegrått mineral  
øverst til høyre er valleriit.

*Kristalle von Kobaltglanz in Kupferkies. Das dunkelgraue Mineral  
oben rechts ist Valleriit.*

Fotografert med 1 nicoll, monokromatisk filter og immersjonsolje.  
*Storvartz gruve.*

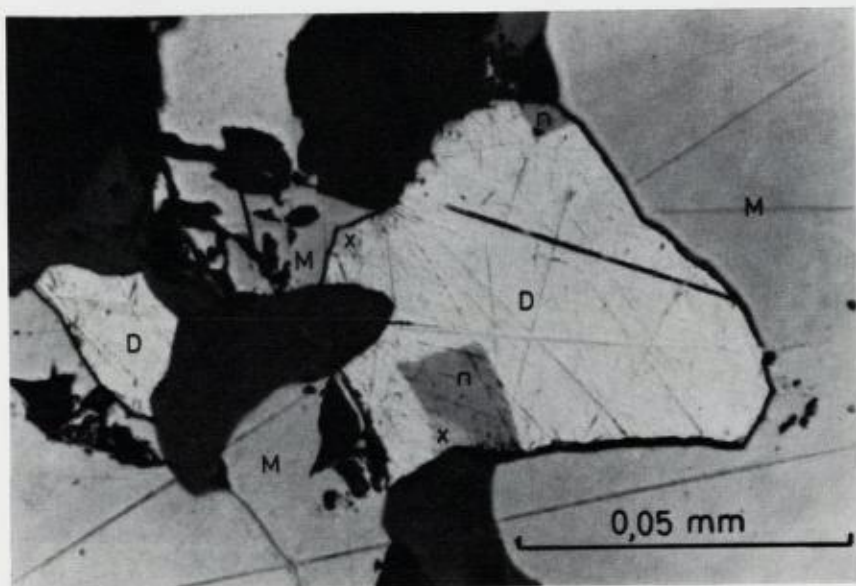


Foto 15

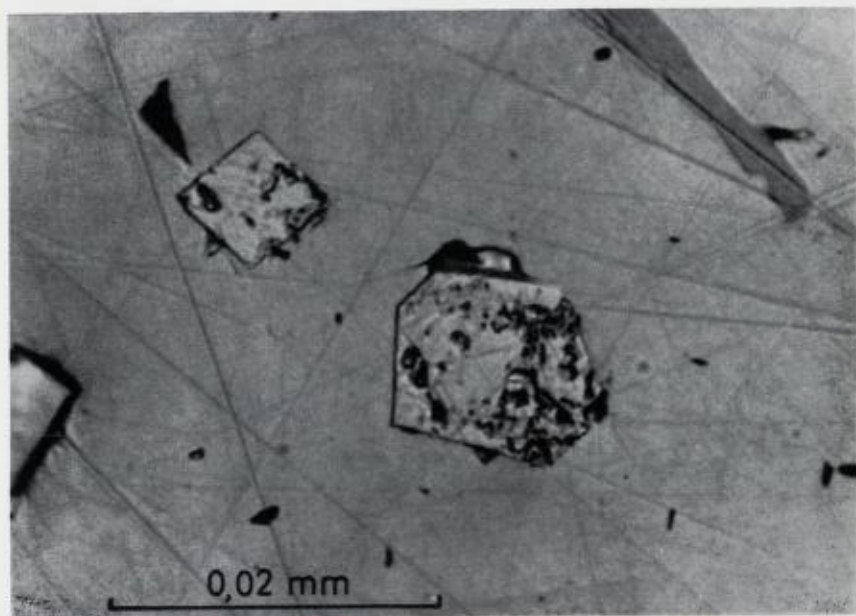


Foto 16