



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

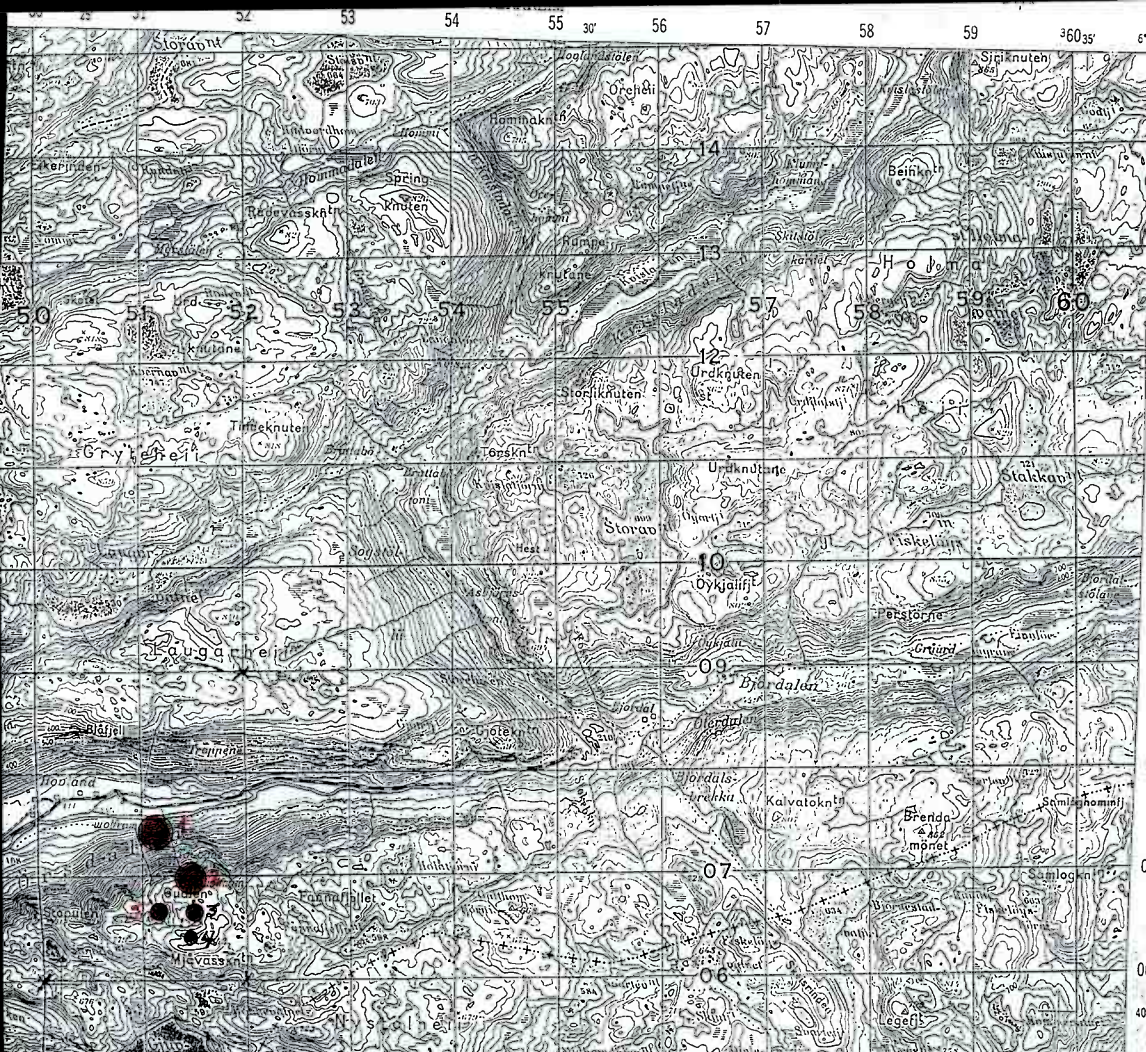
Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 6066	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Vestlandske	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel BA-Rapporter vedrørende Ørdsalen wolframforekomster				
Forfatter		Dato	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)	
Kommune Bjerkreim	Fylke Rogaland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13123	1: 250 000 kartblad Mandal
Fagområde Forekomstbeskrivelser	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Hovland gruver (Sandnesskjerpet) 155 - II (Steinar Foslie NGU 126) Stoll I og II 155 - II Schønning gruver 155 - II Wolframsynken og Wolframstrossen 155 - II Strossekrateret 155 - II		
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype W, Mo			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Rapportene omhandler følgende forekomster og er kopier av NGU's bergarkivrapporter (BA): Hovland gruver (Sandnesskjerpet) BA 3352, 4120, 4668, 4669 Gruver: Stoll I og II Schønning gruver Wolframsynken og Wolframstrossen Strossekrateret BA - rapporter: 98, 1085, 1086, 1087, 1254, 1338, 1339, 1340, 1443, 1509, 1616, 1617, 1618, 1619, 2264, 2265, 2267, 2268, 2269, 2270, 3660, 3661, 3938, 4468, 4601, 4671, 4672, 4673, 4674, 4675				

Hovland GR

SF 155/II

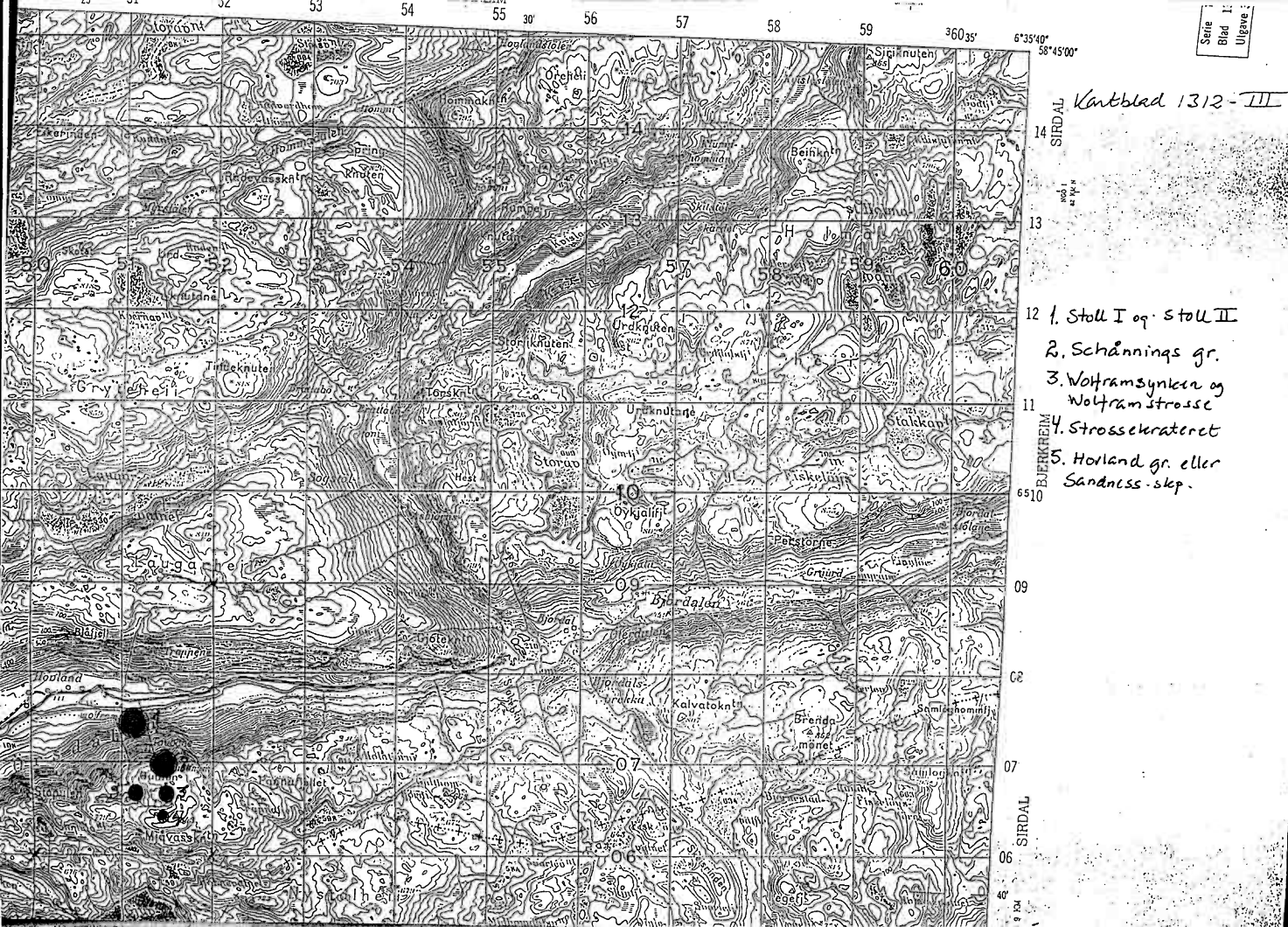
~~4~~ 13123 512 067

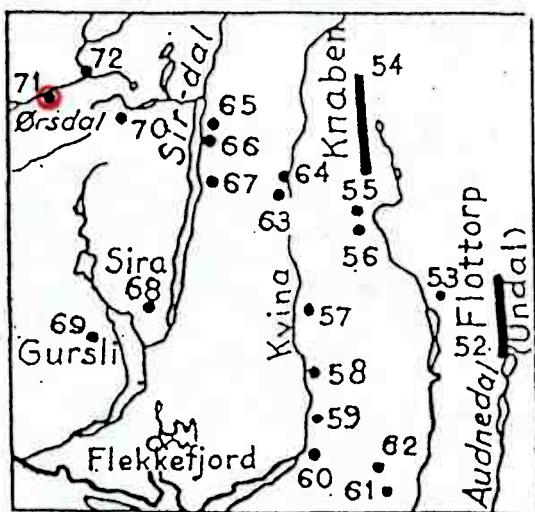


Serie 1
 Blad 1
 Utgave 1

Kartblad 1312-III

14 SIRDAL
 13
 12 1. Stoll I og Stoll II
 2. Schännings gr.
 3. Wolframsynken og Wolframstrasse
 4. Strosskrateret
 5. Horland gr. eller Sandness-skep.
 11
 10
 09
 08
 07
 06 SIRDAL





0 10 20 30 Km.

in figl. mynt

Hengsberg

SV

Arkival

Norges Geologiske Undersøkelse

Berggrunn

Rapport nr.: 3352

Hovland, geologi.

Hovedarbeidet her er lagt paa "nye synken", hvor der er ganske meget paa molybdenmal: i en mæltighet av ca. 2 meter.

I 500 meters feltlængde nordover til Cluhoa kan findes malen paa sletter og lange skifer - og gneisstriper. I Lammaskjæringen syd for nye synken er foruten molybdenmal ogsaa fundet wolframerts, navnlig scheelit.

Hovedbergarten her er en granit som indeholder mikroperitisk feldspat, kvarts og rhombisk pyroxen og som benævnes birkrenit efter Professor Kolderup. Det er betynderlig, at der kun er ved denne bergart at kombinationen wolfram - molybdenerts er kjendt her i landet. I Fredalen er saadan malakombination kjendt adskillige steder og man bør være opmærksom herpaa, da man ogsaa kunde finde saadan malen i birkrenit andre steder i betydelig mængde. Der bør være stor betyngivenhet, da scheeliten er nok saa uanskelig og let overset.

I Hovlandfeltet er scheelit fundet flere steder. I vedlagte skisse sees et tverprofil av forekomsten gjennem stollen og nye synken. Malmen er fulgt ned synken og op igjennem slepskanten. I stollen holdt gangen paa at kile ut, og det vil ved videre avsynkning være av interesse at se om man finder nye ganger mot dypet. Malmen i Hovlandforekomsten er vistnok likesom ved vore øvrige molybdenforekomster dannet ved pneumatolitiske processer under magmaens krystallisation.

OF/Hg.
6-2-19.

1919
M e m o r i a

vedr.

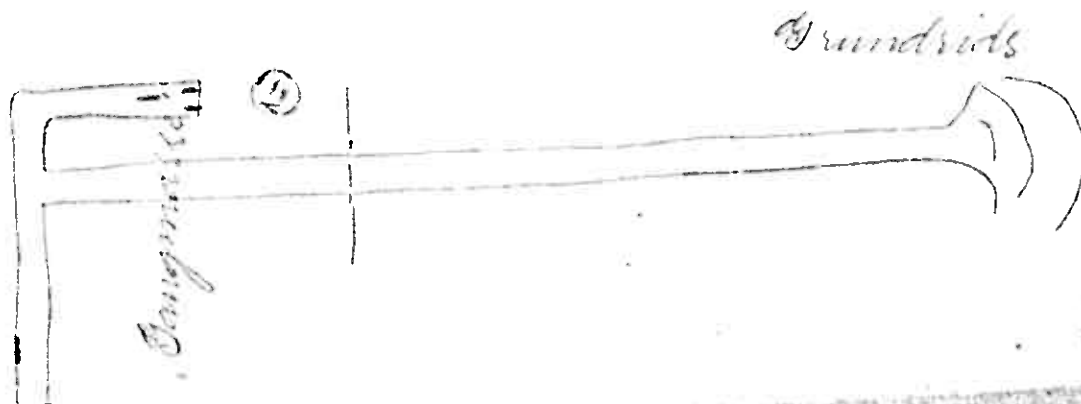
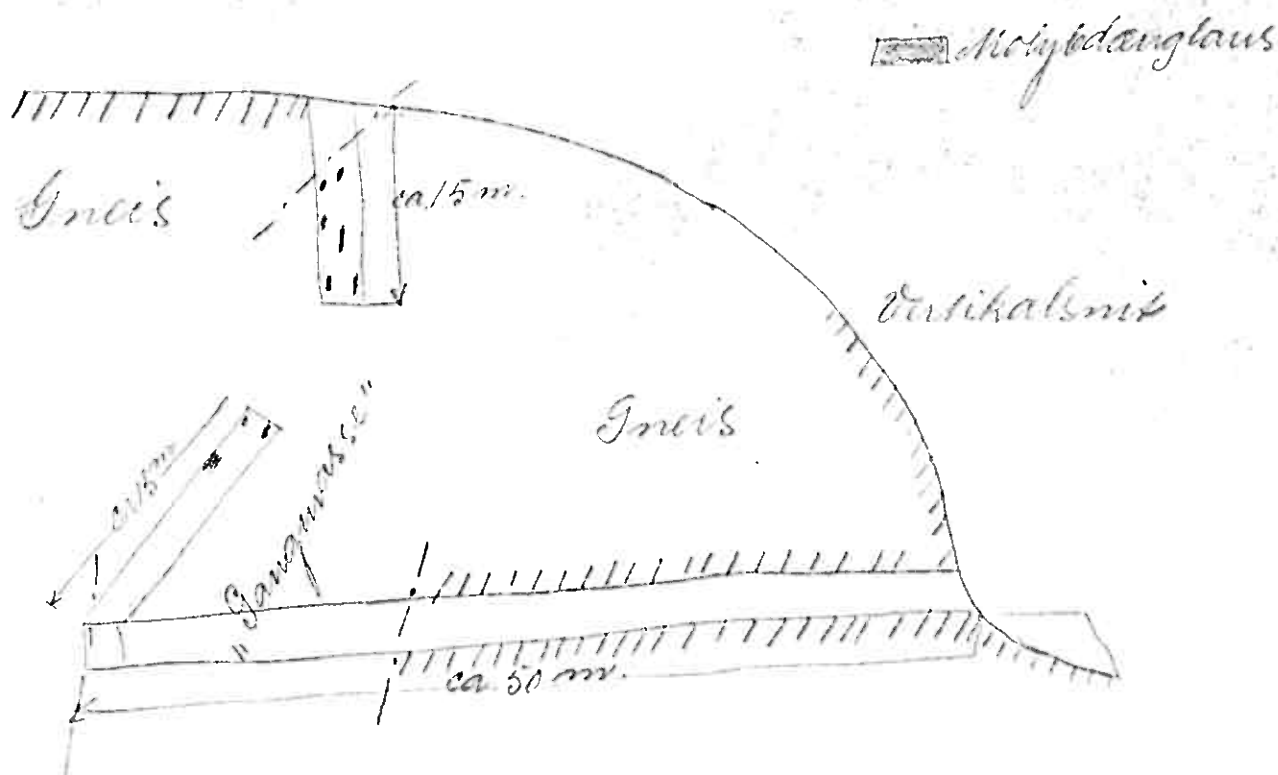
A/S Hovland Wolfram- & Molybdængruber.

Bergarkivet
Rapport nr.: 4120

I December 1918 henvendte dette selskab sig til E.K. ved sin administrerende direktør Ingeniør Pail Saugstad gennem advokat Blom med forespørsel om E.K. vilde delta med en ca. kr. 500.000.- i selskabets færdiggjørelse af sine anlæg.

Selskabets styre består af ingeniør Saugstad, Skibsbøder Madsen, Uhrmaker Hansen, likesom Ingeniør Rudolf Krum og Skibsbøder Einar Meling er interessert. - Driftsbestyrer er Ingeniør Schütz.

Efter at undertegnede i Stavanger havde en konference med selskabets direktion og havde faat anledning til at gjøre sig bekjendt med bergingeniør H. H. Smiths rapport av 7/1-1919, hvilken rapport av selskabets direktionsmedlemmer opfattes som overordentlig gunstig, fortsattes turen til Ørødalen. - Paa grund av aarstiden var der intet at se i dagen, og de to eneste steder, hvor gruben kunde besees, var i den fra dagen gaende ledssynk samt den under samme indbragte grundstoll.



I synken bekræftedes mit indtryk fra tidligere befaring, at der anstaa ganske den impregnation av molybdenglans undtagen i de par Øverste meter av synken, hvor molybdenglansimpregnation synes at mangle.

Grundstollen naaetans at skulde ha overskåret en betydelig gangmasse med tildels rik impregnation av molybdenglans. Jeg anmodet ingeniør Schütz og grubeformanden, som ledsaget mig paa min befaring, om at paavise for mig samtlige de steder, hvor molybdenglans forekom. Rigtignok var gruberummene tildels meget sterkt bedækket av slam, men ved bankning med hammer fik jeg dog blotlagt en hel række gode grundflater i begge sider av stollen og feltorter samt opsynk, likesom taket paa de fleste steder var fri for slam.

Resultatet av min undersøkelse, som strakte sig over et tidsrum av 1½ time, var at jeg fandt smaa mængder av molybdenglans, synlig for det blotte Øie, paa kun 4 - fire - steder, hvorav de 3 steder høit oppe i taksynken. - Der synes efter dette at være litet av rikere molybdenglansimpregnationer i denne del av feltet.

Jeg undlot med vilje at foreta nogen undersøkelse av stollen med lupe, idet en Økonomisk drift vanskelig kan baseres paa saa smaa mængder av molybdenglans, at de maa konstateres ved hjælp av lupe.

Som resultat av min befaring av gruben kan i korthet anføres, at gruben er altfor litet undersøkt til at man kan danne sig nogen bestemt formening om hvorvidt der forekommer malm i saadanne mængder og av saadan kvalitet, at den kan bli gjenstand for lønnende drift.

I dette felt naaetans det ogsaa at forekomme betydelige mængder av wolfram i form av wolframit og scheelit. Ved denne befaring kunde jeg med det blotte Øie ikke konstatere nogen av disse mineraler. Ved min tidligere befaring ifjor høst konstaterte jeg med det blotte Øie smaa mængder av wolframit. Scheelit er vanskelig at paavise, men det er sandsynlig, at der forekommer scheelit, kanske ogsaa i ikke ubetydelige mængder. Et andet spørsmål er om man Økonomisk kan utvinde scheiliten. Det vil i ethvert fald støtte paa vanskeligheter og omkostninger under opberedningen at faa en nogenlunde anstændig ekstraktion av scheiliten.

Værdiansættelse.

Driften ved dette anlæg har efter min mening været ganske overordentlig slet ledet og organiseret, hvis man da i det hele kan tale om nogen organisation. Pengene synes at være anvendt til dels helt nytteløst og på en måde, som nu vistnok vil foranledige selskabets administrerende direktør drat til ansvar for sine eiendommelige dispositioner.

Av den tilsendte regnskabsoversigt pr. 1/11-18 fremgaar det, at selskabet har anvendt ca.kr. 850.000.-
Videre har selskabet pr. samme dato en løpende
gjæld stor..... " 360.000.-

kr.1.210.000.-

Hedenfor har jeg forsøkt en værdiansættelse pr. dags dato, idet jeg har lagt til grund den værdi, som grube og anlæg vil ha under forudsætning av at gruben er levedygtig (med en levetid av f.eks 20 aar) og at gruben kommer i produktion senest 1/1-1920 :

1. Gruben : Oprindelig kjøpesum kr.20.000.-

Solgt til selskabet for kr.150.000.- i aktier.

Her opføres en værdi stor.....kr. 100.000.-

Oparbejdet i gruben..... " 30.000.-

2. Taugbane i sin nuværende stand, 2400 m.træktaug,

kr. 10.000.-

Bygningsarbejde nedre taugbanestation " 10.000.- " 20.000.-

3. Vaskeribygning med træmaterialer (bøkført til ca).Værdi " 40.000.- (kr. 56.000.-) ca.

4. Vaskerimaskiner, 2 tyngere A kr.5000.- kr. 10.000.-

Diverse mere eller mindre brukelig maskiner " 15.000.- " 25.000.-

5. Kraftanlæg, hvor det nuværende lille kraftanlæg ikke

har nogen værdi utover realisationsværdien, idet der
maa bygges helt ny kraftstation i et sündenfor liggende
de vassdrag. De saker, som har værdi, er væsentlig de

indkjøbte elektriske motorer. Samlet værdi ca. " 40.000.-

Transport: kr. 255.000.-

Transport : kr. 255.000.-

6. barakke ved gruben, opført med den bokførte
verdi ca. " 30.000.-
7. administrationsbolig, stigerbolig, fjøs og butik,...
opført med omtrentlig bokført verdi..... " 50.000.-
8. Hovland gård med vaskeriteam..... " 20.000.-
- kr. 355.000.-

Den eneste mulighed for at få affæren til at bli en sund forretning skulde derfor være at nedskrive den anvendte kapital til ca. 1/3 av hvad der hittil er anvendt av pengemidler. - Jeg undlot at fremkomme med forslag herom til direktionen, da jeg med den diskuterte saken i Stavanger.

Elektrokemisk's stilling til selskapet.

Efter min befaring meddelte jeg kort og godt selskapets direktion, at man fandt forekomsten for litet klarlagt og den anvendte kapital at være saa stor i forhold til de opnaaede resultater, at jeg desværre ikke kunde anbefale E.K. paa det nuværende tidspunkt at delta med nogen kapital i selskapet.

Mulige fremtidige produktionsomkostninger.

Jeg har forsøkt en kalkulation paa basis av en utvinding av 0,15 % MoS_2 av det i rangdøst værende molybdenglans og har intet hensyn tat til mulig tilstedeværende wolframminerale. Med en årsproduktion paa 25.000 ton rammalm, hvorav bør kunne utvindes ca. 37,5 ton ren MoS_2 , har jeg kalkulert produktionsomkostningerne pr. kg. MoS_2 til ca. kr. 20.- incl. rimelig forrentning og amortisation av en rimelig kapital. - Dette tal er betydelig for høit til at man paa den nuværende usikre basis tør tre affæren nærmere og bestyrke min opfatning om, at det nu ikke er det rette tidspunkt til at gaa ind i denne sak. - En produktion av 25.000 ton rammalm fra denne uheldig beliggende grube synes ^{ogsaa} at skulde byde paa vanskeligheter.

Kristiania, den 6. februar 1919.

Dr. Otto Falkenberg
(sign.)

Ved mit nærvær paa Hovland den 26^x og 27^x sidst -
leden var grundstollen inddreven i en længde av ca. 60 meter fra
indslaget. De sidste 3 m. viste en ganske pen ^mpregnation av mo-
lybdænglans, (god vaskemalm) Gangarten, kvartsrike utskilninger i
granit, fører foruten molybdænglans ogsaa noget kiis, men i så uvæ-
sentlige mængder, at det liten eller ingen rolle spiller. Da faldet
inderst i stollen er 50 - 60° i østlig retning, er det malmførende
partis mægtighet her ca. 2 m. Denne faldretning staar i god over-
enstemmelse med faldet i synken ved 14 m's dyb, idet man her er stødt
paa en mot øst faldende sleppe under vinkel 55°. Fra dagen til denne
dybde har faldet i synken været temmelig steilt, medens det fra denne
dybde kaster mot øst. Det er derfor en til vishet grænsende sansyn-
lighet for, at der er fuld kontinuitet mellem malmen i synken og
malmen i stollen, idet vinkelen gjennem den i synken optrædende slep-
pe skjærer stollen ved ca. 57 - 60 m. fra dagen .

Ved 46 m's inddrift i stollen stödde man ogsaa paa
en inprägnationszone förende molybdænglans i en bredde av ca. 2m., men
denne var betydelig svakere end den mellem 57 og 60 m. optrædende.

Der blev git ordre til at paabegynde feltorten
mod nord og syd fra det malmførende parti i stollen, likesom der paa-
hugges en opsynk efter faldet mot synken.

Under den foran nævnte sleppe i synken optræder
ogsaa en meget rik malmføring -, rikere end den har været i de sidste
3 - 4 m. Man fortsætter med vertikal avsænkning av synken.

Nordenfor synken og i en avstand fra denne av ca.
- og i grundstollens Niveau er paahugget en feltort efter strøket.
Til en begyndelse var malmføringen temmelig sparsom, men er man ogsaa
her nu stødt paa meget pen malm.

Ca. 150 m. lavere end det sidstnævnte arbeide,-
nede i Glubo, har man avdækket en rik malm. Da man imidlertid
har vanskelig for at nyttiggjøre sig denne malm foreløbig, er dette
arbeide igjen beordret indstillet.

Alle disse arbeider har imidlertid vist en sam -
menhengende malmföring nordenfor Sandnesskjærpet i flere hundrede
meters længde og at malmen mindst gaar til 40 m's dyb under Sand -
nessskjæringen, sandsynligvis dypere.

Regner man med 500 m. længde, 40 m. dybde og gjen -
nemsnitlig kun 2 m. bredde av det malmførende parti og at dette
förer 0,2 % MoS_2 skulde der paa denne del av feltet kunne avbygges
200 tons MoS_2 . Selvfølgelig er der endnu ikke udført tilstrækkelig
opfaringsarbeider til med absolut vishet at kunne beregne det til -
stedeverende kvantum malm, men efter de allerede udførte arbeider,
kan man med temmelig stor sikkerhet gaa ut fra, at ovenstaaende
regning av malmforraadet paa denne del av forekomsten, neppe er for
høit ansat.

Ved Hellen er nu drevet en feltort i ca. 20 m's
længde. Malmen veksler her noget, men maa betegnes stort seet som
gjennemgaaende pen vaskemalm. Gjennemsnittsgehalten neppe under 0,2 %
 MoS_2 .

Ved nyskjerpene er foreløbig arbeidet indstillet,
da denne del av forekomstene agtes benyttet som reserve for driften
av Sandnesskjærpeforekomstene og Hellen. Ogsaa her er malmföringen
pen.

Paa de øvrige dele av forekomstene er intet arbeide
foretat. [Av medfølgende overslag vil sees, at jeg har projektert
hovedopfaringsarbeidet for vinteren lagt paa de omkring synken nær -
mest beliggende dele av Sandnesskjerpene, idet der er arrangeret an -

Rapport

over

Sandnesskjærpet (Wolfram og Molybden)

i Hovlandsheien, Orsdalen

av

professor Jakob Schetelig.

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 4669

Sammen med hr. bergingeniør E. H. Blumental hadde jeg anledning til at besigtige Sandnesskjærpet i Hovlandsheien, Orsdalen 27/7.1917.

Sandnesskjærpet, som er drevet paa Wolfram og Molybden, ligger henimot 1/2 km. til SV for Orsdalen Wolfram- og Molybdenerube, og er drevet paa en parallel til hovedstrøket.

Forekomsten er av fuldstændig samme type som hovedrubens erts-sanger og har ogsaa tidligere været drevet av samme selskap. Der op-træder en zone med malmførende kvarts-striper og langstrakte liner parallel strøket i stedets grundfjeldsbergarter (amfibolit, gneis og stripet granit). Ltsstrøket er opført over en strækning av minst 60 m. og der er konstateret 2 - 3 malmførende kvartsstriper (el. liner). Sand-synlig er der flere. Ltsmineralerne er Scheelit, CaWO₄ og Molybden-glans, MoS₂.

Der er drevet en dagsskjeriing, hvorav er utbrudt ca. 160 ton berg. De meddelte opgaver over det av den skedede malm ved vaskning utvundne koncentrat (med ca 1/2 WO₃ og ca. 1/2 MoS₂) viser, at driften av denne forekomst under nuværende konjunktur vil gi et meget tilfredsstillende resultat.

Det er mit personlig indtryk, at Sandnesskjærpet er et meget lovende objekt, som fortjener at komme i drift, dog forudsætter jeg at, at der påkostes et videregående undersøkelsesarbeide.

Kristiania, 4. oktober 1917.

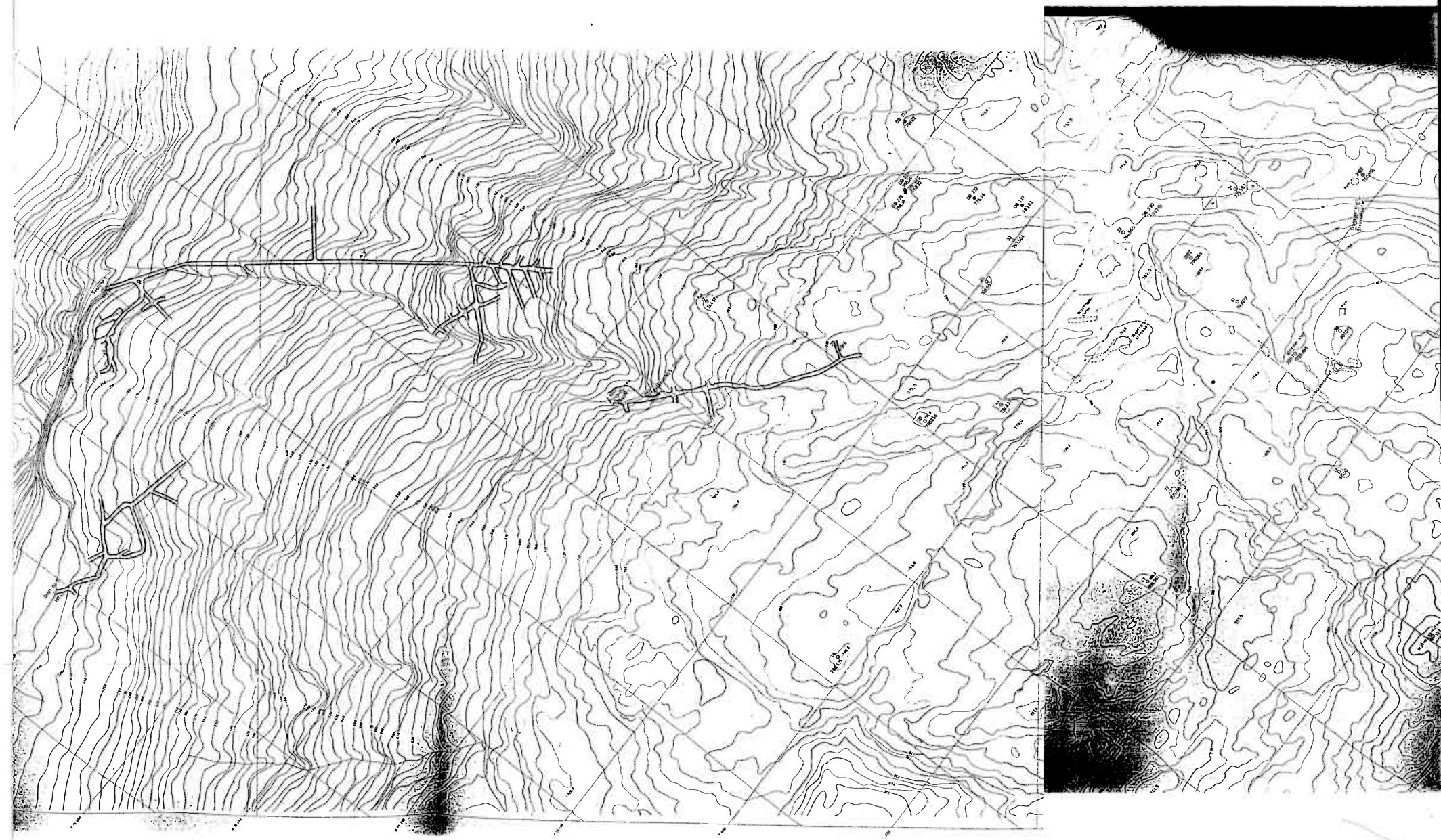
Jakob Schetelig (sign.)

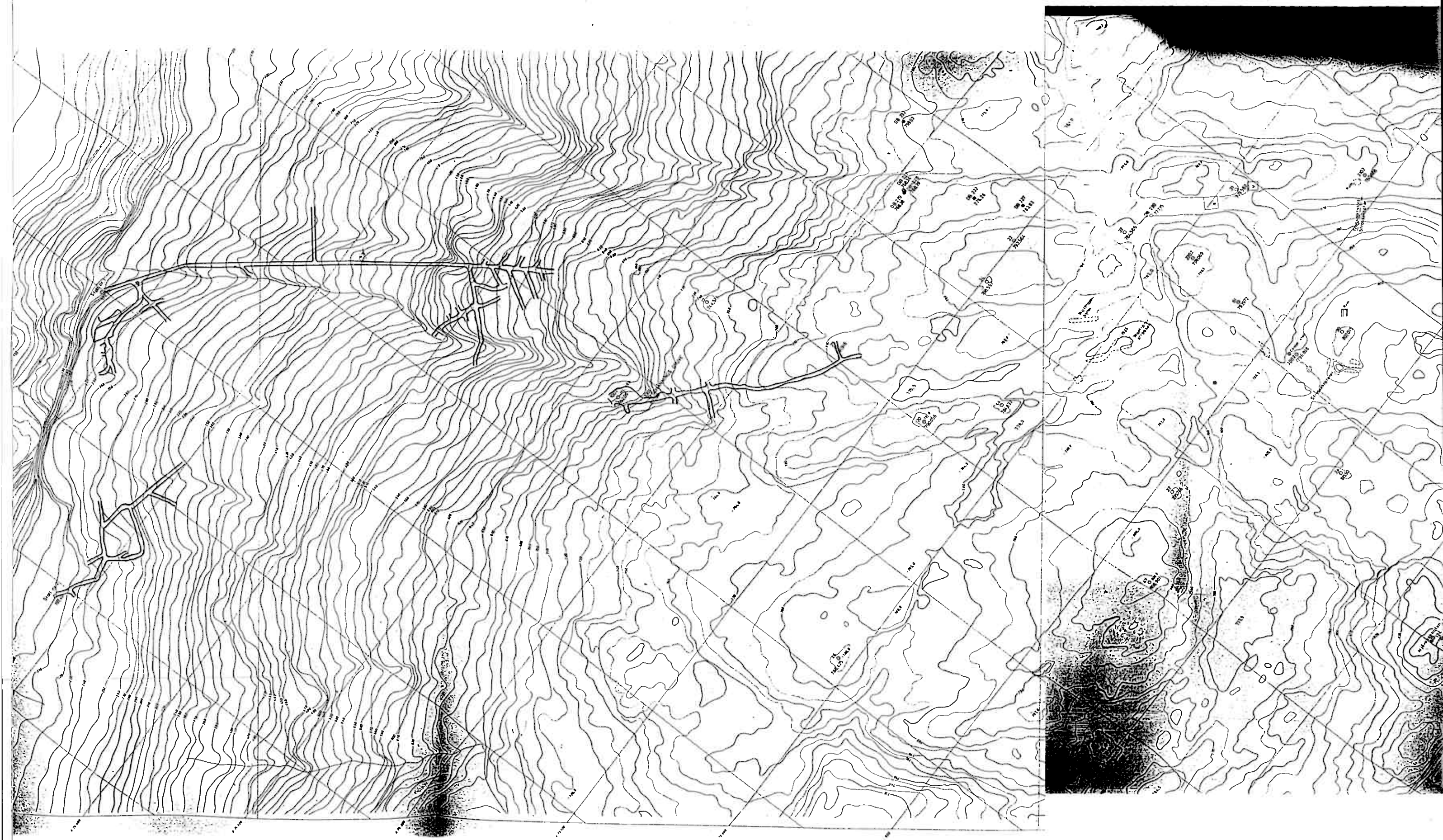
Professor og bestyrer av Mineral-Geolog, Museum.

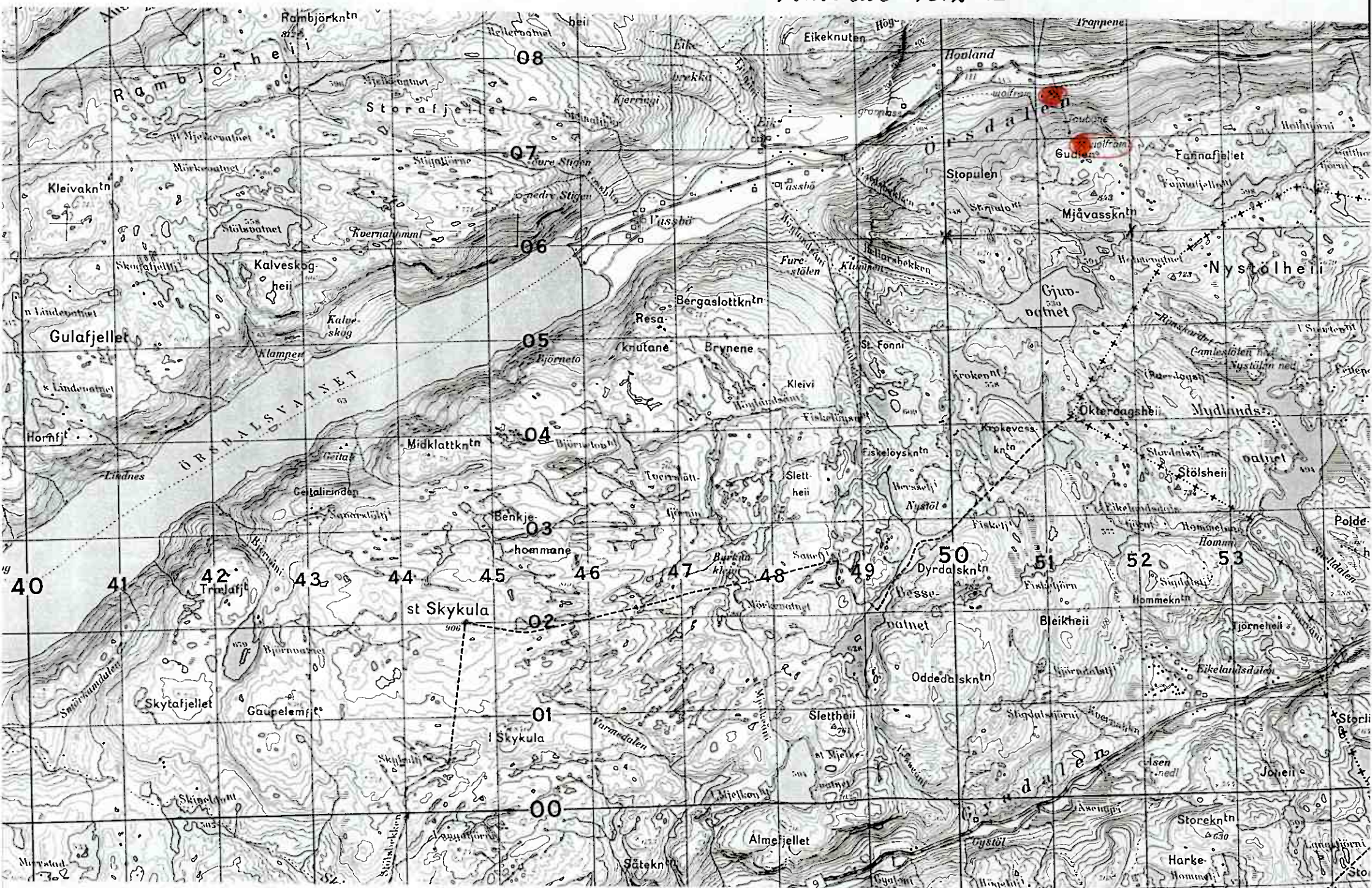
ØRSDALEN

SF 155/π

13123	1. 512	075
	2. 515	070
	3. 515	067
	4. 515	064







W. G. Tidemand. 1934

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 98

Rapport

over

Ørsdalsens Wolframfelt.

Ørsdalsens Wolframfelt er beliggende i Rogaland fylke, Norge, på sydsiden av Ørsdalen, ca. 35 km. nordost for Egersund.

Geologi. Forekomsten er utvilsomt en injeksjon (i.v.s.: presset op fra dypet) på en forholdsvis steilt stående spalte, så i horisontalretningen peker loddrett på de lange spaltedannelser NO-SW lengere sydpå, hvorefter f. eks Koldal-Kylands mektige titanfelter er oppresset. Omtrent samme strøk som Ørsdalsfeltet har også Knaben, Flottorp, Vårdalsfeltet o. a. Der er utvilsomt en viss genetisk sammenheng (jfr. også nedenfor).

De optredende ertser er wolframit og scheelit samt molybdenglans i relativt mindre mengde. Det viktigste gangmineral er kvarts, og der synes å være en viss relasjon mellom kvartsmengden og molybdenmengden, dog selvfølgelig ingen lovmessighet, idet så mange faktorer spiller inn under injeksjonen, bl.a. også tyngdeforholdene. I denne forbindelse anføres at det slett ikke er utenkelig at den tunge wolframit og scheelit er knyttet til de underste lag, nærmest det liggende (søndre ganggren ved G, se vedlagte skisse) forsåvidt disse var de underste da injeksjonen fandt sted, og de lettere stoffer som kvarts med molybdenglans er øverst, ved F.

Ørsdalsfeltets søndre del (jfr. skissen) består av en rekke ganger hvis forløp kan følges lange strekninger, men tildels er terrenget overdekket og kupert, så man kan ikke få den nødvendige geologiske oversikt før feltet er kartlagt i alle detaljer, dog forekommer det mig at de mange ganger synes å peke imot den nye forsøksdrift ved C, og synes å nærme sig hinannen mot NW. (antydnet på skissen ved prikkede linjer for kvartsgangene, betegnet med grønn farve).

Malmgangene hvorpå man tidligere har drevet, skulde

da med andre ord være avgreninger (det utgående) fra hovedfeltet, som da blir å søke lengere mot NW, der hvor man nu arbeider, eller kanskje enda lengere mot NW.

Noget annet som også kan tyde på at denne opfatning er korrekt, er malmfóríngen og kvartsmengdeán .

Malmgehalten her på den nye drift er betydelig større enn på nogen av de tidligere drifter, og malmen er fordelt langt mere regelmessig.

Kvartsen er av ganske andre dimensjoner, den ene gang opptil ca. 2 m. mektig, mens den største kvarts som sees på avgreningene er ca. 0,5 m. (ved D). Ved F har man en rekke mindre, regelmessige kvartsårer (førende molybden), ialt en 8-10 stkr. med bredder på ca. 1 dm. eller deromkring. De anstår over en bredde på ca. 12 m., og de er utvilsomt opspaltet fra den mektige kvarts på hovedleie-stedet.

Lengdeutstrekningen av feltet SO. for nystollen (C) er ca. 500 m., og går neppe synderlig lenger. Ved G kan man tydelig se at gangen kiler sig út mot SO.

Hvor langt man skal søke mot SW, er ennå umulig å si. Man kan se feltet fortsette ca 50 meter bortefter stupet, men her synes fjellet å bøie vestover, fjellet tar slutt i strøkretningen, og gangen går ikke lenger, formodentlig.

Men eftersom stupet skråner ned mot dalen, vil strøklengden øke efterhvert som man kommer nedover, og innen man når foten av fjellet, er man kommet temmelig langt i strøkretningen. Her ved foten av stupet må sikkert gangen kunde finnes. Videre fortsetter den antagelig ned under uren og over firsdalens bunn, dekket av elv- og morene-avleiringer.

Hvis nystollen (C) er i hovedgruben (det centrale i injeksjonen), skulde man kunde vente sig en ca. 500 m. i strøk også mot W, altså samlet ganglengde ca. 1 km. Den kan også være lengere.

Ved Flottorp molybdenfelt har man en lignende stræklingde (regner man den malmførende zone, kommer man op i flere km.). Ved Knaben ligeledes en malmførende zone av betydelig utstrekning. Det er neppe nogen tilfældighed med disse lange malmførende stræk, som også er nogenlunde paralelle.

Det er forøvrig ganske påfallende at disse meget tungtsmeltelige stoffer (også deres forbindelser er tungtsmeltelige. Titanmalmen ved Egersund blev i sin tid brukt til foring i smelteovnene.), titan, wolfram, molybden fortrinsvis er knyttet til denne landsdel (til denne del av verden kan man kanskje si) og i så enorme masser. Det har neppe ha vært noget overflatefenomen ("lokale differensiasjoner"), men disse metaller med de høie smeltetemperaturer har antagelig sin oprindelse fra stort dyp.

Almindelig beskrivelse.

Der har, som man ser av skissen vært dravet andel far i tiden (de violette felter) særlig under verdenskrigen, og der må ganske bestemt ha vært adskillig malm, ellers hadde man neppe foretatt så villkårlige arbeider - foruten oppberedningsanlegg i dalen, tauhane, samt kullstøtstollanlegg, en grunnstoll/løst oppe på fjellet ca. 100 m. lang, inn under og med gjennomslag til F, og en grunnstoll i dalbunnen, flere hundre meter vertikalt lavere, som efter sigende skal være ca. 300 meter lang, og beliggende omtrent som antydnet på skissen.

Men jeg har ikke kunnet opdrive noget instruktivt statistisk materiale, kun isolerte data, og de rapporter jeg har sett, bl.a. en av molybdenkommissjonen, sier ikke stort.

Bessuten er de gamle drifter nu så tilgrodd med skitt at man nesten måtte skyte på nytt for å få friske anbrudd, så man kunde se sig op en mening. Jeg kan derfor ikke uttale mig noget sikkert om de gamle drifter.

Men det spiller forsåvidt heller ingen rolle for de nye anbrudd, eftersom det ser ut til at hovedforekomsten er i NW, med friske anbrudd.

Jeg vil dog først nevne et par data om de gamle drifter, og begynner i SO.

Ved G sees utpreget gang med scheelit (rød farve på skissen) steilt fall i øst-nord-østlig retning. Her har vi utvilsomt "det liggende" idet der såvidt jeg kan se ikke finnes noget skjerp^{vest} enfor.

Denne malmgang peker henimot hovedgangen (ved C), men den er kun prøvet på dette punkt (G), formodentlig fordi den for den vesentligste del er overdekket, går nedigjennem et dalsøkk, og under vannet (med blå farve).

Ved F sees en rekke molybdenførende smale kvartsganger over en bredde av ca. 12 meter. De peker også alle henimot hovedgruben. Der er drevet etter molybden på et par av disse ganger.

Efter skjønnsmessig bedømmelse av molybdengehalte på kvartsgangene har jeg beregnet det ca. 12 m. brede belte til å holde i gjennomsnitt minimum 0,1% MoS_2 (ren, kiselfri).

Fallet er også her steilt mot ONO., i strøk er der utpregede slepper som fortsetter bortover mot hovedgruben, tildels overdekket. Dette er den høiest beliggende drift. Man har kun angrepet gangene i opstående knauser, formodentlig for å få utslag samt plass for berghalde. Men der er sannsynligvis like så gode anbud å få i forsøknene, på overdekkede steder. Riktignok er kvartsgangene mere motstandsdyktige mot erosjon, så man av den grunn fortrinnsvis kunde søke malm på høidene, idet malmen følger kvartsen, men den regel gjelder ikke her hvor man har et meget opsprukket gangtog, da er tvertom ofte den beste gang å søke i dypet i terrenget.

Ved E er man igjen på et høiere liggende parti. Her skal der efter sigende ha vært adskillig wolfram inne i en kornet bergart. Hvis det er tilfelle, kan det tenkes, i likhet med andre forekomster (kisel og molybden, bl. a. Flottorp) at endel av "magmaen" (moderbergarten) er presset helt op på gangene, og da kan man i denne vente å finne wolfram fordelt i massen i større og mindre korn, eventuelt samlet i klumper.

Der er fremdeles steilt fall ONO. og utpregede slepper i ^tstrøkretningen mot NW, men fortsettelsen her er tildels overdekket.

Ved D har man endelig en siste opstikkende kolle hvor der er utstrosset endel.

Alle disse drifter ligger oppe på plateauet. Lengere bortover mot NW begynner terrenget å helle nedover mot stupet, hvor den nye grube ligger, som jeg har kalt hovedgruben, hvad den utvilsomt vil vise sig å være.

Adgangen til denne er for tiden besværlig, idet man må klatre en 50 m. nedover stupet efter tau.

Man bemerker at kvartsgangen (den ytre) er blottet over hele stupflaten, og den er prøvet med små-sprekker en 40-50 m. efter strøket, regnet fra den nye stoll og mot NW.

Beliggenheten av den nye undersøkelsesdrift sees best på skissen (jfr. profil A - B). Man har først drevet et tverslag, ca 5,5 m., hvorvidt dette er langt nok, kan jeg ikke avgjøre uten geologisk kart. Det er ikke utenkelig at der kan påtreffes flere malmførende drag (ganger).

Den første malmførende gang man overskar, lå umiddelbart ved innslaget. Vesteparten av malmen her er formodentlig skutt utfor stupet. I sidene sees en smal scheelit-åre. Det bemerkes at scheelitten ligger i plateformige, nærmest gangformige masser langs sleppene, mens wolframitten ligger i årer og klumper av alle fasonger, dels i scheelit, og dels på sidene, ofte helt inne i kvartsgangen.

Den første kvartsgang er forholdsvis smal. Derpå følger en sterkt skifrig, opsprukken, kvartsrik bergart, som også er wolframførende, men i mindre grad, inntil neste utpregede malmåre, en scheelitgang ca. 4 meter ~~AA~~ innslaget. Denne scheelitgang målte jeg på et sted hele 5,5 cm. tykk.

Derpå følger en henimot 2 m. mektig kvartsgang, som felt-orten er drevet efter, med scheelitgangen i det hengende. Også her er der wolfram på begge sider av scheelitten, tidels også langt inne i kvartsen.

Fjellet er overalt ^{skjult} meget opsprukket og av en skifrig karakter med kraftige slepper. fallet synes å være mindre steilt enn oppe på plataet, dog neppe lokalt under $45-50^{\circ}$. Middel for dette parti tør ligge mellom 50° og 60° i nordøstlig retning.

Strøket for hele feltet blir antagelig, i middel, mellom NW-SO og NNW-SSO.

Malmberegning.

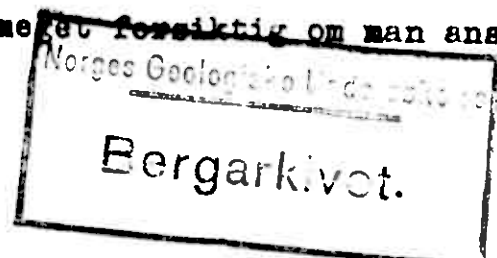
Beregningen kan ved en så oversiktlig drift som denne foretas: 1) enten direkte ved opsamling av alt det utbrudte gods, også subusen, og uttagning av gjennemsnittsprøve, eller 2) ved direkte måling av malm-bredde, og beregning.

Den første metode kunde gitt et særdeles instruktivt bilde av feltet. Men å samle op alt det utbrudte har her hatt sine vanskeligheter. Man måtte i tilfelle ha hatt en beskyttelseskast av tømmer for å hindre godset i å rase ut for stupet, og mesteparten måtte heises op til et lite platå ca. 60 - 70 m. ovenfor.

Forøvrig bemerkes at mesteparten av disse sprøde malmer går i subusen i en så trang drift hvor dynamittforbruket blir stort, og en hel del av denne subus vilde gå tilspille ved en aldri så liten transport.

Men, malmberegning efter 2. skulde ikke treffe så langt fra virkeligheten i en så oversiktlig drift.

Den ytre scheelit-åre anstår i veggen med en tykkelse som varierer fra ca. 0,5 cm. op til et par cm., leilighetsvis 2 a 3 striper med wolframit imellem. Jeg tror man regner meget forsiktig om man anslår den ytre åre til 0,8 cm. i gjennemsnitt.



Det annet scheelitlag (eller åre) som feltorten er drevet etter, veksler mellom ca. 0,5 og lokalt opptil 5,5 cm. som var den største samlede scheelit-bredde jeg så. Settets middelbredden til 1,5 cm., er dette også meget forsiktig.

Man får således en samlet scheelit-mektighet på $0,8 + 1,5 = 2,3$ cm. Det gir $0,023 \times 1 \times 1 = 0,023 \text{ m}^3$ scheelit pr. m^2 gangflate.

Wolframitten er vanskeligere å beregne, da den sitter uregelmessig fordelt i form av klumper, sjeldnere som årer.

Men betrakter man nøie den utbrudte malm, vil man, selvom man går ut fra at det er relativt mer scheelit i ~~sy~~busen enn wolframit, dog få det bestemte inntrykk at volummessig er wolframitten dominerende. Kanskje forholdet er mindst $2/3$ wolframit til $1/3$ scheelit.

I ethvert fall om man nu regner sanne volumdel wolframit som scheelit, er man iallfall på den sikre side.

Man får da pr m^2 gangflate:

av scheelit (sp. v. 6): $0,023 \times 6 = 138 \text{ kg.}$

" wolframit (" " 7,3): $0,023 \times 7,3 = 167,9 \text{ "}$

Rentabilitet.

Ifølge siste notering 40/- sh. pr. unit, basis (5% wolfram) fåes for:

ren scheelit ved 64% w kr. 2,40 pr. kg. } (etter Höfers Taschenbuch),
" wolframit " 60% " " 2,- " " }
p.g.a. et lite fradrag for mindre gehalt m.v.

138 kg. a kr.	2,40	=	kr. 331,20
167,9 " " "	2,-	=	" 335,80

sum kr. 667,- pr. m^2 gangflate.

Da den nye drift ligger i et regelmessig skikt på stupet ved den ene "kværts"side praktisk talt i det fri og kan observeres over en 50-60 m. i strøk og enda lenger efter fallet, kan man gå ut fra at man sikkert råder over et parti på ca. 10 000 m^2 gangflate. Da videre undersøkel-

ses-stollen representerer et rent tilfeldig snitt, må man kunne regne med de fundne tall som en middelværdi; man får: $10\ 000\ m^2$ a kr. 667 = Kr. Kr. 6.670.000 totalverdi, Dertil kommer molybdenverdien som jeg imidlertid ikke kan beregne før der blir tatt en gjennomsnitts-analyse (av opsamlet materiale).

På grunn av den høie malmprosent og den derved relativt lille rågods-mengde blir de totale produksjons-omkostninger relativt lave når man kommer over de første vanskeligheter med grubedriften.

Imidlertid vil jeg for sikkerhets skyld for ovennevnte $10\ 000\ m^2$ regne med endel overfjell som må tas med for å unngå ras. Mektigheten er 5,5 m. (tverslagets lengde). Legger man til 2,5 m. overfjell fåes strosse-tversnitt = 8m., altså $8\ m^3$ pr. m^2 gangflate. Regnes den sp. vekt til max. 2,7, fåes 21,6 tonn, og for $10\ 000\ m^2$ gangflate: 216 000 tonn, og produksjonsutgiftene (samlet grube-og oppbevaringsutgift) for de $10\ 000\ m^2$ gangflate, når utgiftene settes til, maks. kr. 9.- pr tonn rågods (høit regnet) $216\ 000 \times 9 =$ Kr. 1.944.000.

Disse tall gjelder under forutsetning av at malmprosenten holder seg nogenlunde ensartet og av samme størrelse som i den nye undersøkelsesdrift. Jeg ser ingen grunn til at den skulde forandre seg, og, som jeg for har fremholdt, innskrænker felvet seg ikke til disse $10\ 000\ m^2$ som er tatt med i beregningen som sikkert malmareal, men det er efter mitt skjønn kanskje opptil et par hundre meter i strøk på hovedgangen når man kommer nedover stuot hvor fjellet øker i lengde mot nord-vest. Videre mener jeg at feltet går på stort opp, og at man eventuelt også kan finne malm-paraller i heng og ligg.

Det utgående mot SO. (ca. 4-500 m.) anser jeg å være av problematisk natur. Det måtte i tilfelle bli gjenstand for nærrere undersøkelses-arbeide.

Kristiansand 15/10 1974.

W.G. Tidemand
Berg-Konsulent.

Norges Geologiske Undersøkelse
Bergarkivet.

Ø r s d a l e n .
=====Lage:

Die Wolframgrube Bjerkreim liegt in Ørsdalen im Fylke Rogaland ca. 35 NO von Egersund. Das Vorkommen kann nur über Ørsdalen erreicht werden und zwar vom östlichen Ende des Sees bei Vatsbo. Von dort führt ein primitiver Weg von 7 km zur Grube, die am oberen Ende einer ganz steilen etwa 600 m hohen Felswand liegt. Ein direkter Aufstieg vom Tal zur Grube geht nur über einen sehr ausgesetzten Steig, teilweise über Leitern. Eine ziemlich primitive Seilbahn führt vom Tal steil hinauf zur Grube. Schønings Wolframgrube liegt ganz ausgesetzt an dieser steilen Felswand, sodass die schlechte Zugänglichkeit zur Grube ein ziemlich Hindernis für deren Entwicklung ist.

Geologie:

Das Wolframvorkommen gehört zum Typ der pneumato^{lit}ischen Wolframlagerstätten. Die Wolframerze sind Wolframit, der in grossen Kristallen ja in ganzen Klumpen und Scheelit, der in dünnen Schieferen in einem sehr quarzreichen Apatit-Pegmatit vorkommt. Dabei ist der Wolframit mehr an die mittleren Partien, Scheelit mehr an die randlichen Partien gebunden. Daneben zeigt sich besonders an den Salbändern stellenweise reichlich Molybdänglanz, sodass die Vorkommen früher hauptsächlich auf Molybdän gebaut wurden. Das umgebende Gestein ist der Biotitgranit dieser Gegend und ist das Muttergestein für praktisch alle norwegischen Molybdänlagerstätten, also auch für Knaben, Kvinner etc. die ihre Entstehung wohl auch pneumatoritischen Vorgängen verdanken. Von den Aplit Pegmatit Gängen aus, macht sich eine

im umgebenden Granit eine deutliche Vergreisung und Bleichung bemerkbar, die ja für diese Art von Lagerstätten charakteristisch ist. Die Erzvorkommen sind in den Quarzaplitzgängen linsenartig angeordnet und es ist wohl als wahrscheinlich anzunehmen, dass ausser den in Abbau befindlichen Vorkommen sich weitere Erzlinsen in den Aplitzgängen befinden. Die Gegend ist bisher geologisch noch nicht im Detail kartiert, eine solche würde übrigens einen sehr geübten Bergsteiger erfordern. Eine Flugkartierung des Gebietes wäre angebracht und auf Grund dieser eine Ausscheidung der Gressenzonen und der Quarzaplitzgänge. Die Aplitzzone ist etwa 6 m breit. In einer ist der Granit von einer Grosszahl von Quarzadern durchdrungen. zeigt durch sein z.T. auftretendes Der Biotit-Granit ~~xxxxx~~ ~~xxxx~~ Parallelgefüge ~~xxx~~ nordsüdlichen Streichen. Mit der Schieferung des Granites gleichsinnig fallen die Quarzaplite mit etwa 80° steil nach O ein. Die Felswand ist im oberen Teil fast ebenso steil, dass das Hangendsalband des Ganges auf grosse Fläche beobachtet werden kann. Der Scheelit zeigt das gestreckte Gefüge ebennfalls und umgibt z.T. Wolframsknollen in dünnen Fasern. Der Molybdänglanz ist z.T. in kleinen Flitterehen in dem Feldspat und Scheelit eingestreut, z.T. in dünnen Schieferen in dem Quarzgang eingelagert. Die Vererzung ist aber nicht allein an den Quarz gebunden, sondern tritt teilweise auch besonders auf der Liegenden Seite an den vergreisten Granit über und die Wolfram Scheelitvererzung klingt erst nach einigen Metern im Granit allmählich ab. Diese Vererzung im Granit ist stellenweise ganz reich und kann bis auf 2 ja bis auf 4 m vom Aplitzgang ins Liegende verfolgt werden. In der Umgebung des derzeit

abgebauten Vorkommens finden sich noch eine Reihe weiterer Erzaufschlüsse, die z.T. ebenfalls abgebaut wurden und durchwegs an solche Quarzaditgänge gebunden sind. Da Scheelit zu den am schwersten erkennbaren Mineralien gehört, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Wolframvererzung noch nicht in allen Vorkommen erfasst ist. Die Scheelitvererzung konnte am besten mit der Fluoreszenzlampe verfolgt werden, die den Scheelit in der Dunkelheit nach Beleuchtung deutlich aufleuchten lässt. So wäre die Felswand mit dieser Lampe auf das Vorkommen von Scheelit zu untersuchen. Der Hauptgangzug kann in grossen Abständen bis auf etwa 500 m Länge durch einzelne Baue verfolgt werden. Nach Norden zu verschwindet der Wolframzug im Tal. Es sind jedoch in diesem Teil auch mehrere Wolframvorkommen bekannt und durch Stollen angeschlagen. Ob sie gerade diesem Gang zugehören erscheint fraglich, aber es ist von Bedeutung, dass Wolframerze 400 m tiefer als das Vorkommen von Schänings auch vorkommen, da ja Wolframvorkommen gern nur eine geringe Vererzung in die Tiefe aufweisen. Während des Weltkrieges herrschte gerade in Orsdalen vor allem auf dem Molybdänvorkommen lebhafteste Schürftätigkeit, in die sich grössere Gesellschaften und Syndikate teilten. Eine Einzelbeschreibung der Vorkommen in der Umgebung soll hier nicht gegeben werden. Es wird hier auf die Literatur und vor allem auf den Kommissionsbericht aus dem Jahre 1919 von Bugge, Kieber, Smith verwiesen.

Die Lagerstätte.

Die Wolfram-Molybdänerze sind an mehreren gangförmige Ver-

erzungszone gebunden, wobei der Hauptgangzug N-NW Streichen und steiles ostliches Einfallen besitzt. während der früheren Betriebsperiode wurde der Süsteil des Gangzuges in etwa 180 m Länge durch mehrere Schächte und kleine Tagebaue abgebaut. Die Hauptlagerstätte der letzten Betriebsperiode wurde erst Ende 1918 entdeckt und 1936 in Angriff genommen. Die einzelnen Erzanreicherungen erreichen keinen grossen Umfang und es ist nicht wahrscheinlich, dass man mit einer grosseren zusammenhängenden Vererzungsfläche rechnen kann. Doch wären wohl Probenahmen zur Untersuchung des Gehaltes der zwischen den Erzanreicherungen liegenden Teile des Gangzuges kaum vorgenommen, wobei bei dieser Probenahme auch auf die Greisenzonen mit Imprägnation Rücksicht zu nehmen wäre. Die zuletzt in Angriff genommene Linse ist etwa 35 m lang. Die Mächtigkeit schwankt sehr stark. Die reichen Erze selbst sind meistens in nur ganz schmalen Adern über den mehrere Meter mächtigen Gangzug verteilt. Aus der letzten Betriebsperiode lässt sich errechnen, dass das Roherz einen Durchschnittsgehalt von 0.6 % gewonnener Wolframsäure hat. Da aber die Verluste beim Abbau und beim Abscheiden sehr gross sind, dürfte der Gehalt etwa um 1,5 Maler sein, als die hier errechnete Ziffer. Es handelt sich aber sicher um eine besondere Erzanreicherung mit Wolframit, die kaum viel über die gangwärtig bekannte Ausdehnung hinausreichen dürfte. Nicht hingegen bekannt ist, ob nicht Ischelitführung über die gegenwärtige Lagerstätte hinaus fortsetzt. Wichtig ist dabei, dass ein nicht unwesentlicher Teil der Erzführung in der Greisenzone auftritt. Da die Lagerstätte nicht viel steiler einfällt als der sehr steile Felshang, wäre an diesem die Möglichkeit gegeben, durch eine Reihe von Einschlagen die Gangfläche auch an anderen Punkten zu untersuchen. Das Vor-

kommen hat daher den grossen Vorteil mit geringen Kosten die Vererzung auf einer sehr grossen Fläche untersuchen zu können. In der nordlichen Fortsetzung der Lagerstätte sind am Fusse der Wand ~~an~~ 2 Stellen eingeschlagen, die aus einer früheren Betriebsperiode stammen, lange Zeit verschüttet waren und in der letzten Betriebsperiode wieder geöffnet wurden. Diese Stollen sind nicht weniger als 400 m tiefer als die oben am Felshang gebaute Lagerstätte. In beiden Stollen wurde Erzführung beobachtet und das ist von wesentlicher Bedeutung für die Beurteilung der Lagerstätte, da die Wolframerzführung hier mit etwa 500 m Höhe nachgewiesen ist. Der erste Stollen, der angeblich eine Länge von 300 m erreichen haben soll und bei dem in der letzten Betriebsperiode ein Ausbruch angesetzt wurde, fand wohl nicht das Erz der Lagerstätte von Skänings, sondern von einem östlichen Parallelvorkommen, das auch im Felshang als Quarzgang an der Oberfläche zu beobachten ist. In diesem Stollen wurde die vererzte Partie mit Gehalten von ungefähr 0.2 WO_3 beobachtet. Der zweite Stollen, der ~~nur~~^{über} 40 m lang ist, wies bessere Vererzung auf. Es liegt wahrscheinlich am Hauptgangzug, wenn auch die Wolframerze wohl sicher einem neuen Erzfall angehört und nicht zu erwarten ist, dass die Vererzung von Skäningslagerstätte direkt bis hinunter reicht. Die Vererzung, die übrigens in beiden Stollen fast ausschliesslich Scheelit ist, erreicht Gehalte von $0.4 - 0.5 \text{ WO}_3$. Die höchstens in dem Stollen bei einer Meterdurchschnittsprobe gefundenen Gehalte ergaben $4 \% \text{ WO}_3$. Leider fehlen die Grubenkarte und die Karte mit den Proben und Analysengehalten, die ich aber bei Herrn Dr. Plotzki gesehen hatte, die aber nun anscheinend verlorengegangen sind. Diese Karten sind natürlich für die Beurteilung der Lagerstätte und für die weitere Untersuchung von Bedeutung.

Der Hauptgangzug kann über eine Länge von wenigstens 1 1/2 km verfolgt werden, der freilich nur mit grossen Unterbrechungen zwischen den einzelnen Anreicherungen zu verfolgen ist. Die weiter südlich gelegene Gruppe der Abbaue Örsdalen Wolfram- und Molybdängrube aus der Betriebsperiode 1911 - 1918 haben geringe Gehalte in ihren Erzen aufgewiesen. Sie liegen dort zwischen 0.12 und 0.4 % WO_3 und teilweise MoS_2 . Wenn auch die Scheelitvererzung durch die früheren Abbau vollständig mit erfasst wurde, so handelt es sich im einzelnen sonst immer um sehr kleine Erzanreicherungen. Es ist daher für den weiteren Grubenbetrieb wesentlich zu erfassen, wie weit man mit grosseren Erzfällen rechnen kann. Da auch der Gangzug gegen S etwas zu zersplittern scheint und auch die Aufschlüsse in dem Stollen im Tal ermutigend waren, wird man beim zukünftigen Betrieb das Hauptaugenmerk dem nördlicheren Teil des Gangzuges zuwenden. Umsomehr als dadurch der Grubenbetrieb und der Abtransport der Erze wesentlich vereinfacht werden kann. Westlich des Hauptgangzuges liegt ein weiterer jedoch weniger bedeutender Gangzug, der von Hovelandgrube in Abbau genommen war. Diese Abbaue haben aber nirgendas grossere Bedeutung erlangt. Dieses Vorkommen wurde durch zwei Schachte und zwei Stollen in Angriff genommen. Unterlagen über dieses Vorkommen fehlen aber.

Der Grubenbetrieb:

Während in früheren Jahren mehrere Male Grubenbetrieb auf Molybdänminerale stattfand, begann später das Wolfram mehr in den Vordergrund zu treten. Das Vorkommen von Schänings wurde erst nach Stilllegung einiger anderer Funde in der Nachbarschaft Ende 1918 entdeckt, aber blieb liegen bis Overretssaktoren Schänings in Egersund im Jahre 1936 den Betrieb aufnahm,

wobei er in den Jahren 1938 17 t 1939 28 t Wolframerz durch Handscheidung gewann und verkaufte. Im Jahre 1940 wurde die Grube von Norske Bergselskapet für die Gesellschaft für Elektrometallurgie und Krupp übernommen, die dann einen weiteren Ausbau der Grube mit mehrfacher Steigerung der Jahresproduktion anstrebt ohne jedoch bis zum Tage der Kapitulation in volle Produktion gekommen zu sein.

Der während der Jahre 1936 - 1940 geführte Betrieb war recht primitiver Handbetrieb. Die Linse wurde im Tagebau von oben nach unten abgebaut, wobei ein Grossteil der Erze beim Sprengen über die Felswand in Tal stürzte und verloren ging. Die Erze wurden zuerst mit einer Handwinde 60 m hochgehoben bis zum höchsten Punkt der Seilbahn und dann erst von dort mit der Seilbahn ins Tal transportiert. Insgesamt wurden während dieser Betriebsperiode 58 t Wolframerz mit einem Gehalt von 64 - 74 % W_o_3 gewonnen. Da die abgebaute Masse etwa 420 ³ = 1100 t ausmachte, lässt sich daraus ein Gehalt an Rorerz von 0,6% W_o_3 errechnen.

Nach Übernahme der Grube durch die Norske Bergselskapet wurde der Abbau in dem Felsenest ein gestellt und die Kräfte für eine grösszügige Erschliessung der Grube eingesetzt. Es wurden Unterkunftsbarracken, Werkstätten sowie eine Kraftanlage gebaut. Ebenso begann man den Bau einer Aufbereitungsanlage, für die die Maschinen von Krupp geliefert werden sollten. Die Aufbereitungsanlage war für eine Gewinnung von 150 - 200 t Wolframkonzentrat berechnet. Die Erschliessungs- und Ausbauarbeiten gingen aber nur so langsam weiter, sodass es bis zur Kapitulation nicht zu einer Produktion der gedachten Kapazität gekommen ist. Meiner Ansicht ist der Ausbau der Anlagen auf diese Produktionsmenge etwas zu ~~früh~~ früh geschehen. Die geologischen und berg-

männischen Untersuchungsarbeiten wurden dabei nicht entsprechend forciert, sodass diese bei Wiederaufnahme des Betriebes in erster Linie nachzuholen sind, einen tatsächlichen Wolframgehalt der Lagerstätte von wenigstens 4 - 500 t Wolfram-Metall nachzuweisen. Ist das aber der Fall, so wäre die Möglichkeit für einen für mehrere Jahre gewährenden kontinuierlichen Betrieb gegeben, wodurch sich die wirtschaftlichen Verhältnisse noch günstiger gestalten sollten, als während des kurzen Saisonbetriebes in der Periode Schänings, der trotz primitiven Manubetriebes mit dem Abbau der reicheren Partien im Jahre 1938 einen Reingewinn von Kr. 39.000.-- und im Jahre 1939 einen Reingewinn von Kr. 30.000 -- erzielte. Während der gesamten Betriebsperiode wurden insgesamt 85 t Wolframkonzentrat gewonnen, von denen 28 1/2 t auf die Betriebsperiode 1906 - 1917 und 58 t auf die Betriebszeit Schänings entfielen. Die früheren Betriebsperioden der britischen Molybdäus Company Ordsalen-Wolfram-Molybdängrube, Hovland-Wolfram-Molybdängrube schlossen finanziell ungünstig ab, teils wegen Mangel, teils wegen Schwierigkeiten der Aufbereitung. In der Betriebsperiode 1906 - 1917 war eine Elektrizitätsanlage, eine Seilbahn und Aufbereitungsanlage gebaut worden, wobei in der Aufbereitung die ~~Kxxx~~ Molybdänerze zuerst durch Flotation gewonnen und dann der Abgang der Flotationsanlage auf Schüttelherden aufbereitet wurde um den Wolframgehalt zu gewinnen. Alle diese Anlagen wurden 1918 abgerissen und abmontiert.

Für einen neuen Betrieb werden folgende Vorarbeiten gemacht: Der Abbau im Felsenest wird fortgesetzt, gleichzeitig werden vom Steilhang aus an mehreren Punkten Querschläge auf das Vorkommen getrieben, um die Vererzung in den verschiedenen Punkten der Gangfläche festzustellen und wenn möglich den

Grubenbetrieb von der Talsonle aus beginnen zu können

Bericht über die geologische Erkundung der Wolfram-Grube bei

B j e r k r e i m nördlich Egersund.

e:

Das Erzvorkommen liegt im Bezirk Bjerkreim südlich des Hofes Hofland. Es ist nur durch eine Motorbootfahrt über das 20 km lange Oevdals-Vand zu erreichen. Vom Ostende des Sees bei Vatsbo führt ein leidlicher Fahrweg etwa 7 km talauf bis unter die Grube, die etwa 550 m über dem Tal an steil abfallendem Fels liegt. Vom Tal führt eine Seilbahn zur Grube, die zur Zeit des Besuches wegen Seilrisses stand. Ein neues stärkeres Seil ist bestellt.

Vom Tal führt ein schmaler Stieg über eine sehr steile Schutthalde zu den 750 m ü.d.M. gelegenen Unterkunftsbaracken. Von da aus geht man etwa 15 Min. abwärts bis zu dem überhängenden Felsen unter dem das Erzvorkommen liegt.

Zur Zeit meines Besuches war das gebaute Vorkommen nicht zugänglich, da der überhängende Fels durch Sprengschüsse stark gelockert war, er wird abgetragen werden. Erst Ende Juli wird das eigentliche Erzvorkommen wieder zugänglich.

Geologische Verhältnisse:

Über die Art des Erzvorkommens konnte ich mich an Hand früher gebauten Stellen und an Handstücken leidlich unterrichten,

Wolframit kommt in grossen Klumpen (bis zu 150 kg), Scheelit in dünnen Streifen in einem quarzgangartigen Aplit-Granit vor, der Uebergänge in Pegmatite zeigt. Auf den Gangrändern zeigt sich stellenweise reichlich Molybdänglanz, der früher abgebaut wurde,

Es handelt sich um die jüngsten Magna-Nachschübe des grossen Sörland-Granits. Es sind die gleichen Nachschübe, am welchen die zahlreichen Mobydän-Vorkommen des Landes geknüpft sind.

Von dem Aplit-Granit geht eine deutliche Vergreisung aus.

Die Vorkommen sind sicher linsenartig und ordnen sich anscheinend zu einem etwa N NW streichendem Zuge.

Vorratsuntersuchung und Abbauverhältnisse:

Systematische Vorratsuntersuchung ist bisher in keiner Weise betrieben worden. Man kann daher weder für die bis jetzt am Fels hang gebaute Linse, noch für die andern Vorkommen irgendwelche Rechnungen aufstellen.

Immerhin legen es die vorhandenen Aufschlüsse nahe, - die ganze Gegend auch die gegenüberliegende Felseite - gründlich zu untersuchen. Die Untersuchung müsste von einer geologischen Aufnahme des Gebietes - Ausscheidung der Gneisen-Zonen - Quarz-Aplit- und Granit-Gänge - ausgehen. Die geologische Aufnahme würde etwa 3 Wochen dauern und erfordert die Hilfe eines gewandten Kletterers und eines Vermessungsmanne.

Die gegenwärtig gebaute Linse steht nur die Längsausdehnung von etwa 5 m fest. Nach tastenden Vorversuchen ist die Gesamtlänge etwas grösser. Ueber die Fortsetzung in die Tiefe ist nichts bekannt.

Die Linse wurde bisher im Tagebau von oben nach unten abgebaut. Die Seilbahn setzt am höchsten Punkt des Vorkommens an, so dass gegenwärtig die Erze 60 m hoch gehoben und dann erst zu Tal gelassen werden.

Auf dem bisher abgebauten Stück-Rauminhalt $35 \times 2 \times 6$ m in roher Schätzung - wurden nach Angaben des Besitzers bisher etwa 60 t Handelserz gewonnen, das Handelserz hat, gleichfalls nach Angabe des Besitzers, 4 - 74 % WO_3 . Alle diese Angaben scheinen ungenau und konnten nicht nachgeprüft werden. Es könnte unter den genannten Verhältnissen bei den bestehenden Verhältnissen und einem Ausbringen von ganz roh gerechnet 16 kg WO_3 auf den cbm gerechnet werden.

Das Erzvorkommen an sich ist sehr viel reicher. Bisher wird das gewonnene Material mit grossen Hämmern zerschlagen und dann durch Hand die grössten Erzklumpen ausgelesen. Der Scheelit wird durch nochmalige Handscheidung von Spezialarbeitern versuchsweise herausgesucht. Nach der im Tal am Endpunkt der Seilbahn gelegenen Halde ist das Ausbringen sehr schlecht, wenn es gelang dort, ohne weiteres zahlreiche bis daumengrosse Wolframitkristalle zu finden. Schätzungsweise geht $\frac{1}{3}$ des Erzgehaltes verloren. Der stellenweise recht hohe Gehalt an Molybdänglanz geht ganz verloren.

Geschichte des bisherigen Bergbaues, Besitzverhältnisse, Reingewinn.

Der erste Bergbau in dieser Gegend wurde von der British Molybdänit-Kompagnie in den Jahren 1904 - 1905 getrieben. Die Stellen der alten Molybdängrube sind noch zugänglich.

Anschliessend begann die Christiania mining Comp. einen ziemlich umfangreichen Betrieb, sie richtete im Tal eine Elektrizitätsanlage ein, stellte einen Brecher und eine Wäsche auf und baute eine Seilbahn. Die ganzen Materialien des damaligen Betriebes sind weg bzw. unbrauchbar. Die von der Christiania mining Comp. betriebenen Arbeitsstellen sind jetzt nicht mehr zugänglich, da sie unter Wasser stehen.

Etwa 1916 wurde das Vorkommen verkauft an Ørsdals-Wolfram- und Molybdängrube, etwas westlich der alten Vorkommen wurde auf neuen Schürfen die Hovland Wolfram- und Molybdän-Grube angefangen. Beim Sinken der Preise am Ende des Krieges kamen beide Gruben rasch zum Erliegen.

Ende 1918 wurde das jetzt gebaute Vorkommen am Felsenhang entdeckt. Die Schürfe wurden vom jetzigen Besitzer, Herrn Overrettssakfører Schaaning in Egersund eingelegt. Nach kurzem Probetrieb 1918 wurde die Grube stillgelegt. 1930 wurde das inzwischen ins Bergfreie gefallene Gebiet der beiden anderen Gesellschaften von Schaaning neu belegt.

1936 wurde langsam mit dem Betrieb begonnen. Zu wesentlicher Förderung kam es dann 1938 (17 t) und 1939 (28 t). Im Jahre 1940 wird die Förderung geringer sein, da etwa 1 Monat der mögliche etwa 3-4 monatigen Betriebszeit mit dem Abräumen des Ueberhanges vergehen wird.

Nach privater Mitteilung wurde im Jahre 1938 39 000 kr. im Jahre 1939 etwa 30 000 Kr. Reingewinn aus den Gruben versteuert.

Zukunftsaussichten.

Nach den geschilderten Verhältnissen kann eine rasche Erhöhung der Förderung durch Einführung einer kleinen Aufbereitung- Brecher, Schüttherd ev. Kugelmühle - erreicht werden. Die grossen augenblicklichen Erzverluste bei der Handscheidung könnten so zugute gemacht werden.

Als weitere Massnahme käme vor allem eine Untersuchung der bisher gebaueten Linsen auf ihre Fortsetzung nach der Tiefe in Frage. Die Untersuchung kann nur durch Stollen geschehen, die an der 500 hohen Felswand anzusetzen wären. Danach könnte man gegebenenfalls den Betrieb auf Stollen- und Magazinen umstellen. Ein wesentlicher Erfolg dieser zweiten Massnahme wäre vor einem Jahr kaum zu erwarten.

Für die weitere Untersuchung wäre die geologische Aufnahme mit anschliessendem grösserem Schürfen vorzusehen.

Das Kapital für die beiden ersteren Massnahmen scheint vorhanden zu sein.

hang.

Der Besitzer der Grube, Overretssakförer Schaaning macht den Eindruck, als ob er jedem Geschäft zugänglich sei, er ist deshalb auch an der Ausweitung des Grubenbetriebes interessiert. Bergmännische oder geologische Kenntnisse besitzt er nicht.

Der Betriebsleiter, ein Steiger, dessen Name mir unverständlich blieb, scheint an der ganzen Sache kein grosses Interesse zu haben. Besonders deutschfreundlich ist er nicht. Da die Grube nur im Sommer in Betrieb ist, sieht er hier wohl keine besondere Aufgabe.

Die 9 Mann der Belegschaft sind durchweg Leute aus der näheren Umgebung und an der Aufrechterhaltung des Betriebes interessiert. Ein Arbeiter hat bisher bei jedem der verschiedenen Betriebe mitgearbeitet.

gez: v. Gaertner

techn. Kriegsverwaltungsrat a. Kr.

v. Gauthier

1940

A b s c h r i f t :

Norges Geologiske Undersøkelser

Bergarkiv

Rapport nr.: 1087

2. Bericht über die Wolfram-Grube bei Bjerkreim nördlich Egersund

4 Anlagen.

Die Grube wurde am 18/19.9. eingehend besichtigt. Leider verhindert das regnerische Wetter eine Untersuchung der Steilwand unter der Grube, da dauernder Steinschlag den Aufenthalt in den Felsen unmöglich machte. Dem Bericht wird eine Kartenskizze der verschiedenen Vorkommen beigelegt, Sie zeigt nach einer im Besitze von Herrn Schaanning befindlichen Zeichnung die Lage der alten Gruben. Die neue jetzige Grube ist nur gefühlsmässig eingetragen, desgleichen die Lage der Vorkommen im Tal und des grossen Talstollens.

Eine Zusammenstellung der Verkaufsbedingungen für die 28 t im Jahre 1939 gewonnenen Wolframerzes ist beigegeben, für die Darstellung sind die nötigen Unterlagen mir vorgelegt worden. Die Zahlenangaben sind richtig, aus der Korrespondenz kann man ersehen, dass für die letzte Lieferung der Gehalt 65,68% $W O_3$ richtiger sein dürfte als die erste Angabe.

Die beiden älteren Gutachten sind verschieden zu bewerten. Die Zusammenstellung für "Ørsdalen Wolfram-og Molybdengruber" macht einen zuverlässigen Eindruck und stimmt mit den Verhältnissen im Gelände gut überein, der Bericht von Tidemann über die jetzt betriebene Grube ist nur mit Vorsicht zu bewerten, vor allem sind seine Zahlen über den Erzgehalt mindestens um eine Zehner-Potenz zu hoch und seine Angaben über die Grösse des Vorkommens unbewiesen.

1. Besitzverhältnisse.

Nach zuverlässig erscheinenden Angaben von Herrn Schaanning sind jetzt alle Felder und Schürfe der Umgebung in seiner Hand. Es steht aber nicht fest, ob die zahlreichen Schurfgerechtigkeiten die Erzvorkommen lückenlos überdecken.

Leider ist der in dem Gutachten über Ørsdalen Wolfram-og Molybdengruber" erwähnte Grundbesitz aufgegeben. Es laufen nur Pachtverträge über das benutzte Gelände.

2. Reingewinn.

Die Grube wurde 1939 mit etwa 12 Arbeitern und einem Steiger betrieben. Der Steiger erhielt 400 Kr. monatlich, die Arbeiter 1,25 Kr./Stunde, hierzu kommen noch freie Kassen und die Unterkunft in der sehr primitiven Höhenbaracke samt freier Heizung. Der Lohn wird abgesehen der schwierigen Arbeitsbedingungen als sehr niedrig angesehen.

Für das Jahr 1939 rechnet man bei 38 t Erz mit einem Reingewinn von Kr. 120.000, für das Jahr 1938 war der Gewinn geringer. Im Jahr 1940 wurden nur 5-6 t Erz infolge ausgedehnter Sicherungsarbeiten gewonnen worden, man rechnet mit einer Unterbilanz von 10-20.000 Kr. Als Durchschnittsgewinn sind 45.000 Kr. im Jahr anzusehen.

Schaanning scheint bereit zu sein, die Grube mit allen Gerechtigkeiten zu verkaufen, als ganz unverbindlichen Preis gab er bei einer Verhandlung mit den Herren vom Wehrrwirtschaftsamt Stavanger 400.000 Kr. an. Er rechnet dabei mit einer Steuerabgabe von über Kr. 200.000. Vielleicht wäre es billiger, diesen Betrag und Steuer zu zahlen. Auch einer Bildung einer Aktiengesellschaft ist er nicht abgeneigt. Er scheint ziemlich dringend bares Geld nötig zu haben.

3. Vorkommen der Erze auf der Grube.

Auf der Grube sieht man einen grauen, parallel gefügten Biotit-Granit mit der Neigung zu porphyrischer Ausbildung, er gleicht dem grauen Granit, in dem auf der Knabengrube II die Erze vorkommen. Der Granit ist auf einer 6 m breiten Zone von unregelmässigen Quarzadern durchflammt. Die Quarzadern fallen mit dem Parallelgefüge des Granites mit 80° nach Osten ein. Das Streichen schwankt nur die NS-Richtung. Zwischen den Quarzadern tritt Scheelit in langen in s gestreckten Linsen auf, ferner findet sich Wolframit in Klumpen, Knauern und Knollen, die gern von einer dünnen Scheelit-Hülle umgeben sind. Granat ist auf einzelnen Zonen nicht selten. Uebergänge zu Pegmatiten durch Aufnahme von Feldspat auf den Quarzadern sind nicht selten. Der wesentlichste Quarzgang wird von Molybdänglanz begleitet. Der Molybdänglanz in z. T. in kleinen Flitterchen in den Feldspat und Scheelit eingestreut, z. T. in etwa 1-4 mm breiten Streifen dem Quarzgang angelagert. Neben dem Molybdänglanz sieht man spärlich Pyrit. Der Molybdänglanz ist fast ganz auf diesen etwa 0,3 m breiten Streifen beschränkt.

Unter dem Quarzgang folgt Granit, in ihm ist auf etwa 2 m Breite ständiger Wolframit und Scheelit zu treffen. Dies ist in dem gegenwärtig gebauten Abschnitt die reichste Zone. Weiter gegen Westen klingt die Erzführung allmählich aus, weiter als 4 m vom Quarzgang weg trifft man keine Erze mehr, wie ein kleiner 5 m langer Querschlag zeigt.

Etwas anders sieht das Vorkommen hart südlich des gegenwärtigen Arbeitsplatzes aus. Man hat hier einen 15 m langen Stollen im Liegenden des Quarzganges, also etwa in der Reichzone, getrieben und auf ihm wenig Erz getroffen. Hingegen soll ein Querschlag nach Osten, der die Quarzzone mit 3,5 m durchörtert hat, nach Angabe der Arbeiter erteile Erzfunde gebracht haben, gegenwärtig war auf dem Querschlag nur wenig Erz, hingegen etwas mehr in Liegenden des Quarzes zu sehen.

4. Einige andere Vorkommen im Felde.

Auf der Kartenskizze erkennt man deutlich den Vorlauf der Gangzone. Im Süden an die gegenwärtige Gangzone schliessen sich einige kleine Aufschlüsse mit Molybdän- z. T. mit Wolfram-Erzen (kleine Kreise auf der Kartenskizze). Sie sind sämtlich an die Nachbarschaft von Quarzgängen gebunden und sind von grauem, z. T. hellem Granit begleitet. Es folgt dann ein mit Wasser gefüllter Abbau von etwa 15 m Länge und 2,5 m Breite. In ihm soll noch reichlich Erz in der Sohle anstehen. Etwas gegen W verschoben liegt ein viereckiger Tagebau, in dessen Wänden noch Scheelit ansteht, hier soll im wesentlichen Wolframit gebaut worden sein, während man den Scheelit nicht weiter beachtet hätte. Im Fortstreichen nach S wird das Vorkommen von einer Quarzstörung mit erkennbarer Harnischfläche abgeschnitten. In der Sohle soll kein Erz mehr angestanden haben. Beide Betriebe waren ausgesprochenen Wolfram-Betriebe.

Im nördlichen Fortstreichen stossen wir auf einen Stollen in grauen Birkreimit-Gneisen mit Amphibolitbändern. In ihnen treten Quarzgänge auf, die von Molybdänglanz begleitet werden. Die Mächtigkeit der Erzzone ist nicht zu erkennen. Noch weiter im Norden liegt ein tagbauartiger Schacht in den gleichen Gneisen. Er baut eine etwa 10 m breite Zone mit Quarzgängen und einzelnen Streifen von Molybdänglanz. Der Schacht ist auf einem Stollen durchschlägig, der ihn in 38 m Tiefe anschnidet. Diese Betriebe sind offenbar der Hauptlieferant der Molybdän-erze, die nach den Berichten des Bergmeisters von hier geliefert wurden (Vgl. Gutachten über Ørdsalen-Wolfram-og Molybdänggruber). Scheelit und Wolframit sollen gleichfalls hier vorgekommen sein. Noch weiter im Norden liegt im gleichen Gangzug ein kleines Molybdän-Vorkommen. Ob zwischen ihm und den anderen Vorkommen eine Verbindung besteht, ist in dem überdeckten

Gebirge nicht zu erkennen.

Damit ist der Gangzug nach S auf etwa 900 m Länge erzführend bekannt. Der Wolframingehalt scheint nach Süden zu immer mehr durch Molybdän ersetzt zu werden.

Die Fortsetzung nach Norden ist wenig untersucht. In alten Zeiten - vor 1919 - ist vom Ende der Schluchtaus etwa 100 m über dem Tal ein Stollen in den Berg getrieben worden. Der Stollen ist nicht mehr zugänglich, da das Mundloch tief unter dem aus der Rinne herabgekommenen Schutt begraben liegt. Die Haade kann man eben noch erkennen. Im Stollen soll nach Aussage eines alten Arbeiters nur etwas Molybdän angestanden haben. Nach den Angaben im Gutachten über "Ørsdalen Wolfram-og Molybdängruben" ging er 300 m in den Berg hinein, das stimmt mit den Angaben des Arbeiters überein. Nach meiner Schätzung kann der Stollen nicht den gleichen Gang getroffen haben, wie er oben gebaut wird, er scheint vielmehr auf einem Parallel-Gang zu sitzen, der auch in der Schlucht weit unterhalb der Grube gut zu erkennen ist. (s. u.)

Die richtige Fortsetzung unseres Ganges scheint hingegen etwa 200 m weiter westlich, bei der nächsten Rinne herunterzukommen, wo ein Arbeiter Scheelit gefunden haben will, leider war die Stelle nicht zugänglich. Für die Beurteilung der ganzen Lagerstätte ist jedenfalls das Vorkommen von Wolframerzen so tief im Tal (400 m unter der Grube) wichtig.

Sicherheit über die Fortsetzung nach N kann nur eine genaue Vermessung der Grube und der einzelnen Vorkommen geben, die mit einer genauen Untersuchung der Wand zu verbinden ist.

Auf einem westlichen Parallelgang baute die Havlandgrube.

Ein Schacht ostwärts des Glubetjønn zeigt eine 3,5 m breite Zone mit Molybdänglanzstreifen in grauem Gneis begleitet von Apliten. Die Zone scheint nach S nicht unmittelbar fortzusetzen, es ist versucht worden, die Zone mit einem Stollen von Glubetjønn aus etwa 30-40 m tiefer anzuschneiden, der Stollen hat vor Einstellung der Arbeiten die Zone nicht mehr erreicht. Weiter nach N ist die Erdzone auf 18 m Länge und etwa 3 m Breite streichend aufgeföhren, die Erzführung geht in der Breite und Länge über den Aufschluss hinaus.

Neben Molybdänglanzstreifen ist auch Scheelit vorhanden. Das Vorkommen soll recht reich gewesen sein. Ein weiterer Schurf mit Molybdänglanz folgt nach N. Dieser Gangzug ist somit auf 200 m Länge untersucht. Einige weiter südlich gelegene Aufschlüsse dürften die Fortsetzung anzeigen.

Nur durch einen Aufschluss ist ein Gang im Osten des Hauptganges belegt. Eine Quarzzone führt Scheelit und nach Angaben der Arbeiter Wolframit. Sie setzt im Granit auf. - Die Quarzgänge sind noch etwa 60 m nach Norden zu verfolgen. Vielleicht ist der Talstollen auf diese Zone angesetzt worden.

Auf der anderen Seite des Ørsdal ist noch ein Molybdänvorkommen im Fortstreichen der Zone unserer drei Gänge bekannt.

5. Betrieb auf der Grube.

Die Grube, oder besser der Tagebau, liegt über einer 500 m hohen Felswand. Um an die Gewinnungsstelle zu gelangen, muss man 40 m über Leitern frei an der Felswand hinunterklettern, die Neigung der Leitern beträgt 80-60°.

Dann erreicht man einen 10 m breiten und etwa 18 m langen Absatz und steht auf dem Erzgang. Er reicht auf der einen Seite bis an die Wand, die nur ganz wenig flacher fällt als der Erzgang. Die andere Seite wird von der aufsteigenden Wand gebildet, an der die Leitern hängen.

Trotz der im Sommer durchgeführten Abräumungsarbeiten ist die Arbeitsstelle keineswegs steinschlagsicher. Nach Süden ist das Erzvorkommen etwa 15 m durch einen Stollen verfolgt worden. Dieser Teil kann gegenwärtig wegen Steinschlag überhaupt nicht gebaut werden.

Die Plattform auf dem Erzgang wird in Absätzen von etwa 0,80m abgeteuft. Das Erz wird geschossen, die entstehenden Stücke bis etwa auf Kindskopfgrösse zerkleinert und dann unter Abspülen auf Erzgehalt zusammen mit all den kleineren Stücken unter Wasserspülung durchgesehen. Alle Stücke, die kein Erz erkennen lassen, werden in den Abgrund geworfen.

Es entsteht hierbei ein mehrfacher Erzverlust. Beim Schiessen fliegen un vermeidbar Stücke in den Abgrund. Ferner wird anderes Material so stark zerkleinert, dass es mit dem Wasser ins Tal gespült wird. Hierbei geht viel Schmelz verloren, der meist von sich aus schon grusig zerfällt. Nach Angaben des Steigers ist nach einem Schuss im Schmelz das Wasser oft noch lange milchig gefärbt. Weiterhin ist es bei dem unregelmässigen Vorkommen der Erze unvermeidlich, dass sich unter den weggeworfenen kindskopfgrossen Stücken solche befinden, die zwar äusserlich kein Erz zeigen, aber es in sich einschliessen.

Das so vorgeschiedene Erz wird mit einem Handaufzug ~~zur Seilbahn~~ ~~gebracht~~ 40m gehoben, dann mit einer etwa 40 m langen Schienenbahn zur Seilbahn gebracht und auf der 900 m langen Bahn 540 m in das Tal hinabgelassen. Dort werden die Stücke durch zwei Mann weiter zerkleinert und die Erzbrocken herausgesucht. Was wenig Erz zeigt oder vielleicht schlecht zu zerkleinern ist, geht auf die Halde, auf der, wie schon im ersten Bericht erwähnt, reichlich Erz zu finden ist. Die Halde wurde bei diesem Besuch als Wascherz bezeichnet.

Ausser den grossen Arbeitsverlusten (zweimalige Handscheidung) dreimaliges Umlasten, Heben um 40 m) ist bei diesem Verfahren mit grossen Erzverlusten zu rechnen, die wohl 1/3 des Erzgehaltes betragen mögen, ev. aber auch höher sind.

6. Erzgehalt und Vorratsmenge auf der Grube.

Der Erzgehalt kann nur nach dem Ausbringen berechnet werden. Die grobkörnige Ausbildung des Erzes (Klumpen bis zu 150 kg) und das unregelmässige Vorkommen lassen jede Probenentnahme sinnlos erscheinen. Besonders führt jedes Auszählen zu schlechten Ergebnissen, so lange es nicht die ganze Grundfläche erfasst, die aber zum Auszählen zu verschmutzt ist. 50 cm breite Streifen über die ganze Breite ohne Erz lassen sich genau so leicht finden, wie solche mit 5-10 % Erz.

Im Jahre 1940 ist eine Grundfläche von 10,5 x 13 m um 1,8 m erniedrigt worden. Das ergibt ein Abtragen von 245,70 cbm, daraus wurden etwa 5 t Erz gewonnen. Dies entspricht etwa einem Gehalt von 20 kg Handels Erz auf den cbm. Das Erz dürfte nach den Analysen etwa 66% WO_3 enthalten. Danach kämen auf den cbm etwa 14 kg WO_3 .

Im Jahre 1939 wurde die Strosse um etwa 10 m niedergebracht. Die Grundfläche war im unteren Teil damals etwas länger, soll oben aber infolge des langsamen Einschneidens der Böschung schmaler gewesen sein. Eine Grundfläche von 10 x 15 m ist eher zu gross als zu klein angenommen. Dabei ergibt sich ein Abbau 1500 cbm, X) diese haben 28 t Handels Erz mit 66% WO_3 geliefert. Das entspricht einem Gehalt 12.33 kg WO_3 im cbm. Da die Grundfläche vermutlich etwa zu gross genommen wurde, dürfte die Zahl etwas zu niedrig sein. Die frühere Angabe von 16 kg/cbm beruhte auf einer zu niedrig geschätzten Mächtigkeit.

Das Erz ist nicht gleichmässig auf die ganze Mächtigkeit verteilt. Eine Zone von 2 m ist beträchtlich reicher, aus ihr sollen 3/4 der gewonnenen Erze nach Angabe der Arbeiter stammen. Nach der Ortsbesichtigung ist das möglich, aber selbstverständlich nicht zu beweisen. In dieser Zone betrü

X) Das entspricht bei 150 Arbeitstagen und 15 Mann Belegschaft etwa 2/3 cbm pro Mann und Tag einschl. Aufbereitung.

der WO_3 -Gehalt etwa 70% kg/cbm. Die Vorratsberechnung des Vorkommens ist sehr schwierig. Sichtbare Erzvorräte sind nicht aufgeschlossen. Eine Berechnung wahrscheinlicher Vorräte kann von folgenden Grundlagen ausgehen: In der gegenwärtigen Höhe wird eine Grundfläche von etwa 22 m Länge abgebaut werden, dazu kommen noch 15 m im Süden, die aus Sicherheitsgründen stehen gelassen werden. In diesen 15 m sollen die Erzgehalte etwas schlechter sein. Etwas unter dem Niveau der gegenwärtigen Sohle kann man die Erzzone mit den Augen noch weitere 30 m verfolgen, über die Erzführung in diesem Abschnitt ist nichts bekannt. Man kann also mit einer Gesamtlänge des Vorkommens von 67 m rechnen. Die Mächtigkeit kann mit 10 m durchschnittlich angenommen werden, sie wird nach S ab-, nach N was zunehmen. Das macht eine Grundfläche von 670 qm. Will man vorsichtig einen Gehalt von nur 10 kg/cbm annehmen, so muss man pro m Niedersetzer mit 6700 kg WO_3 rechnen. Ein Niedersetzen um etwa 50 m scheint nach den ganzen Verhältnissen sehr wahrscheinlich, so dass man mit einem Erzvorrat von

335 t WO_3 (oder einem Wert von etwa 25 Millionen Kr.)

auf diesem Vorkommen mit einiger Sicherheit rechnen kann. Verschiebungen bis zu 50 % sind aber nach beiden Seiten durchaus möglich.

7. Mögliche Vorräte im Erzfelde.

Die Aussicht im Erzfelde weitere bauwürdige Lagerstätten zu finden, ist durchaus gegeben. Es sei hier auf die verschiedenen Vorkommen auf dem gleichen Gange weiter im Süden hingewiesen, die sehr beträchtliche Wolfram- und noch grössere Molybdän- Mengen geliefert haben.

Des weiteren sind auf beiden Seiten je ein gleichlaufender Gang bekannt. Ueber die Durchschnittsgehalte und Vorräte auf diesem Vorkommen ist nichts Näheres bekannt.

Alles in allem ist mit einem vielfachen der obigen Vorräte zu rechnen.

8. Vorschläge für die weitere Erschliessung.

Die Erschliessung hält sich am besten zunächst an die bisher gebaute Linse. Der Betrieb müsste wohl zunächst auf Untertagebau umgestellt werden, da nur so ein ganzjähriges und gefahrloses Arbeiten möglich ist. Dafür wäre zunächst eine genaue Vermessung und geologische Untersuchung der Wand notwendig. Ersteres kann vielleicht noch diesen Herbst, letzteres sicher erst im nächsten Sommer durchgeführt werden. Danach wäre ein Stollen von einer ungefährlichen Stelle in der Wand aus gegen den Gang zu vorzutreiben und schliesslich mit dem Abbau zu beginnen.

In der Zeit könnte der Tagebau-Betrieb in beschränktem Umfang aufrecht erhalten werden. Zur Vermeidung von Erzverlusten scheint es aber notwendig, das gesamte Material einer Aufbereitung zu unterziehen. Ob die Aufbereitung in der früher geplanten Form durchzuführen ist, scheint ungewiss. Für die Wolframgewinnung ist eine Zerkleinerung unter Erbsengrösse unnötig. Mit einer einfachen Wasche könnte man so ein Wolframit-Scheelit-Granat-Konzentrat eingehen, es scheint aber möglich, die Mo-haltige Zone schon beim Abbau auszuhalten. Die Mo-haltigen Erze könnten dann einer Sonderaufbereitung unterzogen werden.

Eine solche müsste gebaut werden, sowie man die weiter südlich gelegenen Vorkommen angreifen will, auf den W- und Mo-Erze zusammen auftreten. Hieran bezieht sich auch die Planung der "Ørdsalen Wolfram-og Molybdängruber". Danach sollten die Mo-Erze, die man offensichtlich als die Haupterze ansah, flottiert und danach die W-Erze gewaschen werden. Nach Aussagen der Arbeiter hat es hierbei Schwierigkeiten gegeben, die schliesslich zum Aufgeben des Verfahrens zwangen.

9. Zusammenfassung.

Im "Wolfram- und Molybdänfeld" ostwärts von Bjerkreim wird gegenwärtig eine Erzlinse abgebaut. Die Erzgehalte betragen über die volle 10 m betragsmäßig die Mächtigkeit gemessen 12 - 14 WO_3/cbm , eine 2 m mächtige innere Zone weist höhere Gehalte von etwa 70 $\text{kg WO}_3/\text{cbm}$ auf. Bei einer Grundfläche von 670 m^2 kann man wenig unterhalb der jetzigen Arbeitsstelle etwa mit 6700 kg WO_3 für den m Abteufen rechnen. Bei einer Erstreckung der Erzführung auf 50 m Tiefe, die als sehr wahrscheinlich anzusehen ist, entspricht das einem Erzvorrat von 335 t WO_3 oder bei den heutigen Erzpreisen einem Werte von rund 25 Millionen Kr. Ein Fehler von $\pm 50\%$ kann in dieser Rechnung enthalten sein.

Weitere Vorkommen z. T. mit reichlich Molybdän sind weiter im Süden bekannt.

Der Besitzer will das ganze Feld für 400.000 Kr. verkaufen.

Kristiansand, den 22.9.1940.

gez: v. G.

techn. Kriegsverwaltungsrat a. Kr.

11.11.1946

1946

Norges Geologiske Undersøkelse

Orsdalen.

Rapport nr. 1254

Lage:

Die Wolframgrube Bjerkreim liegt in Orsdalen im Fylke Rogaland ca. 35 km NO von Egersund. Das Vorkommen kann über Orsdalen erreicht werden und zwar vom östlichen Ende des Sees bei Vatsbø. Von dort führt ein primitiver Weg in 7 km zur Grube, die am oberen Ende einer ganz steilen etwa 600 m hohen Felswand liegt. Ein direkter Aufstieg vom Tal zur Grube geht nur über einen sehr ausgesetzten Steig, teilweise über Leitern. Eine ziemlich primitive Seilbahn führt vom Tal steil hinauf zur Grube. Schöning's Wolframgrube liegt ganz ausgesetzt an dieser steilen Felswand, sodass die schlechte Zugänglichkeit zur Grube ein ziemliches Hindernis für deren Entwicklung ist.

Literatur:

Über das Wolframvorkommen liegt ein Bericht von Hr. Gartner von 1940, ein Reisebericht Mauchers aus dem Jahre 1943 und von älteren Berichten ein Kommissionsbericht von Bugge, Hieber, Smith von 1919 und ein weniger zuverlässiger von W.O. Tidemand von 1934 vor. Weitere Berichte und die Grubenpläne müssen sich bei Norske Bergselskab befinden.

Geologie:

Das umgebende Gestein der gangförmigen Wolframlagerstätte ist der Norilangranit, ein z.T. grauer, z.T. heller Biotit - Pyroxengranit mit Neigung zu porphyrischer Ausbildung. Er ist auch das Muttergestein für die meisten skandinavischen Molybdänlagerstätten, (Enabøn, Kvinnø etc.) die ihre Entstehung wohl auch pneumatolitischen Vorgängen verdanken. Im Granit treten sehr quarzreiche Aplitzgänge auf, die zu Gangzügen geordnet sind. Von den Aplitzgängen aus macht sich im umgebenden Granit eine deutliche Vergreisung und Bleichung bemerkbar, die ja für diese Art von Lagerstätten charakteristisch ist. Die Gegend ist bisher geologisch noch nicht im Detail kartiert, eine solche würde übrigens einen sehr geübten Bergsteiger erfordern. Eine Flugkartierung des Gebietes wäre angebracht und auf Grund dieser eine Aussonderung der Greisenzonen und der Quarzaplitzgänge. Die Aplitzzone ist mehrere Meter mächtig,

schwankt aber stark in ihrer Mächtigkeit. In der Aplitzone ist der Granit von einer Grosszahl von Quarzadern durchdrungen. Der Granit zeigt durch sein z.T. auftretendes Parallellgefüge nordsüdliches Streichen. Mit der Schieferung des Granites gleichsinnig fallen die Quarzadern mit etwa $70 - 80^\circ$ steil nach O ein. Besonders kann ein Hauptgangzug mit dem Streichen SSW - NNO in Abständen bis auf etwa 1500 m Länge mit Aplit und Quarzgängen und einzelnen Abbauen verfolgt werden. Er stösst bei Schäningsgrube an die Felswand, fällt steil mit ihr ins Tal und hier sind auch noch mehrere Wolframvorkommen bekannt und durch Stollen angeschlagen, während der Gangzug gegen sein Südsende zu zersplittern scheint.

Westlich des Hauptgangzuges liegt ein weiterer jedoch weniger bedeutender Gangzug, der von Hovelandgrube in Abbau genommen war. Diese Abbaue haben aber nirgends grössere Bedeutung erlangt. Dieses Vorkommen wurde durch zwei Schächte und zwei Stollen in Angriff genommen. Er findet wahrscheinlich seine nördliche Fortsetzung in den Aufschlüssen im Stollen II. Eine weitere Beschreibung der Vorkommen in der Umgebung soll hier nicht gegeben werden, es wird auf die älteren Berichte verwiesen.

Die Lagerstätte:

Das Wolframvorkommen gehört zum Typ der pneumatolytischen Wolframlagerstätten. Die Wolframerze sind Wolframit, der in grossen Kristallen ja in ganzen Klumpen und Scheelit, der in dünnen Lagen in dem sehr quarzreichen Aplit (Pegmatit) vorkommt. Dabei ist der Wolframit mehr an die mittleren Partien, Scheelit z.T. mehr an die randlichen Partien gebunden. Daneben zeigt sich besonders an den Selbändern stellenweise reichlicher Molybdänlanz, sodass die Vorkommen zuerst hauptsächlich auf Molybdän gebaut wurden. Der Scheelit zeigt gestrecktes Gefüge und umgibt z.T. die Wolframitknollen in dünnen Platten. Der Molybdänlanz ist z.T. in kleinen Flitterchen in dem Feldspat und Scheelit, z.T. in dünnen Streifen dem Quarzgang eingelagert. Die Vererzung ist aber nicht allein an den Quarz gebunden, sondern tritt teilweise auch (besonders auf der Liegenden Seite) in den vergroßten Granit über und die Scheelitvererzung hört bei Schänings Vorkommen erst nach einigen Metern im Granit allmählich auf; diese Vererzung im Granit ist stellenweise ganz reich.

Die Erzvorkommen sind an die Quarzplitzgänge gebunden und auf ihnen linsenförmig angeordnet und es ist wohl als wahrscheinlich anzunehmen, dass ausser den bereits in Abbau genommenen Vorkommen sich weitere Erzlinsen in den Aplitgängen befinden.

In der Umgebung des derzeit abgebauten Vorkommens finden sich noch eine Reihe weiterer Erzaufschlüsse, die z.T. ebenfalls abgebaut wurden und durchwegs an solche Quarzplitzgänge gebunden sind. Da Scheelit zu den am schwersten erkennbaren Mineralien gehört, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Wolframvererzung noch nicht in allen Vorkommen erfasst ist. Die Scheelitvererzung könnte am besten mit der Fluoreszenzlampe verfolgt werden, die den Scheelit in der Dunkelheit nach Beleuchtung deutlich aufleuchten lässt. So wäre besonders die Felswand mit dieser Lampe auf das Vorkommen von Scheelit zu untersuchen.

In den früheren Betriebsperioden wurde der Südteil des Hauptgangzuges durch mehrere Schachte und kleine Tagebaue abgebaut. Die einzelnen Erzansammlungen erreichen keine lange streichende Erstreckung und es ist auch nicht wahrscheinlich, dass man hier mit einer grossen zusammenhängenden Vererzungsfläche rechnen kann. Noch wurden Probenahmen zur Untersuchung des Metallgehaltes der zwischen den Erzansammlungen liegenden Teile des Gangzuges wohl kaum vorgenommen. Eine solche müsste noch vorgenommen werden, wobei bei dieser Probenahme auch auf die Gneiszonen mit Impragnationen Rücksicht zu nehmen wäre. Die Hauptlagerstätte der letzten Betriebsperiode liegt weiter im nördlichen Teil des Gangzuges, sie wurde erst 1918 entdeckt und 1936 in Angriff genommen. Die in Abbau genommene Erzlinse ist etwa 35 m lang. Die Mächtigkeit der Vererzung in der Linse schwankt sehr stark. Die reichen Erze selbst sind meistens in nur ganz schmalen Adern über dem mehrere Meter mächtigen Gangzug verteilt. Aus der letzten Betriebsperiode lässt sich errechnen, dass das Roherz einen Durchschnittsgehalt von 0,6 % gewonnener Wolframsäure hat. Da aber die Verluste beim Abbau und beim Handscheiden sehr gross waren, dürfte der Gehalt etwa um $\frac{1}{3}$ höher sein als die hier errechnete Ziffer. Es muss aber hervor-
gehoben werden, dass es sich wohl um eine Wolframitanreicherung handelt, die vielleicht nicht viel über die gegenwärtig bekannte Ausdehnung hinausreicht. Nicht bekannt hingegen ist, ob nicht die Scheelitführung über die gegenwärtige Lagerstätte hinaus fortsetzt. Wichtig ist dabei auch, dass ein nicht unwesentlicher Teil der Erzführung als Impragnation in dieser Gneiszone auftritt und nicht an

mark gebunden ist. Da die Lagerstätte nicht viel steiler einfällt als der sehr steile Felsang, wäre die Möglichkeit gegeben, durch eine Reihe von Einschlagen die Gangfläche an mehreren Punkten zu untersuchen. Das Vorkommen hat daher den grossen Vorteil, dass man mit nur geringen Kosten die Vererzung auf einer sehr grossen Gangfläche untersuchen kann. In der nördlichen Fortsetzung der Lagerstätte sind am Fusse der Wand zwei Stollen eingeschlagen, die aus einer früheren Betriebsperiode stammen, lange Zeit verschüttet waren und in der letzten Betriebsperiode wieder geöffnet wurden. Diese Stollen sind nicht weniger als 400 m tiefer als die oben am Felsang gebaute Lagerstätte. In beiden Stollen wurde Erzführung beobachtet und das ist von wesentlicher Bedeutung für die Beurteilung der Lagerstätte, da hiermit Wolframerzführung über wenigstens 500 m nachgewiesen ist. Der erste Stollen hat eine Länge von 300 m erreicht und von ihm wurde in der letzten Betriebsperiode durch mehrere Querschläge und Felsorte die Vererzung in der Tiefe untersucht. Auch ein Aufbruch wurde von ihm aus angesetzt. In diesem Stollen wurden mehrere mit Schmelz gut vererzte Partien mit Durchschnittsgehalten von 0.4 - 0.5% WO_3 beobachtet. Die Vererzung ist über grosse Ausdehnung festgestellt, jedoch die ganze Ausdehnung derselben noch nicht bekannt. Gerade durch die im Stollen gefundenen Wolframerzgehalte wurde die Grundlage für die Beurteilung der Lagerstätte stark verändert, da diese Funde es wahrscheinlich erscheinen lassen, dass man wenigstens im Nordteil des Hauptgangzuges ausgedehnte Gangflächen mit zusammenhängender Vererzung erwarten kann. Damit wäre aber die Grundlage für einen gesunden Bergbaubetrieb gegeben. Die Ausdehnung der einzelnen Adelszonen muss aber erst die zukünftige Auffahrung ergeben. Bei genauer Überwachung der Auffahrungsergebnisse werden sich vermutlich geologische Gesichtspunkte für das Auftreten des Adelszonen herausarbeiten lassen, wie sie z.B. in den Arbeiten von Mc. Kinstry dargestellt sind.

Der zweite Stollen, der über 40 m lang ist, wies ebenfalls Vererzung mit 0.2 % WO_3 auf. Die höchsten in dem Stollen bei einer Meterdurchschnittsprobe gefundenen Gehalte ergaben sogar 4 % WO_3 .

Leider fehlen die Grubenkarten und die Karte mit den Proben und Analysengehalten aus den Stollen, die ich mit Herrn Dr. Flotzki studiert hatte, die aber nun anscheinend verlorengegangen sind. Die Beschaffung dieser Karten ist natürlich für die Beurteilung der Lager-

nte und für die weitere Untersuchung von Bedeutung.

Hauptgangzug kann insgesamt über eine Länge von wenigstens 1 1/2 verfolgt werden, der freilich nur mit grossen Unterbrechungen zwischen den einzelnen Anreicherungen zu verfolgen ist. Die südlich liegende Gruppe der Abbaue der Ürsdalen Wolfram- und Molybdängrube der Betriebsperiode 1911 - 1918 haben auf einer streichenden Länge von ca 200 m geringere Gehalte in ihren Erzen aufgewiesen und zwar zwischen 0.12 und 0.4 % WO_3 und teilweisen MoS_2 . Dabei ist im südlichen Teil des Gangzuges das Molybdän stärker vertreten, während es im nördlichen Teil zu fehlen scheint.

Die Aufschlüsse im Norden viel ergütiger sind, wird man beim künftigen Betrieb am besten zuerst das Hauptaugenmerk dem nördlichen Teil des Gangzuges zuwenden. Dies umsomehr, als dadurch der Grubenbetrieb und der Abtransport der Erze wesentlich vereinfacht werden kann.

Grubenbetrieb:

Bereits in den ersten Jahren der Grubenbetrieb auf Molybdänerz stattfand, begann später das Wolfram in den Vordergrund zu treten. Während der gesamten Betriebsperioden 1905 - 1940 wurden aus der Lagerstätte insgesamt 85 t Wolframkonzentrat gewonnen, von denen 28 1/2 t auf die Betriebsperiode 1906 - 1917 und 58 t auf die Betriebszeit Schanings entfielen. Die früheren Betriebsperioden der Britischen Molybdän Company, Ürsdalen Wolfram-Molybdängrube, Hovland Wolfram-Molybdängrube schlossen finanziell ungünstig ab, was teils auf Erzangel, teils auf Schwierigkeiten der Aufbereitung zurückzuführen ist. In der Betriebsperiode 1906 - 1917 war eine Elektrizitätsanlage, eine Seilbahn und Aufbereitungsanlage gebaut worden, wobei in der Aufbereitung zuerst die Molybdänerze durch Flotation gewonnen und dann der Abgang der Flotationsanlage auf Schüttelherden weiter aufbereitet wurde, um den Wolframingehalt zu gewinnen. Alle diese Anlagen wurden 1918 abgerissen und abmontiert.

Das Vorkommen von Schanings wurde erst nach Stilllegung der anderen Grube in der Nachbarschaft Ende 1918 entdeckt, aber blieb liegen, bis Overreidesenkrøer Schanings in Egersund im Jahre 1936 den Betrieb aufnahm, wobei er in den Jahren 1938 17 t 1939 28 t Wolframerz durch Flotationsanlage gewann und verkaufte. Im Jahre 1940 wurde die Grube von Norske Bergelskapet für die Gesellschaft für Elektrometallurgie und Krupp übernommen. Diese strebt einen weiteren Ausbau der Grube

t mehrfacher Steigerung der Produktion an, ohne jedoch bis zum Tage der Kapitulation in volle Produktion gekommen zu sein.

Während der Jahre 1936 - 1940 geführte Betrieb war recht primitiver Handbetrieb. Die Linse wurde im Tagebau von oben nach unten abgebaut, wobei ein Grossteil der Erze beim Sprengen über die Felswand ins Tal stürzte und verloren ging. Die Erze wurden zuerst mit einer Handseilbahn 60 m bis zum höchsten Punkt der Seilbahn hochgehoben und dann von dort mit der Seilbahn ins Tal transportiert. Insgesamt wurden während dieser Betriebsperiode 58 t Wolframerz mit einem Gehalt von 64 - 74 % WO_3 gewonnen. Da die abgebaute Masse etwa $400 \text{ m}^3 = 60 \text{ t}$ ausmachte, lässt sich daraus ein Gehalt an gewonnenem Koharz von $25 \text{ kg/m}^3 = 0.6\% \text{WO}_3$ errechnen.

Der Abbau der Grube durch die Norske Bergselskapet wurde der Abbau in den Felsenest eingestellt und die Kräfte für eine grosszügige Erschliessung der Grube eingesetzt. Es wurden Unterkunftsbaracken errichtet sowie Kraftanlagen für 400 KW gebaut. Ebenso begann man im Tal unter dem Felshang den Bau einer Aufbereitungsanlage, für die Maschinen von Krupp geliefert werden sollten. Die Aufbereitungsanlage war für die Gewinnung von 150 - 200 t Wolframskonzentrat berechnet. Die Erschliessungs- und Ausbaurbeiten gingen aber so langsam weiter, dass es bis zur Kapitulation nicht zu einer Produktion gekommen ist. Meiner Ansicht ist der Ausbau der Anlagen auf diese Produktionshöhe etwas zu früh geschehen. Die geologischen und bergmännischen Untersuchungsarbeiten wurden dabei nicht besonders forciert, sodass diese bei Wiederaufnahme des Betriebes erst wieder nachzuholen sind. Diese müssten für die gewählte Schürfung einen tatsächlichen Inhalt der Lagerstätte von wenigstens 500 t Wolfram nachweisen. Ist das aber der Fall, so ist die Möglichkeit für einen kontinuierlichen Betrieb gegeben, wodurch sich die wirtschaftlichen Verhältnisse noch günstiger gestalten sollten, als während des kurzen Saisonbetriebes in der Periode Sommer 1938, der trotz primitiven Handbetriebes mit dem Abbau der reicheren Partien im Jahre 1938 einen Reingewinn von Kr. 39.000.- und im Jahre 1939 einen Reingewinn von Kr. 30.000.- erzielte.

Für einen neuen Betrieb werden folgende Vorschläge gemacht: Der Abbau in Felsenest wird fortgesetzt, gleichzeitig werden vom Steilhang aus von mehreren Punkten Querschläge auf das Vorkommen getrieben, um die Verteilung in den verschiedenen Punkten der Gangfläche festzustellen

wenn möglich den Grubenbetrieb von der Talschle aus beginnen zu
ben. Untersuchung der Gesamtschneelitvererzung besonders mit
te der Fluoreszenzlampe.
stimmung des Verhältnisses von vererzter zu unvererzter Gangfläche
demgemäss die Planung der jährlichen Mindestauffahrung in der
fläche.

Rapport
om

utførte undersøkelser-oppfaring og anleggsarbeider ved Ørsdalen wolframforkomster inntil 15.mai 1945.

Forekomsten ligger ca. 50 km. inn i landet fra Egersund. Fremkomsten er først 25 km. bilvei til Odlandstø ved nedre ende av Ørsdalsvannet. Herfra er eneste forbindelse 18 km. langs vannet med motorbåt. Ved øvre ende av vannet ligger Vassbø, og herfra til Hovland hvor gruben ligger er ca. 5 km. flat landevei langs dalbunnen.

Opp fra Hovland mot syd reiser fjellet seg temmelig steilt til 5-600 m. over dalbunnen. Og her oppe i "Toppen" er den wolfram malm, som til dags dato er utvunnet ved sjeidning. Det har vært wolframitt og scheelit i forhold ca. 1:1. Denne malm synes mest å være funnet i kontaktsoner av kvarts og glimmer mellom amfibolitt og granitter. Det ble der oppe i 1942 foretatt noen korte diamantboringer, men disse viste dårlig resultat. Det er vel sansynlig at det på "Toppen" ennå finnes en del sjeidemalm, og av vaskemalm ikke små mengder. Men da denne drift jo ligger i bratte fjellet, er den tungvint og kostbar i drift, og i ca. 6 mndr. på vinteren er den helt utiljengelig med nåværende faring. Skulle drift på "Toppen" komme på tale, måtte det bygges en tau- eller en skinnebane, sterk nok til transport av folk og brukbar vintertiden også. Dette ikke bare for forekomsten fremme i fjellet, men også for mulig å komme inn under de øvrige, og sansynlig bedre synker og drifter noen hundre meter lenger inn på fjellet.

Fra et nivå ca. 40 m. over dalbunnen ble det i 1905 drevet en stoll 200 m. innover, for å komme inn under skjerpene på fjellet. Denne (stoll 1) er fortsatt til 350 m., og dessuten er i denne drevet en hel del tverslag, feltorter og stigorter. Nede i dalen er det ikke funnet synlig wolframitt i nevneverdige mengder. Scheelit, som da er hovedmineralet, synes mest å forkomme isprengt i amfibolitt, som små korn, striper eller klumper. Dessuten som striper og klumper i og ved kvarts, og da gjerne med glimmerskifer omkring.

Noen større sammenhengende applitter, som kunne være veileder til lignende anrikninger som på "Toppen", er ikke funnet.

De beste partier i stoll 1 er fra 290-350 m., og her er derfor drevet ialt 8 tverslag til begge sider. Mot SV viser disse best malmføring, og inntil de 33 m. som er drevet inn i tverslag 12. Feltutstrekningen på dette parti kan regnes til 50 m., og mektigheten 10-30 m. Stigorter og tappetuter er for lite drevet til å kunne angi noen sansynlig høide. Gehalten vil sansynlig ligge på 0,2 - 0,3 %. Men derved å kunne si at et så stort parti holder dette overallt, er ikke mulig, da anrikninger til dels er temmelig lokale. Men ved eventuell drift må "Luma"-lampen brukes etterhvert som det strosses oppover.

Ved uystrossing og anlegg av vannbeholder 20 m. vest for innslaget til stoll 1, er en scheelitsone gjennomskåret. På denne er et tverslag innslått 20 m. lenger inn i fjellet. Også her viser denne sone seg sammenhengende av scheelit og molybdenglans. Men denne er for lite oppfart i strøkretningen til å regnes til å bli noe av betydning.

På et nivå 30 m. over og 250 m. vest for innslaget til stoll 1 er en undersøkelsesstoll (nr. 2) inndrevet 160 m. Denne viser særlig i dagåpningen lokale anrikninger av scheelit, men for anlegg og utvinning av rågods, har dette neppe noen betydning.

Anleggene begynte i april 1943, og til 15.mai -45 er disse ferdige, og delvis vært i bruk:

I Høilandsvassdraget er kjøpt rettigheter, og her er da bygget en kraftstasjon med 117 m. fallhøide. Kapasiteten 400 KVA og driftsspenning på 5000 volt. Herfra fører høispentlinje i 3 km. lengde til en 400 KVA transformator, like ved vaskeri og grube, med driftsspenning på 240 volt. Fra transformatoren fører en lavspenning på 150 m. strøm til stollen, hvor det er utstrosset plass til 3 luftkompressorer. Av disse er 1 stk. Krupp kompressor på 10 m. montert, og denne har vært i bruk 7-8 mndr.

Like ved transformatoren er etter Grusonwerks tegninger vaskeriet blitt bygget. Dette oppberedningsverk er beregnet for utvinning av wolframerts etter tyngdekraftprinsippet. Bygningen er beregnet for ~~full~~ "full" utbygning, mens monteringen av maskiner er ment å gå i 2 etapper. Først skulle det være "en foreløbig utbygning" og senere skulle det da bli "full utbygning".

Maskineriet montert for foreløbig utbygning er:

- 1 Krupp kjefteknuser (9 x 13")
- 1 mateapparat for mølle.
- 1 Krupp siktemølle 1500 m/m diam.
- 1 begerverk (14 m. bærehøide).
- 2 spisslutter (for synknink av malm for setsmaskiner).
- 1 finkorn-setsmaskin. (3 x 800 x 450).
- 1 spisstank (for herd) av tre forarbeidet her.

Til foreløbig utbygning mangler 1 herd (rystebord). Og dessuten en swingsetsmaskin, men denne kan uten videre sløifes.

Å sette vaskeriet igang med den setsmaskine, som er montert, vil neppe kunne gi stort økonomisk utbytte. Av rågodset i berg-halder fra "fjellet" kan nok med setsmaskinen utvinnes både en del wolframitt og scheelit, men man vil få et mellomprodukt for ryseherd som måtte lagres for senere bruk. Av rågodset fra stollen ville man muligens også få litt med setsmaskinen, men scheeliten er som kjent et temmelig løst og sprøtt mineral, og mesteparten av rågodsets innhold av scheelit må derfor regnes å bli for smått for setsmaskiner. Og derfor må nok det utbytte, som kan oppnåes både med rågods fra fjellet og stollen bare med setsmaskin bli temmelig magert, sammenlignet med den utvinning som full utbygget drift ville og burde gi.

Foruten wolframitt og scheelit inneholder rågodset både fra fjellet og stollen til dels temmelig meget molybdenglans. Skulle derfor en eventuell drift bli helt rasjonell, burde det også bygges noen flotasjonsseller for samtidig også å ta ut molybdenglansen.

Til full utbygning mangler følgende bestilt hos Krupp:

- 1 stk. Kinkel-Turbo-Sikt (2 sikter).
- 1 " Grovkorn-Stempel-Setsmaskin (3 x 800 x 450).
- 1 " " " " " " (3 x 800 x 500).
- 1 " Våt-trommelmølle (800 x 800).
- 1 " Transportbånd (12 m. lengde med tromler og ruller).
- 1 " Mateapparat

Til samtlige disse maskiner er ankommet driftsmotorer.

Ørsdalen Gruber den 20. mai 1945.

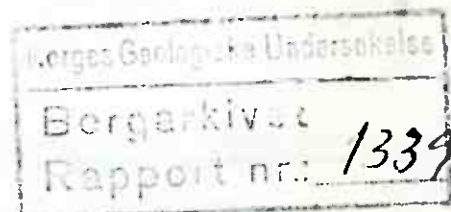
J. F. Ingebrigtsen

S. Smith - Meyer 1945

A v s k r i f t

(1951)

Rapport over Ørsdalen Gruber.



Beliggenhet.

Ørsdalen Gruber ligger på gården Hovland i Bjerkreim herred i Rogaland, ca. 6 km. NØ for øvre ende av Ørsdalsvannet. Nærmeste jernbanestasjon er Klungeland på Sørlandsbanen, 11 km. fra Egersund, 87 km. fra Stavanger. Fra Klungeland går hovedvei til Bjerkreim (ca. 10 km) og herfra bygdevei (ca. 3 km.) til Odlandsstø ved SV enden av Ørsdalsvannet. Rutebåt over vannet (ca. 16 km.) til Vassbø, hvorfra brukbar bilvei (ca. 6 km.) til grubens kontor og anleggsplanen på Hovland. Fra Bjerkreim er der ca. 70 km. hovedvei til Stavanger. Dalbunnen ligger ca. 130 m.o.h. og fjellet stiger meget bratt opp mot sydvest til 700-800 m. høyde.

Klimaet umuliggjør arbeidet i åpne skjæringer på fjellet i vintermånedene.

Geologi.

Den vanlige bergart i feltet er granitt. I denne opptrer en del aplitlinser med strøk SV-NO og bratt fall, ca 70° mot NV. Disse aplitter kan være opp til 300 m lange og opp til 30-40 m mektige. På sidene av disse linser og i forlengelsen av disse kan opptre sterkt mineralisert sidesten med kvartsganger. I forbindelse med disse mineraliserte soner finnes dels molybdenglans, dels wolframit (FeMnWO_4 med 75 % WO_3 og Schelite (CaWO_4) med 80,56 WO_3). De to siste mineraler er i dagen fortrinsvis funnet i forbindelse med to etter hverandre liggende linser i feltets sentrale del. Den rikeste samling av wolframmineraler i det vanskelig tilgjengelige parti i nordvestre ende av aplitlinsen, hvor terrenget begynner å stupe ned mot dalen ca. 700 m.o.h. Herfra er brutt de senere års produk-

sjon. I foten av fjellet - ca. 180 m.o.h. - er påhugget stoll I, som nu er inndrevet ca. 390 m. I det innerste parti (ca. 50 m. lengde) er der ved stoll og tverrslag påvist et malmførende parti på ca. 750 kvm. Under fremdriften ble hver salve i stoll og tverrslag prøvetatt. Dessverre foreligger ikke analyse av alle prøver.

Gjennomsnitt av de 60 foreliggende prøver viser 0,183 % WO_3 . Dette skulle gi ca. 2,250 ton malm med 4 ton WO_3 pr. m. vertikalt. Den malm som sees i stollen er en ujevn impregnasjon, hvor ertsminerale forekommer i klumper og slirer, hvis størrelse kan regnes i kvadratsentimeter fra brøkdele opp til 50-100 og endog mere. Større ansamlinger er ikke påtruffet. I skjæringen i fjellet, ovenfor nevnt, forekommer malmen mere samlet.

Malmmengde.

I dagene er ikke utført tilstrekkelige arbeider til å forsøke noen beregning av forekomstens størrelse. De mest lovende fundsteder er fjellskjæring samt ca. 300 m. sydøst for denne ved spissen av en aplitlinse.

Videre sydøst ca. 200 m. er atter et skjerp hvor der er brutt en del wolframertser. I stollene er altså hittil påvist ca. 750 kvm. med en jevn fattig malm med 0,183 % WO_3 .

Produksjonen fra forekomstene på fjellet var i perioden 1911-1919 -ca. 22 ton skeidet malm med ca. 60 % WO_3 . I 1937-39 produsertes fra den nye skjæring nær stupet ca 24 ton 60 % malm.

Utenfor stoll I ligger ca. 3000 ton utskeidet sten fra fjellskjæringen. Dette gods oppgas å være prøvetatt til 0,3 % WO_3 . Her ligger også 6-700 ton malm fra oppfæringsdriften i stollen med ca. 0,18 % WO_3 . Disse malmpartier forutsettes for en del å kunne settes på vaskeriet. Oppfæringen i stollen kan ikke ansees avsluttet.

Historikk.

Den første drift i feltet ble opptatt i 1904 av The British Molybdenite Company Ltd. Som navnet angir var interessen opprinnelig knyttet til molybden. Under prøvedrift ble vunnet en del molybden og wolframmalm på fjellet. Stoll 1 ble påbegynt og drevet inn ca. 250 m. Driften ble oppgitt i 1910. Driften ble i 1911 opptatt av Christiania Minekompani som i 1917 solgte feltet til A/S Ørdsalen Gruber. I 1918 ble dannet A/S Hovland Molybdæn og Wolframgruber som skulle bearbeide malmforekomster sydvest for førstnevnte selskaps felter. Begge disse selskaper avvirket i 1919 og feltet lå nede til drift ble tatt opp i 1937 ved overretssakfører Schaaning, Egersund, som åpnet drift på fjellet for produksjon av wolfram. Rettigheten ble i 1942 overtatt av Det Norske Bergselskap som fortsatte driften i fjellskjæringen og drev stoll 1 videre inn, samt begynte driften av stoll 2. bygget kraftanlegg m.m.

Bergrettigheter/ Eiendomsforhold.

Feltet må ansees godt dekket av ca. 60 muthinger som eies og opprettholdes av Det Norske Bergselskap. Dette har kjøpt rettighetene av O.r. sakfører K.H. Schaaning, Egersund, som foruten et kontantbeløp sikret seg rett til $6 \frac{1}{2} \%$ av verdien av konsentratet fob. Egersund, etter gjeldende noteringer i Tyskland. En minimumslisensavgift av 390,000,- kr. fordelt på de første 11 år inntil 1953 er sikret gjennom Den Norske Kreditbank.

Samtlige skjerp såvelsom stollåpningene som også vaskeriet, ligger på oppsitternes grunn. Selskapet eier ca. 20 mål grunn på vestsiden av elven, tvers overfor stoll 1 og vaskeriet. Her er rikelig plass, kontor og barakker. Videre eier selskapet for en liten bolig for bestyrer ca. 1. km. fra gruben og tomten for kraftstasjonen.

Anlegg og materiell.

Malmutvinningen har hittil foregått i fjellskjæringen. Arbeidet ble her drevet med pressluftboring. Pressluften ble levert fra en 2 cbm. Imer-Elsemotorkompressor. Malmen ble skeidet i bruddet, ut-skeidet malm transportert på taugbane ned til dalbunnen og berg fra skeidingen ble tippet utfor fjellet, hvor det ligger i en haug nær innslaget til stoll 1. I innslaget til stoll 1 er montert en mindre borsmie og en kompressorstasjon med en 10 cbm. to trinns Krupps kompressor, drevet med 100 HK 580 omdr./min. 220 V. elektromotor. I stoll og tverrslag er innlagt spor (skinner 10 kg/m.) og 18" ventilasjonsrørledning samt ledning for pressluft og vann. For ventilasjon finnes en vifte 30 cbm/min. I forbindelse med stoll 1 er innrettet en 150 cbm. vannsump for vaskeriet. Avstanden mellom stoll 1 og vaskeriet er ca. 130 m., og forbindelsesbane mellom disse mangler.

Forøvrig finnes på lager en rekke materiell, forskjellige elektromotorer, vesentlig bestemt for vaskeriet, flere mere eller mindre defekte motorkompressorer. 17 bergbormaskiner, tildels i bra stand og med reservedeler, grubevogner og annet transportmateriell samt vanlige lagerartikler.

Oppberedningen.

Der er forutsatt oppført knuseri mellom stoll 1 og vaskeriet, som er bygget, men ikke ferdig montert. Vaskeriet består av en skeideavdeling 18 x 5 m, for utplukking av berg for å redusere godsmengden før påsetning på vaskeriet, og selve vaskeriet 19,5 x 8 m. Bygningen er oppført i solid bindingsverk, veggene kledd med enkelt lag uhøvlede bord, skeidavdelingen uten, vaskeriavdelingen med overleggere. Oppberedning er forutsatt bygget etter skjema som bilag.

For knuseriet er innkjøpt ny kjefteknuser 40 x 20 cm., som nu ligger på Klungeland st.

Ellers intet gjort, hverken grunnarbeider eller bygning for knuseriet. I skjeideavdelingen er ingen av de forutsatt maskiner, mateapparat, skjeidebelte, gråbergbunker, montert.

Foreløpig er montert en 32 x 20 cm. knuser foran kulemøllen (7).

Forøvrig henviser jeg til skjema for oppberedning, hvorav fremgår at vaskeriet er så langt fra ferdig at det ikke kan benyttes enndog for forsøk av noen betydning før det er komplettert. Hvilken utvinning man kan vente av det påbegynte vaskeri, har jeg ikke fått oppgitt. I 1927 ble oppgitt fra U.S.A. at schelitmalm med 0,4 % WO_3 i gravitasjonsvaskeri, ble vasket ned til 0,09 % WO_3 i avfall.

Kraftforsyning.

For grubenes kraftforsyning har grubene sikret seg vannrettigheter. Kraftsjonen ligger 3,15 km. sydvest for gruben. Foreløpig er utbygget ca. 400 KVA. Fallhøyden er 117 m. Kraften leveres fra 5000 V. generator over høyspent ledning til transformator ved gruben. Driftspenning 220 V. Grubene eier såvel kraftstasjon som vannrettigheter, inklusiv rett til regulering av vassdraget, hvorved regnes å kunne bygges ut 2500 HK. Grunneierne er sikret fri levering av 23,5 kw. og ved yderligere utbygging, 11,5 kw. for hver 100 HK. utbygging.

Kraftstasjonen var utsatt for lynnedslag i vinter, og er nu ute av drift. Generatoren er under omvikling og forventes ferdig innen kort tid.

Produksjon og prisforhold for Wolframkonsentrat.

Wolframkonsentrat leveres vanligvis fra gruben i form av konsentrat med 60 % WO_3 . Prisen oppgis pr. unit WO_3 . Efter Mineral Industri gjengis nedenstående sammenstilling over verdensproduksjonen

i longtons og pris/£ pr. unit for årene 1923 til 1938:

<u>År:</u>	<u>£ pr.unit:</u>	<u>Prod.tons:</u>	<u>År:</u>	<u>£ pr. unit:</u>	<u>Prod. tons.</u>
1923	10,00	7,100	1931	11,02	13,400
24	8,47	6,500	32	9,20	6,800
25	10,57	10,000	33	9,58	12,400
26	11,10	12,400	34	14,57	16,400
27	10,37	9,600	35	13,37	22,500
28	10,40	12,000	36	14,83	24,900
29	13,13	13,500	37	19,50	38,000
30	12,09	15,000	38	16,80	37,000

I april 1945 notertes en pris av £ 24 pr.unit., tilsvarende 1170 kr.pr.kg.WO₃ eller kr. 7,128,00 pr.ton konsentrat a 60 % WO₃.

Sammendrag.

I feltet har der tiltrods for vanskelige driftsforhold, fra brudd i fjellet blitt drevet ut ca. 46 ton wolframkonsentrat. I stoll 1 er påtruffet et parti malm, dessverre temmelig fattig. Der er grunn til å håpe på at videre drift av stoll 1 vil øke det kjente malmkvantum. Videre tør der håpes på å kunne påtreffe rikere partier av type som de kjente forekomster i dagen.

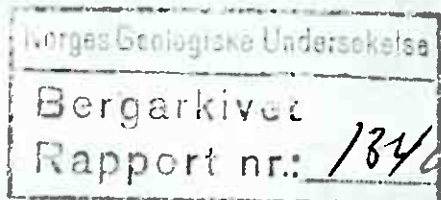
21. november 1945

S. Smith Meyer (sign)

T. Brøttvik 1946

A v s k r i f t .

(1951)



Ørdsdalens Wolfram forekomster.

Schaanings grube.

I sin rapport datert 7. dec. 1945 anslår dr. A. Bugge at der i stoll I på cote 172 m.o.h. er oppfart et areal på ca. 1000 m². med en gjennomsnittsgehalt av 0,22 % WO₃, hovedsakelig Scheelit. I Schaanings grube på ca. cote 672 m.o.h. anslår han malmarealet til ca. 450 m² med en gehalt av 0,2 - 0,3 % WO₃. Der er ikke foretatt noen undersøkelsesarbeider mellom disse to nivåer, men Dr. Bugge anser det mulig at malmen i stoll I er fortsettelsen av malmforekomsten i Schaanings grube. Hvis dette er tilfelle og man regner med midlet av de 2 malmarealer, skulle der mellom stoll I og Schaanings grube stå ca. 362500 m³ malm, eller når man regner med en spec. vekt av 2,5 og en avbygningsprocent på 85 i alt ca. 760 000 t netto av bygbar malm. Før malmforekomsten er undersøkt ved stigortdrifter og man har undersøkt malmarealet på flere mellomliggende nivåer, kan der ikke med sikkerhet regnes med denne malmmengde.

Ørdsdalen grube.

På cote 780 m.o.h. er der drevet en del undersøkelsesarbeider og der skal både i brudd og sjakter være funnet enkelte rike ansamlinger av Wolframit og molybdenmalm. Dr. Bugge oppgir intet malmareal eller noen gjennomsnittsgehalt, men der skal være produsert ca. 30 t. skeidemalm med 68 - 80 % WO₃ og ca. 1000 t molybdenmalm med 3 - 12 % MoS₂. For å undersøke denne forekomst eventuelle fortsettelse på stoll I nivå, må stoll I drives videre ca. 4-500 m.

Prisen på Wolframmalm har før krigen vært sterkt varierende selv i løpet av et år.

Den svenske grubeingeniør Tiberg oppgir i sin bok "Mineralfyndigheter" følgende årsgjennomsnittspriser på det engelske marked.

År.	Kr. pr.kg. W i 65 % Wolframitmalm.	Kr. pr.kg. W i Scheelitmalm Highgrade.
1926	1,95	2,31
1927	1,63	2,19
1928	1,79	2,00
1929	3,42	3,77
1930 jan.-juli.	2,79	3,23

En Wolframmalm bør ha en gehalt av minst 65 % WO_3 , høyst 2,0 % Sn og 0,2 % As. Kinesisk malm kommer dog sjelden opp i denne kvalitet.

For lavere gehalter ble der gjort følgende avdrag i den engelske notering i shilling pr. long ton unit.

Innhold	Prisavdrag.	Innhold	Prisavdrag
65-60 % WO_3	4 d pr.unit WO_3	0,2-0,3 % As	0,5 d for hver 0,1%
60-55 % WO_3	7 d pr.unit WO_3	0,3-0,5 % As	0,8 d for hver 0,1%

Verdensproduksjonen av Wolframmalm å 60 % WO_3 lå i 1929 på 13500 t.

I krigsårene oppgir Engineering Mining Journal følgende produksjon:

1940	4,872,806	pounds of Tungsten (W)
1941	6,420.303	" " "
1942	8,977,575	" " "
1943	11,472.985	" " "
1944	9,763.695	" " "

Det er således et betraktelig fall i produksjonen, hvilket vel i første rekke skyldes mindre produksjon i Kina, men til gjengjeld har andre land øket sin produksjon, idet prisen er steget betraktelig, så gruber med fattig malm er satt i drift.

Høsten 1945 ble Tungsten notert i London i 90 sh pr.unit WO_3 cif Works, men prisen er i april 1946 falt til 75 sh.

Regnes der med et malmareal på 1000m² i stoll I som oppgitt av dr. A. Bugge, vil dette ved en avbygning av 15 m pr. år svare til en årsproduksjon av ca. 31,000 t råmalm. En så liten produksjon vil fordyre produksjonsomkostningene og dessuten må man regne med å få en uregelmessig strossedrift i gruben p.g.a. den sterkt varierende malmgehalt, så grubeutgiftene vil bli meget høye.

.. Beregnet på 1938 års priser må man minst regne med følgende produksjonsutgifter eksklusive renter og amortisasjon:

Grubeutgifter	kr. 5.-	pr.	ton råmalm
Oppberedningsutgifter	" 3.-	"	" "
Generalutgifter	" 2.-	"	" "
	<u>kr. 10.-</u>		

Selv om det regnes med et så lite oppberedningstap som 10 %, så vil der av en råmalm på 0,22 % WO_3 kun utvinnes ca. 2 kg WO_3 , svarende til ca. 1,6 kg. W.

Med en pris som i 1929 på kr. 3,77 pr.kg. W high grade Schultitmalm cif England vil således 1 ton råmalm ikke representere en større verdi enn kr. 6,03 eller bare ca. 60 % av produksjonsutgiftene ved gruben.

For å dekke de rene produksjonsutgifter og fraktutgifter måtte råmalmen ved en cif pris på kr. 3,77 pr.kg W ha en gehalt på ca. 0,4 % WO_3 .

Den nuværende pris på 75 sh pr. unit WO_3 cif. England svarer til en pris av kr. 4875 pr.t. cif England for en malm med 65 % WO_3 .

Da der er 5 km bilvei fra gruben til Vasbø og 16 km båttransport på Ørdalsvannet og videre 12 km biltransport til Klungland st. hvorfra der er 83 km jernbanetransport til Stavanger, vil frakt til England idag koste ca. kr. 100,- pr.ton, hvortil kommer emballasjeutgifter til tønner, ca. kr. 60.- pr.t. i alt kr. 160,- pr.t. Prisen pr.ton 65 % WO_3 malm blir da kr. 4715.- levert ved gruben,

svarende til kr. 74,08 pr.unit WO_3 .

Råmalmen i gruben med en gehalt av 0,22 % WO_3 har da, når der regnes med et oppberedningstap på ca. 10%, en verdi av ca. kr. 14,80 pr.t.

De rene produksjonutgifter vil idag ligge på minst kr.17.- pr.t. råmalm, så selv med de nuværende høye priser på Wolfram, er malmen i stoll I og oppe i Schaanings grube ikke drivverdig.

For forekomsten i Ørsdalen gruber foreligger der ikke tilstrekkelige oppgaver angående malmarealer og gehalter til å bedømme om denne forekomst er drivverdig og der må i tilfelle foretas mere undersøkelsesarbeide oppe i fjellet, muligens må der også diamantbores. For å undersøke om forekomsten fortsetter ned på stoll I nivå, må stoll I drives videre 4-500 m. Hertil kommer tverrslag og stigortdrifter for videre undersøkelsesarbeider, så man må i alt regne med undersøkelsesarbeider som nu tilsammen vil koste kr. 150.- 200,000.-

Da forekomsten i Ørsdalen gruber ifølge dr. Arne Bugges rapport neppe er av noen større dimensjon og kun har enkelte spredte, rikere malmpartier, må det ansees som meget hasardiøst å gå i gang med så kostbare undersøkelsesarbeider.

A/S Det Norske Bergselskap som i 1940 overtok Wolfram og Molybdenforekomstene, har bygget en kraftstasjon i Høilandsvassdraget på 400 kw og nedenfor stoll I skal det være bygget et lite kompressorannlegg, noen barakker og et forsøksvaskeri som ikke er ferdig montert.

Det opplyses at der utenfor stoll I ligger lagret ca. 3000 t malm med 0,3 % WO_3 fra Schaanings grube. Hvis disse oppgaver er korrekte, representerer denne malm efter dagens pris en verdi av

ca. kr. 20.- pr. ton. De samlede utgifter til opplastning, oppberedning og tilsyn, kan idag anslåes til ca. kr. 10,- til 11.- pr.t. Der foreligger ingen oppgaver over hvor meget arbeide der gjenstår for å få oppberedningsanlegget i kjørbar stand, men det er lite sannsynlig at det vil lønne seg å sette i gang drift for et så lite parti malm.

Oslo, den 7. mai 1946

T. Brodtkorb

TB/A

H. H. Smith, 1933

Norges Geologiske Undersøkelse

Landsarkivet

Rapport nr.: 1443

P. M.

=====

M O L Y B D A N - W O L F R A M F Ö R E K O M S T E R

=====

Ö R S D A L V A N D.

=====

Med anledning av en hänvändelse från herr H. R. Advokat Herman Christiansen, Oslo, och en del översända brev, ber jag härmed få lemna en del upplysningar enligt önskan.
historia.

Första drift häruppe omnämnes att vara påbörjad i 1904 av The British Molybdenite Co. Ltd. i Örsdalen i Njalsvasknuden i Bjerkreim sogn på gården Hovlands utmark, Stavanger amt. En större stoll blev påsatt i dalen att avskära förekomsten man påvisat högt uppe i fjället. Vid utgången av 1907 var den indriven 274 m. och inne hade man drivit tvärsdrag med utlänkningsrör, samt avskurit en kvartsmassa med litet malm. Uppe drevs ca. 100 m. ort och sänktes 5 m. samt två synker tillsammans 14 m. Åren 1905 och 1906 anföras med en produktion av:

ca. 17 ton MOS₂ & 3 % och 250 kg. wolfram & 2 %.

" 1 ton " " " " " 1000 kg " " " & 75 %.

18 ton MOS₂ " " " 1250 kg. " " " " "

Under åren 1905, 06 och 07 gjordes stora anlägg som kraft station, lufkompressor, smedja, direktörbostad, arbetarbostäder, kontor med laboratorium samt väganlägg med broar. Ett nytt uppberekningsverk med elektrisk kraft, kross och separations maskiner, samt Elmore anlägg uppfördes. Maskiner uppges liggande nere i Eggersund. 1909, 10 och 11 ingen drift och byggnader samt maskiner realiserades.

I 1911 upptogs arbetet i samma fält av Christiania Minekompani med beskednen arbetsstyrka, drift och vaskning

Produktion uppges:

1911 uttagit 6275 Kg.malm varav ca. 1000 Kg. vaskmalm wolfram	
12 10000 " wolfram malm a ca. 60% WO ₃	
13 scheelit och 3500 " " " " " " 58-60% "	
14 " " " " " 4500 " " " " " " 60% "	
15 803 " " " " " " 60% "	
16 868 " " " " " " 60% "	
17 vaskning av 1371 Kg. a 40%WO ₃	

Härtill kommer så den molybdänglans som samtidigt vaskats och plockats ut, och den utgjorde ren malm tillsammans ca. 630 Kg. (80 % MOS₂) och ca. 5385 Kg. hållande 11,7 % och 7,05 % molybdänglans.

I November 1917 övertogs gruvorna av G.Nilsen Ålgård under namn A/S. Örsdalen Wolfram och Molybdänggruber till fortsatt drift i Mjåvasknuden med nyanlägg och drift under hela nästa året. Der producerades ca. 900 Kg. wolfram malm a ca. 67 % WO₃. 1917-20 lemnades en obetydlig produktion av vaskegods. Stoll blev an-satt men stoppad. Senare ingen drift. Genom en försummelse glömdes man, att säkra sig de söder om liggande fynden, som skjärpts av Marcus Odland med flere. De sålde dem till direktör Arum, som åter sålde dem till direktör E. Meling samma höst. Han överdrog dem i December s.år. till A/S. Hovland Molybdän-og Wolframgruber. Detta sällskap gick genast i gång med under-sökningsarbeten och uppfaring samt med anlägg för malms anrikning. På grund av molybdänmarknadens ställning blevo dessa arbeten inskränk-ta och till slut helt inställda vid jultider 1918. Vid utmålsförretning hösten detta år erhöill sällskapet 46 kvadratiske utmål till fullt skydd för sina rättigheter. Samtidigt uppnåddes enighet med det tillgränsande sällskapet A/S. Örsdalen Wolfram och Molybdänggruber om en i marken fix-erad och i utmålsprotokollen närmare beskriven gränslinie, som båda part-er i 5 år skola respektera. Ur gruvan utplockades 72,2 Kg. styckmalm av ca. 80% MOS₂ och utfordrades 3170 ton berg, men ingen skedning företagen. Senare omnämnes realisation för båda sällskapen 1921, men inget annat.

Vid den omtalade utmålsförretning-
en erhöill O.R. Sagf. Schaaning i Egersund utmål endast några efter erin-
ran på sina mutingar i Gudlen gården, Hovland, och upp i de föregående.
I en lodrätt vägg är utstrossat med stor förlust ca. 4 km, som gav 1200

Kg. wolfram malm med 51,38 % WO₃. Vidare upplysningar saknas om detta fynd i statistiken.

Produktion.

En sammanställning av det nu anförda skulle visa: från 1905 till 1918:

Wolfram malm och scheelit med innehåll 51,38, 58,60 och 75 % 24021 Kg.
Wolfram malm utan angiven procent 7646 "

Molybdänglans 3%, 7%, 11%, och 80% tillsammans 24083 Kg.

Tager man i betraktning den långa tiden, som försök utförts under, och de stora kapitalutläggerna, måste resultatet väl få betecknas som dåligt.

Vägar och transportförhållanden.

Närmaste järnvägsstation är Klungland på Flekkefjord-Stavangerbanan, 11 km. från Egersund. Från Klungland är det 37 km till Stavanger och till Flekkefjord ca. 62 km. Från Klungland förer god körväg för lastbil fram till Bjerkreim 11 km, och derifrån 2 km. bygdeväg fram till Örsdalsvåndets söndre ända. Trafiken föregår vidare upp till Örsdalsvåndets nordre ända med fast rutebåt, en längd av 16 km. Från nordöstra ändan förer åter god landsväg upp till vaskeriet ca. 3 km. Derifrån och upp fjället går en dålig och mycket brant gångstig till gruvorna uppe på fjällplateauet. Det tager ca. 2 1/2 timme att komma upp. Förbindelsen mellan gruvorna och anläggna nere i dalen sker för övrigt med en 2,2 km. lång linbana. Hela väglängden från gruvorna till Klungland station blir således ca. 35 km.

Läge.

Örsdalsvåndet och dalbotten ligger ca. 70 m. s.h. omgivet av branta fjäll 600-650 över botten. Gruvorna ligger uppe på själva kul fjället och utsatta för all slags väder och vind, och all drift måste anläggas med tanke härpå.

Geologi.

De geologiska förhållandena äro här liknande man känner från Anaben berömda fält nämligen gneis eller gneisgranit samt jämt inlagrade linser, slirer och plattor av mörk glimmer och hornblendeskiffer, men huvudbergarten här är en granit, som innehåller feldspat, quartz och rhombisk pyroxen och som benämnes birkremit efter professor Kolderup. Det är besynnerligt, att det endast är vid denna bergart, att kombinationen wolfram-molybdänmalm är känd här i landet. I Örsdalen är sådan malmkombination känd åtskilliga ställen och man bör vara uppmärksam härpå, då man också kunde finna sådan malm i birkremit andra ställen i betydlig mängd. Då scheeliten är tämligen oansenlig och lätt överses, bör största uppmärksamhet alltid vara rådande under arbetenas gång att upptäcka den. Wolfram^{it} deremot är lätt synlig och iakttagen.

Malmens karaktär.

Malmen är molybdänglans och förekommer utanför skifferna mindre som impregnation, mera huvudsakligen som rosor, klumpar och kompakta fyllningar på släppor, i skifferna derimot också som rik impregnation i form av skal och blad.

Grufrättigheter.

Medan jag nedskriver detta, ser jag i Norsk Kunngjørelsestidende, att endast O.R. Sagf. Schaaning har frist på följande anvisningar:

3 fristade 12/12 1932. Nr. 1) Wolframsynken i Hovland herred, mutad 16/12/30. Nr. 2) Anvisning ca. 80 m. nord för wolframsynken, mutad 16/12/30 och Nr. 3) Anvisning ca. 60 m. OSO för wolframsynken, Bjerkreim mutad 2/1/32.

7 fristade 28/6 1933. Nr. 1) Ahåse grube 1, Hovland utmark, mutad 12/7/18. Nr. 2) Ahåse grube 2. Do. mutad 9/7/18. Nr. 3-7 Tollevåra 1, 2, 3, 4 och 5 i Bjerkreim herred mutade 12/7/18.

Resume

Örsdalen förekommer förr i huvud

it
sak molybdänglans, men vid sidan wolfram och scheelit. Senare äro dess-
värre ännu ej helt kända i sitt uppträdande och lokaliserade. Att be-
handla molybdänglans ha vi i landet god erfaring, men så ej scheeliten,
som kanske kan komma att vålla svårigheter.

Läget är ogynnsamt och transporten
tung, men avstånd till förbindelse jämförd med Knaben kortare.

Allt för otillräckligt undersök-
ningsarbete med geologisk utredning och kartläggning föreligga, som väl
är det första som måste göras.

Då endast en ägare synes vara nu
på platsen borde en option säkas erhållen på royalty basis med litet
kontant inbetalning. Men med förpligtelse för honom eller options inne-
havaren att genast säkra fälten med nya mutingar, att utestänga oberät-
tigade, och event. utmålsförretning.

Nuvarande gynsamma marknadsläge för
molybdänglans med dertill kommande wolfram malm i produktionen borde
tillsäga att intressera sig för fälten, dock förutsatt naturligtvis li-
berala villkor och lång tid.

Oslo den 5 September 1955.

H. H. Smith

7.11.1933
J.F.
December 6, 1933.

MEMORANDUM

Norges Geologiske Undersøkelse

regarding an inspection of Ørsdalen Tungsten deposit. arkiv

Rapport nr.: 1509

On November 25, 1933 the writer paid a visit to the Ørsdalen tungsten deposit.

The deposit is a combined molybdenum and tungsten occurrence in accordance with the general rule that tungsten or wolfram, particularly when it occurs in the form of scheelite, is associated with molybdenite.

With reference to the history of the various groups of claims and the mining activities which have taken place from 1904 to 1919 I will refer to the report of Mr. H. H. Smith, mining engineer; the report is dated September 5, 1933.

Mr. K. H. Schaanning, Egersund, has been holding his claims since 1918, and just before my visit he took another series of claims surrounding the old ones in order to protect his rights, among these the major part of the old claims belonging to the company A/S Ørsdalen Wolfram og Molybdængruber, which last worked the mines.

I inspected most of these claims, which principally are molybdenum claims located in the precipitous mountains towering over the Ørsdalen valley on the south side and just opposite the farm Hovland. The claims are all located near the summit of Kjaavasknuden, the peak of which is 850-900 meters above sea level 750-800 meters over the valley itself.

The molybdenum occurs as impregnation in the somewhat metamorphic and striated igneous rocks of which the most dominating one is called Bjerkreimit. The strike is about SE to NW and the dip steep, 70-80 degrees to NE. The impregnation is sometimes evenly and finely distributed throughout the rock, in other cases more irregular and dotted with flakes and concretions of molybdenite up to an inch in diameter and sometimes more. It seems impossible to give any sort of estimate as to the average molybdenite content of the rock, as the ore bearing also varies rapidly from section to section of the rock itself. Only the actual results from the mining and milling, which have taken place in previous years can give fairly reliable figures in this respect.

The tungsten minerals which occur in close connection with this molybdenite deposit are tungstenite or wolframite $(Fe, Mn) WO_4$ and scheelite $CaWO_4$. It seems as the tungsten ores occur in or in connection with quartz veins which intersect the other rocks.

The principal tungstenite occurrence was at my visit to the place inaccessible. It is located in the upper part of the almost vertical cliffs overhanging the valley and close to 700 meters above it. It can only be visited at summer time by climbing with rope down from above. Now the rocks were iced over. I saw the place from a distance of about 50 meters and understand from the description and own observation that the tungstenite also here occurs in connection with a quartz vein about 1½ meters wide. It strikes SE to NW as the shists of the surrounding rocks and is said to have a dip 40° East. I doubt this, as I think it stands closer to vertical parallel with the shists. There is a cut in the cliffs at this quartz vein or dyke and the ore carrying quartz vein is exposed in the western wall of this cut. It is stated that the quartz vein is thus exposed over an area of about 400 square meters and that it carries a regular content of tung-

J-NR

Analyse av Ilmanitt

Finrevet stoff løses i konc. HCl, avrykkes med H_2SO_4 .
SiO₂ frafiltreres, oppløst med pyrosulfat, løses og avrykkes
med H_2SO_4 . SiO₂ + bergart veies oppløst med soda, avrykkes med
konc. H_2SO_4 frafiltreres; gylles og veies, filtratet foranles med
alkalium. Det efter SiO₂-avrykningen med HF og H_2SO_4 til-
førsel residuum løses og veies likaledes sammen med lovende
SiO₂.

[illegible]

Exhibition.

Recommendation for Exploration
and Development work at
the Ørsdalen Tungsten Deposit

Olge J. Adamson.

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 16/6

In a report on the Ørsdalen tungsten deposits dated January 5, this year I strongly recommended that a geological survey should be made of the district and that exploration work should be carried out at some promising occurrences.

The potentialities of the Ørsdalen district are so favourable that it ought to be properly examined. However, a general survey would take considerable time. In view of the present critical demand for tungsten there is one occurrence which attracts particular attention, namely the so-called Schaanning mine.

A rough estimate would indicate that there are about 50,000 tons of scheelite and wolframite ore at the Schaanning mine, averaging 0.3 - 0.4 % WO_3 . This may prove to be a conservative estimate, because the extent of the deposit has not been established. Without doubt there could be produced some ore with a grade of 1 % WO_3 or more by selective mining.

Development work should be started instantly at the Schaanning mine. Mr. E. Welle-Strand and Mr. N. Espeland have worked out a cost estimate for development of the Schaanning mine. I agree in every respect with their proposition. It has the advantage, if positive results are obtained, that an interesting amount of ore of commercial grade will be blocked out. In my opinion there are good reasons for believing that this development will be successful. Even if it does not lead to the establishment of tonnages necessary to justify the erection of a mill, it will encourage further work to be carried out.

The drift or tunnel at the Schaanning mine could then easily be extended 500 meters, which would lead it under two areas which are well mineralized on the surface, 150 meters above. There are here considerable chances of developing large ore reserves. Areas under the present drift level should also be investigated.

Simultaneously with the development of the Schaanning mine extensive sampling should be carried out at many of the other occurrences at Ørsdalen. In order to direct exploration work in the district, geologic mapping is absolutely necessary. Aerial maps which are available will be ideal for this work.

Last summer Dr. Neumann and I discovered that a number of molybdenite occurrences in Southern Norway contained scheelite. These occurrences ought to be further examined.

At the request of Mr. Drogseth, Department of Industry, a cost estimate for these investigations was worked out. In "Proposed Tungsten-investigations during the summer 1951", dated

- 2 -

December 8, 1950, we calculated that a sum of 116,240 kroner would be sufficient for this particular work. Further we suggested that 150,000 kroner should be made available for exploration work, if the examination of one or more of these occurrences justified such work already this year.

--oooOooo--

RESTRICTED

The Ørsdalen Tungsten Deposit
near Egersund in Southern Norway

Olge J. Adamson
Oslo, January 5, 1951

Bergarkivet

Rapport nr.: 1617

Contents

Page

Sources of Information	7
Summary	1
Location	2
Topography and Climate	3
History	4
Past Production	6
General Geology with special reference to molybdenum and tungsten mineralisation in the Pre-Cambrian of Southern Norway	8
Nature of Occurrence	13
Mine development	13
Conclusions and Recommendations	17

Maps:

Fig. 1. Key map

Fig. 2. Sketch map of the Ørsdalen area. Scale 1:2000.

Fig. 3. Profile in Fig. 2.

Fig. 4. Sketch and profile of the Schanning mine.

Fig. 5. Assay map of Tunnel I.

Fig. 6. Assay map of Tunnel II.

Fig. 7. Vein types met with in Tunnel I and Tunnel II.

RESTRICTED

Sources of Information

1. Carl Bugge, Carl Riiber and H.H. Smith: Rapport over Ørsdalen Wolfram - og Molybdengruber. (1919)
2. J. Horvath: Bericht über die geologische Erkundung der Wolframgrube bei Bjerkreim nördlich Egersund. (1940)
3. Dr. Mauchart: Wolframgrube Ørsdalen (1943)
4. Dr. von Gartner: Bericht über die Wolframgrube bei Bjerkreim nördlich Egersund. (1940)
5. J. Horvath: Ørsdalen. (1945)
6. J.F. Ingebrigtsen: Rapport om utførte undersøkelser - oppføring og anleggsarbeider ved Ørsdalen wolframforekomster inntil 15 mai 1945.
7. S. Smith Meyer: Rapport over Ørsdalen Gruber. (1945)
8. Arne Bugge: Ørsdalen Wolframforekomster. (1945)
9. Tom F.W. Barth: Geologic Map of the Western Sørland. Norsk Geologisk Tidsskrift. (1945)
10. Olge J. Adamson: Geologisk rapport over wolframforekomsten Ørsdalen ved Bjerkreim nord for Egersund. (1945)
11. Olge J. Adamson: Geologisk rapport over Ørsdalen wolframforekomst. (1946)
12. Olge J. Adamson: The Ørsdalen tungsten deposit near Egersund in Southern Norway. (1950)

The deposit was visited 5 days in March 1946 and on August 7 and 8, 1950.

Summary

Wolframite (iron manganese tungstate), scheelite (calcium tungstate) and molybdenite (molybdenum sulphide) are found in quartz veins which occur near large aplitic lenses forming parallel zones in granite and mixed gneisses composed of granite and amphibolite. Mineralisation is also seen in the aplite, in the granite and in the amphibolite around the quartz veins. Scheelite was not recognised at Ørsdalen until about 1918.

Small scale mining took place in various short periods from 1904 to 1945. Altogether there has been produced about 100 tons of wolframite- and scheelite- concentrates with 52 - 68 percent WO_3 , and about 1000 tons of molybdenite ore with 3 - 12 percent MoS_2 . The major part of the output has come from one working: the Schaanning mine. The ore produced there probably averaged about 1 percent WO_3 . It was concentrated by handpicking.

There are 6 or 7 workings in an area above almost sheer cliffs 550 - 650 meters above the valley floor which is about 140 meters above sea level. In this area mineralisation occurs along two aplitic zones. The main zone has been followed for more than 1000 meters. There is no information available on the grade of the ore in the workings mentioned. It was possibly around 0.3 percent WO_3 .

The projection of the main mineralised zone carries it to the faces of the inaccessible cliffs, which have prevented tracing of the mineralisation to lower levels. The Schaanning mine is on a ledge, about 100 meters below the top of the cliffs. Near the valley floor has been driven two tunnels. Here was encountered some scheelite ore averaging 0.18 percent WO_3 .

The exploration work carried out at Ørsdalen up to now is negligible. No detailed geologic mapping has been done. Mining has been carried out at places where ore was visible on the surface.

There is no basis for calculating ore reserves at the Ørsdalen deposit. In case of the Schaanning mine a rough estimate would indicate that there are about 50,000 tons of ore averaging 0.3 - 0.4 percent WO_3 (150 - 200 tons WO_3). This may prove to be a conservative estimate. By selective mining a small tonnage could undoubtedly be produced with about 1 percent WO_3 .

For the other workings it is impossible even to make estimates. However, considering geologic factors the potentialities of the Ørsdalen district should be regarded as favorable.

The Schaanning mine and the workings on the mountain plateau are well worth further investigation and there is every reason to believe that there exist other occurrences as yet undiscovered.

At the deposit is a hydroelectric power station of 400 KVA, an uncompleted mill, houses and barracks. The capacity of the power station can be increased to 2500 HP.

The Ørsdalen deposit is now owned by the Norwegian State.

Location

The Ørsdalen deposit is near the northeastern end of lake Ørsdalsvann in the county of Rogaland at latitude 58° 40' N and longitude 4° 30' W Oslo. Ørsdalen is 34 kilometers in a straight line northeast of the town of Egersund on the southwestern coast of Norway. Access from Oslo is 560 kilometers by train over

RESTRICTED

Kristiansand to Klungland railway station; 13 kilometers by bus over Bjerkreim to Odlandstø at the southwestern end of lake Ørsdalsvann; 15 kilometers by boat to Vasbø at the northeastern end of the lake; and 6 kilometers by car on a small road passing the Hovland farm and leading to the old mill at the foot of the mountain on which the deposit is.

From Stavanger airport a 70 kilometer long main road leads to Bjerkreim.

Lake Ørsdalsvann and the Hovland farm are shown on the map Stavanger Amt, scale 1:200,000. Aerial maps of the district are available.

Topography and Climate

Ørsdalsvann is a narrow lake 16 kilometers long in a southwest - northeast valley and is 64 meters above sea level. On both sides the valley heads in 800 - 900 meter peaks. Valley slopes are steep, often showing a gradient of 60 degrees or more.

The general character of the landscape is a rather horizontal surface on a plateau at approximately 700 meters altitude with heatherclad hills and moorlands strewn with a number of small lakes, and dissected in parts by steep and narrow valleys. On a small scale it is also dissected by a great profusion of narrow dells, 10 - 50 meters deep, between which steep cliffs emboss the landscape.

It is a glaciated country, scoured by the ice and cleared from most soil. Tree growth is restricted to the dells and valleys.

At lower elevation (floor of the Ørsdalen valley, 60 - 140 meter above sea level) there is in normal winters no continuous periods with freezing weather. There are however, occasional snowfalls during the winter.

The surrounding high area is snowbound from early December to early April. In the dells the snow may last even longer.

The deposit is on the southern side of the Ørsdalen valley, the floor of which at this point is about 130 meters above sea level. Two tunnels are driven in the mountain side at 172 and 196 meters above sea level respectively. The main outcrops are on and just below a mountain plateau above inaccessible cliffs 500 - 600 meters above the tunnel levels. However, further northeast along the valley, the mountain side can be climbed along a steep and narrow pathway leading to the outcrops on the mountain plateau.

RESTRICTED

RESTRICTED

The most productive occurrence so far, the Schaanning mine, is on the face of the cliffs about 100 meters below the mountain plateau. This occurrence can be reached from the mountain plateau by an extremely steep pathway with almost vertical ladders. At the occurrence there is a small ledge, 10 by 20 meters large, on the mountain side. From here almost sheer cliffs dive down to the valley floor.

History

The British Molybdenite Co. Ltd. started explorations at Ørsdalen in 1904, with a view to molybdenite mining. They opened up one occurrence at the mountain plateau and also drove an exploration tunnel (Tunnel I) in the mountain side at 172 meters above sea level, near the valley floor. The tunnel was intended to hit the deeper levels of the occurrence on the mountain plateau. It was driven 300 meters in length. However, only weak molybdenite mineralisation was observed.

In 1907 a small hydroelectric power station and an Elmore flotation plant was constructed in the Ørsdalen valley, near the portal of Tunnel I. However, apparently it proved to be difficult to obtain a satisfactory molybdenite concentrate. Mining was discontinued in 1908 and buildings and equipment were sold in 1910. The efforts of the British Molybdenite Co. at Ørsdalen do not seem to have been properly planned.

In 1911 a Norwegian company, Christiania Minekompani, started small scale mining on the occurrence which had been opened up by the British Molybdenite Co. In 1917 this company, in cooperation with other interests, formed Ørsdalen Wolfram og Molybde gruber A/S with a capital of 300,000 which later was increased to 1 million kroner (\$330,000 at the current rate of exchange). The occurrences on the mountain plateau near that of the British Molybdenite Co. were worked.

An aerial tramway was constructed from the face of the cliffs at the mountain plateau to the valley floor where a mill and a small hydroelectric power station were built.

Operations were discontinued in 1919 and the company went bankrupt. The possessions of the company were sold in 1922. - Some wolframite and molybdenite had been produced.

About 1916 another company, A/S Hovland Molybden og Wolframgruber started small scale mining on an occurrence only 300 meters west of the workings of the Ørsdalen Wolfram og

RESTRICTED

Molybdengruber A/S. Mining was discontinued in 1918 and the possessions of the company were sold in 1921.

Both of the above mentioned companies started mining at Ørsdalen encouraged by the high molybdenum and tungsten prices during World War I. Their operations were based on an over-optimistic profit calculation. The companies took an extremely short-range view and made no efforts to develop ore in order to run the mines on a sound basis. When prices sank after the war both companies lost interest in their mining properties.

In the summer of 1918 Mr. K.H. Schaaning, a lawyer from Egersund, operated for three months an occurrence at a ledge on the face of the cliffs. (See chapter Topography and Climate.) He had only a couple of men working for him. They produced high grade hand-picked tungsten concentrates. During this work scheelite was recognised for the first time at Ørsdalen.

In 1937 Mr. Schaaning resumed operations at this occurrence, now generally referred to as the Schaaning mine. It lies on the same aplitic zone as the workings of the Ørsdalen Wolfram og Molybdengruber A/S. Mining can only be carried out in summertime unless special precautions are taken. Mr. Schaaning worked the occurrence in the summers of 1937, 1938 and 1939. After the German occupation of Norway in 1940, he sold it to the A/S Det Norske Bergselskap, a German controlled company.

Mr. Schaaning worked the occurrence in a very simple way. His equipment was a 2 cubic meter Imer-Elsemotor compressor and a rock drill. The ore was stripped off the surface on the steep cliffs in a 45 meters long and 10 meters wide open-cut. A short tunnel and an 8 meters deep shaft was constructed from the ledge. By hand picking wolframite and scheelite concentrates were obtained with 50 - 70 percent WO_3 . Only the richest ore was mined. It probably averaged at least 1 percent WO_3 . The ore was first roughly hand-picked at the workings on the ledge. The concentrate was hoisted about 60 meters to an aerial tramway station near the top of the cliffs and hauled from there to the valley floor. Here a final hand-picking was carried out. The tailings after the first hand-picking were dumped down the 500 meters high cliffs and gathered around the portal of Tunnel I, which eventually caved.

Mr. Schaaning made no attempts to use modern mining equipment or erect a mill. From 1937 to 1940 approximately 50 tons of tungsten concentrates were produced. The average annual profit in this

RESTRICTED

-6-

period is said to have been about 50,000 kroner (\$10,000 at the rate of exchange then current).

The German operations at Ørsdalen during World War II were even more speculative than the operations during World War I. The Krupp company spent the equivalent of about \$250,000 in building a hydroelectric power station (400 KVA), a mill (not completed), houses, barracks etc. The building of the power station and the mill was decided upon after favorable reports had been turned in by German geologists. The mill was planned for an annual capacity of 150 - 200 tons of tungsten concentrate with 60 percent WO₃.

The mill site is in the valley, 150 meters from the original portal of Tunnel I. The hydroelectric power station is situated 3.15 kilometers SW of the mill. A high tension line leads to a transformer station near the mill.

Very little exploration work was carried out. The mining authorities seem to have taken it for granted that the development of large ore reserves would meet with no difficulties. Ore in sight in any amount worth mentioning was only known at the Schaaning mine, which, however, was a dangerous working place and it could only be operated a few months in summer time. The men were paid very high wages; nevertheless only about 28 tons of wolframite and scheelite concentrates were produced during World War II. This was in no small measure due to sabotage from the workers.

The only actual exploration work carried out by the Germans was the extension of Tunnel I near the valley floor for 60 meters and the construction of a new 160 meters long tunnel (Tunnel II) at a level 30 meters above Tunnel I and 270 meters west of it. Some low-grade scheelite material was encountered in the tunnels, but no ore was produced.

After the capitulation of the German army in Norway in May 1945 the mining rights, buildings and equipment became the property of the Norwegian State. In November 1945 the Ørsdalen mine was advertised for sale, but no serious buyers would consider the offer. The mine has recently been proposed incorporated in a planned state-owned mining company: Norsk Bergverk A/S.

No exploration or development work has been carried out at Ørsdalen since 1945.

Past Production

No production records are available from the operations of the British Molybdenite Co., Ltd., in the period 1904 - 1908. Probably the output was only a few tons of molybdenite. No tungsten ore was produced.

RESTRICTED

According to the mining engineer in charge of the workings of the A/S Ørdsalen Wolfram- og Molybdengruber the mines on the mountain plateau up to 1919 had produced about 30 tons of wolframite concentrate with 58 percent WO_3 or more, and 1022 tons of molybdenite ore with 3 - 12 percent MoS_2 .

No production figures are known from the workings of the A/S Hovland Molybden- og Wolframgruber which were in operation at the same time as the A/S Ørdsalen Wolfram- og Molybdengruber. However, it is certain that the output was much smaller.

From 1937 to 1945 the Schaaning mine produced altogether 76 tons of wolframite- and scheelite- concentrates. Some of the shipments were not assayed, particularly in the period 1937 - 1940 when Mr. Schaaning ran the mine. However, the bulk of the concentrates is reported to have averaged 52 - 68 percent WO_3 .

According to mines inspectors' reports the output for each year in the period 1937 - 1945 was:

	Output from the Schaaning mine (in metric tons)	Percent WO_3 in concentrate
1937	2.0	68
1937	0.7	52
1938	17	64
1939	28	66 (only 5 tons assayed)
1940	9	67
1941	8	57
1942	6.6	65
1943	-	-
1944	5	52
1945	-	-

76 tons

52 - 68 percent WO_3

In 1943 2550 tons of low grade mill ore (0.10 - 0.12 percent WO_3) was produced from workings in Tunnel I and in 1945 1370 tons (0.2 percent WO_3). This ore was not concentrated. It still lies in dumps outside the tunnel.

As appears from the above table 48 tons of wolframite- and scheelite- concentrates were produced in the period 1937 - 1939. During World War II when the mine was controlled by the Germans only 28 tons of concentrates were produced.

Around the original portal of Tunnel I there are about 3000 tons of tailings after the handpicked concentrates from

the Scheaning mine. As mentioned the tailings were dumped down the cliffs from the ledge near the workings and they gathered around the portal. The tailings have not been assayed, but they are said to run about 0.3 percent WO_3 . This may well prove to be the case because recovery by the handpicking of the ore must have been poor.

General Geology with special reference to molybdenum
and tungsten mineralisation in the Pre-Cambrian of
Southern Norway

In many parts of the world tin and tungsten occur as "twin elements". The co-occurrence of tin and tungsten is just as familiar to mining men as the co-occurrence of zinc and lead, even if the two former metals are not so widespread and generally occur in smaller deposits.

However, in Scandinavia tin is a rare metal, even mineralogically speaking. Cassiterite (tin oxide) has only been observed at a few localities. It may well be said that in Scandinavia tin is replaced by molybdenum. Therefore, here we have molybdenum and tungsten occurring together and not tin and tungsten.

This, of course, does not imply that every molybdenum occurrence necessarily contains tungsten, but in my opinion all molybdenum deposits should be checked on tungsten. Particularly when tungsten occurs as scheelite (calcium tungstate) it may easily have escaped attention, even in a working mine. Scheelite is so inconspicuous that it may have been mistaken for feldspar or quartz.

Molybdenite (molybdenum sulphide) is the only commercial molybdenum ore in Scandinavia.

The tungsten and molybdenum occurrences around ~~Ør~~sdalen are in granitic rocks which are considered to belong to a rock complex known to Norwegian geologists as the Egersund area. The area is built up of anorthosite (plagioclase feldspar rock), noritic rocks, hornblende-bearing quartz-monzonite and granitic gneisses and gneiss granites. The granitic rocks are locally known as birkremite. They are characterised by a rhombic pyroxene (hypersthene).

Large ilmenite (titanium ore) deposits occur in the norite and in the anorthosite. The Sogndal mine, at present producing about 15 percent of the worlds ilmenite, is in this area.

There are a number of molybdenite occurrences in the

birkremite. However, tungsten occurrences are only known in the granitic rocks (birkremite and possibly other types of granite) around Ørsdalen.

The Egersund area covers the southwestern part of Norway around the towns of Egersund and Flekkefjord. Ørsdalen is in the northeastern part of the area.

To the east and north the Egersund area borders to the large Telemark formation which in this part of the country is built up of granite, granitic gneiss and mixed gneisses with amphibolites. The granites of the Telemark formation is petrographically different from those of the Egersund area. However, it is often difficult to distinguish the two types in the field.

A majority of Norwegian geologists maintain that the Egersund area is younger than the Telemark formation. Both rock complexes are Pre-Cambrian.

There are a great number of molybdenite deposits in the Telemark formation. They occur in granite or near granite. Quite recently it has been established that some of the molybdenite occurrences contain scheelite (calcium tungstate). Wolframite (iron manganese tungstate) however, has not been observed outside Ørsdalen so far.

The largest molybdenite deposit known in the Eastern Hemisphere, the Knaben mine, (which up to now has produced about 9000 tons of molybdenite concentrate) is in the Telemark formation, 40 kilometers east of Ørsdalen. A fault zone which has been followed from Knaben over the northern end of lake Sirdalsvatn points to Ørsdalen.

The Ørsdalen deposit is about 5 kilometers from the border of the Egersund area to the Telemark formation. It is quite possible that part of the granite here is not birkremite, but actually a granite belonging to the Telemark formation.

It would seem possible that the molybdenite occurrences of the Telemark formation and the Egersund area are genetically related even if they belong to two different rock complexes. The molybdenum and tungsten mineralisation may conceivably have been derived from the same source which may be an integrating part of both these rock complexes which largely are composed of migmatites, gneisses and granitic rocks of dubious origin.

A regional survey of faults and fractures in the two rock complexes pertinent to molybdenum and tungsten mineralisation would be interesting. Such a survey may give evidence to the hypo-

thesis that the mineralisation to some extent is dependent on structural features.

However, it should be remembered that not even the relationship between occurrences within each of the rock complexes has been established. Some of the larger occurrences in the Telemark formation have been studied in some detail, but no attempts have been made to make a regional survey in order to find evidence for a possible similar mode of origin.

In the Telemark formation for instance there are a number of granite types. It may well be that the different occurrences are found to be connected with one or two particular granite types.

In order to obtain a proper understanding of the mineralisation, the areas concerned should be mapped with emphasis on distinguishing the granite types, and on pertinent structural features.

Before such basic work is carried out, it is impossible to venture an opinion as to the relationship between the different occurrences. I believe that a study of the molybdenum and tungsten mineralisation in the Telemark formation and in the Egersund area along the lines mentioned above, would be of considerable practical interest.

The widespread molybdenum and tungsten mineralisation in the Pre-Cambrian of Southern Norway indicate that large deposits may be found.

Nature of Occurrence

Aplitic lenses and quartz veins with tungsten and molybdenum mineralisation occur at Ørsdalen in or near somewhat gneissic granite showing a porphyric texture in parts.

As mentioned in the previous chapter the granite has been described as birkremite, a hypersthene granite belonging to the Egersund area. However, it is not clear if this is the only mineralised granite type at Ørsdalen. Part of the granitic rocks may actually belong to the Telemark formation.

The oldest rock at Ørsdalen is an amphibolite. Quite often mixed gneisses composed of granitic rocks and bands and "fishes" of amphibolite are seen. Part of the hornblende in the amphibolitic rocks has been altered to biotite mica.

According to Arne Bugge the aplitic rocks on the mountain plateau at Ørsdalen form elongated lenses. He has observed

lenses up to 300 meters long and 40 meters wide. They occur in parallel zones within the granite and the mixed gneisses. They strike N 30 degrees W and dip 80 degrees towards NE, i.e. conform with the structure of the granite.

The aplitic lenses may actually be zones of silicified granite which have been formed simultaneously with the tungsten and molybdenum mineralisation.

On the mountain plateau there are two main zones with aplitic lenses. The Schaaning mine and the workings of the British Molybdenite Co., and those of the Ørsdalen Wolfram- og Molybdengruber A/S are all in the same zone. The Hovland mine is in the other, 300 meters southwest of the first one. Aplitic lenses are also observed around Tunnel I and II near the valley floor.

Near to the aplitic lenses and particularly where they pinch occur mineralised quartz veins, up to $\frac{1}{2}$ meter wide. They generally have approximately the same strike as the aplitic lenses and a nearly vertical dip. In many places a cross-work of 1 - 10 cm wide quartz veins penetrate the granite. Quite often the wall rock around the veins is also mineralised with wolframite, scheelite and molybdenite. At the Schaaning mine for instance scheelite mineralisation can be observed in the granite several meters from the quartz veins.

Tungsten and molybdenum mineralisation can be followed for more than 1000 meters on the mountain plateau along the main aplitic zone, the one on which the Schaaning mine is. See fig. 2. Bugge, Riiber and Smith (1) in 1919 reported that tungsten occurrences also were known on the northern side of the Ørsdalen valley. These occurrences are not mentioned in any of the later reports. Apparently they have never been studied and they may be difficult to locate.

Above, the mineralised veins have been referred to as quartz veins. However, quite often there is a certain amount of feldspar present, the veins thus approach granite pegmatitic composition. In most places the vein filling is essentially quartz with a certain amount of biotite mica. The biotite generally occurs along fractures in the vein and along the borders of the vein. In some parts there may be more biotite than quartz.

Wolframite, scheelite and molybdenite generally occur along the borders of the veins together with biotite. However, mine-

mineralisation in the central parts of the veins is by no means uncommon, particularly when there is much biotite present.

The mineralisation of the aplite and the wall rock around the quartz veins is very irregular. It seems that wolframite largely occurs both in the veins and as impregnations or narrow streaks in the wall rock.

Molybdenite occurs in flakes of one or a few millimeters size and occasionally larger. The molybdenite flakes often occur within scheelite aggregates and sometimes they form streaks 1 - 5 mm wide in the vein.

Scheelite generally occurs in small grains which often rather in streaks a few centimeters long parallel to the direction of the vein. Scheelite has the same mode of occurrence in the wall rock.

Wolframite occurs as centimeter-large lumps and individually, sometimes showing crystal forms. Quite often the wolframite is surrounded by a thin layer of scheelite.

There also occurs a weak impregnation of pyrite, pyrrhotite and chalcopyrite, particularly in the wall rock against the quartz veins and against the aplitic lenses. Garnet is said to be quite common in certain parts of the quartz veins, but personally I have never observed this mineral at Ørdsalen.

The "fishes" of amphibolite in the mixed gneisses often show strong scheelite mineralisation. When examined in ultraviolet light the amphibolite gives the impression of a well used blotting paper stained with scheelite.

In fig. 7 are shown vein types with scheelite mineralisation met with in Tunnel I and II. (After A. Bugge, 1945).

The different occurrences show great variation in the relative distribution of wolframite, scheelite and molybdenite. Sometimes wolframite and scheelite occur in approximately equal amounts, whereas in other occurrences wolframite may be the dominating tungsten mineral and in others scheelite.

It seems that the tungsten mineralisation is becoming weaker in the southernmost occurrences on the mountain plateau and that the molybdenum mineralisation here is relatively stronger.

As mentioned in chapter "Topography and Climate" the 500 meters high steep cliffs between the Schaaning mine and Tunnel I and II are inaccessible for ordinary geological examination. Therefore it has been impossible to establish the relation between the occurrences on the mountain plateau and the tungsten mineralisation in the tunnels.

However, the fact that scheelite mineralisation is found 500 meters below the Schaanning mine, I take as an indication of strong persistence of tungsten mineralisation in depth. The two occurrences are probably not on the same vein or lens, but they may belong to a system of veins and lenses lying "lit par lit".

Mine Development

The Schaanning mine

Here there occur numerous irregular quartz veins in granite (birkremite) over a zone 6 meters wide. The largest quartz vein is $\frac{1}{2}$ meter wide. The veins strike approximately in a northerly direction and dip 80°E , i.e. parallel with the texture of the granite. Feldspar is common in certain parts of the veins.

The quartz veins as well as the granite between them are mineralised with wolframite, scheelite and molybdenite. The mineralisation extends into the granite on both sides of the quartz vein zone, but it is more intense on the footwall side. The entire width of the ore body is about 10 meters.

The mineralisation is very irregular. Molybdenite is chiefly restricted to a 30 cm wide layer conforming with the direction of the veins. There are zones up to $\frac{1}{4}$ meter wide within the ore body which are almost barren, whereas other zones may contain 4 - 5 percent WO_3 and even more.

It is said that about $\frac{3}{4}$ of the output up to now has been produced in a well mineralised zone two meters wide.

The ore body has been followed for about 50 meters along the steep cliffs. The dip of the ore body is only slightly steeper than that of the cliffs.

It will be difficult to find a satisfactory sampling method for this type of ore. No proper sampling has been carried out up to now. The average grade of the ore is estimated at about 0.3 - 0.4 percent WO_3 . It is impossible to estimate the average molybdenite content. In the thin layer of molybdenite mentioned above there is probably several percent MoS_2 .

When the mine was in operation (1937 - 1945) it was tried to mine only the streaks of rich ore. Ore with less than about 0.4 percent WO_3 was left behind when possible. Considering the poor recovery of the handpicking concentration it is likely that the ore produced averaged more than 1 percent WO_3 .

RESTRICTED

At the Schaaning mine there is a small ledge (10 by 20 meters) in the mountain side at about 660 meters above sea level (530 meters above the valley floor). The ledge is in the ore body. An opencut has been worked along the steep cliffs to a little more than 700 meters above sea level. (See fig. 3 and 4.)

A tunnel 20 meters long is constructed from the ledge in a southerly direction. The ore in the tunnel is said to have been rich. On the eastern side of the tunnel ore can be seen over the total length and there is also good ore at the end of the tunnel.

From the ledge a shaft 8 meters deep has been sunk. Mineralisation stopped at a depth of 3½ meters.

There is not sufficient data available to calculate ore reserves at the Schaaning mine. However, an estimate can be made. The extent of the ore body as seen from the ledge and in the opencut is about 500 square meters (10 meters wide and 50 meters long). It seems justified to assume that the thickness of the ore body is at least 35 meters. The volume of the ore body should thus be 17,500 cubic meters or about 50,000 tons. The average grade of the ore mentioned above, 0.3 - 0.4 percent WO_3 , is only a guess. Assuming it is right, the Schaaning mine would contain at least 150 - 200 tons WO_3 .

It should be made perfectly clear that the ore reserve figures are not even probable ore. However, the volume of the ore body is certainly indicated. On the other hand it is quite possible that ore reserves are larger than estimated. The length as well as the thickness of the ore body may prove to be larger than 50 meters and 35 meters respectively.

Production figures for the Schaaning mine are given in chapter "Past Production" and other information is given in chapter "History".

At present the descent to the Schaaning mine from the mountain plateau is dangerous. There is a constant risk of rock burst.

The old workings of the British Molybdenite Co. Ltd.
and the Orsdalen Wolfram- og Molybdengruber A/S.

These workings, which are on the mountain plateau, are 400 - 500 meters SE of the Schaaning mine.

At a place marked F on the map in fig. 2 there is a 15 meters long and 2,5 meters wide open-cut, which is now filled with water. It is said to be 10 meters deep. A few meters west of the open-cut there is a short tunnel leading into the bottom of a 4 meters wide and 8 meters deep shaft. There are several small workings around the shaft and the open-cut.

At all the workings there are narrow quartz veins in granite and gneiss. They occur near the end of an aplitic lens. The veins as well as the wall rock are mineralised with molybdenite, wolframite and scheelite. Scheelite was not recognised at the time when the occurrences were worked. It is said that wolframite essentially was produced from these workings. Molybdenite appears to have occurred only in subordinate amounts. Scheelite can be seen on the walls of the shaft.

About 200 meters SE of the open-cut marked F on the map there is a 38 meters deep shaft marked G. From east a 160 meters long tunnel leads to the bottom of the shaft. At a level 12 meters below the shaft opening a 40 meters long tunnel leads to the shaft from north.

Here there is a 10 meters wide mineralised zone of quartz veins in granite and mixed gneisses with amphibolite bands. Quite rich molybdenite mineralisation and some scheelite are observed near the shaft. It is said that the major part of the molybdenite production at Ørsdalen has come from this occurrence. Apparently there has been very little wolframite. It is impossible to say anything about the intensity of the scheelite mineralisation without testing it with an ultra-violet lamp, which has not been done.

SE

Further there is another occurrence not shown on the map in fig. 2. It is described as a molybdenite occurrence. However, the possibility that scheelite also occurs is by no means outruled. Wolframite has not been found here.

The production figures for the occurrences mentioned above are given in chapter "Past Production".

The Hovland occurrences

There are several workings along a mineralised zone 300 meters SW of the mineralised zone on which the Schaaning mine and the above described workings are. (See the map in fig. 2.)

Mineralised quartz veins occur along and partly within an aplitic lens. There are several small workings including a short tunnel and a small shaft distributed over 300 meters along the aplitic lens.

Molybdenite and wolframite can be seen on most of the workings. Scheelite has not been observed, but no testing with an ultra-violet lamp has been made.

The two tunnels at the foot of the mountain

Tunnel I was driven about 300 meters in 1919. It is 172 meters above sea level, i.e. about 40 meters above the floor of the Ørsdalen valley and 500 meters below the Schaaning mine. Aplitic rocks crop out near the portal. When it was constructed it was aimed to hit the hypothetical continuation of the main mineralised zone in which the Schaaning mine is. However, only little ore was encountered.

When the Germans started their investigations at Ørsdalen in 1940 the tunnel had caved at the portal. It was reopened by driving a short adit alongside the caved section. The Germans then continued the tunnel about 60 meters and drove 8 crosscuts in the inner part of the tunnel. A weak scheelite mineralisation was then encountered. Scheelite mineralisation was also observed in a crosscut 12 meters from the portal. Scheelite here occurs in three zones traversing the crosscut, the middle part of the zone being a quartz vein $\frac{1}{2}$ meter wide.

Bulk samples were taken while the tunnel was being driven. Most samples were assayed but some of them are missing. An average of 60 assays showed 0.18 percent WO_3 . Mining engineer Smith Møyer has calculated the extent of the ore body in the inner part of the tunnel to about 700 square meters. See fig. 5.

The length of the mineralised area is about 50 meters and the width 10 to 20 meters. The mineralisation is very irregular. Scheelite occurs in quartz veins a few centimeters thick in gneisses composed of granite and bands and "fishes" of amphibolite. (See fig. 7.) The amphibolite is often well mineralised with scheelite.

The assays vary from traces of WO_3 to 0.6 percent WO_3 . However, most of the samples within the ore body assayed 0.1 to 0.2 percent WO_3 .

The mineralisation of the amphibolite is of particular interest. In one of the crosscuts it can be observed that the "fishes" of amphibolite are getting bigger towards the end of the crosscut. This may indicate that there actually is a larger amphibolite body further along in the direction of the crosscut. All the amphibolite "fishes" in the crosscut are mineralised with scheelite. There is a possibility that the mineral agents have showed a preference for amphibolite and that scheelite consequently has been deposited in this rock. See chapter "Nature of Occurrence".

It would be important to find out if also some of the larger amphibolite bodies in the area show scheelite mineralisation.

The mixed gneisses were probably formed by assimilation of the amphibolite by younger granites. The amphibolitic rocks at Ørsdalen may be considered as remnants of an old amphibolite formation, now being represented as bands and inclusions of smaller and larger amphibolitic bodies in the granite.

Tunnel II was driven by the Germans during World War II. The portal is 270 meters west of the original portal of Tunnel I. It is 196 meters above sea level, i.e. 24 meters above the level of Tunnel I. Aplitic rocks crop out near the tunnel portal.

Tunnel II was driven 160 meters and some crosscuts were also made. Weak scheelite mineralisation was observed near the portal and at several other places in the tunnel and in the crosscuts. (See fig. 6.) However, no continuous mineralisation has been evidenced.

Conclusions and Recommendations

No properly planned survey has ever been carried out in the Ørsdalen district. Most of the exploratory work was made in the period 1904 - 1919, principally with a view to molybdenum mining. Scheelite was not recognised until 1918. It is a difficult mineral to detect and even a trained geologist may miss it unless he conducts tests with a Mineralight lamp.

The Ørsdalen mines were idle from 1919 to 1937. After that time only the Schaanning mine and the two tunnels near the valley floor have been investigated.

Our present knowledge of the Ørsdalen deposit is insufficient to justify serious recommendation for instant development of the deposit. On the other hand, the limited investigations which have been carried out are not discouraging. In my opinion the potentialities of the deposit should be regarded as favorable. This view is based on the following observations:

1) Molybdenum and tungsten mineralisation have been followed for more than 1000 meters on the mountain plateau on the southern side of the Ørsdalen valley, from the Schaanning mine near the top of the inaccessible cliffs and towards southeast. Two parallel mineralised zones are known to occur. Tungsten mineralisation is also known on the northern side of the valley.

2) Scheelite mineralisation has been observed near the valley floor, 600 meters below the occurrences on the mountain plateau.

3) At the Schaanning mine there are rich wolframite and scheelite mineralisation in certain parts, indicating that workable

ore may be expected in the district.

Considering the fact that only cursory examinations have been made, it would have been sheer luck if they had led to the discovery of large tungsten deposits. Indeed, the investigations of most of the occurrences actually worked are insufficient to allow any conclusions as to their actual size and grade. Furthermore, in all probability other occurrences remain to be discovered in the district.

We do not know if the occurrences near the valley floor are related to those on the mountain plateau, but there is every reason to believe that they are.

When tungsten mineralisation is so widespread as it is known to be in the Ørsdalen district, it ought to be properly examined. I would recommend that a survey of the district be made along the following lines:

The area should be geologically mapped. The aerial maps which are available will undoubtedly be very useful for such work.

The tungsten bearing veins on the mountain plateau should be studied in detail. All mineralised outcrops should be examined with a Mineralight lamp in order to establish the extent and the intensity of the scheelite mineralisation.

The occurrences spoken about on the northern side of the Ørsdalen valley should be located and examined and further prospecting work should be carried out.

The Schaaning mine should be sampled and the extent and the depth of this ore body should be established. Without doubt some ore could be produced whilst doing exploration work at this occurrence.

The tunnel at the Schaaning mine should be extended. Before recommending other particular exploration work it would be necessary to consult a competent mining engineer, because the extremely unfavorable location of this occurrence raises many technical problems.

Sampling should be done at some of the occurrences on the mountain plateau if there is found to be indications of larger ore bodies. Further investigation of the low-grade ore in the inner part of Tunnel I near the valley floor may also be in order.

Exploration in depth would be expensive at Ørsdalen. It might be possible to drive tunnels into the 600 meters high mountain side between the valley floor and the Schaaning mine at certain level. A complete survey of the deposit probably would have to include a prospecting shaft from the mountain plateau.

RESTRICTED

-19-

If special precautions are taken it may be possible to examine certain parts of the mountain side with a Mineralight lamp. However, I very much doubt if any geologist will volunteer for this work unless he is a trained alpinist.

RESTRICTED

Cost Estimate for Exploration.

of

Schaanning Mine & Extension to the S.E.

by

Erik Welle-Strand and Niels Espeland

Mining Engineers N.T.H.

Oslo, March 5, 1951.

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkiv

Rapport nr. 76/51

General:

Mineralogical opinion seem to differ as to the most economical way in which the Schaanning Mine and the two mineralized zones to the S.E. of Schaanning Mine about 450 ft on the mountain plateau above can be explored and later developed for mining operations.

It has been suggested either to sink a shaft from a suitable point on top down to the Schaanning level, or to drive an adit from an accessible point East of the mineralized zone X-cutting into the ore zone at about the Schaanning level.

Both these methods of attack would involve great investment of capital, and provide no immediate hope of running into payable ore. They would therefore neither encourage nor justify such capital outlay.

Having surveyed the area in question, the obvious approach seems to be to reopen exploration work at one place i.e. Schaanning mine, where so far mining on a small scale has shown profit in the past.

One of the reasons why the Inspector of Mines has prohibited mining operations at Schaanning mine since work there was abandoned during world war II, is that the approach is considered too dangerous. This consists of an open ladder way leading 160 ft down steep mountainside to a ledge which forms the opening to Schaanning mine. From the ledge there is a further drop of 1500 ft to the valley floor.

To get into ore as soon as possible our suggested plan is therefore to secure the approach to Schaanning mine in such a way that the Inspector of Mines will allow exploration work to start at this point.

This can be done by enclosing the ladderway, the cost of which is included under the heading "Initial Outlay". Further, our cost estimate is based upon the following working plan:

Stage I: Time - 4 months of 2 shifts per day.
Labour force - 8 men and 1 supervisor.

Exploration of Schaanning Mine within a limited working period of four months, in which to reach a stage at which it is possible to decide whether to:

Close down altogether and cut the losses.

Stop further exploration, but by pig-rooting produce some ore which it is worth while concentrating by hand-sorting, and thereby regain some or all of the capital involved.

Develop Schaanning mine for production.

Stage II: - 9 months of 2 shifts per day.
Labour force - 8 men and 1 supervisor.

Should it be the decision arrived at to extend the drift at Schaanning mine to the S.E. for about 1500 ft so as to be able to explore the mineralized zones under the old workings on top of the plateau.

Thereby reach a stage where it can be decided if there is enough ore payable above the Schaanning drift to warrant further investment for the construction of an ore dressing plant and means of transporting the ore from the ledge at Schaanning mine to an ore-dressing plant on the valley floor.

The above working plan is based on the assumption that all rock mined during this initial exploration will be dumped outside the Schaanning ledge down the mountain side. The disposal of the rock will therefore not cause a bottle-neck. It should be noted that the rock dumped in this way will collect on the floor of the valley near the present site of the ore-dressing plant. Should it prove to be payable ore, then it can easily be recovered for hand-sorting or mill treatment.

The old workings on top of the mountain and drift I on the valley floor should be cleared, check-sampled and mapped.

at Estimate Stage I.

Initial outlay, i.e. making present cabin on mountain plateau habitable, repair of present ropeway and enclosure of ladderway.....	kr. 37.000.-
Equipment i.e. compressor, rockdrills, piping, rails, mine cars etc.	kr. 65.000.-
Exploration i.e. 150 m of drifting X-cutting and raising at total cost of 350 kr/m	kr. 52.000.-
Sampling, assaying and mapping.....	kr. 5.000.-
Supervision.....	kr. 6.000.-
Total cost	<u>kr. 165.000.-</u>

Estimate Stage II:

Additional equipment.....	kr. 120.000.-
Exploration i.e.	
10 m of drifting and	
10 m of raising at total cost of 350 kr/m	kr. 245.000.-
Sampling, assaying and mapping.....	kr. 10.000.-
Supervision	kr. 13.500.-
Total cost	<u>kr. 388.500.-</u>

estimate
check-sampling of old workings and drift I.

The aim firstly is to arrive at a conclusion as to the value of the ore immediately surrounding Schaanning mines, the cost for this heading should be limited only to work which may help establishing reasons for tackling stage II, in the event of the I proving successful. We consider it therefore of little value at this point to give a cost estimate for this work.

--oooOooo--

Proposed Tungsten Investigations during the Summer of 1951

O.J. Adamson

Henrich ~~Ne~~ Bergarkivet

Rapport nr: 1619

At a meeting held in the Department of Industry, at which Statssekretar Drogseth, Byråsjef Høegh-Omdal, Mr. Wallace of E.C.A. and Dr. Adamson were present, Mr. Drogseth requested that a proposal with cost estimate should be worked out for tungsten-prospecting in Norway during the summer 1951.

The investigations carried out this autumn have shown that 3 areas in Southern Norway are of special interest, namely the area Ørsdalen-Knaben in the counties of Vest-Agder, Øst-Agder and Rogaland, the Dalen-Vrådal area in the county of Telemark, and the district around the town Drammen.

So far 33 tungsten-analyses have been carried out from different deposits within these areas.

Tungsten-mineralization has been proved at 3 localities in the Drammen district, at 4 localities in the county of Telemark, and at a number of localities in the Ørsdalen area.

So far the investigations have been of a purely qualitative character, and it is too early to say anything about the content of tungsten in the different ores or about the extension of the mineralization of the different deposits.

It seems perfectly clear, however, that the tungsten-mineralization of molybdenum occurrences in Southern Norway is very extensive and one or more of them may turn out to be workable deposits. Tungsten is an important strategic metal and in our opinion it is of importance to investigate the above-mentioned deposits more closely than has been done hitherto.

The survey which was carried out last autumn included only a relatively small number of occurrences.

The results we obtained quite obviously justify a closer investigation of all molybdenum deposits within the 3 areas mentioned. Above we have only discussed tungsten in connection with molybdenum deposits. However, in Southern Norway we have other types of ore, in which tungsten may be found, especially Scheelite (calciumtungstate). We would especially draw attention to occurrences of metasomatically altered limestones in the Oslo-area, and skarn-ores along the Southern coast.

In Northern Norway also there are ores which for geo-chemical reasons may be potential sources of tungsten. These deposits ought to be examined during the summer.

The planned work can be divided into 3 groups:

1. General prospecting with ultra-violet lamps in order to localize occurrences with tungsten-mineralization. This type of investigation ought to be carried out in the 3 above-mentioned areas in Southern Norway, in some other occurrences in Southern Norway, and in those occurrences in Northern Norway where there are possibilities of tungsten-mineralization.

2. More detailed investigations of deposits where tungsten has been proved during the autumn. Geological investigations must be carried out to get an idea of the extension of the deposits, and sampling and assaying work to prove the grade of the ore.

3. Work as mentioned under 1 and 2 may give positive and promising results already in the summer, and in such case more thorough investigations must be carried out, such as diamond-drilling and trenching to prove the extension of the deposits.

As a preparation for the field work mentioned above it is necessary to continue the examination of the collections in the Geological Museum. Further, the samples which have already been collected must be examined in the laboratory in order to establish the character of the ores.

Amongst the known tungsten deposits Ørsdalen tungsten-mine occupies a special position, our knowledge of that deposit being sufficient to justify exploration and development work. This deposit is not included in our proposed programme of work, but we include a proposal for examination of the prolongation of the mineralized zone towards the east.

Below we give details of the work which in our opinion ought to be done during the summer, and with estimates of cost:

1. Ørsdalen-Sirdalen-Knaben-Kvina-area.

Within the area are numerous occurrences of molybdenum. The survey carried out this autumn has shown that some of these occurrences are tungsten-bearing, while a tungsten-mineralization has not been proved in others.

The working-programme for this area ought to be:

- a. Careful geological mapping of the area between Ørsdalen in west and Sirdalen to the east.
- b. Sampling of the more promising tungsten deposits, principally those in the vicinity of the Ørsdalen mine itself.
- c. Continued prospecting.

All known deposits should be carefully examined with ultra-violet lamp to find the extension of the tungsten-mineralization.

Expenses are estimated as follows:

1 geologist, 4 months at N.kr. 1100.-- a month.....	N.kr. 4400.--
Subsistence money.....	" 2150.--
1 Assistant (engineering- or geology-student)	
4 months at N.kr. 700.--.....	" 2800.--
Subsistence money.....	" 2150.--
Worker for sampling etc., 4 months at N.kr. 500.--	" 2000.--
Man and horse..... 120 days at N.kr. 30.--	" 3600.--
Travelling expenses, equipment, freight etc.....	" 2000.--

N.kr. 19100.--

=====

2. Drammen area.

The molybdenum deposits so far examined in the vicinity of Drammen all contain scheelite (calciumtungstate). The purely qualitative investigations which have been carried out indicate quite promising tungsten-mineralization. The group Sørumsåsen, Rørvik, Selvik, are sub-marginal deposits as far as molybdenum mining is concerned, and an additional content of tungsten may make the ores workable.

We suggest therefore that a very thorough sampling should be carried out to establish the grade of the ores concerned.

Expenses are calculated as follows:

1 mining engineer or geologist, 4 months at N.kr. 1100.--	
a month.....	N.kr. 4400.--
Subsistence money.....	" 2150.--
1 Assistant (engineering- or geology-student)	
4 months at N.kr. 700.--.....	" 2800.--
Subsistence money.....	" 2150.--
3 Workers for sampling, 4 months at N.kr. 500.--	" 6000.--
Travelling expenses, equipment, explosives, freight etc.	" 5000.--

N.kr. 22500.--

3. Dalen-Vrådal area.

Tungsten-mineralization has been demonstrated in the molybdenum deposit Dalen-Askom (State-owned) and in Tarjeisberg in Vrådal. In Vrådal a great number of samples have not been examined.

We suggest a geological mapping of the area around Dalen-Askom and prospecting work in Vrådal. In addition some of the deposits ought to be sampled. Expenses are calculated as follows:

1 geologist, 3 months at N.kr. 1100.--.....	N.kr. 3300.--
Subsistence money.....	" 1620.--
1 Assistant (geology-student) 3 months at N.kr. 700.--	" 2100.--
Subsistence money.....	" 1620.--
Assistance for sampling.....	" 1000.--
Travelling expenses etc.	" 1000.--

N.kr. 10640.--

4. Further areas.

The preliminary survey which was started last summer by the undersigned has not been completed. A series of deposits in the county of Telemark ought to be investigated with ultra-violet lamps, and the same applies to some metasomatically altered line-

stones in the Oslo area, which may well carry tungsten, as well as the zink-deposit at Grua. If possible the North-Norwegian molybdenum deposits should also be investigated. Expenses in this connection will be about

N.kr. 20000.--

5. Work in the laboratory.

The tungsten-mineralization in Southern Norway was detected by an examination of the collections in the Geological Museum, Trøen. We would strongly recommend that this work be continued and the collections systematically surveyed in order to localize further scheelite occurrences.

This would involve far too much work to allow either of the undersigned to undertake it as a spare time job. An examination of the heavy mineral-content of the parental rocks must also be carried out, including rocks which have not so far been proved to be ore-carriers, but may well be so. The samples which have been collected and will be collected during the field season must be examined; and we would recommend that a geologist be appointed for 1 year to work on these problems. The same geologist may take on the investigations in the Dalen-Askom area. We calculate the expenses therefore as follows:

1 geologist, 9 months at N.kr. 1100.--..... N.kr. 9900.--

The Geological Museum has kindly placed its laboratories at disposal. Even if this offer is accepted, there will remain several expenses for special equipment, reagents etc. which could not be paid by that institution. We therefore include laboratory expenses.....

" 3000.--

N.kr. 12000.--
=====

Analyses and assays.

We calculate expenses for necessary spectrographic analyses follows:

Ørdsdalen-Sirdalen-Knaben-Kvina-area.

0 quantitative tungsten-analyses at N.kr. 20.--	N.kr. 3000.--
0 " molybdenum-analyses at N.kr.20.--	N.kr. 1000.--
0 qualitative tungsten-analyses at N.kr. 10.--	N.kr. 2000.--

Drammen area.

0 quantitative tungsten-analyses at N.kr.20.--	N.kr. 5000.--
0 " molybdenum-analyses at N.kr.20.--	N.kr. 1000.--

Dalen-Vrådal-area.

0 quantitative tungsten-analyses at N.kr.20.--	N.kr. 1000.--
0 " molybdenum-analyses at N.kr.20.--	N.kr. 400.--
0 qualitative tungsten-analyses at N.kr. 10.--	N.kr. 1000.--

Further areas.

0 quantitative tungsten-analyses at N.kr. 20.--	N.kr. 200.--
0 qualitative tungsten-analyses at N.kr. 10.--	N.kr. 1500.--

N.kr. 16100.--

Equipment.

A number of ultra-violet lamps will have to be purchased, additional to the ones already bought out of a grant from the Norwegian Technical-Scientific Research Board. It may also be necessary to purchase some additional field equipment. Expenses are calculated as follows N.kr.10.000.--

Visits to other tungsten-deposits.

We would recommend that the other Scandinavian tungsten deposits be visited (Yxsjö and Baggetorp in Sweden, and Yllojärvi in Finland). Expenses: N.kr. 5.000.--

We do not know how it is proposed to organize and supervise the above-mentioned work and are unable therefore to give an estimate of costs for this work.

The total expenses in connection with the proposed working-programme are:

Ørdsdalen-Sirdalen-Knaben-Kvina-area.....	kr. 19100.--
Drammen area.....	" 22500.--
Dalen-Vrådal-area.....	" 10640.--
Other areas.....	" 20000.--
Laboratory expenses.....	" 12900.--
Analyses.....	" 16100.--
Equipment.....	" 10000.--
Visits to other tungsten-deposits.....	" 5000.--

N. kr. 116240.--

Should any of the examined deposits prove to be valuable, it will be necessary to carry out trenching and diamond-drilling. It is impossible at the present time to calculate the cost of such work. We would suggest, however, that N.kr. 150.000 should be made available for such investigations.

Hulge Alsmund.

Norges Geologiske Undersøkelse

Geologisk arkiv.

Rapport nr.: 1264

Avskrift.

Rapport

over

Overretssakfører Schaannings & Co.s. Wolframforekomst i Ørsdalen.

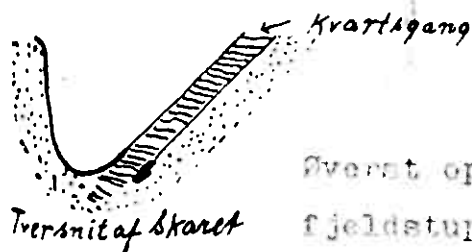
Forekomsten er beliggende paa gaarden Hovlands utmark, paa dalens søndre side og i sydvest for Tollef Hovlands eiendom.

Malmen forekommer i og ved siderne av en kvartsgang, der har en mæktighet paa 0.5-2 m.

Gangens strøk er nordvest- sydøst, den har fald mot øst paa ca 40° og en hittil kjendt utstrækning i felt paa 400 m., men da den lengere sydover er overdækt med et dypt jordlag kan intet bestemt siges om hvorlangt den strækker sig mot syd, dog er det mest sandsynlig at den fortsætter i denne retning, da der 600 m. fra det sted hvor jordlaget begynner optræder en kvartsgang der fører de samme malmsorter, denne gang ligger efter alt et døme i nærliggende samme strøk som den omhandlede gang.

Terengget hvorigjennem gangen gaar har en stigning paa 3-400 m. fra dalen og op paa toppen av fjeldet. Fra toppen hvor gangens nuværende sydligste punkt er, og nedover er der av naturen dannet et dypt skar, der har samme retning nedover fjeldsiden som gangens strøk.

I vestre side av dette skar ligger kvartsgangen saa at si aaben, idet den her er avblottet baade i strøk og faldretningen. Skarets side har nemlig samme skraaning som gangens fald. Se skitsen



Øverst oppe hvor dette skar begynner er der et brat fjeldstup, hvor gangen saa at si gaar i berg, idet den her faar fast granitt paa begge sider og det ovenfor nævnte jordlag over sig, den har her en mæktighet paa 1.5 m. og en meget pen malmføring.

Her begynner den ovenfor nævnte gangflate, som fremkommer grundet skarrets skraaning, denne har en lengde paa 75 m. og en gennemsnittlig bredde paa ca 3 m., der danner saaledes en oversiktlig flate paa ca. 375 m².

II.

Over denne flate sees ganske tæt med st rre og mindre klumper av wolfram, her er saaledes utt t klumper der er aldeles rene p a op til 15 kg. vekt.

Foruten wolfram forekommer ogs a schelit og molybd ngl ns. Schelitten optræder i ganske pæne stykker i gangen og som et tyndt lag rundt wolfram klumperne.

Molybd ngl nsen forekommer lit mere spredt, den er ogs a i rene stykker men p a flere steder ogs a som meget pen ~~impregnation~~ i gangmassen.

I øverste del av gangen er der konstatert en malmf ende gangmasse p a 2.5 m. mæktighet. Andre steder p a gangen er der ikke   sprængt saa meget at man er kommet igjennem gangmassen.

Gangflaten er som nevnt ca. 75 m. lang, her p a skarets side et svakere fald, saa gangen her er mindre oversiktelig i dagen, men her synes gangen at være rikest p a Wolfram og schelit, for her sitter klumperne meget tæt og der er en masse  r anselig st relse.

Hele dette omskrevne parti m a siges at være s rdeles rigt p a malm, som ligger utmerket til for at kunne tilnyttegj res uten store omkostninger.

Gangen fortsættes i nordlig retning nedover fjeldet, ca 250 m ned gjør den en liten b ining mot vest og fortsætter næsten ned til dalens bund.

Nedenfor der hvor gangen gjør denne b ining mot vest er kvartsen av en lysere art, her vises ogs a samme malmsorter i gangens  verflate, men dog ikke i saa store m ngder som ovenfor, men her er ikke foretat noget undersøkelsesarbeide saa intet kan uttales om gangens malmf ring her, dog har gangen omtrent samme bredde som ovenfor.

Hvis gangen ved nærmere unders kelse viser sig at være drivv rdig saa langt nede, vil feltet være s rdeles let at av bygge. Man kan da ved at sl a ind en grundst l eller retttere feltort efter gangen i det nederste parti p a all den ovenfor liggende malm uttransportert derigjennem, og vil saaledes un g a kostb rn anlæg av taugbane o.l.

Desuten er det en stor fordel at kunne angripe forekomsten saa langt nede grundet at man un g ar alle s ehindringer som man vil faa om man skulde begynde at drive oppe i toppen.

Hovland i  rsdalen den 12. januar 1919

Helge Olsrud

stiger.

Price quotations

for

Wolfram Ores on the World Market.

Before 1890 the British ores were quoted at 2.40 s. per unit. In 1890 the price rises to 6 s. due to increased demand and also because wolfram is taken into use for steels.

In 1896 the price is 10 s. and rises to 34 s. at the end of the year 1898. Owing to excess production the price dropped to 10 s. in 1900, and the same price was quoted for the years 1901 and 1902, but the price went up again in 1903 and in 1904 was quoted at 45 s. per unit. There was a drop again in 1905 to 20 s. In 1906 there was a rise in prices again and in 1907 it was 50 s. After that time the prices go up and down between 20 and 40 s. until 1912. From 1912 and until the war broke out the price was between 20 - 25 s.

In 1915 the British Government seized all wolfram ores in the colonies and fixed the price at 55 s. per unit. In 1917 the price was increased to 60 s. which was also the price for the year 1918. In June of 1919 the control was discontinued, large quantities of ore were released and in 1920 the price dropped from 32 s. to 19 s. and in 1921 even down to 11 s. In 1922 the average price was 12 s. and in 1923 13 s. After this time the prices diverge and are stated as follows: The price increases for the years 1925 and 1926 and drops to 17 - 20 s. during 1927 and 1928, but goes up in 1929 to 32 s. For 1925 the average price is 16 s. At the close of 1926 the price is 16 s. and at the close of 1927 15 s. The price goes up during 1928 to about 20 s. at the close of the year. Owing to the American tariff treaty and negotiations about forming an European cartel, the

December 4
Wolfram 62s. November
Scheelit nom pr unit.

Scheelit
Wolfram
Scheelit

H. H. Smethers

price rose to 34 s. in 1929. In the month of August the price was quoted at 40 s. The cartel had now been formed with the result that the price falls and the year closes with a price of about 34 s. In 1930 the price falls rapidly and at the close of the year the price is 15 s. In 1931 the price is about the same but during 1932 it drops further to about 10 s. 6 d. at the close of the year. In 1933 the price was about 28 s. and in 1934 the price is at its highest, about 50 s.

During 1930 the price drops and is quoted at 26 s. in April and 14 s. in December. March of 1931 shows the lowest quotation of 11 s. 6 d., but at New Years 1931-1932 the price has gone up to 14 to 15 s. During the last six months of 1932 the price dropped to 11 s. and continued to drop until February 1933 when the price was 9 s. 9 d. Thereafter the price rose to 10 s. 9 d. in June 1933.

The average quotations for twelve months are as follows:

<u>1934.</u>	<u>1935.</u>	<u>1936.</u>
38 s. 0 1/2 d.	34 s. 0 3/4 d.	30 s. 10 1/8 d.

Quotations at the beginning and close of each month of 1937:

January	Wolfram (65% Chinese Scheelite (high grade))	32 s. 6 d. nom. per unit	33s. 6d.
February	Wolfram	36 s. per unit	40 s.
	Scheelite	34 s. 6 d.	38 s.
March	Wolfram	43 s.	40 s.
	Scheelite	45 s. 6 d.	58 s.
April	Wolfram	53 s.	60 s.
	Scheelite	65 s.	56 s.
May	Wolfram	65 s.	56 s.
	Scheelite	53 s.	57 s. 6 d.
June	Wolfram	53 s.	58 s.
	Scheelite	62 s. 6 d.	63 s. 6 d.
July	Wolfram	65 s.	65 s.
	Scheelite	62 s. 6 d.	72 s. 6 d.
August	Wolfram	66 s.	76 s.
	Scheelite	76 s.	97 s.
September	Wolfram	85 s. nom. per unit	
	Scheelite	115 s. 120 s.	
October	Wolfram	nom. per unit	
	Scheelite	118 s. 104 s.	
November	Wolfram	nom. per unit	
	Scheelite	75 s. 58 s.	
Decbr. 4th.	Wolfram	nom. per unit	
	Scheelite	62 s. nom. per unit	

H. H. Smith.

December 4
Wolfram 62s. November
Scheelit nom pr unit.

Wolfram
Scheelite
47.

Prisnoteringen wolframmalmer i världsmarknaden.

Engelska malmerna noterades före 1890 till 2,40 s.pr unit. Detta år stiger priset till 6 s. beroende på börjad efterfrågan och att wolframen börjar användas till stål.

1898 är det uppe i 10 s. och stiger till 34 s. i slutet av år 1898. På grund av överproduktion sjönk priset under 1900 ner till 10 s. stannade der under 1901 och 1902, men steg under 1903 och var 1904 uppe i 45 s pr unit, derpå en sänkning under 1905 till 20 s. År 1906 steg det för att under 1907 gå upp till 50 s. Sedan varierar priset mindre mellan 20 och 40 s. fram till 1912 och låg sedan mellan 20-25 s. fram till krigets början.

I 1915 beslagtogs engelska regeringen alla wolframmalmer i sina kolonier och fixerade priset till 55 s.pr unit. Under år 1917 höjdes det till 60 s. och samma pris i 1918. Juni 1919 upphävdes kontrollen, stora förråd blevo fria och priset sjönk under 1920 från 32 s. till 19 s. och under 1921 ned till 11 s. Under 1922 var medelpriset 12 s. och 1923 är det 13 s. Härefter divergera uppgifterna och anföras sålunda. Priset stiger till 23 a 24 s. under åren 1925 och 1926, det sjunker sedan till 17 a 20 s. under åren 1927 och 1928, men stegrades under 1929 till 32 s. Under 1925 är genomsnittspriset 16 s. Slutet 1926 är priset 16 s. slutet 1927 är priset 15s. Under 1928 stiger priset och är slutet året omkring 20 s. På grund av Amerika tariff noten och underhandlingar för bildandet av europeiska kartellen går priset under 1929 upp till 34 s. I augusti nås toppen med 40 s. Nu är kartellen bildad och prisen falla och året slutar med omkring 34 s. Hastigt fall 1930 i slutet året till 15 s. Under 1931 äro prisen omkring denna nivå, men under 1932 falla de ytterligare och äro vid årsslutet omkring 10 s. 6 d. 1933 var priset omkring 28 s. och 1934 nås toppen med omkring 50 s.

Under 1930 sjunker noteringen är i april 26 s. och i december 14 s. Mars 1931 är första botten notering 11 s. 6 d. men vid årsskiftet 1931-1932 har priset stigit till 14 a 15 s. Under senare hälft av 1932 sjönk noteringen till 11 s. och denna fortsatte till februari 1933, då noteringen var 9 s. 9 d. Sedan har en återhämtning inträtt till 10 s. 9 d. i juni 1933.

Genomsnitts noteringarne för he-

la tolf månader ställa sig sålunda:

	1934	1935	1936
	s. d.	s. d.	s. d.
Årets genomsnitt	38. 0 1/2.	34. 0 3/4	30. 10 1/8

Noteringar i början och slutet

månaden och för året 1937:

Januari	Wolfram (65%) Kinesisk	32 s. 6d. nom. per unit.	33s 6d
	Scheelit (Hög procentig)	36s per unit.	40s
Februari	Wolfram	34s. 6d	38s.
	Scheelit	43s.	40s.
Mars	Wolfram	45s. 6d	58s.
	Scheelit	53s.	60s.
April	Wolfram	65s.	56s.
	Scheelit	65s.	56s.
Maj	Wolfram	53s.	57s. 6d.
	Scheelit	53s.	58s.
Juni	Wolfram	62s. 6d	63s. 6d.
	Scheelit	65s.	65s.
Juli	Wolfram	62s. 6d.	72s. 6d.
	Scheelit	66s.	76s.
Augusti	Wolfram	76s.	97s.
	Scheelit	85s.	nom. per unit
September	Wolfram	115s.	120s.
	Scheelit	nom. per unit	" " "
Oktober	Wolfram	118s.	104s.
	Scheelit	nom per unit	" " "
December 4	Wolfram	75s.	58s.
November	Wolfram	75s.	58s.
	Scheelit	nom per unit	" " "

H. H. Smith

184 tryck

H. H. Smitt

karta, som har

15 November

Om denna yttri

Herr H.R. Advokat
Herman Christiansen
Karl Johans Gate 41.
Oslo.

27 September

7

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkiv.:

Rapport nr.: 2267

Wolftram-Molybdänförekomster Örsdalen.

Då jag förra veckan erhållit
evskrifter av brev från o.r.sagf. K.H. Schaanning, Egersund, till h.r.
adv. Jens Blom, Oslo, om dessa förekomster, tog jag mig friheten för-
fråga om de skulle intressera och i så fall adhålla om ett möte.
Detta hade vi, och jag skulle så få mig översänt material. Med ad-
vokatens ärade brev av den 22 ds. erhöill jag så Edert omslag angå-
ende Örsdalen, som jag här erkänner mottagandet av. Jag ser av bre-
vet, att advokaten vill ha min uttalan om huru denna förekomst nu
ligger an efter de upplysningar, som nu föreligga, och detta vill jag
här efterkomma. Nat. ligtvis skall jag behandla omslagets innehåll
strängt konfidentiellt.

Genast vill jag upplysa om,
att jag befarit Örsdalen midten September 1918, dessvärre i snöstorm
och endast med delvis synlig barmark. Befaringen gällde den gång
Hovland molybdän-wolframförekomst, men ej den här i fråga anförda,
som sluter sig till Hovland, men fick anledning se det lilla, som var
tillgängligt. Jag har sedan den tid följt med vår bergverksstatistik
och har således kännedom till Örsdalen.

Jag har nu studerat de i omsla-
get liggande brev och rapporter av direktör John Oxaal efter hans
befaring 25 November 1933 och var han refererar till en gammal

karta, som nu saknas der. Statsgeolog Steinar Foslies rapport av den 15 November 1934 med kartskitse efter hans befarings October 1934. Om denna yttrar sig Oxaal i brev, att han kommit till liknande resultat nämligen, att det är en förekomst, som ger löften, men som tills vidare icke är tillräckligen undersökt för att kunna bedömas ändt-ligen. För övrigt anser han den väl värd vidare undersökningar.

-Johannes Oxaal rapport Sauda 6 December 1933:-

Förekomsten är en förening av molybdän och tungsten, som allmän regel tungsten eller wolfram, särskildt, när den uppträder, som scheelt, är det i förening med molybdän. Så följer en allmän beskrivning av befaringen med anförandet av legala dokument etc. Molybdänet uppträder som impregnation i de något metamorfa skiktade vulkaniska bergarter av vilka mest dominerande är den så kallade Bjerkremiten. Impregnationen är emellanåt jämn och fint fördelad helt i bergarten, i andra fall mera oregelbunden och punkterad med flak och hopgyttringar av molybdän upp till en tum i diameter och emellanåt mera. Med hänsyn till genomsnitts molybdän-innehållet synes det omöjligt att ge någon uppskattning av bergarten, då malmföringen också varierar hastigt i stycke från stycke i själva bergarten. Tungsten mineralen, som uppträda i innerlig förbindelse med denna molybdän förekomst, äro tungsten eller wolframit (Fe, Mn) Wo och scheelit CaWo_4 . Det ser som att tungsten malmerna uppträda i eller i förbindelse med kvarts gånger som genomsätta de andra bergarterna. Huvudsakliga tungsten förekomsten kunde Oxaal ej befara, då den ej var tillgänglig på grund av istäcke och eljes otillgänglig, men han fick dock det intryck, som han uttrycker sålunda, att förekomsten av tungsten är värd vidare undersökningar som varande en avgjord lovande förekomst. Han refererar så utförda arbeten, analyser och anför sin egen av prov han tagit.

Oxaals analys visade:

75,60 %	W ₂ O ₃
12,45 %	FeO
9,10 %	MnO
0,50 %	SiO ₂

som han säger bevisar att vara mycket ren wolframit,....

Tungsten kristallerna äro vanligen mycket rena, av storlek på en knytnäve och derutöver. På kanterna äro de ofta omgivna av scheelit blandad med kvarts. Enstaka bitar scheelit äro svårare att erhålla. Han har analyserat en bit av omgivande material särskildt kvartsförande korn med sch^eelit och också tungsten. Denna analys visade:

19,60 %	W ₂ O ₃
3,25 %	CaO
3,22 %	FeO
1,93 %	MnO
62,00 %	SiO ₂

I brev Januari 1934 från Amerika undertecknat C.W. Volz säges^{det}, att man läst Oxaals M.M. med intresse, varför de föreslå till sommaren ett besök av Oxaal, och event. att man går till mindre utgifter för erhållande av prov. Vid denna tid vilja de ej föreslå att uppfaringsarbeten verkligen utföras för att stadfästa utsträckningen på malmförekomsten.

Sommaren 1934 göres arbeten av Electric Furnace Products Company, Limited, föreslagna av Oxaal och så befares fältet av Foslie. Ytterligare arbeten finner Oxaal påkrävna, men de fordra åtskilliga pengeutlägg och göres icke även av annan orsak optionsvillkoren, som är ett kapitel för sig och ej behandlas nu.

Steinar Foslies, Oslo 15 November 1934.

Han besöker fältet October 1934 och nu föreligger det som jag vet första gång en geologisk utredning men denna vill jag ej gå in på här utan hänvisa till för närmare studier. Jag anför deremot Foslies uppfattning och uttalanden i hans

I denna förekomst uppträder molybdänet överallt som grova oregelbundna lager, som äro lätta att anrika. Efter detta uppträdande säger Foslie, att malmen icke kan bearbetas med fördel, men under mycket gynnsamma priser, som tidigare varit fallet.

Tungsten malmen uppträder vanligen icke inom kvartsen men huvudsakligen i hängen och salbandet av gången. I wolfram synken var scheeliten huvudsakligen i dens övre del och scheelit och wolfram vidare ned över. I wolfram strossen förmodas att man står inför irregulära kvarts-pegmatit segretioner (utlösningsringar) ledsagade av tungsten malm. Varom allt är, så har huvudsakliga produktion av tungsten erhållits här väsentligen genom handplockning och hand vaskning och troligen med betydlig fördel.

Ny gruvan är i dag huvudföremålet för intresset och stället var arbetena utförts efter Oxaals anvisning, som så Foslie beskriver mycket ingående och i detalj, var till jag åter ber få hänvisa för närmare studier. Tillträdet till lägre niveauer är omöjligt och inget arbete är hittills utfört här. F. ger utmärkte siffror över malmen huru den uppträder och uttalar på grundlag av två prov tagna av honom, att man endast får räkna med malm tydligen synlig för blotta ögat, och som så till stor del kan handskeidas. Han säger att resultatet hittills är ej mycket glänsande men det skulle vara tillräckligt att bearbeta gången med fördel i mindre skala och uppförda till ytterligare uppfaringsarbeten. På närvarande arbetsplatser föreslår F. uppfaring med program härtill och andra ställen ävenledes och säger, att om dessa undersökningar fullbordas och visa minst equivalenta resultat som redan erhållits, kan förekomsten anses brytvärd. Det måste ^{dock} erinras, att denna typ av en förekomst icke tillsäger anlägg av betydning av allmän erfaring

Arbetet skall baseras på i synnerhet på hand plockning av den rika malmen och vaskning på enklaste vis av gruset en uppgift som är jämförelsesvis enkel på grund av tungsten malmernas höga² mycket¹ täthet.

Ytterligare omtalar F. huru att gå till väga vid avbyggnad av denna spröda värdefulla malm, som skall ske genom strossning i liggen för att ansamla det värdefulla gruset, som eljes skulle gå förlorat i betraktlig grad. Totala frånvaron av tenn är av betydlig fördel och andra skadliga beståndsdelar som fosfor och svavel böra analyseras i malmen allt efter produktion framskrider i uppfaringen. En instruktiv skitse är bifogad rapporten.

Av korrespondence med Amerika får man intryck, att det som företagits med förekomsten på Oxaals anmodan är man enig i och likaså hans underhandlingar med ägaren sagf. Schaanning bland annat att låta saken bero tills vidare.

Till slut kan anföras vad Oxaal säger i ett utlåtande att Foslies rapport är en cheque på hans omdöme av förekomsten.

Jag är helt enig i båda rapporterna och tillåter mig uttala, att där såvitt beträffar som eljes hos Oxaal kommit till uttryck i det mig utlånade materialet instämmer jag i. Om F:s rapport vill jag dock ha sagt, att den ger mera detaljer, som naturligt kan vara efter han fått se de utförda arbetena föreslagna av O. och som han deremot ej sett. F:s rapport är strängt saklig, klar och hållen inom försvarliga gränser. Det jag nu kommit till efter studiet av advokatens utlånade material, blir att min uttalan här till slut kan och måste gå ut på, att tillstyrka förekomsten upptagande och satt i drift, dock i begränsad skala av vad man hittills vet. En rimlig prisansättning är absolut villkoret, som skall bestå i att något kontant

kunde tänkas ydes och royalty med glideskala på produktet allt efter marknadens noteringar. Detta med tanke på nu tilltänkta produkter erhållna endast genom handskeidning och anrikning i handsättmaskiner Mullmalmer och sekunda produkter blev en sak för sig själv att erinra och klarlägga. Olika länders marknad fordra olika halter på malmen, varför man får det sålunda ^{att} ~~en~~ malmen ^{är} fattigare betalas det mindre, är den rikare betalas det mera än det angivna marknadspriset. I denna förbindelse måste erinras, att vi ha både wolframit och scheelit och att renheten i dessa även höjer priset. Vidare vill jag framhålla att intressenten tillstår lång optionstid och utan betalning att i ro klarlägga förekomsten och erhålla gynsam ^{en} koncessionsvillkor, vartill säljaren tillsäger sitt bistånd.

Ördsalen är en enastående förekomst vad malmtyp beträffar och satt i verksamhet ett värdigt tilllägg i vår bergverksdrift, som säkerligen kommer att väcka berättigad uppsigt och anerkännande här och i synnerhet i utlandet.

Om malmmineralen ber jag till slut få anföra följande på grund av uttrycken. Man har wolframiten och scheeliten, wolframiten utgöres av en blandning av järnwolframmat och manganwolframmat, scheeliten utgöres av kalciumwolframmat. Engelska benämningen tungsten är både wolfram och scheelit, engelska wolfram är detsamma som tungstate of iron and manganese, och scheelit tungstate of lime.

Högaktningsfullt.

H. H. Smith
H.H. Smith.

Bil. Omslaget Ördsalen.

K.B.

H. H. Smith 1951

Shf. 2268

Norges

JKC186

Bergarkivet.

R E P O R TonØrsdalen Wolfram and MolybdenumMines.

Rapport nr. 2268

The Mining Journal has in March brought news about wolfram in Portugal and even Norway. The later country might perhaps be of some interests, why here only some informations and no details will be given.

The deposits are situated on the farm Hovland's ground in the mountain Gudlen in Ørsdalen in the district of Bjerkreim.

The nearest railway station is Klungland on the Flekkefjord-Stavanger line, 11 km. from Egersund, 65 km. to Flekkefjord and 87 km. to Stavanger. The distance from Klungland to the lower end of the Ørsdals lake is 14 km. across the lake 17 km. to Vassbø on the other side and from here 6 km. automobile road to the foot of Gudlen mountain, where a foot-path leads to the mines on the top in 570 m. height. The valley is about 70 m. above the Ørsdal lake and which is about 70 m. above sea level, the total height will thus be about 650-700 m.

The climate is very hard and windy. The mines are situated up on the very mountain and exposed to all sorts of weather and wind and operations should be planned in such a way, that in open cast, as hitherto been the case, should be avoided as much as possible. Future operating should be started in the valley and from there upwards and attacking at a height of about 200 to 300 m. Ore has been found at the surface a little above the gravel take in the slope of the mountain in this height.

Up in the Sigdalknuden the main rock is a granite containing microperthitic feldspar, quartz and rhombic pyroxene, which is called "Birkremit" according to professor Kolderup. Other kinds of rocks to be mentioned are: ordinary granite, gneiss, or perhaps gneiss-granite, mica schist, schistous dark rock, mainly hornblende with garnet and above all quartz veins. We are meeting these rocks in alternating layers. When we meet the coarse crystalline pegmatite vein deposit or vein with prevalent quartz in the Birkremit, than the wolfram ore appears either by itself or together with scheelite.

We distinguish between wolframite of high manganese content, which is black, and wolframite of high iron content and distinguishable by the brown color. The next wolfram mineral is scheelite $\text{CaO}_2\text{, Wo}_3$ (tungsten). The colour is brown, yellow, gray and white. Molybdenite colour grey. A brim encircled the wolfram having a width of a few mm to 5 - 10 mm consists of scheelite, quartz some mica and also red garnets. Wolfram appears as small grains met with in parts of veins as pure crystals in size of a walnut, a fist and in lumps of up to 40 kg. or more.

The first mining at the top 780 to 800 m. of the high mountain started in 1909. During this period the great construction work was carried out for the account of the British Molybdenite Comp. Ltd. where on several places small accumulations were found of molybdenite and wolfram. 1.800 m. of the high mountain Gudlen was started at the end of the year 1904. 2. Work was stopped 1909. During this period greater constructions were made down

X Financed by the Germans it was then built a greater mining establishment, dwelling houses, workshops, power station in Höilandsvassdraget of 400 kW, trial dressing plant that all however not was ready before the termination of the war.

ions were made down in the valley to concentrate the ore and at the foot of the mountain in 170 to 200 m. at the same time an adit was driven. No particularly quantities of molybdenite or wolfram were struck. In 1907 an Elmore dressing plant was established, but work was already stopped in 1908. Some mining was also done in the mountain.

In the years 1911, 12, 13, 14 and further including the year 1917 work was started by A/S. Christiania Minekompani with a modest number of men and a small production of both wolfram, scheelite and molybdenite. In 1917 the mines were taken over by a company organised under the name of Ørdsalen Wolfram og Molybdängrubber. At the end of 1917 a further company was formed for mining at Mjaavasknuden, namely A/S. Hovland Molybdän & Wolfram gruber, but the operations lasted only a short time and the production was insignificant. The working was stopped in 1918. In the autumn of 1918 the solicitor H.K. Schaanning made some investigations in the Khausi mine and Tollevaara V. in Gudlen in the open field of the farm Hovland in Ørdsalen. The results were however all the time negative.

In 1940 the A/S. Det norske Bergsel-skap took over the mining rights to the Ørdsals deposits from the solicitor H.K. Schaanning, Egersund. It was then built a trial dressing plant, power station in Høilandvassdraget of 400 kW, that however not was ready mounted. The bottom adit was driven further in to 390 m.

In the innermost part of the bottom adit and for a length of about 50 m. there was by cross-cuts proved an ore carrying part (with scheelite as the most important ore mineral) and with an ore area of about 750 m.². The average of 600 assay samples at hand showed 0,18 % WO₃. The conditions of this mentioned ore carrying zone as well upwards as well as downwards are however all together unknown. From another time before samples were taken and the assays gave approximately 1,50%-2,0% WO₃ with about 0,25 % MOS₂.

The stage of output is never reached. The work done by a few men during a few years was only on a very small scale. The output of these mines both of wolfram and of molybdenite, sometimes the content stating and sometimes not, will appear from the statistics and for this reason the statistics give only an idea of the output. From 1905 to 1920, during which period the operating was discontinued for several years, the statistics give the total output of wolfram to be 30,667 kg. containing 40,58,60 and up to 75 per cent WO₃. Mr Schaanning gives in his time the output to about 5,109 kg. From the start and up to the present date there has been produced a total quantity of about 35,776 kg. wolfram ore.

It will be required much detailed exploration works to get at sufficient statement of the Ørdsals deposits ore quantities. Desire is to get a cross-cut work through the ore zone up in the field side above the bottom adit. Should such works be carried out altogether satisfactorily, there will no doubt become very expensively. As to the Ørdsals deposits future views nothing can therefore positively be said at the present moment.

The field is considered to be well protected by about 60 claims, kept by the State. At a taxation the realization tax is considered to amount to in all 178900 kr. which are proposed being carried over to the State's Mining Company. (Statens Bergselskap). The company is managed by the department

Oslo 7 th. April 1951

H. H. Smith
H.H. Smith.

R a p p o r t

över

Örnsdalen Wolfram och Molybdän

G r u v o r.

Tillägg till min rapport av den 9 December och sida 7 avsnitt Malmens halt efter erhållna analyser i brev av den 10 och 17 December, som jag här ber få återge sålunda:

	A.	B.	C.
W03	3,02 % (W 2,40%)	1,33% (W 1,10%)	1,24% (W 0,98%)
MoS2	0,26 (Mo0,16%)	närvaro	närvaro
FeO	10,00	10,80	10,45
MnO	0,52	0,32	0,50
CaO	2,02	2,75	1,54
Al2O3	9,00	8,10	10,70
MgO	2,55		
TiO2	0,58	0,83	0,66
SiO2	63,30	60,80	66,80
CuO	0,09		
Bi	0,00		
fuktighet	0,18	00,18	0,20
glödförlust	1,00		

glödförlust 1,00 Största intresse samlar sig om
prov A. varför man der utfört den ovan anförda mycket omfattande analy
sen. Om analysresultaten vill jag f

sen. Om analysresultaten vill jag få
uttala, att de bevisa vad jag redan sagt i rapporten och bekräfta min
uppfattning. Denna gick ut på, att wolframmalmen hade man att söka der
var SiO_2 halten var stor. Scheeliten inställer sig vid tilltagande halt
av CaO och samtidigt med denna får man räkna med närvaron av molybdän.
Malmen visade sig på en del ställen ganska magnetisk, som den höga järn
halten bevisar, och ytterligare bevis i låg mangan halt. Förekomsten sku
le efter detta ägna sig utmärkt för geofysisk malmletning och då den
elektro magnetiska, som jag ber man har sin uppmärksamhet på.

O s l o den 20 December 1937.

R a p p o r t

Över

Ö r s d a l e n W o l f r a m o c h M o l y b d ä n

G r u v o r.

På anmodan har jag befarit gruvorna från 13 -17 November i år, och ber här få avge min berättning.

Förekomsterna disponeras av o.r.sagf. H.K. Schaanning, Egersund, som överlemnade mig "Kart over Heia" av Per Överby, Sandsmark 28-1-1919, en mycket ofullständig skitse på de ställen var arbetena nu pågått, och då båda äro litet orienterade, är det att beklaga i detta fall. Vidare mottog jag rapport av bergkonsulent W.G. Tidemand, Kristiansand 15 October 1934 med en skisse. Jag ledsagades av två man från bygden, som arbetat hela tiden och hade god kännedom till platserna. Med slagna boltar i fjällväggen och sträckta linor samt lina om mig och dessa mäns hjälp och hela tiden största försigtighet iakttagen, lyckades jag besöka en del av sista tiders arbetsplatser. Arstiden var dessvärre högst ogynsam för en befarung, och då marken der till var frusen, snötäckt sista dagar före besöket, var det förbundet med verklig livsfara. Av denna orsak fick jag ej undersöka molybdängruvorna men deremot wolfram gruvorna gjordes mig tillgängliga, och dessa voro ju också anledning till mitt besök.

Läge.

Gruvorna ligga på gården Hovlands utmark uppe på fjället Sigleknuten i Örsdalen, Bjerkreim sogn, Rogaland fylke. Höjden över dalbotten räknad från foten av fjället och var den lilla bäcken rinner är 570 m. Denna ligger åter 50 m. över Örsdalsvandet, som har en höjd av ca. 70 m. ö. h. Samlad höjd blir således ca 650 -700 m. ö. h. enligt barometer mätningar av mig.

Historia.

Första driften på toppen av det höga fjället Gudlen föregick för The British Molybdenite Co:s räkning i slutet av året 1904 och fortgick till 1909 då den inställdes. I denna tid uppfördes större anlägg nere i dalen för malmens anrikning och der drevs in en grundstoll från dalbotten i en längd av 274 m. samt en del gruvarbeten uppe i fjället. Under åren 1911, 12, 13, 14 samt ytterligare till och med 1917 upptogs driften här i Mjåvasknuden av A/S. Christiania Minekompani med beskeden arbetsstyrka och liten produktion av både wolfram, scheelit och molybdänglans. November 1917 övertogs gruvorna av ett bildat sällskap Örsdalen Wolfram & Molybdängrubber. I slutet av året bildades Unnu ett sällskap på Mjåvasknuden under namn av A/S. Hovland Molybdän- & Wolframgruber. Men verksamheten var kort med anlägg och obetydlig produktion och driften inställdes år 1918. Hösten driver Schaanning undersökelse i Khaasi grube och Tollevaara V. i G. på gården Hovlands utmark, Örsdalen.

Enligt statistiken ligger all verksamhet nere året 1919, och senare finnes ingen meddelan officiellt tills dato.

Vägar och transport.

Närmaste järnvägsstation är Klungland på Flekkefjord-Stavanger banan, 11 km. från Egersund, 63 km. till Flekkefjord och 87 km. till Stavanger. Från Klungland till Odlandsstö nere vid ändan av Ördsdalsvannet är det 14 km. och hit för god körväg för biltrafik. Över vattnet är det 17 km. var det går fast rutebåt tre gånger i veckan, som står i förbindelse med biltrafiken. På andra sidan av Ördsdalsvannet och platsen Vasbø, som även är telefon station, är det så god körväg, men en bro måste repareras. Upp till Hovland är det 5 km. och så ytterligare 1 km. fram till foten av Gudlen fjället, var uppstigningen på en gångstig börjar till gruvorna i mycket brant otillgängligt terrain. Det tager ca. 2 1/2 timme att komma upp här och vägstycket i rät linie från dalen är ej mera än ca. 2,2 km. mätt efter en gammal linbana. Hela längden från Klungland till foten av gruvfjället blir således ej mer än 37 km. lägges så stycket till upp för fjället får man en total längd på ca. 39,2 km. som sammanliknat med våra andra molybdängfält t.ex. Knaben må anses vara gybsamt.

Höjd, klima vegetation etc.

Ördsdalsvannet ligger ca. 70 m. ö.h. och dalbotten stiger så långsamt upp genom den i början breda dalen avsmalnande betydligt vid Gudlen på dalens sydöstra sida, var det dock framdeles är plats för anlägg. Fjällen stupa här nästan lodrätt. Det är litet skog i dalbotten ej tillräckligen för byggen, och jordbruket är icke i stånd att leverera mer än knappt till befolkningen, på grund av den steniga och grunda jordbotten, vartill så kommer det hårda vindiga klimatet. Gruvorna ligga nu uppe på själva kalfjället och utsatta för all slags väder och vind och med tanke på drift bör den anläggas sålunda, att man undviker mest möjligt dagbrott, som hittills varit fallet. Här skall jag redan omtala min ide, att framtida drift bör troligen kunna anläggas i dalen och nedifrån den uppåt med angrepp i höjd ca. 200 - 300 m. eller deromkring. Efter uppgift av folken har man funnit malm i dagen något över grusmassorna i fjällslutningen i denna höjd. Anledning att inget nu kan anges är, att all kartmaterial saknas, och det första som måste göras är uppmätning här och uppe vid förekomsterna.

Geologi.

Vid Ördsdalsvand och upp genom Ördsdalen störta fjällsidorna mycket stilt ned i en höjd av mellan 650 och 700 m. Fjället vid den nedre del och vid vattnet är norit eller labradoriten och regelbunden skiktad gneis. Längre upp genom dalen visar den en utpräglad bänkning den blir skifrig och har även på vissa ställen ett flatt fall även, varefter gneislagen ställa sig stelare och stelare och de bli till sist vertikala. Uppe i Sigdalknuden är huvudbergarten en granit, som innehåller mikropertitisk feldspat, kvarts och rhombisk pyroxen, och som benämnes "Birkremi" efter professor Kolde-rup. Andra bergarter äro en vanlig granit, gneis eller kanske gneisgranit glimmer skiffer, skiffrig mörk bergart väsentligen hornblende jämte granat och så framför allt kvartsgångarne att anföra. Dessa bergarter möta vi nu i alternerande lag. När man inom Birkremiten har grovkristallin pegmatiska gångförekomst eller gång med förhärskande kvarts så infinner wolframmalmen enbart eller med scheeliten sig, är den av stark skiffrig karaktär med uppsprucken bildning av släppor så möter man övervägande scheelit, men wolframen samtidigt dock underordnat. I senare fallet kan man se molybdänglansen infinna sig, men dock något sparsamt. Det är besynnerligt, att det endast är vid denna bergart "Birkremiten" att wol-

3. Örsdalen Wolfram, Molybdän gruvor

7

fram malmerna äro bekanta här i landet, och kombination wolfram-molybdän malmer. När den skiffrika bergarten är kisimpregnerad vid Birkremiten och ger sig tillkänna på avstånd i rostband, så är här scheelitens mera framträdande fyndställe både med och utan molybdänglans. Wolframen förekommer nog samtidigt här, men bara som små korn, då den i förra fallet på gångpartierna ses som helt rena kristaller i storlek av valnöt, knytnäve och som klumpar upp till över 40 kg. vilket visades mig. I likhet med de skiffrika bergarterna här anförda har man så de framträdande kvartsgångarne en eller flere tillsammans, som då kanske övervägande föra wolframmalmer och mindre molybdänmalm. Sålunda ter sig detta malmdrag eller gångzon, om jag så får kalla det, i gneisen upptill med generellt strök i NW-SO och ned mot dalen efter sluttningen med en vridning i vest. Detta kan ses på medföljande skitze, observera det är bara en skitz till allmän orientering, då kartmaterial helt saknas. Här har jag även anført sista tids arbetsplatser, och siffrorna ange höjd ö.h. efter barometer mätning. Från wolframsynken i NW ned mot stupet blir längden på zonen ca. 500 m. bredden några meter till ca. 20 och kanske upp till ca. 40 i sluttningen. Här är det omöjligt ange en siffra då zonens hängparti är borteroderad, förvittrad och förstörd.

På samma malmzon men i SO möter man så i huvudsak molybdänglans var även något wolfram och scheelit wol är funnen. Längdutsträckningen i ströket blir här väl 400 - 450 m. utan synk anförandet av bredd, men den är troligen även en del meter. Molybdänet uppträder på släppor, längs efter skifferns och på gneisstrior det är mindre som impregnation, men deremot huvudsakligen som rosor, klumpar och kompakta fyllningar på släppor, i skiffern kan det också vara som rik impregnation då i form av fjäll och blad. I vest har man även molybdänet på liknande sätt och så är det iakttagit inom det nyss anförda stora malmdraget i dets lägre nivåer efter sluttningen samt endast i vest och nordvest för det. På nytt skall det anföras, att molybdänet då är tillsammans med scheeliten först och främst och så något wolfram

I det förstörda restpartiet ned mot dalen och på ligger var arbetena nu pågått visades det mig överallt i dagytan oreelbundna större och mindre klumpar wolfram men även scheelit, som dock ej var så framträdande. Detta sätt kunde jag kanske få klassera som irregulära utsöndringsmalmer om de ej äro rester av de tidigare anförda pegmatit-qvarts segretioner.

Vid våra övriga molybdänförekomster har man funnit pneumatolytiska mineraler, varför man anser dem bildade genom pneumatolytiska processer under magmaens kristallisation och detsamma blir nog fallet här så mycket mera som wolfram malmens ses vara av pneumatolytisk bildning likasom tennet med vilket det som regel förekommer med om icke här hos oss.
Gruvdokument.

O.r.sagf. Schaanning visade mig sina skärp, mutingar och frister, som gå långt tillbaka i tiden. Jag fick intrycket att det var väl många ja alldeles för många av de nyaste dokumenten. På skitsen har jag lagt in dessa med numren 1-14 efter uppgift. Varom allt är, så äro förekomsterna väl skyddade, som väl är efter de strider, som varit rådande här tidigare. Som förr sagt måste trakten uppmätas och kartläggas och så utmål begäras. Dagens rapport lider av brist på kartmaterial och den blir även ofullständig därför.
Gruvans beskrivning.

Samtliga arbetsplatser äro lagda i den tidigare omtalade malmzonen nedöver stupet på 60-75 graders fall och följande ställen kunde jag besöka. Se skitsen.

Skäring nr. 3 muting nr 6. Det var en mindre arbetsplats in i fjället, som blottat malmförande lag bestå-

ende av scheelit just i påhugget med bredd upp till 7 - 10 cm och skärings längd på ca. 3 m. Ströket var N 45 gr. V och fallet ca. 75 gr. NÖ. Den borde fortsättas in mot liggen och så uppfaras i fält. Läget är 611 m. ö. h. och 83 m. under wolfram synken.

Nystollen. Den var påhuggen från bäcken med en dagskäring ca. 2,5 m. och så fortsatt inöver överskärande kvartsgångar, skiffrika gångpartier. En fältort är så driven i gångpartiet förande wolfram och scheelit i strökriktningen N 50 gr. V. och var fallet var 70 - 80 gr. i NÖ. Längden var 22 m. och ytterligare inöver men otillgängligt, bredden 2 m. och mera på en del ställen, likasom höjden, men i midtpartiet utstrossad till över 5 m. På flere ställen visades mig malmen, som tidigare beskrivet, och platsen varifrån den stora malmklumpen tagits. Scheeliten såg jag även på ej så mycket och den såväl som wolframen förekommer ganska oregelbundet. Om jag får använda uttrycket som russin i en pudding. Wolframen ses uppträda i gångars salband, såväl i häng som mot ligg. I fältortens tak några meter tillbaka från skram i nv hade man gjort genomslag till dagen, som gav tillträde till den. Läget är 604 m. ö. h. och 90 m. under wolframsynken. Mutingspunkter nr 1, 2, 3 och 4 täcka förekomsten. Jag fick ett godt intryck här och vill tillråda uppfaring in mot liggen.

Stoll nr. 2. eller inslag nr. 2. Efter ett litet påhugg är fältorten driven efter ströket N 40 gr. V riktning var fjället har ett fall av 60 - 75 gr. NÖ. Längden var 10 m. och ytterligare i fortsättning utåt stupet ca. 3 m. ej tillgängligt. Jag såg på flere ställen klumpar av wolfram i sulan, i taket, i bröstet samt på sidorna i fältorten, och samma var förhållandet med scheeliten om kanske ej så rikligen, men det får erinras, att den nästan hela tiden förekommer med wolframen eljest. I väggen mot vest och ned mot sulan på en del ställen inställer sig nu molybdänet här, jag tidigare anført, och kanske mera ledsagad av scheeliten. På de andra beskrivna arbetsplatserna såg jag deremot ingen molybdän. Höjden är 589 m. ö. h. och 105 m. under wolframsynken. Utanför stollen i vest riktning påvisades mig wolfram klumpar på många ställen, och samma var förhållandet i dagen på min väg hit ned. Det ser kanske överdrivet ut, att jag säger wolframen är speckad in ganska omotiverat över hela detta parti jag beskrivit mot dagen, och dertill så bevisat i arbetsplatserna. Mutingarne 5, 9 och 10 omfatta stället. Intrycket här är även gynnsamt och samma uppfaringsarbeten tillrådas som förut.

Nu visades mig ned efter fjällslutningen punkten 11, men hit var det livsfarligt komma och ingen fick riskera livet. De två man jag hade med mig hela tiden ha varit der och jag har ingen som helst orsak tvivla, att de funnit malm anstående der i likhet med vad som visats mig här uppe så mycket mera som fjället syntes vara samma sort. Jag vågar godtaga deras påstående om malmens närvaro. Allt de hittills meddelat mig har varit överensstämmande med faktiska förhållanden.

Ännu kan malmen förföljas ned genom stupet på fjället till mutingspunkterna 12, 13 och 14 varifrån mutingsstuffer framlagts, och detta blir bortåt väl 150 - 175 m. långt och då kanske ned till ca. 150 m. under wolframsynken. Härifrån är det jag vill fortsätta nedöver med sprättningsarbeten i dagen så långt som det går an i malmzonen. Men det som ej kan räckas från detta håll bör man så påvisa nedifrån dalen och upp genom lien. På lägsta nivå under wolframsynken och var malmen påträffats skär man sig så in på malmzonen, uppfar den här och förföljer malmen så uppåt, men inne i gruvan och ej i dagen. Endast genomslag för ventilation böra göras. Förekomsten finner jag bör angripas nedifrån på malmen och ej som hittills

uppe på kalfjället och sänka sig ned. All verksamhet och anrikning bör väl ske nere i dalen var det finnes god plats.
Förekomstens mineral.

I den del av fältet vi här sysselsatt oss äro wolfram malmerna huvudmineralen. Vi urskilja manganrik wolframit, som ser svart ut, och järnrik betecknande genom en brun färg, båda med en halt upp till 75 % WO_3 . De tillhöra monoklina systemet och kristallerna äro dels kort pelarformiga dels tvåelformiga och vanligen försedda med många ytor. Glansen är metallartad diamanthglans, den kan även vara fettglans och brottet är ojämt och i tunna stänger. Visa stuffer visade sig vara ganska magnetiska. Eg. v. 7,2-7,5 och hårdhet 5-5,5 och ganska spröd. Den finnes både derb och insprängd.

Nästa wolfram mineral är scheelit CaO, WO_3 (tungsten) med en halt upp till 80,50 % WO_3 . Den tillhör tetragonala systemet, har fettglans till diamanthglans med tätt och fin-kornigt brott. Färg är grå, grönlig samt brun. Eg. v. 5,9 - 6,2, hårdhet 4,5 - 5.

Här önskar jag göra uppmärksam på följande förhållande med dessa wolfram mineraler. Man ser wolframen omgiven av ett hylle det är en krans eller rand, då den är ljusgrå till grönlig av färg inställer scheeliten sig och närmast wolframen här, med en bredd av några mm. till 5 a 10 mm. Hyllet kan dertill bestå av kvartsfeldspat, något glimmer samt scheelit vartill röda granater infinna sig. Dessa mineraler eller endast en del av dem ser man alternera med ore-gelbundna kroppar av wolfram och wolfram stänger. Försigtighet måste iakttagas vid bestämmandet av scheelit, då den kan vara förvillande lik granaten med även kalkspat, som jag tror mig ha sett. Ytterligare vill jag framhålla vad jag sett, nämligen att scheeliten alltid omger wolframen, men ej är innesluten i den i de små sprickor, rum eller gångar som ligga i wolframen.

Nästa mineral är molybdänglans MoS_2 , den består av 59 % molybdän och 41 % svavel. I dagen kan man få se något molybdänocker MoO_3 med 66,7 % molybdän.

Till dessa mineraler sluta sig så koppar- och svavelkiser, men helt underordnat och anföras endast här. Andre mineraler än birkremitens beståndsdelar äro ej iakttagna, dock skall omnämnas pånytt små röda och grönlila granater inbäddade i glimmerskifern.

Malmens karaktär.

Som vi sett uppträder wolframen i klumpar av olika storlek och man har och kan naturligtvis med hand skeida ut sådana eller på det hela taget ganska ren malm. Samma är även fallet med scheeliten, men den ledsagas allt för ofta av glimmer. Då wolfram malmerna äro mycket spröda förloras en hel del vid denna behandling, likasom fallet blir när dessa mekaniskt skola krossas. Man skulle tro, att dessa malmer voro lätta att vinna på väg våt, men så är ej fallet även om de ha hög eg. v. Vid krossning intager wolframen en högst ogynsam karaktär så att den flyter bort. Enda rationella behandlingsmetoden blir genom flotation och efter inhämtning av erfaring från utlandet var man behandlat liknande malmtyper. Det åtföljande mineral molybdänglansen tillsäger ju dessutom efter erfaring hos oss flotations behandling.

Malmproduktion.

Det man förstår med produktion har ej varit här, som även framgår av meddelan från statistiken här i rapporten. Man kom aldrig så långt som till produktion, och det man utfört under en del år med några man var bara bond drift, om ett sådant

6. Örsdalen Wolfram, Molybdän gruvor. 7

uttryck är tillåtit. I statistiken uppges vad dessa gruvor leverat av både wolfram och molybdän ibland med anföranden av innehållet och ibland utan, varför uppgifterna endast kunna ge en ide av produktion. Tidigare är här anført namn på driftsherrar med tidsangivelser, varför detta ej upprepas nu. Från 1905 med flere års stillestånd och till och med 1920 uppges statistiken produktion av wolfram i allt till 30667 Kg som hållit 40,58,60 och upp till 75 procent WO₃. Scheanning uppges följande från sin drift vi här omtalat.

1925	Brutto	1450 Kg	Netto	1381,5	Analys	68,3 % WO ₃
1936	"	883	"	756	"	55,1 % "
1937	"	754	"	685,4	"	51,9 % "
1937	ca	2022				
		5109 Kg.				

Från början tills dato är det således i allt producerat ca. 35776 Kg. wolfram malm. Naturligtvis har man även haft en del molybdän malm, men siffrorna äro allt för vilseledande med uppgifna halter, och utlemnas därför.

Till orientering lemnas nu ur The Mineral Industry. Vol. 44 år 1935 samt år 1936 uppgift från producer center följande tabeller.

Världs Produktion. Wolframmalmer (Metr. tons. 60 procent WO ₃ , koncentrat).				
Land	1918	1934	1935	1936
Nord Amerika:				
1.) De Förenade stater	4,573	2,186 ¹⁸⁶⁵	2,177	2,365
2.) Mexico	239	80	150	200
Syd Amerika:				
3.) Argentina	625	55	275	400
4.) Bolivia	3,700	350	560	700
5.) Peru	256	...	...	...
Europa:				
6.) England	325	150	189	150
7.) Frankrike	212	15	65	80
8.) Portugal	1,300	608	1,000	1,500
9.) Sachsen. Böhmen	245	...	55	50
10.) Spanien	580	110	350	300
Asien:				
11.) Birma	4,800	5,750	7,120	9,100
12.) Kina	10,200	5,100	8,100	8,700
13.) Fed. Malay. Stater	362	1,380	2,100	2,450
14.) Ofed. Malays. Stater	1,170	212	250	300
15.) Fransk Ind. Kina	450	140	370	400
16.) Japan & Kollonier	1,700	190	250	400
17.) Siam	185	45	50	50
Australien:				
18.) Nya Syd Wales	280	40	100	100
19.) Ny Zeeland	197	25	55	65
20.) Norra territoriet	275	...	...	...
21.) Queensland	358	...	85	100
22.) Tasmanien	440	35	210	224
Världens totala produkt	32,000	17,000	26,000	28,000

Malmens halt.

Vid genomgående av denna ber jag följa vad jag skrivit på sida 4 i rapporten under gruvans beskrivning, samt på skitsen lägga märke till numren 1-4 och 5-10 till orientering på nytt. I brev av den 4 December föreligga analyser på mina i sin tid insända prov, som jag fick slagna under befaringen.

A.Stoll nr.2 eller inslag nr.2.Provet togs tvärs över bröstet på tre ställen i båda ändarne av driften samt i taket och på midten av driften.Resultatet är:

WO₃..... 3,02 % (W 2,40 %)
 MoS₂..... 0,26 % (Mo 0,16 %)
 fuktighet.... 0,18 %

B.Nystollen.Provet togs ungefär i midten av driften och i taket med resultat:

WO₃..... 1,38 % (W 1,10 %)
 MoS₂..... -
 fuktighet.... 0,18 %

C.Nystollen.Provet togs tvärs över bröstet på tre ställen och i ändan mot NV, med resultat:

WO₃..... 1,24 % (W 0,98 %)
 MoS₂..... -
 fuktighet.... 0,20 %

Av dessa prov är A.det mest instruktiva, icke på grund av den goda analysen, men derigenom, att den anstående malm över en längre sträcka visar vad den kan hålla. Vidare vill jag framhålla på nytt, att i denna nivå och upp mot liggpartiet inställer molybdänet sig och framför allt i förbindelse med scheeliten. Vi få då en gynsam procentsats för molybdänet, då deremot de andra ställena endast visat små mängder. Vid befarung här kunna dessa anföranden studeras och att analysresultaten äro överensstämmande med verkliga förhållanden.

Efter analys resultaten vill jag ha få uttalat, att jag tror den brytvärda delen av malmzonen kommer att hålla omkring 1,50 % - 2,0 % WO₃ med ca. 0,25 % MoS₂. Oaktadt de tidigare omtalade särdeles ogynnsamma befaringsförhållanden blir min mening, att vi här ha verkligen god malmföring.

Generelt uttalande och resume'.

På närvarande stadium anföras med avsigt ej ytterligare i denna rapport än vad hittills är gjort. Endast större sprängningsarbeten över hela fältet i förbindelse med omfattande provtagning kunna ge tillförlitligt grundlag för fältets framtida avbyggnad och malmens fraktionella behandling. Om malmens halt, förråd, produktionsomkostnader etc. måste det således få hänstå tills för slagna arbeten utförts.

Förekomsten läge i förhållande till omgivande trakt är som redan anförts högst ogynnsamt, men detta får och kan ej avskräckas om den princip följes i avbyggnad och behandling med anlägg som här föreslagits. Alldeles för litet arbete är utfört att klarlägga förekomsterna, men det man redan gjort med endast några få arbetare i år ser hopp om fortsatt bra resultat. Jag kan tillråda deras snara uppfaring till produktionsdrift, som under omständigheter kan bli beaktansvärd för denna malmkombination, vilken under normala förhållanden dertill är ganska värdefull av vad vi sett. Man måste erinra, att vi här komma samtidigt att framställa två mycket begärliga malmer, som alltid löpa parallelt med varandra på marknaden och influera på varandra. De stå gerna i förbindelse med järn och stål marknaden var de numera äro mycket begärliga om ej rent, av oumbärliga i legeringar. Vår wolfram malm har dertill den fördel stora, att den ej ledsagas av andra metal-

8. Örsdalen Wolfram. Molybdän gruvor. 7
ler, som ha menligt inflytande. Inom molybdänet intager Norge en god nr.
två på världsmarknaden, och för wolframen kommer det kanske likaledes
att bli en producent att räkna med i Europa. Bergarten Birkremiten får
man ej heller här glömma, men särskildt framhålla, då den ger möjlighet
och hopp om att finna denna malmkombination wolfram-molybdän kanske
ännu inom närmaste räckhåll till detta fält.

O s l o den 9 December 1937.

H. H. Smith

Använd litteratur:

I. H. L. Vogt. Norske ertsforekomster Anden raekke 1887
Norges Bergverksdrift. Norges Offisielle Statistikk.
P. Krusch. Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagern. 19
E. Maxwell-Lefroy. Trans. Inst. Min. & Met. Vol. XXV. sid 83.
The Mineral industry.
Quin's metal handbook and statistics.
Ernst Rothelius. Blad för Bergshandteringens Vänner. 1933.
The Mining Journal och Annual Review Number.

Bilag:

Kartskitse
Prisnoteringen wolframmalmer i världsmarknaden
2 foto sommartid.

8 December

37

Herr Adm. direktör
John Oxen
c/o Electric Furnace Products Company, Ltd.
Sauda.

Ördsalen wolfram och molybdän gruvor.

Jag har med tack att erkänna
mottagandet av Edra ärade brev av den 27 November och 4 December.

Det Ni föreslår att låta utföra i analyserna är jag enig i blir gjort. Se brevet November. Om citatet der till statsgeolog Foslie att wolfram innehållet skulle vara spriddt över större delen av malmzonen, var för mig intressant läsa. Jag kom redan vid befaringen till samma resultat, att så ej var förhållandet. I min rapport, som jag nu skall kunna göra färdig, framgår det tydligen, att wolframen ej är spridd över det hela, men i stället endast uppträder på enkelta ställen och då anrikad.

I dag på morgonen erhöll jag resultatet på utförda analyser, som jag verkligen väntat på för att kunna göra min rapport färdig. Om väntan varit litet lång, så är resultatet Ni ger mig mycket glädjande. Jag hade tänkt mig utfallet något, som analyserna visade, men jag trodde ej att wolfram innehållet skulle komma så högt upp. Molybdänet är helt med min uppfattning, och tror jag ej, vi få räkna med det i högre nivåer. Edra analyser utföras mycket samvetsgrant och bli till god vägledning.

Då Ni erbjuder mig ytterligare bestämmelser, antar jag det mer än gärna, och vill då föreslå följande. A. fullständig analys och även CaO , som Ni anført i breven. SiO_2 är även av stor vikt för wolframens närvaro, likasom CaO för scheelitens. Denna ville jag gärna ha för alla proven. Gör nu icke mera än Ni själv finner behöfligt, och jag är tillfreds med vad jag fått.

Som särdeles intressant vore det att få bekräftat, om vi i Ördsalen ha wismut, då man kunde jämföra denna förekomst med en i Cornwall.

Det har varit ett mycket enastående uppdrag, denna Ördsals förekomsten, som bjuder på högst intressanta saker för malmgeologer i främsta rummet och så för bergmannen.

Högaktningsfullt.

ELECTRIC FURNACE PRODUCTS COMPANY, LIMITED

MANUFACTURERS OF "Sandamet" BRAND

FERRO-ALLOYS AND OTHER ELECTRO-METALLURGICAL PRODUCTS

GRAND PRIX BRUXELLES 1935

CABLE ADDRESS: "SAUDECIA" SAUDA.
CODE: WESTERN UNION.

SAUDA, 10. desember 1937.

Herr bergingeniör H. H. Smith,
Camilla Colletts vei 6,
Oslo.

Jeg har nettop mottatt Deres brev av 8. ds. og har samtidig idag fått analysene fra laboratoriet, med de bestemmelser som vi foreløbig hadde tenkt å gjøre. Resultatet av analysene er som følger:

	A.	B.	C.
WO ₃	3,02 % (W 2,40%)	1,38% (W 1,10%)	1.24% (W 0,98%)
MoS ₂	0,26 (MO 0,16%)	tilstede	tilstede
FeO	10,00	10,80	10,45
MnO	0,52	0,32	0,50
CaO	2,02	2,75	1,54
Al ₂ O ₃	9,00	8,10	10,70
TiO ₂	0,58	0,83	0,66
SiO ₂	63,30	60,80	66,80
Fuktighet	0,18	0,18	0,20

De 8-10% som ennå står tilrest er formodentlig magnesia og alkalier, som det vel imidlertid neppe har nogen særlig interesse å få bestemt helt nøiaktig. I prøve A skal vi dog ta en magnesia-bestemmelse, og likeledes skal vi søke efter vismut i denne. Jeg kan for øvrig meddele Dem, at analyse A i høi grad stemmer med de resultater vi fikk på en prøve stykkjæm, som i sin tid blev sendt hertil efter vår undersøkelsesdrift i 1934. Det var 14 sekker på ialt 724 kg, som var lagt tilside under den drift vi drev. Resultatet var:

WO ₃	FeO	MnO	Ca
2,94	8,52	0,30	2,19 %.

Det er, som De vil se, henimot identisk den samme analyse som vi har på Deres prøve A. Den annen prøve fra 1935: 15 sekker finknust malm, på ialt 810 kg, gav sådant resultat:

WO ₃	FeO	MnO	CaO
2,90	4,64	0,13	1,35 %.

altså praktisk talt det samme for wolframets vedkommende. Disse analyser har jeg meddelt resultatet av for wolframets vedkommende til overrettssakfører Schaanning i mitt brev av 22. juni 1935.

Deres erhøiedige,

Adm. direktør.

JO:ST

ELECTRIC FURNACE PRODUCTS COMPANY, LIMITED

MANUFACTURERS OF "Saudamet" BRAND
FERRO-ALLOYS AND OTHER ELECTRO-METALLURGICAL PRODUCTS

GRAND PRIX BRUXELLES 1935

CABLE ADDRESS "SAUDECIA" SAUDA.
CODE: WESTERN UNION

SAUDA, 27. november 1937.

Herr bergingeniör H. H. Smith,
Camilla Colletts vei 6,
Oslo.

Vedr. Örsdalen wolfram forekomster:

Jeg har mottatt Deres ærede av 20. november og kan meddele at jeg også forleden mottok den pakke med prøver som De separat har sendt mig, og disse er nu sendt til analyse på vårt laboratorium. Alle prøver vil bli analysert på wolfram, A dessuten på molybden og for øvrig vil vi gjøre vanlige bestemmelser på Fe, SiO₂, Al₂O₃ og muligens CaO på prøvene. Hvis det skulde vise sig ønskelig å gjøre komplett analyse på nogen av prøvene, skal vi også gjøre det. Vi skal meddele Dem resultatet så snart det foreligger, og for øvrig vil jeg gjøre en bemerkning om en analyse som står i Foslies rapport, utført av ingeniør Klüver. Han fant et wolfram-innhold av 0.12% i en prøve av opknust berg, gjennomsnitt av et 40 cm parti blåaktig kvarts umiddelbart tilgrensende den malmførende sone. Denne analyse av Klüver som altså viste 0.12% WO₃ har vi konstatert er feilaktig; vi har nemlig fått Klüvers originalprøve og har gjennomført en analyse på denne, og der er det intet spor av wolfram i den. Klüver har analysert efter en meget primitiv metode, som vi viste ham ikke kunde gi ordentlig resultat, og han har måttet innrømme at vår metode er riktig og at hans analyseresultat ikke kan oprettholdes. Det var av viktighet i sin tid å få konstatert dette, og grunnen hertil skal jeg antyde ved å citere noget av mitt brev av 2. februar 1935 til statsgeolog Foslie:

"Takk for ditt brev av 26. januar. Jeg er fullt klar over det, "at det ikke er av nogen vesentlig betydning hvorvidt den omhandlede prøve "inneholder en liten procent wolfram eller ikke, og selvfølgelig har det "ikke nogen innflytelse på riktigheten av de slutninger som er trukket; "selvfølgelig forandrer den heller ikke noget med hensyn til hverken ditt "eller mitt syn på feltet. Jeg ønsket for min part kun å være absolutt "sikker i min sak. Den annen part er nemlig her en usakkyndig mann, som "ville kunne trekke sådanne slutninger av analysen at der er et visst "wolfram-innhold spredt gjennom en større del av den malmførende sone. "Analyseresultatet viser altså at dine almindelige bemerkninger om wolfram- "ets optreden bekreftes i enn høiere grad ved de foreliggende analyseresul- "tater.

"Forøvrig kan jeg nevne for dig, at overrettssakfører Schaanning "allerede er steget så høit op i skyene med sine forestillinger angående "wolfram-feltet og med hensyn til sine krav for håndgivelse, at vi har funnet "det nytteløst foreløbig å kunne forhandle noget mere med ham. Jeg finner "det nødvendig å måtte gi ham tid til å avkjøles."

JO:ST

Appløst,
E. H. Smith
Adm. direktør.

Rapport

over

Overrettssakfører Schaannings Wolframit og Scheelit forekomst på
Hovlandsheia Ørdsalen.

Jeg har i ca. 2 mdr. vært ansatt som stiger ved Schaannings under-
søkelsesdrift, og på grunnlag av de erfaringer jeg har fått, vil jeg
forsøke å klarlegge hvordan driften bør legges an for fremtiden, samt
de undersøkelsesarbeider som bør foretas.

Mineralene forekommer i og på sidene av to kvarteganger som går
parallelt med en avstand av 1 meter mellom hver. Mektigheten er fra 0,3
m. og opptil 1,3 meter, men gangene er meget uregelmessige hvad mektig-
heten angår.

Wolframitten ligger som regel som større eller mindre nyreformige
klumper mest i kvartsen, men også i sidestenene. Scheelitten forekommer
mest som tynne plater eller ganger på ca. 1 cm. tykkelse, men også ofte
som et tynt belagg rundt wolframitklumpene.

Samlert mektighet av malmføringen er ca. 3,0 meter. Gangens strøk-
retning er nordvest sydøst på ca. 60° - 70° .

Avbygningen foregår nå som dagbrudd idet man strosser sig ned-
etter en fjellside som har omtrent samme skråning som gangens fall, dog
ser det ut som om gangene står noget steilere for det blir stadig mere
gråberg som må skytes vekk før man kommer inn på gangen.

Bruddet er ca. 30 meter langt og ca. 5 m. bredt.

Det er strosset ca. 20 meter nede fra fjelliden og å fortsette
noget særlig lenger nedover på denne måte synes ikke å være forevarlig
idet nedrenskning av fjelliden etterhvert som man kommer nedover vil
by på for store vanskeligheter og fare for arbeidernes sikkerhet.

Når man derfor får drevet ca. 10 meter til nedover fra der hvor
stigene nå slutter tror jeg ikke man bør fortsette med dagbrudd lengere

Hvis det da viser sig å være drivverdig malm i sålen på brudet, bør det gås inn med en ort mot syd-øst på 2x3 meter. Fra denne ort kan man drive en synk også på 2x3 meter, med bredde efter malmens mektighet. Viser det sig at malmen fortsetter nedover bør denne synk drives ned minst 50 meter. Forutsat at gangen går så langt inn i fjellet at hengene blir god.

Fra bunnen av synken må det så drives feltort mot nord-vest for å få brakt på det rene hvor langt malmføringen går.

Derpå drives en ort i samme retning 5 meter høyere oppe. Mellompartiet mellom ortene kan da strosses vekk og malmen fraktes op efter hverort som den brytes ut.

Det bør under brytningen alltid vises forsiktighet og sørges for at løsfjell renkes vekk.

Når dette parti er strosset vekk kan man sette igjen et bergfeste på 3 meter og så begynne på en ny strosse efter samme fremgangsmåte.

Med hensyn på undersøkelsesdriften så bør det drives en ort mot syd-øst for å få brakt på det rene om malmen fortsetter i denne retning.

Envidere bør det drives et tverslag rett på fjellet for å få undersøkt om det er malm inne i fjellet. Efter hvad jeg kan forstå går det enda to kvartsganger til inne i fjellet, dog tror jeg ikke disse har så stor mektighet som den vi nu driver undersøkelse på.

Ørsdalen 1 november 1936

Jacob Ormansen (sign.)

Fra orten til syd-øst bør det også drives et tverslag mot nord-øst da det muligens er en kvartsgang også her.

3660 Egersund den 29. desember 1937.

Norges Geologiske Undersøkelser

Bergarkivet.

Mr. bergingeniør H.H. Smith

Camilla Collets vei 6
OSLO

Deres ærede av 22.ds. har jeg mottatt og skal tillate
mig å meddele:

Under utmålsforretning den 28. august 1918 forsøkte
A/S Ørsdalen wolfram og molybdengruber i henhold til sin muting Z
av 17/1 1917 å fortrenge mine mutinger av 12/7 1918, som dengang
var kjernepunktene i mine nye wolframfund i skråningen. Aktieselskapet
hadde jo prioriteten i feltet. Bergmester Puntervold protokollerte
i denne anledning: "Efter at befaring av funnpunktet (vedk. mutingen
av 17/1 1917) hadde foregått ved ingeniør Okkenhaug og administrator,
bergmester Puntervold, erklærede disse, at de på grund av feltets
ringe opskjerpning samt den fra Schaanning fremkomne protest ikke
vovede å ta standpunkt til hvorvidt berglovens § 23a eller b kommer
til anvendelse. Fougner forbeholdt sin part enhver rett. - - - - -"

Visstnok er det jo så at jeg beholdt mine mutinger,
men på den annen side lagde jo bergmesterens avgjørelse en død hånd
over mine forekomster hvad salg angår.

En opskjerpning av A/S Ørsdalens wolfram og molybden-
grubers muting av 17/1 1917 vilde formentlig ha bevirket at malmen
helt vilde ha forsvunnet, idet der ved funnpunktet kun kunde sees en
liten ubetydelighet av molybden, men jeg kunde jo ikke tvinge
A/S Ørsdalen wolfram og molybdengruber til å foreta denne opskjerpning
vedk. mutingen av 17/1 1917 for å få spørsmålet avgjort, mens en

eventuell liebhaver til mine mutinger selvagt vilde påberope sig at han vilde kunne tape de fra mig eventuelt kjøpte mutinger ved en ny utmålsforretning efter at A/S Ørsdalen wolfram og molybdengruber eller aktieselskapets rettsefterfølger eventuelt med et brukbart resultat hadde opskjerpet mutingen av 17/1 1917. Da der således på denne tid av ovennevnte grunn ikke var nogen utsikt til at jeg kunde få selge mine forekomster, hadde jeg ikke nogen interesse av å holde rede på mengden av den ved mig utskutte malm. Hvor meget malm der i tiden omkring slutningen av verdenskrigen blev producet kan jeg således dessverre ikke skaffe nøiagtig rede på. En liten bok som jeg dengang førte vedkommende lønninger m.v. er kommet bort, men såvidt jeg erindrer stod der intet om malmmengden i denne. En del malm er kommet bort og endel er brukt som prøver.

I 1918 kom der utførselsforbud på wolfram og i begynnelsen av 1919 begynte jo prisene å synke voldsomt. Nedgangen og de lave malmpriser holdt sig jo i flere år. Under en midlertidig oppgang i prisene i 1925 solgte jeg som tidligere oghandlet gjennom ingeniør Otto Falchenberg hvad jeg da hadde av malm, nemlig 1385 kg netto.

Da A/S Ørsdalen wolfram og molybdengruber en kort tid efter utmålsforretningen kom i økonomiske vanskeligheter fulgte jeg nøie med for å få rede på om aktieselskapets mutinger skulde falle i det fri, idet det jo hadde stor betydning for mig å få vite når jeg eventuelt blev fri muting Z av 17/1 1917. Jeg tilskrev således f.eks. bergmesteren i 1929 og tillater mig i denne anledning å citere et brev fra ham til mig av 9. september 1929:

- Örsdalen molybden og wolframgruber.
- Fristen for de mutinger som tilhørte dette selskap utløp den 7. mai år og da der ikke er ansøkt om fornyet frist, er samtlige
- dette selskaps bergrettigheter falt i det fri.
- Deres holdes overhode ingen andre bergdokumenter i hevd i Bjerk-
- reim sogn enn de 7 herr overrettssakføreren har.

Hvorvidt A/S Örsdalens wolfram og molybdengrubers rettsefterfølger allerede tidligere hadde latt nogen av sine mutinger og deriblandt muligens Z av 17/1 1917 falle i det fri kan jeg nu ikke erindre. Jeg har grunn til å tro at det var av vanvare at mutingene den 7.mars 1929 blev sluppet i det fri.

Efter denne tid tok jeg som De vet en hel del mutinger og skjerp.

Forøvrig har jeg i vor tidligere korrespondanse gjort rede for hvad der i den senere tid har vært producet av håndskeidet malm, idet jeg ikke har holdt rede på og heller ikke tatt med de mindre prøver av malm, f.eks. 8 kg. til Christiania Minekompani i høst:

I 1931 blev 96 kg. netto som tidligere omhandlet gjennom Christiania Minekompani sendt som prøve til Tyskland. Jeg vedlegger i denne anledning kemiker Streits originalskrivelse av 3.juni 1931 angående rekvisition av denne malm, samt Christiania Minekompanis skrivelse av 20.juni s.a. om videreekspedisjon til Tyskland av denne malm.

Der blev i 1931 kun arbeidet i grubene et par dager som var nødvendige for å få dette lille malmparti på ca. 100 kg. samt litt mere malm til prøver. Det var under dette arbeide at den første

Når De i Deres siste brev skriver at jeg gjør misshandelen

megen m ie med   klarlegge hvad forekomsten har produceret s d t jeg fikk befatning med den, men at De  tter det som foreligger mener at De ikke har fått med alt, men De antagelig den store klump i 1931, som jeg ovenfor har omhandlet og den siste klump (på 27 kg.) som omhandles i mitt brev av 2.4. Det skal opplyses at denne sistnevnte klump - som det også vil fremgå av ovenstående opstilling - er inkludert i den i skrivelsen omhandlede samlede vekt på 2056 kg. Jeg skal innrømme at mitt brev kunde ha vært skrevet mere klart.

I de år hvor der ikke foreligger noget driftsresultat har der ikke vært drevet.

Jeg vedlegger de omspurte fotografier som jeg har ^{fått} fra Vassbø. Det står på baksiden av fotografiene hvorfra de er tatt.

Erbødigst

K. H. Schaanning

P.s. De behøver ikke   sende brevene fra Streit og Christiania Minekompani tilbake til mig.

D.s.

Ördsdalen gruva.

Wolfram malm sålt till England gn.O.Falkenberg 3/8/25.
 Bruttovigt 1450 Kg.
 Tara 67 "
 Netto 1383 Kg
 Fuktighet 0,11 % 1,5

Netto torrt 1381,5 Kg.

Analys:

Säljare 71,8 % WO₃
 Köpare 64,8 % WO₃

Medeltal 68,3 % WO₃

ooooo0000000ooooo

1935 sköt man ut malm, som förbrukades inom landet
 1936 sköts malm ut, men denna exporterades först 1937.

Det var brutto 883 Kg.
 tara 126 "
 netto 756 Kg.

Analys 55,1 % WO₃

oooo000000ooooo

1937. Exporterat malm till Tyskland

Brutto 754 Kg.
 tara 67,6
 686,4 Kg
 fuktighet 1,4 Kg 0,2 %
 Netto tot 685 Kg.

oooo000000ooooo

1937 Utskjutit ca. 2022 Kg. (med difference avdragen). Inclusive klumpen på ca. 40 Kg. men exclusive 8 kg som i dag 24/11/37 äro sända Minekompaniet till prov.

oooo000000ooooo

Produktion i allt tills dato 27 November 1937.

1925.	Brutto	1450 Kg.	Netto	1381,5	Analys	68,3 % med.
1936	"	883 kg.	"	756		55,1 %
1937	"	754	"	686,4		51,9 %
1937	ca	2022 Kg.				
		5009 Kg.				

Norges Geologiske Undersøkelse.

Bergarkivet.

den sigl. mynt

Discussion

Lagerarkivet.

2. 10. 1950

• **THE**

[illegible]

2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 26

[illegible][illegible]

✓

A v s k r i f t

id "olfframgruben paa Hovlandsheien ved Oersdalen blev der i aaret 1939
ducert ca. 28 tons wolfram og scheelit.

Herav blev der solgt 27 $\frac{714}{1000}$ tonn.

De enkelte salg er følgende:

August 1939: En prøve paa ca. 60 kilo. Pris sh. 47 inkl.

August 1939: 4937 kilo analyse 66,1% WO₃ prov unitpris kr. 150,00

sh.47,6 cif Hamburg, netto salgssum kr. 14374,00

Januar 1940: 22717 kilo, analyse 74,1 % WO₃, unitpris

n.k.87,50, fritt levert Kristiansand

salgssum inkl.provisjon kr. 147389,12

skal oplyses at ovennevnte data er data for fprsendelsen.

skal likeledes oplyses at kjøperen av det under 12/1-1940 oppførte
parti anførte flere maaneder efter at han hadde mottatt partiet, at
stumet kun var 22209 kilo, og at analysen var 65,68%. Hvis disse anføresle
de legges til grunn ved prisberegningen vilde prisen bli kr. 19753,89
re.

videre skal det oplyses at der for aaret 1940 er avsluttet kontrakt om
ring av malm for ein pris av n.kr. 101 pr. unit. fritt levert Kristian-
S.

Egersund, den 20, September 1940.

gez: (sign) K.H, Schaaning.

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet.

Wolframforekomstene i Ørsdalen.

Logisk set har wolframforekomstene i Ørsdalen stor likhet med molybdenfore-
komstene i det sydvestlige Norge. Man kan karakterisere dem som molybden-
forekomster, hvor wolframertsen ^{Wolframertsen} optrer sammen med det for
molybdenforekomstene vanlige mineralselskap: molybdenglans, svovelkis og
pyrit.

I dag kan de mineraliserte bergarter sees som rustsoner.

I min oversiktsbefaring 7 juli fant jeg på fjellet 5 aplittlinser, som
forskjellig grad er omgitt av mineraliseret sidesten. Ved en av disse
linser er molybdenglans hovedertsen, ved to er wolframertsene serlig frem-
trædende og ved to er der en ubetydelig mineralisering som kun har gitt an-
ledning til en uanselig skjærpevirkning.

Wolframertsene finnes i de mineraliserte soner i kvartsganger og som im-
pregnasjon ved utspisningen av aplittlinserne og tildels ved parallellt løpen-
kvartsganger.

Molybdenglans finnes tildels ved aplittlinser hvor wolframertsen er en sjel-
het, men den sees også sammen med wolframertsene og er da karakteris-
tisk for de kvartsganger som omgir aplittlinsenes utskjelling som parallell-
ganger eller utløpere i lengderetningen.

I min befaring hadde jeg kun til rådighet et ufulstendig kart og har nu -
avitt det har latt sig gjøre - på vedlagte ferdig tegnede kart, som jeg har
att tilsendt, inntegnet gangene og ertsforekomstene efter de notater og
skisser, som jeg utførte under mit besøk i Ørsdalen.

Av kartet sees, at wolframertsene serlig finnes ved to efter hinanden
liggende aplittlinser - henholdsvis ca 150 og ca 300 m. lange. Desuten er
wolframerts funnet i nogle skjæringer og småsynker på nærliggende parallell-
kvartsganger og omgivende impregnasjonssoner.

Aplittlinserne er orienteret med samme strøkretnings som gneisgranitten
nord 40° vest - og har varierende fall. Antagelig er 70° nord-øst det gjen-
snittlige fall. Jeg målte ved den lille stoll øverst i fjellsiden også
n.ø. 70° stemmer med det fall dagbruddet ved stigen er drevet med.

ved den sydøstlige, minste aplittlinse utspissing mot nordvest, er drevet s.
skjæringer og synker efter wolframerts både ved heng og liggsiden av den smale
linses utkiling, samt på parallelltløpende impregnsjonsoner og kvartsganger i
retning av den tilstøtende nordvestlige aplittlinse .

Hovedforekomsten synes å være fremme på fjellkanten ved den nordvestlige
utspissing av den sistnevnte aplitt .

Å kartet har jeg med strekede grenselinjer og svak rødferve inntegnet
beliggenheten av den nordvestlige aplittlinse, hvis den med 70° fall nedprojese-
res på den ca 580 m. lavere liggende grunnstolls nivå. Med strøkretning nord
40 vest overskjerer denne nedprojeserte aplittlinse stollen og stryker met
den lille strosse som nær stollmunningen er drevet på en mineraliseret sone
som oppgis å ha ført molybdenslans og noget wolframerts .
~~Beliggenheten av den nedprojeserte aplittlinse stemmer med en gangformig~~
aplitt som overskjerer stollen og kiler ut ved stollmunningen nordøst for
den lille strosse. Ved denne aplitt finner man både ved overskjæringen i stol-
len og ved utkilingen ved strossen en mineraliseret liggside av lignende type
som ved aplitten på fjellet .

Kartet viser ^{alltså} at det er mulig at aplitten i stollen er den samme som den man
har ved dagbruddet oppe på fjellkanten. ~~Man~~ må dog regne med muligheten av
at der ikke er direkte sammenheng mellom de to aplitter, men at der finnes to
eller flere linser som fortsetter efter hinanden nedover i fallretningen på
samme måte som man oppe på fjellet kan se at linsene fortsetter efter hinanden
i horisontalplanet. I alle tilfeller kan man vente en wolframertsanrikning -
særlig langs liggsiden - ved aplittlinsenes utspissing mot nordvest .
Endvidere kan man vente ved ^{aplittlinser} ~~den tilsvarende~~ sydøstlige utkiling å finne en
^{tilsvarende} lignende wolframertsanrikning som den man har ved de små synker på fjellet .

For å bringe klarhet i en mulig sammenheng mellom de to mineraliserte so-
ner på fjellet og i stollen, vil det være av betydning at der foretas en nø-
aktig geologisk kartlegging av aplittene ^{i stollen} ~~på fjellet og ved fjellfoten, samt~~
~~særlig mulig nedover fjellsiden~~ . Endvidere vil det være av betydning ved
kemiske analyser å bringe på det rene wolframinnholdet ved de forskjellige
mineraliserte soner .

P.t. Knaben 20/7- 1942.

Bruckner

Oslo, 16. Oktober 1945.

OF/AR.
561.

Norges Geologiske Undersøkelser
Bergarkivet.

DIREKTORATET FOR FIENDTLIG EIENDOM,
Nedre Vollgate 4,
O S L O .

Ang. sak 561- A/S. Det Norske Bergselskap u.o.f.
Ørsdalen Wolfram Gruber.

Efter innhentede opplysninger fra stedet og efter personlig konferanse med Herr Bergmester Kørckol, som er returnert fra en bofering kan meddeles:

Verkets kapasitet er meget liten, sannsynligvis kun 25 tonn pr. skift. Anlegget vil derfor kun måtte betegnes som et forsøksanlegg. - Der gjenstår å anskaffes så pass meget maskineri, at dette ikke kan tilrådes således som forholdene nu engang ligger an. Bygningene, spesielt vaskeriet er så primitivt opført, at man må regne med vanskeligheter under driftstiden i den kolde årstid.

Gjenstående arbeider vil antagelig først kunne gjennomføres i løpet av 2/3 måneder under gunstige forhold.

I henhold til ovenstående trekker jeg derfor mitt tidligere forslag om å fortsette virksomheten tilbake.

Jeg er enig i:

Gruben med rettigheter, bygninger, maskineri etc. avrettes samlet tilsalg.

Jeg opfører derfor Ørsdalen på den samle-oversikt som De om kort tid vil motta fra mig, i henhold til Deres brev av 12.ds.

Arbødigst

Ir.ing. OTTO HALLENBERG

Gjenpart til:

1. Det norske Bergselskap, Oslo
2. Herr Dr. Arne Bugge, Norges geologiske undersøkelser, Kronprinsensgate 6, Oslo

XXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXX
XXXXXXXXXX

, den 28.sept.1945.
Kongensgt. 2 III

Direktoratet for Fiendtlig Eiendom,
Reire Vollgt. 4,
Oslo.

Ad: Sak nr. 561 A/S Det Norske Bergselskap.
Under offentlig forvaltning.

Grudelen wolfrageruber.

Eventuell forsøksdrift.

Til tross for den fattede rådsbeslutning om at det ikke skal drives virksomhet her, tillater jeg meg dog å komme med et forslag i motsatt retning.

Dette grunner seg på at det her dreier seg om den eneste wolfragerube i landet og der foreligger utvilsomt muligheter som bør undersøkes.

På det nuværende tidspunkt vil det være en forholdsvis rimelig affære å igangsette en prøvedrift hvor man kan få konstatert forekomstens drivverdighet.

Det er ikke mer jeg ønsker å få anledning til å gjøre på det nuværende tidspunkt.

Blir et forsøksarbeide utført og dette viser noenlunde gunstige resultater, vil man senere ha meget lettere for å få gruben solgt til en fordelaktig pris.

De nødvendige penger - jeg foreslår ca. 50.000.- kr. vil måtte sees som:

"utgifter til inntektens erhvervelse"

og vil ikke på noen måte kunne ansees som dårlig anvendte midler.

Forts.

xxxxxxx
 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
 xxxxxxxx
 xxxxxxxxxxx

, den 28.sept.1945.

II

Forts.

I den forbindelse henviser jeg til vedlagte avskrift av en uttalelse fra herr statsgeolog dr. Arne Bugge til meg datert Knauben Gruber 12/9.

Av en ledsagende skrivelse vil det fremgå at det er en høyde over stollnivået på ca. 550 m. opp til det tidligere drevne dagbrudd. Dr. Bugge, som kjenner forekomsten gjennom en rekke besøk gjennom årene, anser det ikke usannsynlig at det er en sammenheng mellom forekomsten i stollen og forekomsten i dagbruddet. Man vil, om så måtte være tilfelle, ha meget betydelige malmreserver.

Det spørsmål som det derfor vesentlig idag er om å gjøre å løse, er nettopp oppberedningsspørsmålet.

Bergselskapet disponerer som bekjent betydelige midler.

Realisasjon av maskineri på Bergselskapets andre gruber:

Kvina, Sörumsåsen og Oterstrand Molybdengruber vil sikkert tilbringe mange ganger det belöp som jeg her andrer om å få adgang til å anvende.

Der vil, mener jeg, fra bergmannshold med rette kunne reises skarp kritikk hvis en forsøksdrift her nu ikke iverksettes når apparatet nu er til stede.

Jeg er takknemlig for definitiv beskjed som jeg håper vil gå i positiv retning.

Erbödigt

2 bilag.

gentert sendt:
 Dr. Bugge

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXXX
 XXXXXXXX

, den 26.sept.1945.
 Kongesagt. 2 III

Utenriksdepartementet,
 herr byråsjef Berde,
 Holtplassen 1,
 Oslo.

Om pris på wolfram alm.

Da forvalter for A/S Det Norske Bergselskap, under offentlig for-
 valtning, henvendte jeg meg idag til Dem med høilig forespørsel
 om De velvilligst telegrafisk kunne bringe på det rene pris på
 wolfram i London idag.

Dette er av betydning for å kunne ta stilling til spørsmålet
 om en mulig forskningsdrett i grubene.

Jeg er takknemlig for Deres arbeide med denne sak, og tegner

Arbeidsgut

Gjenpart sendt:

Direktoratet for Fiendtlig Biendom,
 dr. Arne Bugge, Norges Geologiske Undersøkelse.

P. M. Wolframalm.Prisgarkivet.

Priset noteras alltid pr unit (enhet), vilket är en procent av WO₃ innehåll i malmen. Unit priset betalas endast till fullo för malmer eller sliger, som hålla en halt av WO₃ högre eller lika med den, som är uppsatt som norm för marknadsfärdig vara i landet i fråga. Vid lågprocentiga malmer är unitpriset också mycket lågt. Ute i världsmarknaden förekommer nästan aldrig malmer med låga halter av WO₃.

I U.S.A. säljas alltid wolframalm och slig i short tons. Ett short ton = 2,000 pund (lb). Därför är ett short tons unit = 20 pund. I England och dess kolonier begagnar man sig av long tons, der 1 long ton = 20 Cwt = 2240 pund. Således är en long tons unit 22,4 pund. I Tyskland och Skandinavien, der man använder metriskt ton är detta = 2204 pund varför 1 unit = 22,0 pund.

På världsmarknaden kunna malmer utbjudas eller uppköpas även sliger med lägre halt, men den är sällan under 50 %. Också i Australien släpptes malmer ut under kriget med lägre halt än 65 %, som är basis i England och dess kolonier. I det engelska imperiet hade regeringen fixerat priset till 55 s per long ton unit. För malmer hållande mellan 60-65 % WO₃ gällde ett avdrag av 3 pence pr unit och för malmer hållande mellan 55-60 % WO₃ ett avdrag av 6 d. pr unit. Här spelar utom anrikningskostnaden även frakten en viss roll.

I Portugal har man sökt hålla basis så högt som till 70 % WO₃, detta är ett utmärkande drag för alla exporterande länder och beror på, att man ej vill betala frakt för gråberg.

Scheelit håller 80 % WO₃ och wolframit ungefär 76 %. I Australien fordrade man 70% WO₃ i wolframitmalmer, men 72% i scheelitmalmer, när de salufördes. För scheeliten betalade man der 2-3 s. lägre pr unit år 1912 beroende på att scheelit var svårare för metallugien att reducera. Detta sänkta pris uppväges ofta av att scheelitkoncentraten hålla högre halt av WO₃ än wolframit-sliger.

Prisnoteringen i världsmarknaden.

I Tyskland voro priserna 7-10 Mark pr unit innan man kände till wolframmetallens legeringsegenskaper. På konstgjord väg hölls så priset under 25 Mark. Sedan steg det till 30 och 45 o.s.v. ända till 52, och man trodde det skulle för all framtid ligga mellan 40-55 Mark. År 1910 sjönk det till något över 30 Mark. Under kriget var det inga prisnoteringar. Efter kriget gälla stort sett de engelska noteringarne.

Före 1890 noterades de engelska malmerna till 2,40 s. pr unit. Detta år steg priset till 6 s beroende på efterfrågan och användningen i stål.

1896 uppe i 10 s och steg sedan till 34 s pr unit i slutet av år 1898.

Beroende på en viss överproduktion sjönk priset under 1900 ner till 10 s, stannade der under 1901 och 1902 men steg under 1903 och var 1904 uppe i 45 s pr unit, derpå en sänkning under 1905 till 20 s.

År 1906 steg det för att under 1907 gå upp till 50 s, sedan varierar priset mindre mellan 20 och 40 s fram till 1912 och låg mellan 25-25 s fram till krigets början. Under år 1915 beslagtogs engelska regeringen alla wolframmalmer i sina kolonier och fixerade priset till 55 s pr unit. Under år 1917 höjdes det till 60 s. Första Juni 1919 upphävdes kontrollen, stora förråd kommo då lösa och priset sjönk under 1920 från 32 s till 19 s och under 1921 ner till 11 s. Under 1922 var medelpriset 12 s och under 1923 13 s. Det steg till 23 a 24 s under åren 1925 och 1926, sjönk sedan till 17 a 20 s under åren 1927 och 1928, men stegrades under 1929 till 32 s.

Under 1930 sjönk noterigen snabbt och stod i april i 26 s och i december i 14 s. Mars 1931 inträffade en första bottennotering med 11 s 6 d. men årsskiftet 1931-32 hade priset åter stigit till 14 a 15 s. Under senare hälften av 1932 sjönk åter

noteringen till 11 s, vilken sänkning fortsatte till februari 1933, då noteringen var 9 s 9 d. Sedan har en återhämtning inträtt till 10 s 9 d i juni 1933.

Under år 1912 varierade priset i U.S.A. pr short tons unit vid en halt av WO₃ = 60% från \$ 6,50 till \$ 7,50. Under 1913 och 1914 härskade liknande pris, men de tenderade att stiga mot slutet av det sista året. Beställningar från Europa med följd snabb inflation av priset till \$ 40 pr unit. År 1916, då vapentillverkningen hade börjat i stor skala steg behovet av malmer raskt och priset lika fabulöst. Vid början av året betalades \$ 66 pr unit och vid slutet av mars, då maximum inträffade, \$ 93,50 vid anrikningsverket. Enda följden härav blev överproduktion och i slutet av juni belöpte sig priset till \$ 20 pr unit. Under större delen av åren 1917 och 1918 stod priset 125 \$ pr unit, men sjönk vid slutet av 1919 ner till \$ 7 pr unit. Följden av detta blev att all produktion inställdes.

Till skydd av wolframgruvhanteringen i U.S.A. antogs år 1922 Fordney-Mc Cumber tariffen, vilken trädde i kraft 22 september detta år. Genom denna lades en importtull av 45 cents pr pound wolfram i malmen, vilket motsvaras av 7,14 dollars pr short tons unit (20 pounds WO₃). På wolframlegeringar utgjordes tullen av 60 cents pr pound wolfram i desamma och 25% ad valorem. Denna paragraf täcker således alla specialstål hållande wolfram.

Tack vare den stora kinesiska malmproduktionen steg ej wolframpriserna så mycket över tullen. Priset var i början av året 1923 7,5 dollars pr short ton unit och mot slutet av året 8,5 för kinesisk wolframit. Den kinesiska scheeliten kostade under samma tid 8-10 dollars pr short ton unit. Ingen malmimport ägde rum under detta år och ej heller det följande. De i marknaden förekommande kinesiska malmerna voro importerade före september 1922. Priset var i början av år 1924 8,5 dollars pr short ton unit kinesisk wolframit och steg sedan till 9 a 9,25 i mitten av året, men föll åter till 8,75 a 8,5 i augusti och stod vid denna nivå till årets slutt. God scheelit kostade 9,5 dollars pr unit. Att scheeliten betingade ett högre pris nu beror på dels bättre metoder för smältning av densamma i elektriska ugnar, dels att scheeliten vanligen är renare än wolframiten, men mest av allt torde dock förklaringen ligga däri att den mästa scheeliten var producerad inom landet under det att wolframiten var importerad från Kina.

U.S.A. förbrukade närmare 40% av världsbehovet inom sin stålindustri. Förlusten genom tull på wolframmalmen och legeringen framgår av följande resonemang. I England såldes wolframit hållande 65% WO₃ till ett pris av 12 shillings pr long ton unit i januari 1924 men priset föll sedan till 9 s 6 d vid slutet av året. Om 1 shilling = 23 cents äro dessa priser ekvivalenta med 2,46 och 1,95 dollars pr short tons unit. Amerikanerna fingo således betala omkring 6,5 dollars mera pr unit än engelsmännen och tyskarna. Det är lätt att inse vilken fördel den tyska wolframindustrien kunde draga av detta förhållande. Någon konkurrens från Förenade Staternas sida inom wolframstålindustrien behövde de euroiska staterna knappt vänta sig.

Men tullskyddet hade hjälpt de inhemska gruvföretagen så att under 1924 voro 4 företag åter igång och producerade 374 short tons och år 1925 producerades 1,050 short tons. Priserna år 1925 voro i januari 9 dollars och stego till 12 dollars pr short tons unit kinesisk wolframit. Scheeliten betalades med 50 cents eller 1 dollar högre.

Priset för amerikansk scheelit varierade under år 1926 mellan 10,25-11 dollars per short ton unit. Under år 1927 producerades 1,164 short tons och under 1928 omkring 1,290 short tons. Priset under åren 1927/28 varierade från 10-11,25 dollars för goda koncentrat, men man leverade koncentrat hållande från 28-55 % WO₃. Prisen för de låggradiga koncentraterna voro 4,25 dollars pr short ton unit. Samtidigt var priset i den övriga världshandeln som dominerades av kinesiska malmer 3,25-4 dollars pr long ton unit hållande 65% WO₃.

Tullen verkade hindrande, men importen steg ändå. 1931 sjönk efterfrågan och priset. Notering 10,5-11,50 \$

Världs Produktion.Wolframmalmer.
(Metr.tons. 60 procent WO₃. koncentrat).

Land	1918	1930	1931	1932
Nord Amerika :				
1.)De Förenade stater	4,573	640	1,280	360
2.)Mexica	239	28	25	10
Syd Amerika :				
3.)Argentina	625	98	20	6
4.)Bolivia	3,700	889	410	686
5.)Peru	256	240	50	25
Europa :				
6.)England	325	153	121	100
7.)Frankrike	212	20	2	8
8.)Portugal	1,300	500	274	275
9.)Saxen,Böhmen	245	100	100	50
10.)Spanien	580	250	135	43
Asien :				
11.)Birna	4,800	2,773	4,918	2,200
12.)Kina	10,200	7,749	7,500	2,100
13.) Ind. Malay Staterna	362	948	462	378
14.) Ind. Malay staterna	1,170	178	240	25
15.)Fransk Ind.-Kina	430	200	120	100
16.)Japan & kollonier	1,700	190	90	100
17.)Siam	185	25	25	25
Australien :				
18.)Nya Syd Wales	280	17	62	25
19.)Ny Zealand	197	30		5
20.)Norra territoriet	275	...	...	13
21.)Queensland	358	35	3	8
22.)Tasmanien	440	133	...	...
Världens totala produktion.....	32,000	15,000	15,000	6,000
	1933	1934	1935	1936
1.).....	814	1,865	2,177	2,365
2.).....	25	80	150	200
3.).....	35	55	275	400
4.).....	216	350	560	750
5.).....	25	...	...	...
6.).....	120	150	125	150
7.).....	12	15	65	80
8.).....	358	608	1,000	1,500
9.).....	50	...	55	50
10.).....	65	110	350	300
11.).....	4,260	5,750	7,120	9,100
12.).....	6,100	5,100	8,100	8,700
13.).....	1,155	1,880	2,100	2,450
14.).....	135	212	250	300
15.).....	150	140	370	400
16.).....	65	190	250	400
17.).....	25	45	50	50
18.).....	35	40	100	100
19.).....	10	25	55	65
20.).....	...	...	...	...
21.).....	12	...	85	100
22.).....	...	35	210	224
Världens totala produktion.....	14,000	17,000	26,000	28,000

Litteratur:The mineral Industry.Vol.44
Avskrift October 1937.

år 1935 samt år 1936
Norges Geologiske Forening

2. ang. 1937

Wolframalmerna.

Wolframiten utgöres av en blandning av järnwolfram FeWO_4 och manganwolfram MnWO_4 eller $(\text{FeMn}) \text{WO}_4$.

Om FeO, WO_3 större än 20% kallas det ferberit
" MnO, WO_3 större än 20% " " " " hybnerit

De egentliga wolframiterna ha halter av FeO, WO_3 och MnO, WO_3 mellan 0-20 % och ligga således mellan ytterligheterna ferberit och hybnerit. Halten av WO_3 brukar vara 75-77 %.

Scheeliten utgöres av kalciumwolfram CaWO_4 . Scheeliten uppträder mestadels i derb form. Färgen varierar, men är mestadels vaxartad, gul ekler ljusbrun, ibland ljusgrå. Spec. vikt på 6 möjliggör och underlättar en mekanisk anrikning. Av världsproduktion utgjorde tidigare wolframiten ungefär 95% och scheeliten de resterande 5 %. Nu är

Avskrift.

Bruttovikt	1450 Kg.
Tara	87 "
Netto	1383 Kg.
Fuktighet 0,11%	1,5 Kg.
Netto torrt	1381,5 Kg.

Analys:

Säljare	71,8 % WO_3	
Köpare	64,8 % WO_3	Medel 68,3 % WO_3
1381,5 Kg. x 68,3	= 943,6 Kg. WO_3 .	

Pris pr unit a 10 Kg. WO_3 = 9/6 = 9.5 sh.

" " 1 Kg = 0,95 sh.

943,6 Kg. x 0,95 sh. = 896,42 sh.

£ 44.16.5

£ 44.16.5 a dagens kurs

= Kr. 1.203.44

10% provision

120.10

Kr. 1.083.10. kontant. 1925.3/8

Staatsminenlaborium Hamburg

Rohgewicht 10 Kisten / Stamm 883 Kg

10 Kiste Kisten / Stamm 126 "

Reinigewicht 10 Kisten / Stamm 757 Kg

Nässe: 0,12% 1 Kg

Reinigewicht - Trocken 756 Kg

Lohmann & Co. Bremen 18 Apr 1882

Netto Trocken 756 Kg

Sessa kg användas till engelsk lugg lugg a 1016:

7560 / 1016 och resterna

7112,9744 eng. l.

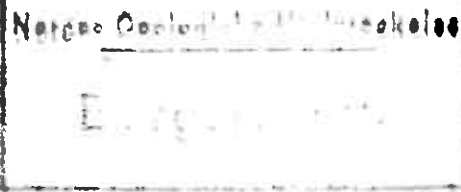
4480

4064

4160

4064

96



55,1% WO_3 = 40.8888 Einheiten WO_3
 Spurens S. in
 Kern A

à R.M. 18:20 pro Einh. WO_3 im
 1016 kg

R.M. 750:2

4099
 18,3
 12297
 32802
 4099

750,217

1. Abgabe für minderen WO_3 Gehalt
 gemäss Kontrakt B.

für jedes % WO_3 unter 65% bis 60% 15 d
 - 3 d =

für jedes % WO_3 unter 60% bis 55%

Analysen wies 55,1% WO_3
 tatsächlich ausdragen für 5% à 3 d = 15 d

sodan - 55,1 4,9% à 6 d = 29,4 d
 4,9

a' 12,23 = R.M. 2,26 der Einheit WO_3 und 1
 kg zieht R.M. 92,66.

Alles war es - - - R.M. 750:2
 92,6

Nun
 Sirta es klar für mig. R.M. - 657,6

ELECTRIC FURNACE PRODUCTS COMPANY, LIMITED

MANUFACTURERS OF "Saudamet" BRAND
FERRO-ALLOYS AND OTHER ELECTRO-METALLURGICAL PRODUCTS

GRAND PRIX BRUXELLES 1935

CABLE ADDRESS "SAUDECIA" SAUDA.
CODE: WESTERN UNION.

SAUDA, 4. desember 1937.

138-12-37
[Signature]

Herr bergingeniør H. H. Smith,
Camilla Colletts vei 6,
Oslo.

Jeg henviser til mitt brev av 27. november og kan meddele
Dem at jeg nu har resultatet av analysene på de prøver vi mottok fra
Dem forsåvidt angår innholdet av Wolfram og Molybden. Resultatet er
som følger:

	A.	B.	C.
WO ₃	3,02% (W 2,40%)	1,38% (W 1,10%)	1,24% (W 0,98%)
MoS ₂	0,26% (Mo 0,16%)	-	-
Fuktighet	0,18%	0,18%	0,20%

Med hensyn til Molybden-gehalten, så er der også i prøvene
B og C spor av Molybden, mest i B mindre i C, men mengden er så ringe
at nogen nærmere bestemmelse ikke vil bli foretatt. Prøve A har jo
derimot et ganske pent Molybdeninnhold i tillegg til Wolframinnholdet.
Vi akter å gjøre analysen noget fullstendigere, idet vi vil foreta be-
stemmelse også av Fe, Mn, Ca, Al₂O₃ og SiO₂ i prøvene, og De skal få
resultatet av analysen når det foreligger. Hvis De skulde ha noget
særlig ønske om i en eller annen av prøvene å få foretatt ytterligere
bestemmelser, er De kanskje så vennlig å meddele mig og vi skal da gjø-
re dette med det samme. Imidlertid sender jeg Dem nu disse foreløbige
resultater av analysen, da jeg går ut fra at det er det som mest inte-
resserer Dem.

Erbødigst,

[Signature]

JO:ST

3,02
80
241.60
1,38
20
110.40
1,24
80
98.20

Wolframalm:Prisberäkning.

Följande enkla formel skall benyttas för mysteriet "unit" och dagens abnorma notering. För att erhålla ett approximativt värde per ton wolfram koncentrat multipliceras noterade priset med t ex. halten 67%. Är nu noteringen pr unit 80 s.så blir värdet på wolfram koncentratet ca. £ 268.

Värdet på ten koncentrat kan likaledes anföras ungefär sålunda: 70% av ten metallens notering, då marknads noteringen är £250. Ten koncentratets värde blir då omkring £175. med tillfälliga omkostnader.

Se M.J.9/10/37. Beralt T&W.Ltd.

Lobman & Co.

Bremen

Ca 2 ton wolframalm.

Brutto

2 106. - kg

Tara

152

Netto

1 954. - kg

÷ 0,11% H₂O

2.

netto tarvigt

1 952. - kg #

1 long ton (England) är
= 1016 kg. Således i detta
fall få vi

1.9213 eng. ton

Analysen:

67,6% W₂O₃ = 129,8799

0,07% S₂ enheter W₂O₃

inget As

Priset notering 65/pr enhet

W₂O₃ och 1016 kg.

Således bli betal.

mången brutto

£ 422. 2. 2

Levering cif Hamburg

Bremen 25 Jan. 1928

vågning, Tarrning R.M. 38,20

analys, övervakning 114,38

andel = R.M. 76,54

12.42 = £ 6.3.4

129.8799

65

6493995

7792794

84421935/ab

1935

12

3820

1935

2,3220

2

Backe 26/2/28

1952 | 1016

1016 | 1,92128

9360

9144

2160

2032

1280

1016

2640

2032

6080

5080

1000

1298798,8

1954 kg

0,11%

1954

1954

2,1494

= 2 kg.

1.9213

67,6%

115278

134491

15278

1298798,8

8442.1935

80

44

40

42

40

2

3938

EN GEOLOGISK UNDERSÖKELSE AV BERGARTENE
OG MALMFÖREKOMSTENE I ÖRSDALEN.

 **Telefonbeskjed**

Til _____

Fra _____

☐ Ring vedkommende ☐ Vedkommende ringer tilbake

F. 155 (12)

ØRSDALEN.

Dato _____ Kl _____ Mottatt av _____

Post-it Kontorformularer 3M/Best. nr. 7660

KNUT HEIER

Oslo, oktober 1954.

Innholdsfortegnelse.

Innledning.

Beliggenhet	s. 1
Topografi og klima	1
Tidligere geologisk undersøkelser i området	3
Egne undersøkelser	4
Områdets geologiske plassering	6
Almindelige betraktninger over geologien innen Urdsalsfeltet	3

Petrografi.

Petrografisk behandling av bergartene	12
Amfiboliter	13
Biotit-glimmerskifre	21
Urdsdalens hvite gneiser	22
Kvarts monzonitiske og granodioritiske gneiser	35
Pegmatiter	42
Kvartsganger	44
Diabasganger	45

Granitisering.

Granitiseringen	47
-----------------	----

Malargologi.

Mineraliseringen og malmdannelsen	73
Malms beliggenhet	73
En kort historikk	75
Mineralogi	76
Kvarts	77
Magnetit	77
Molybdenokser	77
Molybdenglans	78
Magnetkis	78
Svovelmis	79
Kobberkis	79
Wolframit	79
Scheelit	82
Teoretiske betraktninger over scheelitiseringen	84
Eksperimentelle undersøkelser	85
Biotit	88
Granater	88

Malmens forekomstmåte	s. 89
Teori for maldannelsen	92
Mulighetene for mer malm i Ørsdalen	101
Ørsdalens tilknytning til andre forekomster i det sydlige Norge	102

Metamorfosen.

Metamorfosen	104
Grunnlag for fasis inndelingen	104
Granulit fasis- høy amfibolit fasis	110
Lav amfibolit fasis	112
Epidot amfibolit fasis og grønskifer fasis	112
Fordelingen av bergarter med samme metamorfose- grad innen feltet	114
Tolking av årsakene til den varierende metamorfosegrad i Ørsdalen	117

Tektonikk.

Tektonikk	121
-----------	-----

Sluttbemerkninger.

Sammendrag	126
Forholdet mellom Eggersund- og Telemark- formasjonene	128

Bilag 1. Beskrivelse av bergartene i diamantborkjerne S.W.1.	129
---	-----

Litteratur	131
------------	-----

34 diagrammer, figurer og fotografier i teksten.

Tillegg.

Plansje 1. Bergart- og strukturkart over det behandlede området 1:25000.	
" 2. Detaljert bergartskart over grubeområdet, Hovlandsheia 1:1000.	
" 3. Profil- og plankart over den nord-vestligste del av malmsonen i Ørsdalen 1:2000.	
" 4. Geologisk kart av Schåningsgrube 1:200.	
" 5. Metamorfosekart 1:100000.	

Beliggenhet.

Ørsdalen ligger ved nord-Øst enden av Ørsdalsvannet i Bjerkreim kommune, Rogaland fylke. Nærmeste by er Egersund som ligger syd-vest for Ørsdalen i en avstand av ca. 34 km. i luftlinje. Den nærmeste jernbanestasjon er Klungland stasjon på Sørlandsbanen. Herifra er det bussforbindelse over Bjerkreim til Odlandstø ved syd-vest enden av Ørsdalsvannet. Avstanden mellom Klungland og Odlandstø er ca. 13 km. Fra Odlandstø er det båtforbindelse over til Vassbø i Ørsdalen, en distanse på ca. 16 km. Herifra går det bilvei oppover dalen forbi Hovland (ca. 6 km.), hvor gruven anlegg i dalen er beliggende, og videre opp til Bjordalsvannet. Avstanden fra Vassbø til Bjordal er ca. 10 km. Ved Bjordal er det slutt med bebyggelsen og dalen stiger ganske bratt mot nord-Øst.

Topografi og klima.

Ørsdalsvannet er langt og smalt. Det strekker seg over 16 km. i retning NO-SV. Overflaten ligger på 64 m. over havet, men bunnen rekker langt under havoverflaten. Vannet er grus-dekt i sin syd-vestre ende. Denne grussperringen antas å henge sammen med Vestfold raet. På begge sider av vannet stiger fjellskråningene bratt opp til ca. 300 meters høyde. Fra Vassbø fortsetter dalen svakt stigende mot nord-Øst opp til Hovland (123 m.o.h.) med en bredde varierende mellom 700 og 500 meter. Fra Hovland til Bjordalsvannet (212 m.o.h.) smalner dalen sterkt av og bredden ved syd-vest enden av vannet er bare ca. 50 meter. Dalen er en typisk isskuret dal med tydelig U profil. På begge sider av dalen stiger fjellskråningen bratt opp til høyder mellom 600 og 800 meter. Adkomsten fra dalen opp til fjellet er vanskelig og tung. Fra Hovland går det gangsti opp fjellskråningen på begge sider av dalen. Disse kan imidlertid bare benyttes om sommeren. Ellers kommer man lettest opp på platået langs enkelte naturlig betingede veier. Fra Eik gårdene går det

en tverrdal opp mot Austrundal (309 m.o.h.) over Kalrasheia (590 m.o.h.). Omtrent halvveis opp til Kalrasheia kan man komme inn i Austdalen som strekker seg mot nord-Øst over til Brattabø (382 m.o.h.). Midt i Austdalen ligger det nesten 1900 meter lange Lauarvann. Denne dalen er også sikkert isskuret og er tydelig U formet. Fra Brattabø er det naturlig adgang ned til Bjordal langs en sti etter bekken som renner her. Fra dalen opp på fjellet på syd-Øst siden går det foruten den nevnte sommersti fra Hovland, en sti opp fra Elektrisitetsverket rett overfor Elk gårdene. Denne følger dalsøkket forbi Krokavann (575 m.o.h.) og ned til Gyadalen (330 m.o.h.) i Vest-Agder fylke. Gyadalen løper parallelt med Ørsdalen i retning nord-Øst - syd-vest. Avstanden mellom dalene er ca. 7,5 km. Ved Mydland (308 m.o.h.) i Gyadalen går det en sti opp forbi Mydlandsvann (404 m.o.h.) og Fanafjells-vannet (596 m.o.h.). Herifra stiger det temmelig bratt opp til fjellplatået på nord-Øst siden av Håvassknuten (843 m.o.h.) og man kommer ned til Ørsdalen via den før nevnte sommerstien fra Hovland. Fra Bjordal kommer man opp på fjellet i syd-Øst etter en sti langs Bjordalsbrekka vis-à-vis bekleleiet Brattabø - Bjordal.

Selve fjellplatået bærer tydelig preg av å ha vært isskuret, hvormed det meste av jordenet er fjernet. Trevekst finnes bare i dalene og kløftene. Betegnelsen platå er forøvrig et lite dekkende uttrykk, gjennomskåret som det er av kløfter som kan være opp til 100 meter dype. Opp mot kløftene går stigningen omtrent parallelt med bergartenes fallretning, for så plutselig å bli skåret av omtrent loddrett på denne, hvorefter det igjen skråner opp parallelt fallretningen. I det hele er topografien sterkt preget av bergartenes struktur, og mange steder kan man direkte lese seg til bergartenes strøk og fall av topografien på kartet. Den høyeste toppen innen det kartlagte området er Håvassknuten (843 m.o.h.).

Klimaet i Ørsdalen er typisk Vestlandsklima med sterkt regnfulle sommere. Dette sammen med sterk vind og tåke vanskeliggjør feltarbeidet. I selve dalen er det i normale vintre ingen kontinuerlige frostperioder. Fjellområdet er imidlertid anledet fra desember til ut i april, og i kløftene ligger snøen enda lenger.

Tidligere geologiske undersøkelser i området.

Av slike finnes meget lite publisert. Wolframforekomstene i området er kort nevnt av W.C. Brügger: Die Mineralien der südnorwegischen Granitpegmatitgänge, 1. Ser. Vid.-Akad., 1906 nr. 16, og Hellandit, Skr. Vid.-Akad., 1922 nr. 1; S. Foslie: Syd-Norges gruber og malforekomster, Norges Geol. Unders. nr. 126, 1925; I. Oftedal: Oversikt over Norges mineraler, Norges Geol. Unders. nr. 170, 1948; O. Adamson og H. Neumann: Tungsten in Southern Norway, Norsk Geol. Tidsskr. Bd. 30, 1952. A. Bugge har såvidt nevnt forekomsten i forbindelse med en beskrivelse av geologien ved Anaben gruber i O. Høltedahl: Norges Geologi, Bd. 1, s. 114-116, Norges Geol. Unders. nr. 164, 1953. T.F.W. Barth har i Geological Map of the Western Sørland, Norsk Geol. Tidsskr. Bd. 25, 1945, et oversiktskart i målestokk 1:300000 som også dekker Ørsdalen. I ingen av de nevnte avhandlingene foreligger det imidlertid noen detaljert beskrivelse av forekomstens geologi eller mineralogi, men den er likevel nevnt med et par setninger.

På grunn av forekomstens økonomiske betydning er imidlertid stedet besøkt av en rekke geologer og ingeniører. Disse har levert inn rapporter til de forskjellige eiendommene av grubene. Ingen av dem har imidlertid oppholdt seg på stedet for noen lengre tid og når man leser deres rapporter har man inntrykk av at de til en stor utstrekning siterer hverandre. Jeg har fått utlånt en del av disse rapportene fra A/S Norsk Bergverks arkiv. Da intet er publisert og de fleste er av mer teknisk interesse finner jeg det ikke nødvendig å ramse dem opp her. O. Adamson har i en rapport fra januar 1951: The Ørsdalen Tungsten Deposit near Agersund in Southern Norway, et resume over tidligere utførte arbeider med litteraturreferanser ajour opp til 1951. T.F.W. Barth og Chr. Oftedal besøkte stedet i juli 1951. De har utarbeidet en rapport med endel geologiske kart, blandt annet et i målestokk 1:2000 over det engere grubefelt og et i målestokk 1:25000 som dekker området mellom Bjordal og elektrisitetsverket i Ørsdalen i nord-vest og Øydalen i syd-øst. Området nord-vest for Ørsdalen er i det hele tatt ikke undersøkt. Med rapporten

følger også karter over stoll 1 og 2 i Ørsdalen og et blokk-diagram over grubeområdet. I rapporten er mineraliseringen og de viktigste bergartene kort beskrevet. Noen kjemiske eller petrografiske data følger imidlertid ikke. Det er trukket sammenligninger med andre molybdenglansforekomster på Sørlandet og det følger et skissert kart over disse.

Mens, som det vil ha fremgått, Ørsdalen er svært lite geologisk undersøkt, er tilgrensende områder i syd og vest tildels ganske godt kjent. Kartbladet Egersund er beskrevet av C.F. Kolderup i Egersund. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Egersunds område. Norges Geol. Unders. nr. 71, 1914. Egersund - Sogndalfeltet er på grunn av de petrografisk interessante bergarter som opptrer her, og de økonomisk viktige ilmenittforekomster, relativt godt kjent. Lengst mot nordvest er de kaledonske bergarter i Stavangerfeltet beskrevet av V.M. Goldschmidt. Die Injektionsmetamorphose im Stavanger-Gebiete. Skr. Vid.-Akad. 1920. Området i Øst er dårlig geologisk undersøkt. I forbindelse med molybdenglansforekomstene på Knabehøia foreligger det foruten den før nevnte beskrivelse av A. Bugge, en liten publikasjon av J. Schotelig trykt etter hans død, og av Fosslie i hans arbeid over Syd Norges malmbeforekomster. Området mot nord innover i Jøtesdalen er svært dårlig geologisk kjent.

Egne undersøkelser.

Det meste av feltarbeidet ble utført sommerene 1952 og 1953, tilsammen vel 4 måneder. Begge sommerene var meget regnfulle og dette vanskeliggjorde arbeidet. Sommeren 1952 gikk med til å oppta et geologisk detaljkart i målestokk 1:1000. Det topografiske kartgrunnlag var utarbeidet av Nordrums Oppmåling, Oslo. Stollene 1 og 2 i dalen og Schønings grube på fjellet, sammen med diverse andre stoller og skjerp ble også nøye gjennomgått, særlig med hensikt på studier av mineraliseringen. En rekke prøver ble innsamlet. Foreløbige undersøkelser av materialet i løpet av høsten -52 og våren -53 gjorde det klart at det kartlagte området måtte utvides betraktelig. Adskilte karter over de aktuelle områder var til den tid ikke ferdig fra Norges Geografiske Oppmåling, men blåkopier i målestokk 1:25000 ble stillet til disposisjon. Sommeren 1953 ble

så området mellom Austrundal i nord-vest til Gyadalen i syd-øst, og nord-østenden av Ørsdalsvannet i syd-vest til Bjordal i nord-øst, kartlagt, samtidig som den daglige driften i Schäningsgrube ble fulgt. Flere hundrede bergartsprøver ble innsamlet og like mange observasjoner av bergartenes strøk og fall ble nedtegnet. Begrensningen av det kartlagte området er naturlig med det malmførende parti i midten. Alle punkter innen det kartlagte området kan nås med dagsmarsjer fra stasjoner enten ved arbeids-brakken på fjellet ved Schäningsgrube eller fra dalen. Vel en måned av sommeren 1954 ble benyttet til en kontroll av tidligere observasjoner.

Til bruk ved kartloggingen var jeg foruten hammer og kompass, utstyrt med et almindelig høydebarometer. Dette var særlig nødvendig for undersøkelser nedover Gudlen som er skråningen fra Schäningsgrube ned til dalen. Klatringen her ble foretatt sammen med Ingvald Vassbø som arbeidet ved anlegget, og tau ble benyttet. Barometeret var også til stor nytte for nøyaktig nedtegnelse av strøk og fall observasjonene andre steder i feltet.

Til undersøkelser av scheelit mineraliseringen ble scheelitens evne til å fluoriserer ved bestråling med ultraviolett lys benyttet. Standard typer portable ultraviolett lamper ble brukt. Da ultraviolett lys til dette formål kun kan benyttes i mørke, og å arbeide ute om natten i Ørsdalen er forbundet med en viss risiko, ble det benyttet et svart klede som muliggjorde leting etter scheelit om dagen. I Amerika er dette kjent under navnet "doodle-skirt". Kledet er åpent i topp og bunn. Man stikker hodet gjennom hullet i toppen. Rundt hullet i bunnen går det en wire med diameter på omkring 70 cm. Tøyet går lenger enn wiren og dekker dermed den uregelmessige fjelloverflaten og stenger lyset ute. Ca. 30 - 40 cm. over bunnen er det to huller til hendene. Når man skal prospektere etter scheelit på denne måten må man være oppmerksom på at også andre ting fluoriserer. Andre mineraler som fluoriserer er forskjellige varianter av silika (opal, kalsedon og hyalit), enkelte kalkspatter, noen skapolitter, flusspat, zirkon, willemite og noen uran mineraler. Fluoresensfargen varierer for de forskjellige mineraler. Det er imidlertid ikke disse andre mineralene som er irriterende når man leter etter scheelit. Langt mer forstyrrende er det at også enkelte organiske stoffer

fluoriserer, f.eks. visse typer mose. Når man undersøker etter scheelit på forvitret overflate virker disse meget forstyrrende. Inne i gruber gir fluoresensen fra olje-flekke et irritasjonsmoment.

Områdets geologiske plassering.

Betrakter vi professor Barth's kart "The western part of Sørlandet" i det tidligere siterte arbeid, finner vi at størstedelen av det undersøkte området i Ørsdalen skulle utgjøres av birkremitt.

Et kompleks bestående av blandede gneiser med bergarter hvis sammensetning varierer fra amfibolitisk til granitisk strekker seg mot nord-vest over Ørsdalen, men er ikke tegnet inn lenger enn til ca. 3 km. syd-øst av Ørsdalen og herfra strekker birkremitten seg over et stort område videre mot nord-vest. I det tidligere omtalte upubliserte arbeid av Barth og Oftedahl innfatter de også hele området mellom Ørsdalen og Ørsdalen i det blandede gneiskomplekset. På det nye berggrunnskartet over Norge av O. Oftedahl og J.A. Dons er birkremitten løvnet svært liten plass, og gneiskomplekset er trukket over mesteparten av det området som tidligere var til-egnet den. Dette gneiskomplekset, ihvertfall den delen av det som jeg har undersøkt, er av Barth og Oftedahl betegnet som en grensomigmatit. I syd-vest har vi det kalsium-betonte Egersund-Sogndal feltet. De viktigste bergartene her er anorthosit og norit med ultrabasiske ledd som ilmenit malmer og også vanlige gabbroer. I C.F. Kolderups beskrivelse av kartbladet Egersund strekker anorthosit-grensen seg mot nord-øst til ca. 4 km. innover Ørsdalsvannet. En tilsvarende grense setter Barth på sitt kart. Herfra strekker birkremitten seg videre mot nord-øst. Om denne bergarten skriver C.F. Kolderup (s.40): "-- en bergart som tidligere har været kaldt "Dalernes graa gneis", men som ved nærmere undersøkelse viser sig at være en birkremitt, hvorved jeg, som i et tidligere arbejde nærmere utviklet,⁽¹⁾ forstaar en granitisk bergart hvis hovedbestanddele er mikroperthit og kvarts, og som av mørke bestanddele væsentlig indeholder en rombisk pyroxen og litt orts."

(1) C.F. Kolderup, (1897) Egersund-Sogndalfeltets bergarter og deres betingelser for anvendelse i stenindustrien. Bergens Mus. Aarb.

Han innrømmer imidlertid senere at bergarten på sine steder har tydelig parallelstruktur. Det er trolig at "Dalernes grå gneis" ville være en vel så dekkende betegnelse for denne bergarten. Av interesse er det videre å legge merke til at det både på Kolderup's og Barth's kart er inntegnet en stor norit inne i birkrenit feltet ved Hofreistvann nord-vest for Ørsdalsvannet. Feltet gjennomsettes av flere diabasganger med strøketning hovedsaklig N70V. Syd-øst for det heterogene gneiskomplekset føres vi inn i de mer alkaliskbetonte Telemarkske gneiser og gneisgraniter. Hvor langt mot syd-vest de egentlige Telemarksbergarter rekker er ikke helt på det rene. Molybdenglansforekomstene på Knabeheia øverst i Kvinesdal regnes imidlertid å tilhøre Telemarkformasjonen. (Telemarkformasjonen taes her i sin videste betydning og inkluderer Telemarkgraniten). Beskrivelser som J. Schetelig og A. Bugge gir av bergartene viser at de er av samme type som dem vi finner i Ørsdalen, noe også A. Bugge gir uttrykk for. Strøket er etter Schetelig konstant 33V-NØ og faller monoklinalt 68°, gjennomsnittlig 20-30°. Lokalt kan hellingsvinklen veksle endel. Fallet kan gå ned til 15-20 og opp til 40-45°. Molybdenglansforekomstene ved Konstadli ved Sirdalsvannet, som jeg besøkte sammen med ing. Sandberg i 1953, er også bergartsmessig helt av samme type som dem vi finner i Ørsdalen. Strøket er her ca. N55V og fallet ca. 15° mot NØ. Det er mest sannsynlig at både Knaben, Konstadli og Ørsdalen ligger i samme kompleks av blandede gneiser, som er å oppfatte som en grensenigmatitt mellom Telemarkformasjonens og Egersund-Sogndal feltets bergarter. Begge disse områder antaes av alle geologer som har studert dem å tilhøre prekambrium. Den relative alder av kompleksene er ikke kjent. Om aldersspørsmålet skriver imidlertid O. Høltedahl i sin Norges Geologi (s.142): "Telemarkgranitten, med dens dels mer massive, dels utpregete gneisgranittiske typer, opptrer i nær forbindelse med både Telemark- og Kongsberg - Bamble- formasjonen, og inneholder mer eller mindre omdannede, til dels rimeligvis helt assimilerende eller granitiserte rester av dem begge. Som enda yngre bergarter må vi oppfatte anorthositmassene m.v. i de sydvestre kyststrøk".

Almindelige betraktninger over geologien innen Ørsdalsfeltet.

Som tidligere nevnt danner bergartene her et heterogent gneiskompleks. Bergartene kan grovt deles i to hovedgrupper. 1. Basiske bergarter som amfiboliter. 2. Sure bergarter som granodioriter, pegmatiter og kvartsganger. Til den siste gruppen må også regnes noen eiendommelige hvite gneiser som svært ofte er granat-førende. I tillegg til disse finner vi enkelte rester av bergarter som best kan betegnes glimmerakifre, og diabasganger. De forskjellige gruppernes petrografi skal senere særskilt behandles.

Som det fremgår av kartet i målestokk 1:25000 varierer gneisenes foliasjonsretning betydelig og likedan også fallet. Den mest almindelige strøkretning er ca. N45V med et fall på ca. 35° mot NØ. Variasjonen av strøk og fall er for betydelig til at den kan betegnes som lokale små fleksurer som ellers er vanlig å finne hos gneisene i disse strøk av det sydlige Norge.

Feltet er gjennomløst av sprekker som stort sett følger to hovedretninger. Den ene retningen er overveiende N600. Den markeres godt av de tre dalene: Gyadalen, Ørsdalen og Austdalen. Disse skjærer seg dypt ned i terrenget og gir meget markerte drag i topografien, men andre steder i feltet finner vi igjen omtrent den samme retningen for mindre markerte sprekker. En følger vanndraget Galtanvann - Fana fjellsvann med retningen N600. Denne henger muligens sammen med en sprekk lenger i SV som godt kan følges i terrenget fra Bjørnetovann ned mot Krokevann med retningen ca. N750. Den samme retningen har også en sprekk som skjærer malmsonen rett nord av Wolfram-synken på Hovlandsheia. - En annen markert sprekkeretning går nesten loddrett på den første. Den representeres best ved kløften etter bekkeleiet fra Brattabø til Bjordal og daldraget Kalrasheia- Eik- Krokevann-Eikjelandsdalen. Retningen er for dem begge ca. N40V. Den samme retningen har også søkket som stien følger fra Gyadalen opp til nordenden av Mydlandsvann. Søkket kan her ikke følges videre i terrenget før langt mot NV hvor elven Åne på strekningen Langebu - Åkraken ligger i søkkets direkte fortsettelse. - Av de to sprekkeretningene er det den første som idag er best markert i terrenget. Dette er imidlertid et fenomen som må antas å ha med landskapets utforming under den siste istiden å gjøre, idet denne retningen nettopp

var isens bevegelsesretning på disse kanter. Noe tegn på forkastninger etter de to retningene er ikke funnet.

Såvel oppsprekningen som variasjonen av bergartenes strøk og fall vil bli diskutert i et senere avsnitt.

Det vil fremgå av kartet i målestokk 1:25000 at vi på grunnlag av gneisenes struktur kan skille mellom forskjellige områder. Vi har et sentralt beliggende område som strekker seg fra Stafftj. i nordvest ned mot Mydlandsvann i syd-øst, og som på det bredeste, i Ørsdalen, strekker seg fra Elk til ca. 1 km. nord-øst av Hovland. Det vil si en lengde etter strøkretningen på ca. 3 km. Mot nord-vest sees området å avgrenses i en bue som tilnærmet kan sies å beskrive en del av en sirkel med radius 600 meter. Det vidder seg så fort ut og er på det bredeste litt over 3 km., for så å smalne spisst av ned mot Mydlandsvann. Såvel i nord-vest som syd-øst faller gneisene med ca. 40° inn mot midten av området. Ellers er den vanlige strøkretningen i området ca. N40V og fallet steilt fra $60-90^{\circ}$ mot NO. Mot syd-øst flater fallet ut og gneisene blir sterkt presset. Områdets begrensning i denne retningen synes vel definert, mens grensen mot nord-øst er mindre klar. De granodioritiske gneisene varierer fra dyegneiser til helt finkornede typer. En mengde med amfibolitiske bånd og "fisker" innesluttet av gneisene. Den delen av området som ligger syd-øst av Ørsdalen synes å være noe rikere på amfibolit enn delen nord-vest for dalen. Kartet i målestokk 1:1000, som dekker et område mellom Mjåvassknuten og Gudlen, viser godt den intense variasjon av bergartene her. For den syd-østlige delens vedkommende opptrer bergartene i en så intens blanding at det selv på denne store målestokken ikke er mulig å skille dem fra hverandre. Det er i den syd-østre del av dette området all malmen er konsentrert. Nord for Ørsdalen er det et lite skjerp med noe molybdenglans ved gården Hovland i bunnen av dalen. Malmforekomsten vil bli behandlet særskilt i et senere avsnitt. Bergartene i området er stort sett lite presset og foliasjonen ofte vanskelig å måle. Den store mengden av amfibolit-bånd hjelper en imidlertid til å få et godt bilde av strukturen. Hele dette området vil under den senere diskusjon bli omtalt som "det malmførende området".

Vest for dette området stryker det et gneiskompleks hovedsakelig bestående av en petrografisk interessant bergartserie. På friskt brudd er de helt hvite og sees vesentlig å

bestå av kvarts og feltspat. Granater forekommer typisk i dem, men ellers er de stort sett fattige på mørke mineraler. Kornstørrelsen varierer i stor grad og svært ofte har de et pegmatitisk utseende. De forekommer sammen med amfiboliter, og ofte forekommer de som smale pegmatitiske årer i disse. Når bergartene inneholder meget amfibolitisk materiale og på forvitret overflate, er det vanskelig å skille dem fra de øvrige granodioritiske gneisene. Granater, som er sjelden i de andre gneisene, kan ofte taes som en indikasjon. Ellers er disse bergartene ofte karakterisert ved en spesiell type feltspat som er ukjent ellers i feltet. I Gyadalen er sonen kjent fra Mydland og ned til Gyavann langt utenfor det kartlagte området i syd-vest. Over mot Ørsdalen synes sonen å smalne av og på toppen er den bare med sikkerhet kjent mellom Gjuvann og Fiskeløysvann. I Ørsdalen synes den igjen å vide seg ut, og utgjør området mellom Sik og Ørsdalsvannet. Hvor langt ut etter Ørsdalsvannet den strekker seg mot syd-vest er ikke undersøkt. Videre mot nord-vest stryker gneisdraget opp mot Austrumdalen. Såvel i Gyadalen som i Ørsdalen er det utmerkede skjæringer som egner seg til detaljundersøkelser av disse bergartene. Hverken molybden- eller wolfram-mineralisering er funnet innen denne sonen, men enkelte rustdrag som løper parallelt med bergartenes foliasjon viser en svak kis-impregnasjon. Ved Busnesvann, Hofsherød i Lund i fortsettelsen av dette bergartsdraget mot syd-øst er det en forekomst med magnetkis, arsenkis og löllingit i den samme bergartstypen. Det er her opprinnelig skjærpet på molybdenglans idet dette mineralet var forvekslet med grafit som forekommer som speil etter foliasjonsplanene.- Disse gneisene er meget sterkt presset og den stadige vekslingen mellom de hvite kvarts feltspat bergarter og amfibolit sonene kan ofte gi inntrykk av en sedimentær lagstilling. Serlig vakkert er dette å se syd for Gjuvann. Barth og Oftedahl har på sitt upubliserte kart fra juli 1951 betegnet denne bergartserien som anorthositførende gneiser. Relasjonen mellom gneisene og anorthositer er ikke helt klar og vil bli diskutert nærmere senere. Som et nøytralt navn har jeg benyttet felt-betegnelsen "Ørsdalen's hvite gneiser". Dette er imidlertid et uheldig navn for såvidt som sonen ikke lokalt er begrenset til Ørsdalen. Strøket som i Gyadalen er ca. N40V, dreier mer vestlig idet vi passerer det malmførende området, for så igjen å bli mer nordlig oppover mot Austrumdal. Fallet er hele tiden

mellom 30 og 40° mot nord-Øst.

Syd for Ørstdalen, på fjellplatået helt i syd-vest av feltet har vi et mer homogent gneisområde hvor foliasjonen igjen er mindre utpreget. Bergartene her består vesentlig av grovkornede granodioritiske gneiser. I hvor stor grad de hvite gneisene opptrer innen dette området kan ikke med sikkerhet sies da det i feltet her er umulig å skille dem fra hverandre. Det synes imidlertid som de ihvertfall i den sydlige del går opp på høydeplatået. Amphibolitiske innslutninger forekommer her kun helt sporadisk. Som det fremgår av kartet varierer strøket en del mens fallet hele tiden holder seg noenlunde konstant på mellom 30 og 40° i nord-Østlig retning. Dette området vil senere bli henviset til under betegnelsen det syd-vestre gneisområdet.

Nord-Øst for en linje mellom Mydland (Gydalen) i syd-Øst og Akraken (Austrundal) i nord-vest har vi og et mer homogent gneisområde. De hvite gneisene finnes vi igjen mellom Mydland og Bjordal i Ørstdalen. Tydeligst ser vi dem i veggskjeringen ved Bjordalsvannet. På fjellplatået nærmest det malmførende området syd for Ørstdalen finnes vi også bergarter som petrografisk viser likhetstrek med de hvite gneisene. Det synes derfor som om denne sonen også svinger rundt den syd-Østre grense av dette området. Videre over høydedragene nord-vest for Ørstdalen, som syd-Øst nedover mot Gydalen, kan de ikke finnes. Amphiboliter opptrer også innen dette området rent sporadisk. Strøket er sterkt varierende. I Gydalen har vi Øst-vestlige og nord-Østlige strekretninger som så svinger nord-vestlig oppover forbi Ørstdalen. Fallet varierer fra steilt til svingende. Nedover mot Gydalen, hvor strøket dreier sterkt mot Øst, kommer det igjen mer amphibolitinnslutninger i gneisene. Nord for Bjørnstadvann ved Østenden av kartet er det skjerp på en molybdenglans-førende kvartsgang. Schoelitt kunne imidlertid ikke sees her. Dette er det eneste stedet utenfor det malmførende området hvor molybdenglans er funnet. Da også strukturene her avviker fra det normale synes dette å være et gunstig sted for videre undersøkelser.

Hele dette området vil bli henviset til som det nord-Østre gneisområdet.

Petrografisk behandling av bergartene.

Til de petrografiske undersøkelserne er det vesentlig benyttet vanlige mikroskop-metoder. Hvor det er funnet nødvendig er plagioklasenes utslukningsvinkel i snitt $\perp$ (010) bestemt på universalbord. Undersøkelsen over hvorvidt kalifeltspat forekommer som orthoklas eller mikroklin er vesentlig utført optisk, men også röntgen-pulverdiagrammer ble benyttet etter de prinsipper som er vist av Goldsmith og Laves (28). Bestemmelser av lysbrytningsindeks er utført i de tilfeller hvor det har vært ansett nyttig å få et bedre inntrykk av mineralenes kjemiske sammensetning. Til dette er de vanlige standard vesker benyttet. I enkelte tilfeller er röntgen-pulver diagrammer opptatt, særlig da for bestemmelse av opake mineraler, og ellers i tilfeller hvor disse har vært antatt å kunne gi noen data av betydning utover de vanlige optiske undersøkelser. For å få rene fraksjoner til bestemmelsene av brytningsindeks og opptagelse av röntgendigrammer, ble i enkelte tilfeller stykker av prøvene knust og siktet. Fraksjonene med kornstørrelse mellom 80-100 mesh., d.v.s. gitteråpninger mellom 0.204 og 0.102 mm, ble så separert med vesker. Som vesker ble benyttet tetrabrometan, sp.v. ca. 3, og Clerici, sp.v. ca. 4. En del av disse fraksjonene ble så videre magnetseparert med en "Frantz isodynamic separator". Til bestemmelse av den prosentvise fordelingen av mineralene i slipene er det benyttet en "point counter". For de optiske mineralbestemmelsene ble oppslagsbøker av følgende forfattere brukt: Winchell, Wahlström, Rogers and Kerr, og Trüger. Noen fullstendig bergartsanalyse har jeg dessverre ikke fått utført, men jeg har fått gjort noen granulanalyser som er benyttet til diskusjonen av metamorfosen. Slip-analysene etter "point counter" metoden ansees av Chayes (20) å være nøyaktig nok til å gi et fullgodt bilde også av bergartenes kjemi, såfremt mineralenes komponenter er godt nok kjent.

De bergarter vi finner innen det kartlagte området kan som før nevnt inndeles i følgende grupper:

Amfibolit.

Biotit glimmerskifre.

Ørsdalens hvite gneiser: En bergartsserie med meget varierende kjemisk sammensetning, hvis ene ende lodd peker på et nært slektskap med de anorthositiske bergarter i Egersund-Sogndal feltet.

Granodioritiske gneiser.

Pegmatiter.

Kvartsganger.

Diabas.

Amfiboliter.

Amfibolit-betegnelsen må her oppfattes som et gruppe-
navn for en mineralogisk sett meget variert bergartserie.
Ofte har de en mer gabbroid sammensetning enn egentlig amfi-
bolitisk. Amfibolit navnet er allikevel benyttet da dette er
den vanlige betegnelsen for de mørke båndene i båndgneiser
o.l., som i andre prekambriske områder opptrer på samme måte
i feltet som i Ørdsalen. De opptrer innenfor hele det kart-
lagte området. Sin største utbredelse har de imidlertid
innenfor det malmførende området. De opptrer i gneisene som
bånd, linser, slirer eller "fisker". Størrelsen kan variere
fra noen få cm. lengde og bredde til flere meter. Også de
mestligste amfibolitene opptrer innenfor det malmførende området.
Der kan de ha en slik utstrekning at de kan betegnes som amfi-
bolitbånd og kan følges flere 100 meter i strøkretningen.
Bredden er da gjerne ca. 10 - 20 meter. På kartet i målestokk
1:1000 får vi et godt inntrykk av hvorledes amfibolitene som
regel opptrer som smale rester. I det syd-vestre hjørnet har
vi imidlertid en mektig amfibolit. Den er fulgt sammenhengende
ca. 450 meter i strøkretningen. Bredden er på det bredeste
ca. 100 meter. Vi ser hvordan amfiboliten har tilnærmet linse-
form og hvordan granitisk materiale har trengt seg inn i den.
Mange av amfibolitene er sterkt granitiserte og noen er helt
"assimilert" av gneisgraniten. Prosessen ser ut til å begynne
med at kvarts vandrer inn og at de mørke mineralene mer og mer
utgjøres av biotit. Ettersom granitiseringen skrider frem får
amfibolitene ofte først et finkornet granitisk utseende. Det
kan nå være vanskelig å se forskjell på disse og den finkornede
gneisgranit. Amfibolitrestene i gneisene representeres ofte
bare av en sterkere anrikning på biotitflak enn det ellers er
vanlig å finne i gneisgraniten. De har i likhet med de andre
bergartene i feltet en godt utviklet planstruktur (foliasjon).
Planstrukturen er alltid parallell med den omgivende bergart.
Der hvor små amfibolitlenseslutninger forekommer i en ellers
helt massiv gneisgranit definerer de ofte en foliasjon i denne.
Lenseslutningene kan virke kantede. Barth og Oftedahl mener å

ha funnet virkelig kantede bruddstykker, agnatit, i stollene 1 og 2. Etter å ha undersøkt disse stollene meget nøye føler jeg meg ikke overbevist om at det virkelig er agnatiter vi her har for oss. I de fleste tilfeller er det kantede utseende fremkommet under granitiseringsprosessen. Inne i grubene kan man og lett få et inntrykk av kantede bruddstykker ved den måten stollene skjærer linsene på.

Til de petrografiske undersøkelsene av amfibolitene har jeg benyttet meg av så lite granitiserte prøver som mulig. D.v.s. at det fortrinnsvis er benyttet prøver som er tatt midt inne i amfibolitlinsene. Vel 40 forskjellige tynnslip av amfiboliter, innsamlet fra alle steder i feltet, er undersøkt. For denne diskusjon er det uttatt 7 prøver som utmerket viser de variasjoner i mineralinnhold vi finner i denne bergartstypen.

I amfibolitene er følgende mineraler funnet: Plagioklas, rombisk og monoklin pyroksen, hornblende og biotit. Av akcessoriske mineraler er det: apatit, titanit og zirkon. Jernerts, som regel magnetit, men også hematit og ilmenit, kan opptre i mengder på over 10 %, men kan også mangle omtrent totalt. Som omvandlingsprodukter av de mørke mineralene og av plagioklas får vi i første tilfelle klorit (mulig også noe serpentin), og i det annet "zoisit" dannet ved saussuritiseringen av plagioklas, ofte sammen med noe serisit. Granater opptre i enkelte av amfibolitene. Det dreier seg om vanlige regionalmetamorfe granater av almandin-spessartin sammensetning. Undulerende kvarts finnes i noen av prøvene. Den antas å være sekundær. Plagioklasenes sammensetning varierer fra labrador (An_{60}) til albit (An_4). Hvor sammensetningen er lavere enn ca. An_{36} er plagioklasene alltid tydelig saussuritisert. Plagioklasen kan forekomme som store uregelmessige "øyne" i amfibolitene.

Mineralenes prosentvise fordeling.

(Antatt etter bestemmelser i tynnslip).

Plagioklas (ofte saussuritisert)	:	25-60	middel ca.	40
Pyroksen	:	0-35	"	15
Hornblende	:	0-50	"	35
Biotit	:	0-15	"	5
Jernerts	:	0-15	"	5

De aksessoriske mineralene forekommer i mengder som regel under 1 %. Mengdeforholdet mellom rombisk og monoklin pyroksen er vanskelig å avgjøre nøyaktig.

Tabell 1.

Den prosentvise fordeling av mineralene fra 7 amfiboliter.

	1	2	3	4	5	6	7
Kvarts	-	-	+	-	-	-	-
Plagioklas	46 An ₆₀	32 An ₄₃	46 An ₃₃	40 An ₃₀	40 An ₄	45 An ₄₀	45 An ₃₆
Hypersthen	17	15	-	-	-	45	-
Diopsid	+		16	10	-		-
Hornblende	32	40	18	35	-	-	55
Biotit	5	10	6	-	-	+	+
Klorit	-	-	11	5	(32)	-	-
Serpentin	-	-	-	-	(25)	-	-
Jernerts	+	2	1.5	10	2.5	10	+
Apatit	-	11	1.5	+	0.5	+	+

I tillegg kommer "zoisit" i de prøver hvor plagioklasen er saussuritisert (se prøveskrivelsen). (+ betyr at mineralet er tilstede i meget små mengder). (De 5 første prøvene er oppstilt etter synkende An gehalt i plagioklas).

Beskrivelse av de enkelte prøver.

1. Prøven er tatt omtrent midt mellom Mydland og Bjelandsdalen i Gyadalen. Amfiboliten ligger her omtrent midt i den sonen som er betegnet "Ørsdalens hvite gneiser". Strøket er ca. N50V og fallet ca. 30° mot NO. Den gjennomsnittlige kornstørrelse er ca. 1 mm. Et stykke av prøven ble knust og separert. Plagioklasen virker i slipp meget frisk, men en begynnende omvandling kan sees. Maksimal utslukning i snitt $\perp$ (010) er 34°. Måling av brytningsindeks ble foretatt på spalttestykker. En fullgod bestemmelse kunne her ikke oppnås da vesker med "n" mellom 1.554 og 1.565 ikke var tilgjengelig. Alle indeksene lå imidlertid godt over 1.554.

$$n \alpha' \text{ på } (001) < 1.565 \quad n \alpha' \text{ på } (010) < 1.565$$

$$n \gamma' \quad " \quad \approx 1.565 \quad n \gamma' \quad " \quad \approx 1.565$$

De to uavhengige bestemmelsene indikerer nøyaktig samme sammensetning, nemlig $Ab_{40}An_{60}$, d.v.s. labrador.

Hypersthen, svak pleokroitisk, 2-akset negativ, 2V antatt ca. 60°. Bestemmelse av brytningsindeks ga som resultat:

$$n_{\gamma} = 1.719 \pm 0.003$$

$$n_{\beta} = 1.709 \pm 0.003$$

$$n_{\alpha} = 1.705 \pm 0.002$$

Etter Tröger's tabeller gir dette en hypersthen med sammensetning 35-40 mol % $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ og 65-60 mol % $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$.

Hypersthenen virker i slip temmelig frisk. Enkelte steder ser det imidlertid ut som den viser overgang til hornblende.

Diopsidisk pyroksen sees i slip å forekomme i svært underordnet mengde. De forskjellige fraksjonene ved magnetsepareringen ble röntgenundersøkt og i en av dem ble det funnet diopsidisk pyroksen sammen med hornblende.

Hornblende, pleokroitisk varierer mellom lys brunt og en slags mørk grønnlig brun, 2-akset neg, 2V stor. Bestemmelse av brytningsindeks ga som resultat:

$$n_{\gamma} = 1.670 \pm 0.003$$

$$n_{\beta} \approx 1.665$$

$$n_{\alpha} < 1.665$$

Etter Tröger's tabeller indikerer dette en vanlig hornblende med ca. 30-35 mol % av (Fe,Mn,Ti)-komponenten. D.v.s. at den tilhører de mest almindelige hornblendes.

Hornblenden virker i slip helt frisk. Enkelte steder kan det imidlertid se ut til at vi har en omvandling til biotit. Om dette virkelig er tilfelle er vanskelig å avgjøre. Det kan godt være at biotiten kun ligger over hornblenden i slippet.

Biotit. Selv om noe av denne skulle være dannet på bekostning av hornblende, synes nesteparten å være en primær bestanddel av bergarten.

Jernerts forekommer i svært liten mengde i denne bergarten, maksimum 1 %. De finnes i meget små korn vesentlig konsentrert i hornblenden, men også noe i pyroksen. Selv i den siktede delen som ble separert forekommer de som halvkorn med hornblende og pyroksen. Ved magnetseparasjonen ble det utskilt en fraksjon ved en strømstyrke på 0.05 amp. Et röntgendiagram på pulver fra denne fraksjonen viste vesentlig hornblende, men også noe magnetit. Den rene hornblenden finner vi først i fraksjonene på omtrent 0.35 amp. Röntgendiagrammer av fraksjonene fra 0.05-0.25 amp. viste hypersthen med noe magnetit og også mulig

ilmnit. Ren hypersthen får vi i fraksjonen på 0.30 amp.

2. Prøven er tatt i skråningen opp mot Hjelvasaknuten mellom Fanafj.vann og Holmevann. Denne anfiboliten er ganske mektig og ligger i grov gneis granit. Ikke så langt herifra er strøket ca. N33V og fallet 55° i sydlig retning. Den gjennomsnittlige kornstørrelsen av plagioklas og hornblende er 1-2 mm., pyroksen er mindre.

Plagioklas. Enkelte av plagioklasene synes i slip å være helt uomvandlet, mens andre igjen viser temmelig sterk grad av omvandling med dannelse av "zoisit" (saussuritisering). Maksimal utslukning i snitt $\perp$ (010) er 20° hvilket viser en sammensetning på ca. $Ab_{52}An_{48}$. Det vil si en andesin på grensen mot labrador.

Hypersthen, pleokroisme fra lys grønnlig til lys rødlig brun. Aksevinklen synes her å være noe større enn i prøve 1, (antatt ca. 70-80). Optisk neg. Den noe større aksevinklen indikerer et noe høyere Mg-innhold her enn tilfellet var i prøve 1, og pyroksen burde bedre kalles en bronssit. Den virker i slip temmelig frisk, men synes å være noe omvandlet i biotit og mulig også i en grønnlig hornblende.

Diopsidisk pyroksen, 2 akset pos., av antatt ca. 30-40°. Det ser ut til at den rombiske pyroksen er i temmelig stor overvekt i slipet.

Hornblende, pleokroisme: x, lys grønn - y, mørk grønn - z, brun. Hornblendene virker mer grønnlig enn i den forrige prøven.

Assessoriske mineraler er her jernerts og apatit. Jernsten forekommer som regel langs hornblende-grensene. Såvel grense hbl.-hbl., som hbl.-andre mineraler.

3. Prøven er tatt i skråningen mellom Hovland og Lilleknuten. Anfiboliten er noen meter mektig og ligger i granitisk gneis. Strøket er N30V og fallet 60° i nordlig retning. Den gjennomsnittlige kornstørrelse er her ca. 1 mm. Plagioklasene kan være noe større.

Plagioklasen er alltid delvis omvandlet, saussuritisert. Maksimal utslukning i snitt $\perp$ (010) er 20° n>balsam. Dette indikerer en andesin med sammensetning ca. $Ab_{62}An_{38}$.

Diopsidisk pyroksen. Denne virker i slipet helt frisk og uomvandlet selv på steder der den grenser mot klorit aggregatet.

Hornblenden er av samme type som i prøve 1. Den er i slip helt uomvandlet.

Klorit forekommer som et aggregat med bølgende utslukning. Den er fargeløs til lett grønnlig. De grønne er svært pleokroitiske. Forekommer sammen med sekundær biotit. Kloriten antas her å være et omvappingsprodukt av hypersthenen, da man i andre slip kan se hypersthen-rester inne i lignende kloritiske aggregater.

Jernertsen kan her være opp til $\frac{1}{2}$ mm. store og forekommer i forbindelse med de mørke mineralene.

Magnetit og kvarts forekommer i meget små mengder som aksessorisk bestanddel.

4. prøven er tatt nær Hellarsfjell (674 m.o.h.) vest av Stoblevann. Afiboliten er en temmelig liten linse som ligger i en meget sterkt presset gneis. Strøket er her ca. N70V og faller 33° i nordlig retning. Den gjennomsnittlige kornstørrelsen for hornblenden er ca. 1 mm.

Plagioklassen er her meget sterkt omvandlet i et "saisit"-saisit aggregat. Den maksimale utslukning i snitt $\perp$ (010) er ca. 12° og n. balsam. Dette gir en plagioklas av sammensetning omtrent $(Ab_{70}An_{30})$, eller en oligoklas - andesin.

Pyroksidklassen. Stert sett virker disse i slip temmelig uomvandlet, men enkelte steder sees det tegn på overgang til hornblende og andre steder ser man at de begynner å bli kloritisert. Prøven ble separert og brytningsindeks bestemt på pulver fra en av fraksjonene. Dette ga som resultat:

$$n_{\gamma} \approx 1.725^{\circ} \quad n_{\beta} = 1.704 \pm 0.004 \quad n_{\alpha} = 1.695 \pm 0.002$$

Etter Tröger's tabeller gir det en sammensetning på 40-50 mol % av hedenbergitt-komponenten. Pyroksenene skal da kalles en salit. Hornblende. Noget av hornblenden virker temmelig uomvandlet i slip, men en del del av den begynner å bli kloritisert. Man kan se hvordan klorit "spiser" seg innover fra kantene. Bestemmelse av brytningsindeks ga som resultat:

$$n_{\gamma} = 1.670 \pm 0.002 \quad n_{\beta} = 1.663 \pm 0.002 \quad n_{\alpha} = 1.654 \pm 0.001$$

Etter Tröger's tabeller vil dette si en hornblende med ca. 37 mol % av (Fe, Mn, Ti) komponenten, eller omtrent det samme som ble funnet for prøve 1. Av röntgen pulverdiagrammer ble de opake mineralene bestemt til vesentlig å bestå av magnetit med underordnet ilmenit.

5. Prøven er tatt på Okterdagshøia (696 m.o.h.), nær Krokevann. Anfiboliten har her et grønnlig utseende og er tydelig kloritisert. Den ligger i den hvite gneisen og denne kan tildels ha et pegmatitisk utseende. Like i nærheten er strøket N45V og fallet 42° mot NO. Den prosentvise fordelingen av mineralene som er gitt i tabellen må her tas med forbehold. Bergarten er så omvandlet og mineralene vever seg slik sammen at det selv med "point Counter" er vanskelig å gi noe eksakt bilde av mineralfordelingen.

Plagioklasen er saussuritisert og delvis også serisitisert. I enkelte steder kan man dog se tvillingplasmeller, og den maksimale utslukning i snitt (010) ble bestemt til 16° , n er tydelig balsam. Dette skulle indikere en sammensetning $Ab_{76}An_{24}$, hvilket vil si en albit.

Klorit og serpentin. Om det virkelig er serpentin tilstede i bergarten, eller om alt bare er klorit, er meget vanskelig å avgjøre. Det som her er betegnet klorit har anormale blålig-violette interferensfarger og er svært pleokroittisk i grønt. Den trenger seg ofte inn i plagioklasen og "zeisit" forekommer ofte inne i den. Det som er betegnet serpentin er et aggregat med samme slag pleokroisme som klorit, men med betydelig lavere relieff. Den forekommer alltid sammen med kloriten.

Som det fremgår av de 3 gjennomførte prøvene forekommer hornblende i den lille sammen uttaket i nr. 5 hvor metamorfosegraden må antas å være så lav at hornblende like langer er stabil.

6. Prøve nr. 6, som er tatt på toppen av fjellryggen 36 av Orsdalsvatnet (Bergslottsmatten), inneholder imidlertid plagioklas og pyroksen, men ingen hornblende. Anfiboliten ligger her i sterkt presset gneis. Strøket er ca. 45V og fallet 45° mot O. Plagioklasenes kornstørrelse varierer fra 1-2 mm. Pyroksenene er som regel mindre enn 1 mm.

Plagioklasen viser tegn på begynnende saussuritisering. Maximal utslukning i snitt $\perp$ (010) er ca. 23° , $n >$ balsam. Bestemmelse av brytningsindeks ble foretatt på en utseparert fraksjon. Bare spaltestykker $\perp$ (010) ble undersøkt:

$$n_{\gamma'} = 1.554 \pm 0.002 \quad n_{\alpha'} = 1.549 \pm 0.002$$

Begge disse bestemmelsene indikerer en sammensetning $Ab_{60}An_{40}$, andesin.

Rombisk pyroksen virker i slip helt uomvandlet. Optisk neg., svak pleokroitisk.

$n_\gamma = 1.715 \pm 0.004$ $n_\beta = 1.705 \pm 0.004$ $n_\alpha = 1.699 \pm 0.002$
 Etter Tröger's tabeller gir dette en bronzit - hypersthen med 25-35 mol % FeSiO_3 .

Diopsidisk pyroksen ser ut til å forekomme i omtrent like stor mengde i bergarten som den rombiske. Bestemmelse av brytningsindeks ga:

$$n_\alpha = 1.695 \pm 0.002 \quad n_\beta = 1.709 \pm 0.002$$

n_γ ble ikke her bestemt da veskene i dette området var upålitelige. Etter Tröger's tabeller gir det en salit med sammensetning 45-55 mol % av hedenberit komponenten. Eller omtrent samme sammensetning som i prøve 4.

Biotit forekommer her som tydelig sekundært mineral i sprekker i plagioklas og pyroksen.

Jernkorn ble med röntgen-pilverdiagrammer bestemt til magnetit og ilmenit.

Denne prøven som vesentlig består av plagioklas og pyroksen er enestående, og jeg har ikke funnet maken noen andre steder i feltet. Derimot forekommer flere steder amfiboliter hvor de ulike mineralene helt utgjøres av hornblende og mulig litt biotit. I disse bergarter er klorit ikke tilstede, så man må anta at hvis pyroksen i det hele tatt har vært primært tilstede i bergarten så den senere være omdannet til hornblende. Prøve nr. 7 er en slik bergart.

7. Prøven er tatt på hgd. 653 m.o.h. Overst i Likebrekka. Amfiboliten opptrer her som "flaker" i gneisen som er sterkt presset. Strøket er 325V og fallet 25° mot NO.

Plagioklassen er her temmelig uomvandlet. Maximal utslukning i snitt $\perp$ (010) er 18° , $n >$ balsam, hvilket indikerer sammensetningen $\text{Ab}_{64}\text{An}_{36}$. Brytningsindeks ble bestemt på spaltestykker $\perp$ (010):

$$n_\alpha \approx 1.549 \quad n_\gamma \approx 1.554$$

Det gir sammensetningen $\text{Ab}_{60}\text{An}_{40}$, eller noe mer basisk enn bestemt ved måling av utslukningen.

Hornblende, pleokroisme som i prøve 2. Brytningsindeks ble bestemt til:

$$n_\alpha = 1.652 \pm 0.002 \quad n_\beta = 1.662 \pm 0.002 \quad n_\gamma > 1.665$$

Det vil si en hornblende med ca. 30 mol % av (Fe,Mn,Ti) komponenten. Til tross for den forskjellige pleokroisme indikerer lysbrytningsbestemmelsene den samme sammensetningen av hornblendene⁵⁷ i prøve 1.

Biotit opptrer som sekundært mineral i sprekker.

Jernerts forekommer i bergarten i meget liten mengde. Den ser ut til å være konsentrert som små korn i hornblendene.

Vi har nå gjennomgått de viktigste typene av amfiboliter som forekommer i feltet. Alle andre undersøkte amfiboliter kan plasseres under en av disse typene. I avsluttet om metamorfosen skal vi komme nærmere inn på hvorledes typene fordeles seg over området.

At amfibolitene tross sin store mineralogiske forskjell genetisk hører sammen, synes vist ved den like måten de opptrer på i feltet. Alltid som blind eller linsar i gneisgraniten eller de hvite gneisene. Det er også interessant å legge merke til at forholdet plagioklas/mørke mineraler holder seg forbløffende konstant gjennom hele serien. Den mineralogiske forskjell vi finner synes da best å kunne forklares ved en sekundær metamorf omvandling i enkelte steder av feltet.

Biotit- linserskifre.

Bergarter som petrografisk må betegnes som glimmerskifre opptrer helt underordnet i feltet. De forekommer på samme måte som amfibolitene, som linsar eller slirer, i den omgivende gneisgranit, og skiffrigheten er alltid parallell med gneisenes. Av utseende er de mørke og ligner meget på amfibolitene. Av den grunn kan de være lette å overse i feltet. Tabell 2 gir den prosentvise mineralfordelingen i en slik skifer.

Tabell 2.

Pyroksen-biotit glimmerskifer. Ca. 250 m. SV av Tanaffjells vann.

Mineral:	%
Kvarts	5.0
Pyroksen	26.5
Biotit	66.5
Apatit	1.0
Opakt (jernerts)	1.0
(noe zirkon forekommer aksessorisk i biotit).	

Skiferen er grovkornet med flere mm. store biotitflak. Også pyroksenene kan være over 1 mm. store. I håndstykket er de grønne pyroksen-kornene meget lette å se. All pyroksenene er diopsidisk. Pulver av denne ble preparert ut fra forskjellige steder på prøven og godt blandet, hvorefter et røntgendiagram ble tatt. Foruten spor av biotit viste diagrammet kun monoklin pyroksen. Diagrammet var identisk med en pyroksen fra Seiland, Finnmark, som av H. Sundelius ble optisk bestemt (lysbrytning) til salit. Kvartsen forekommer i små korn med undulierende utslutning. Apatiten forekommer i underordnet mengde, men i relativt store korn. Kornstørrelsen på jernertsen er meget liten.

Grøndalens hvite gneiser.

Disse bergartenes opptrøden i feltet er beskrevet i avsnittet "Almindelige betragtninger over geologien innen området". De vil bli diskutert i avsnittet om granitiseringen. Hagister Hennig Jørgensen, København, som har sett håndstykker av disse bergartene, uttalte at identisk utseende bergarter som forekommer i nærheten av anorthositter på Grønland ble der kalt granuliter. Også der er "mesoperthitter" (se senere) typisk. På Grønland forekommer disse bergartene i granulit-fasis. Som tidligere nevnt har Barth og Øftedal benyttet betegnelsen anorthositførende gneiser for disse bergarter.

Anorthositene eller labradoritene er i Egersund-Sogndal-feltet karakterisert ved sin grå-brunlige farge. C.F. Kolderup inndeler anorthositene i to grupper: labradoriter og labradoritnoriter. De første består vesentlig av plagioklas (Kolderup betegner plagioklasen som labrador, det er imidlertid senere fastslått at den er en andesin. Jean Michot har muntlig meddelt meg at det aller fleste av plagioklasen ligger i området 42-48 % An, noen få prøver viser imidlertid et An-innhold på noe over 50 % og må derfor betegnes som labrador.), labradoritnoritene inneholder foruten plagioklas også endel magnesia-jern-silikater. Foruten plagioklas oppgir Kolderup følgende mineraler som kan forekomme i anorthositene i meget små mengder: Rombisk pyroksen, særlig broncit. De er dels omvandlet til klorit, dels til bastit. Monoklin pyroksen, forekommer sjeldnere enn de rombiske. Biotit. Olivin.

Ilmenit.

Anatas.

Magnetkis.

Svovelkis.

Apatit, forekommer kun i Labradoritnoritene.

Kornstørrelsene varierer fra grovkornede (flere cm. store feltspater) til helt finkornede typer.

Kjemisk er anorthositene karakterisert ved en middels høy gehalt av SiO_2 og betydelige mengder Al_2O_3 og CaO . Av alkaliene er natrium overveiende, men det finnes også alltid litt kalium. Foruten å inngå i biotit er kalium representert i kalifeltspat som danner antiperthitiske utsondringer i plagioklas. Etter muntlig meddelelse fra Jean Michot er plagioklasene i anorthositene karakterisert ved å være antiperthitiske.

Tabell 3 refererer noen analyser av anorthositen fra Egersund-Sogndal-feltet.

Tabell 3.

	I	II	III	IV
SiO_2	53.42	54.55	52.61	54.3
TiO_2			0.23	1.3
Al_2O_3	23.36	27.35	27.15	25.2
Fe_2O_3	1.3	1.04	4.05	1.1
FeO		0.05		2.1
MnO				
H_2O	0.31	0.30	1.55	1.0
CaO	10.49	10.12	9.96	8.7
Na_2O	4.82	4.65	4.53	5.4
K_2O	0.04	1.34	0.73	0.7
H_2O				
P_2O_5				0.1
	100.04	100	100.37	100.4

I Labradorsten (varietet: Labradorit) Ogne (C.F. Kolderup: Egersund. Fjeldbygningen inden Rektangelkartet Egersunds område. Norges Geol. Unders. nr. 71.)

II Den sannsynlige sammensetning av labradorstenen fra Ogne, omregnet av Kolderup.

III Labradorsten (varietet: Labradoritnorit) Egersund (C.F. Kolderup: Egersund. Fjeldbygningen inden Rektangelkartet Egersunds område. Norges Geol. Unders. nr. 71).

IV Anorthosit, 2 analyser (T.F.W. Barth: Precambrium intrusive bodies in Norway. XVI International Geological Congress, s. 301.

Virkelige anorthositer finner vi ikke innen vårt område, men vi har blandt de hvite gneisene typer som må betraktes som nær beslektet med anorthositer.

I de hvite gneisene er funnet følgende mineraler:

Kvarts	Granat
Kalifeltspat	Hypersthen
Plagioklas	Biotit
Zoisit	Klorit
Epidot	Rutil
Serisit	Jernerts
	Zirkon
	Apatit

En mengde tynnsnip av disse gneisene er undersøkt. Tabell 4 viser variasjonen i mineralinnhold innen gneisserien.

Summen av kvarts, kalifeltspat og plagioklas for prøvene 1-7 er omregnet til 100 og resultatet inntegnet på et trekant-diagram. (Diagram 1 side 26).

Bergartene skiller seg i feltet fra de øvrige gneisene og amfibolitene som de forekommer sammen med, først og fremst ved sin rene hvite farge. De er alltid meget sterkt presset. Kornstørrelsen varierer fra finkornede til grove, nesten pegmatitiske, typer. Under behandlingen av de enkelte prøvene vil bare de ting som er spesielt karakteristiske bli beskrevet. Her skal først gis en generell beskrivelse som dekker dem alle.

Prøvene er samlet usystematisk innen sonen. Tross den store variasjon i mineralinnholdet er de alle karakterisert ved sin rene hvite farge, og det er bare under mikroskopet vi kan skille de forskjellige typene fra hverandre. Skulle man på grunnlag av mineralfordelingen alene prøve å benevne de forskjellige typene ville man få som resultat: (klassifisert etter Wahlstrom) No.1: Kvarts gabbro til kvarts diorit, No.2-4: granodiorit, No.5: kvarts monzonit, No.6-7: granit.

Tabell 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Kvarts	34.26	45.0	43.0	32.0	27.0	7.0	11.0	34.0	36.0
Mikroklin		17.0	26.0	28.0	45.0	71.0	78.0	64.0	5
Orthoklas	+	-	-	-	-	-	-		-
Plagioklas	48.03 An ₄₈	37.0 An ₂₈	30.0 An ₂₈	32.0 An ₆	24.0 Ab	12.0 An ₃₄	7.0		10
Epidot	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-
Serisit	2.24	+	1.0	-	+	2.0	+	+	+
Granat	11.20	-	-	-	-	-	-	2	-
Hypersthen	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-
Biotit	2.88	-	-	-	-	>2.0	>4.0	-	+
Klorit	-	1.0	+	+	4.0			-	+
Jernerts	1.39	-	+	+	+	2.0	+	-	-
Rutil	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Zirkon	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Apatit	-	-	-	-	+	+	-	-	-
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(+ betyr at mineralet forekommer i meget små mengder).

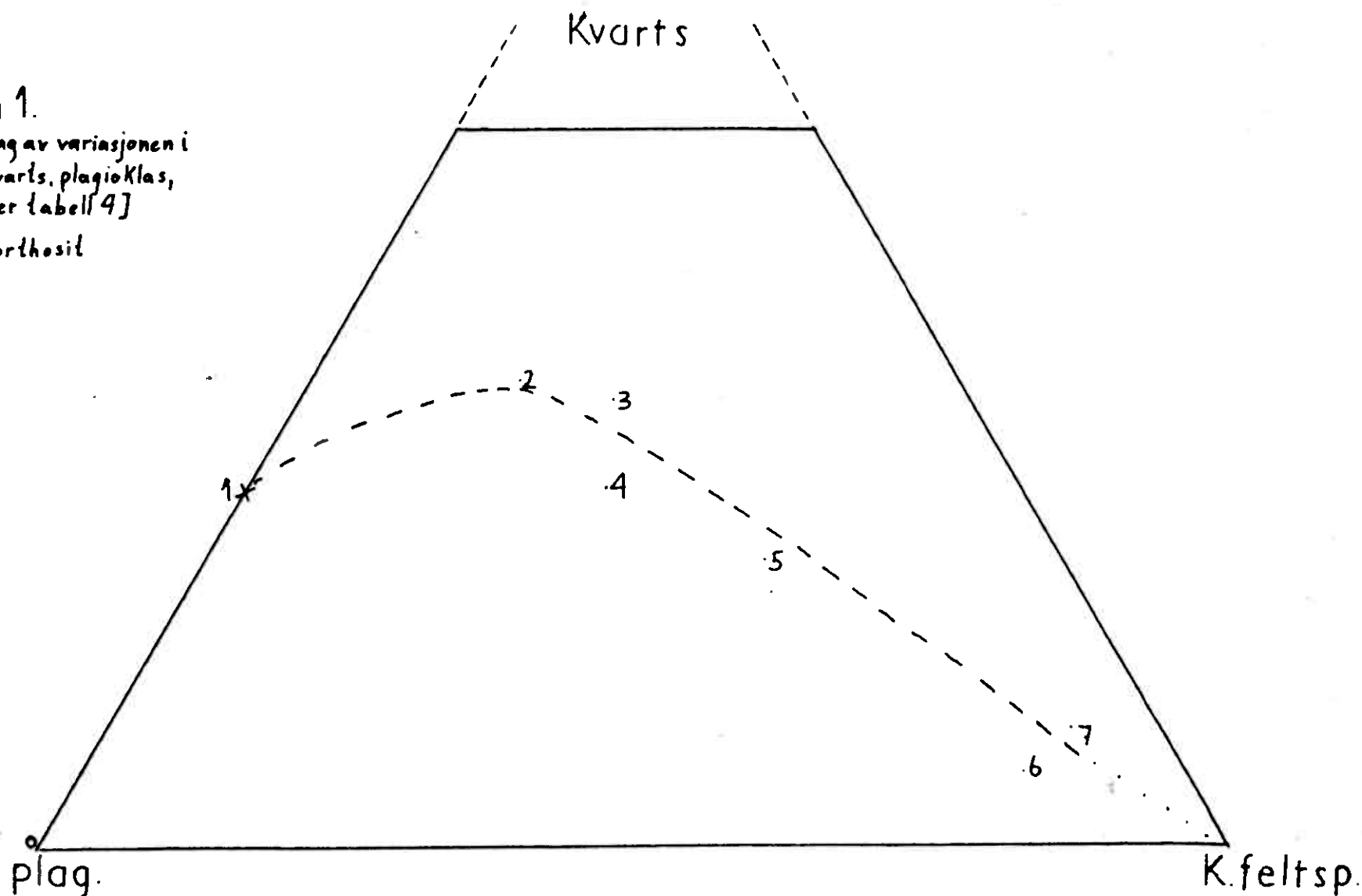
(I prøvene 8 og 9 forekommer mesteparten av feltspaten som "mesoperthit". Mengden av denne står angitt utenfor parentes).

1: Gyadalen, 2: Mydlandsvann, 3: Mydlandsvann, 4: Gyadalen, 5: Gyadalen, 6: Vegskjæring, Örsdalsvannet, 7: Krokevann, 8: Mydlandsvann, 9: Middagsfjell.

Diagram 1.

Skjematisk fremstilling av variasjonen i
de hvite gneisenes Kvarts, plagioklas,
K.feltsp innhold [etter tabell 4]

o vanlig anorthosit



I vårt tilfelle dreier det seg imidlertid om virkelige gneiser og vi kan ikke benytte en klassifikasjon opprettet for magmatiske bergarter.

Om enn i vekslende mengder inneholder alle gneisonens bergarter kvarts. Den er ofte blå, men kan og være helt vannklar. Størstedelen av den forekommer som lange undulerende årer parallelt skiffrigheten. Årene er ofte flere cm. lange. I eks. 3 sees kvartsårene å løpe sammenhengende over hele håndstykkets lengde, ca. 8 cm., mens bredden maksimalt er ca. 2 mm. Foruten denne kvartsen av første generasjon har vi også annen generasjons kvarts i flere av prøvene. I slip sees denne å gjennomsette såvel kvartsen av første generasjon som alle andre mineraler i slipet. Den forekommer sammen med epidot (foto 1 og 2).

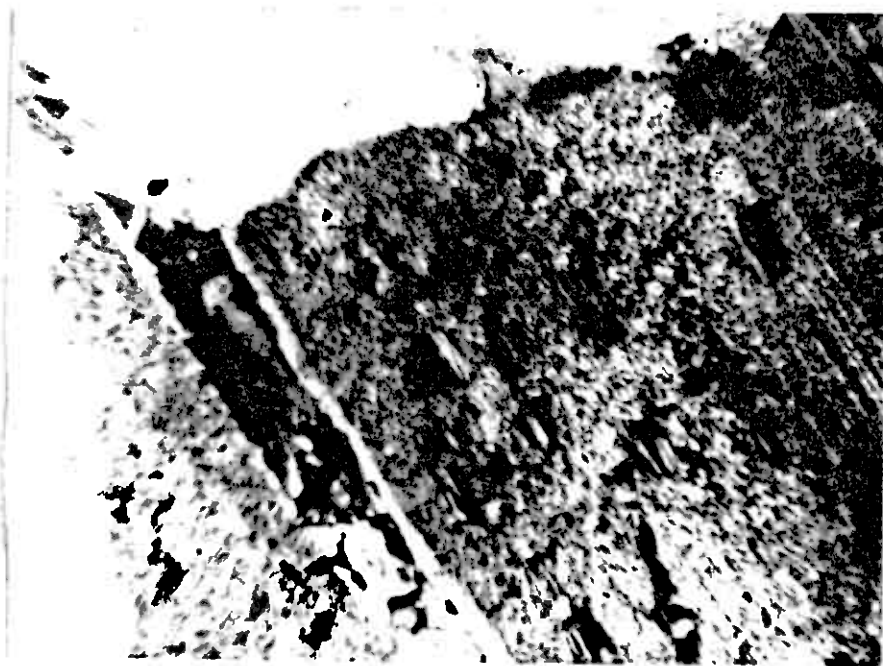


Foto 1. Sekundær epidotførende kvartsgang. Gjennomsetter kvarts (hvit) og saussuritisert plagioklas. Mikroklin inneslutninger kan sees i plagioklasen. Eks. 4. tabell 4, x 70 kryssede nic.
(Foto, B. Mauritz).

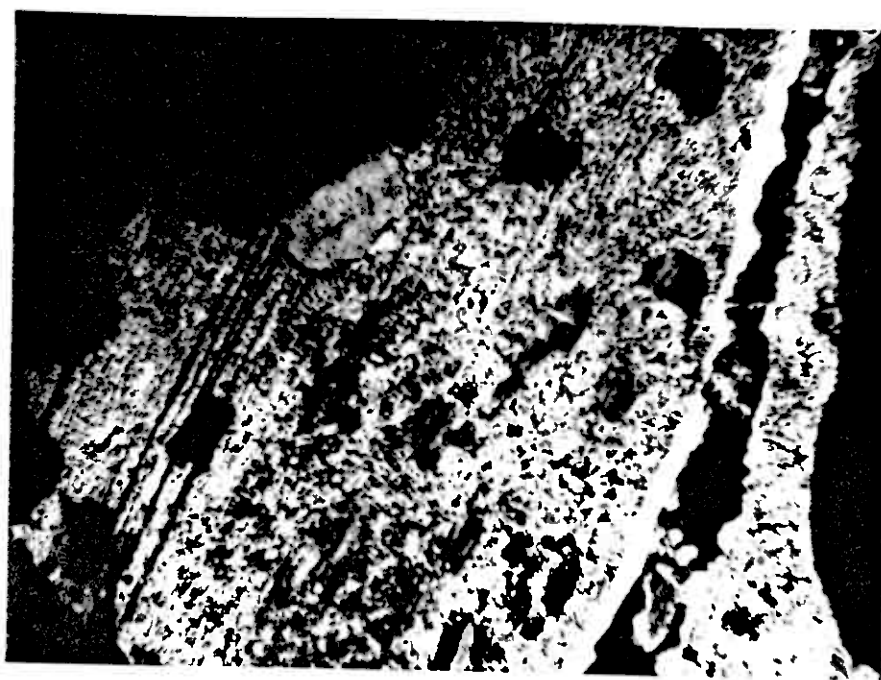


Foto 2. Epidotførende kvartsgang gjennomsettende saussuritisert plagioklas med mikroklin inneslutninger.
Eks. 4. tabell 4, x 70 kryssede nic.

(Foto, B. Mauritz).

Hvor plagioklas grenser opp mot mikroklin er det ofte dannet myrnekit kvarts, tynne spindler som strekker seg fra grensen og inn i plagioklasen (foto 3). Dannelsen av denne vil bli nærmere diskutert under granitiseringen.

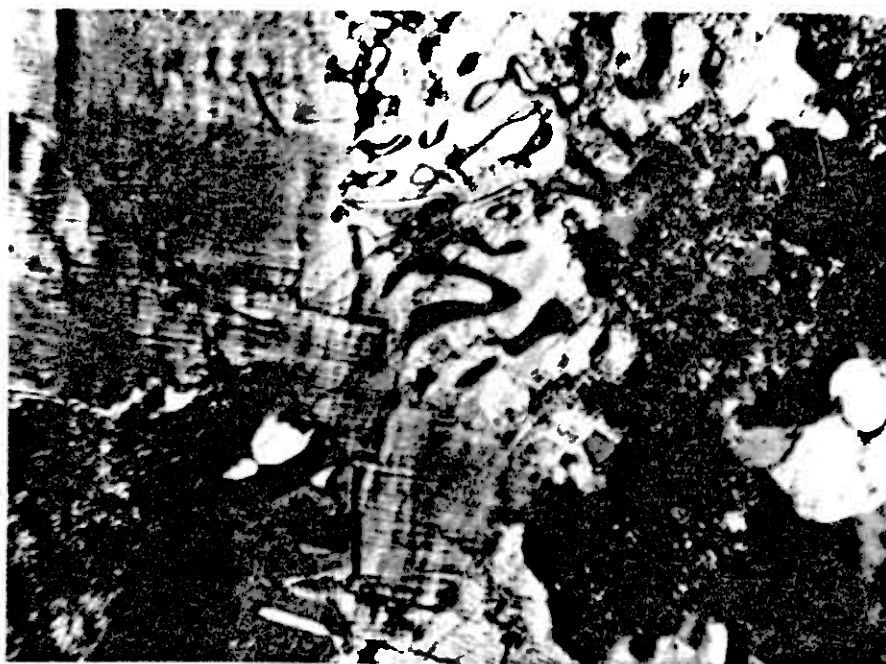


Foto 3. Myrnekit.
Eks. 6. tabell 4, x 70 kryssede nic.

(Foto, B. Mauritz)

Kalifeltspaten i eksemplene i tabell 4 er hele tiden mikroklin, undtagen kanskje i eks. 1 hvor den bare forekommer som antiperthit. Orthoklas forekommer imidlertid i petrografisk sterkt beslektede bergarter. De er som regel perthitiske. Kalifeltspat forekommer også som antiperthitter i plagioklas. Mikroklingitter kan ofte sees i disse (på foto 1 og 2 kan man se antydning til dette). Vi har også kalifeltspat som "mesoperthit". Denne betegnelsen benyttes av professor Michot, og han definerer den slik (foredrag i Geologisk Forening, oversatt efter lydbånd-opptak): "Mesoperthit er en feltspat som hverken er kalifeltspat eller plagioklas, heller ikke en perthit eller mikroperthit, men i virkeligheten en blanding av begge, uten at man kan si den er antiperthitisk eller mikroperthitisk. Det er en gjennomvevet struktur av begge". De tilsvarende typiske mikroperthitter eller "Jotun perthitter" vi vanlig finner i granulitfasis bergarter. Såvel disse perthitene som forholdet mellom orthoklas og mikroklin, vil senere bli nøyere diskutert.

Plagioklas forekommer som det sees av tabell 4, i alle gneistypene. Mengden er imidlertid sterkt varierende. I eks. 8 forekommer den bare sammen med kalifeltspat som "mesoperthit". Plagioklas forekommer også som regel som perthitiske utsondringer i kalifeltspat. Den mengden som forekommer på denne måten er ikke medregnet i tabell 4. Meget ofte er plagioklasen antiperthitisk (foto 4).

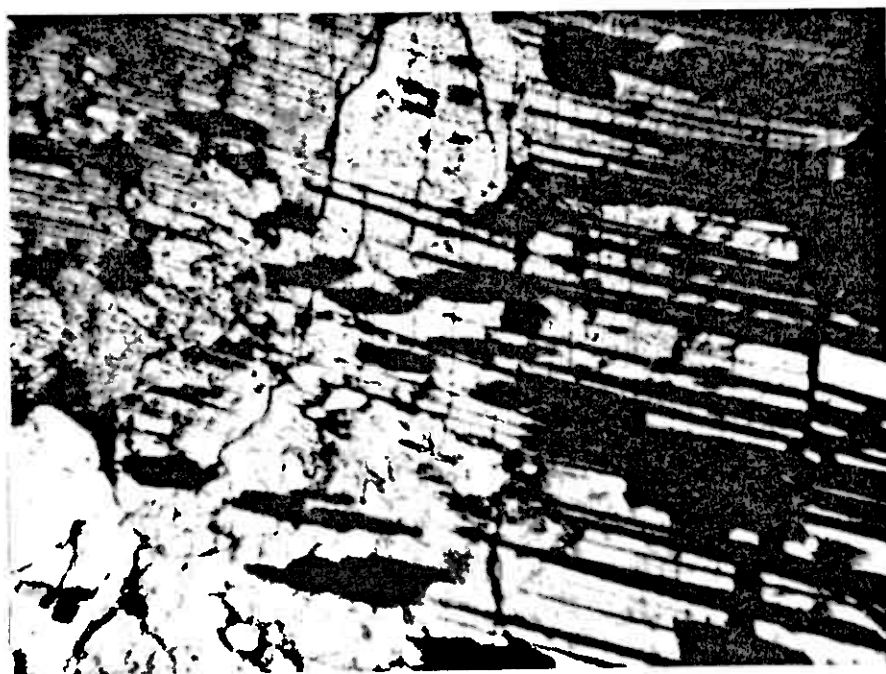


Foto 4. Antiperthitisk plagioklas.
Eks. 1. Tabell 4, x 30 kryssede nic.

Tvillinger etter albitloven mangler i mange tilfeller, andre ganger er de tydelig böyd, og plagioklasen kan mange ganger ha undulerende utslukning som den vi finner hos kvarts. Som det fremgår av tabell 4 varierer sammensetningen fra andesin ($\text{Ab}_{52}\text{An}_{48}$) til omtrent ren albit. I alle tilfeller undtagen eks. 1 er imidlertid plagioklasene sekundært omvandlet. Omvandlingen er en saussuritisering under dannelse av "zoisit", dog er serisit ofte dannet samtidig. Om plagioklasenes sammensetning primært har vært forskjellig i de to forskjellige typene er det derfor ikke mulig å si noe om. På grunn av den sterke omvandlingen er det i mange tilfeller umulig å bestemme sammensetningen.

De mørke mineraler forekommer som det fremgår av tabell 4, i helt underordnet mengde. Den største prosenten har vi i eks. 1 ca. 15 %. Stort sett synes innholdet av disse å avta ettersom mengden av kalifeltspat øker. Granater synes å forekomme hyppigere i disse bergartene enn det fremgår av tabellen. Således kan vi både i eks. 4 og 6 tydelig se granater, men de forekommer spredt og er ikke kommet med i slipene. Granatene er av samme type som de vi finner i amfibolitene. Av jernerts forekommer med sikkerhet magnetit. Ilmenit synes også å være tilstede. I eks. 1 har vi således sammen med jernerts et mineral som i slip ligner meget rutil, uten at dette med sikkerhet er fastslått. Dette kunne da forklares som en sekundær dannelse av ilmenit. I en mikroskopert prøve fra Ørdsalen som ikke er tatt med i tabellen, finner vi rutil som lange nåler i undulerende kvarts (sagenit, foto 5). Denne bergarten er hvit og finkornet. Foruten kvarts og rutil inneholder den feltspat i form av mesoperthit. Denne sees også på foto 5. Ren plagioklas forekommer i mengde mindre enn 1 %. Den virker uomvandlet og er på universalbord bestemt til oligoklas $\text{Ab}_{88}\text{An}_{12}$. Noe serisit forekommer i feltspaten. Biotit forekommer i liten mengde omkring jernerts. Granater forekommer i ganske stor mengde.



Foto 5. "Sagenit".
Rutil nåler i kvarts. De andre stripete kornene
er "mesoperthit". Omtrent ved Eik i Ørsdalen.
x 80 kryssede nic.

(Foto, B. Mauritz).

Eks. 1. Prøven er tatt omtrent midt i gneissonen der denne skjærer Gyadalen. Den ligger her sammen med amfibolit. Strøket er ca. N50V og fallet 25° mot NØ. Prøven representerer de minst omvandlede typer vi finner i feltet. Til tross for det relativt høye innhold av mørke mineraler virker håndstykket helt hvitt. Bergarten er grovkornet. Plagioklasen er ikke sekundært omvandlet og er den mest basiske vi finner i gneissonen ($Ab_{52}An_{48}$). Foto 4 er fra denne prøven. Biotit forekommer særlig omkring jernerts. Granatene ser ut til å være de siste mineralene som er krystallisert. De inneholder innslutninger av kvarts (foto 6).

Eks. 2. Prøven er fra nordsiden av Mydlandsvann. Strøket er N40V og fallet 40° mot NØ. Bergarten er meget sterkt presset. Den er helt hvit og inneholder, som det fremgår av tabellen bare 1 % mørke mineraler som her er klorit. Plagioklasen er sterkt sekundært omvandlet. Foruten vanlig perthitisk mikrokl er det meget feltspat som "mesoperthit" i slippet. Mikroklin



Foto 6. Granat med kvarts inneslutninger.
Eks. 1. tabell 4, x 95 ord. lys.
(Foto, B. Mauritz).

sees flere steder å erstatte plagioklas.

Eks. 3. Denne prøven er også fra Mydlandsvann, men fra sydsiden av vannet. Strøket er N42V og fallet 33° mot NÖ. Petrografisk er den omtrent lik prøve 2. Plagioklasen er antiperthitisk, og antiperthitene har tydelig utviklet mikroklingitter. Da disse iallfall for en stor del må antaes være dannet ved replacement skal vi komme tilbake til denne prøven under avsnittet om granitiseringen (foto 11, s. 66).

Eks. 4. Prøven er fra Eikjelandsdal i Gyadalen. Den er av utseende og forekomst lik de andre. Strøket er N33V og fallet 26° mot NÖ. Bergarten er sterkt sekundært omvandlet. Foto 1 og 2 er fra denne prøven. Håndstykket sees også å inneholde spredte rød granater.

Eks. 5. Denne prøven er også fra Gyadalen. Den er tatt mellom nr. 1 og 4. Strøket er her N48V og fallet 36° mot NÖ. Av utseende er den helt lik nr. 1, men er sterkt sekundært

omvandlet og plagioklasen er blitt en albit. Det store innholdet av perthitisk mikroklin (45 %), gjenspeiler seg ikke i bergartens ytre utseende.

Eks. 6.

Pröven er fra en vegskjæring i Örsdalen nede ved Örsdalsvannet. Den er relativt grovkornet, men mer finkornede typer finnes sammen med den. Ströket er N15V og fallet 30° mot NÖ. Bergarten er sekundært omvandlet hvilket tydelig sees av plagioklasen som er sterkt saussuritisert. Den nuverende sammensetning er en andesin (An_{34}). I håndstykket sees også bergarten å inneholde spredte granater. Hypersthenen må her ansees som et "relikt". Den har skarp uomvandlet grense mot kvarts, men der den grenser mot mikroklin har vi fått dannet en klorit eller serpentin sone med jernerts (foto 7).



Foto 7. "Relikt" hypersthen i granulit fra Örsdalsvannet.
Eks. 6. tabell 4, x 20 kryssede nic.
(Foto, B. Mauritz).

Like ved siden av denne prøven har vi en helt grønn bergart. Den inneholder vesentlig plagioklas og kvarts, men også noe granater. Den grønne fargen kommer av at plagioklasen er helt epidotisert. At vår prøve har beholdt sin hvite farge må da

antaes å skyldes at den helt vesentlig består av kalifeltspat, tildels som perthitisk mikroklin og tildels som "mesoperthit". Foto 3 som viser myrmekit-kvarts som går fra grensen mikroklin-plagioklas og inn i plagioklas er fra denne prøven.

- Eks. 7. Denne prøven, som er tatt nær stien mellom Ördsalen og Gyadalen SÖ av Krokevann, er petrografisk meget lik den forrige, men inneholder ikke pyroksen.
- Eks. 8. Prøven er fra Mydlandsvann. Mesteparten av feltspaten forekommer som "mesoperthit", men noe mikroklin kan også tydelig sees. Det høye innholdet av kalifeltspat synes å gi bergarten en mer rødlig forvittringsfarge.
- Eks. 9. Prøven, som er fra Middagsfjell på NV siden av Ördsalen, inneholder også omtrent all feltspaten som "mesoperthit". Også her synes en lett rødlig forvittringsfarge å vise det høye innhold av kalifeltspat. Mørke mineraler finnes omtrent ikke i denne bergarten.

Ördsalens hvite gneiser forekommer vesentlig i en sone fra Gyadalen over mot Ördsalen. I Gyadalen strekker den seg helt opp til Mydland i nord-öst, og i Ördsalen er den nord-östre grensen omtrent ved Eik. Mot syd-vest strekker den seg i Gyadalen langt utenfor det kartlagte området, og i Ördsalen finner vi den i hvert fall ned til Ördsalsvannet. Mellom de to dalene er den ved Krokevann ganske smal. Vi finner imidlertid igjen lignende bergarter andre steder i feltet, men mange steder er det først ved slip-undersökelse det er mulig å skille dem fra de övrige gneisene.

Bergarter som petrografisk er meget lik eks. 1 forekommer blandt annet på Oddedalsknatten. Av utseende har den imidlertid den samme brunlige fargen som de andre gneisene. Andre bergarter som kjemisk er meget like eks. 1, men som inneholder hypersthen istedenfor granater, er funnet spredt på flere steder. I feltet er det imidlertid umulig å skille dem ut fra de övrige gneisene -. Gneis-området rett öst av grubeplatået inneholder for en stor del "mesoperthit". Disse perthitene er karakteristiske for de hvite gneisene, mens de aldrig er funnet i sikre granodioriter.

Ved vegskjæringen ved Bjordalsvannet lengst nord-øst i Ørdsalen finner vi igjen typiske hvite gneiser sammen med amfiboliter. Som karakteristisk for disse til forskjell fra de granodioritiske gneisene kan anføres:

- 1: Ren hvit farge på friske brudd.
- 2: I almindelighet meget fattige på fenniske mineraler.
- 3: Vanlig forekomst av granater.
- 4: "Mesoperthiter".

Kvarts monzonitiske og granodioritiske gneiser.

Denne gneisgruppen, som jeg tidligere for korthets skyld delvis har henvist til under betegnelsen granitiske gneiser, utgjør den kvantitativt overveiende bergartsgruppen i feltet. Gruppen hører inn under det som tidligere er kalt "Dalernes grå gneis". Betegnelsen Birkremit er også benyttet. Kolderup definerer en Birkremit som en bergart som hovedsakelig består av mikroperthit og kvarts og hvis mørke mineraler for størstedelen er rombisk pyroksen og jernerts. Etter denne definisjonen kan Birkremit-betegnelsen ikke nyttes for gneisene i Ørdsalen. Som regel er det nok mer kalifeltspat enn plagioklas, men det omvendte kan og være tilfelle, og kalifeltspat er aldrig den dominerende feltspat i gneisene. Hyperthen kan forekomme, men det er ingen regel. Bergartene kan virke meget homogene, men er som regel presset. Kornstørrelsen varierer fra helt finkornede til grove, nesten pegmatitiske typer. Rene øyegneiser forekommer og. Øynene består alltid av kalifeltspat (perthitisk). De kan være runde men er ofte avlange med lengdaksen parallell gneisenes foliasjon. De forskjellige typene forekommer sammen og å skille dem på kartet vil kreve et omhyggelig detaljarbeide og et kart i meget stor målestokk. På detaljkartet i målestokk 1:1000 er de grove og finkornede typene holdt adskilt. For de meget finkornede typene er betegnelsen aplit tidligere benyttet. Hvis betegnelsen aplit blir brukt alene, forståes i almindelighet granit-aplit. Petrografisk er imidlertid de finkornede gneisene i Ørdsalen

identiske med de mer grovkornede typer, og betegnelsen kvarts monzonit- eller granodiorit-aplit ville være mer dekkende. Med aplit forståes imidlertid i almindelighet også en bergart hvis dannelse og forekomstmåte er så nær knyttet til pegmatiter at de betraktes som en fase eller variant av disse. I Örsdalen kan imidlertid de finkornede gneisene ikke sees å stå i noe forhold til pegmatiter, derimot har vi gradvise overganger til mer normale grovkornede gneistyper. Jeg foretrekker derfor å nytte betegnelsen finkornede gneiser istedenfor det mer tendensiøse aplitnavnet. - Som tidligere nevnt er inneslutninger av amfiboliter eller rester av disse vanlig å finne i gneisene. Serlig rik på slike inneslutninger er gneisene innen det malaførende området. - Gneisenes farge er som regel grå, men kan også være mer rødlig.

I gneisene er følgende mineraler funnet:

Kvarts	Granat
Kalifeltspat	Hypersthen
Plagioklas	Diopsid
Zoisit	Hornblende
Epidot	Biotit
Serisit	Klorit
	Jernerts
	Titanit
	Zirkon
	Apatit

De femiske mineraler forekommer i disse bergartene i mengde fra ca. 2 til maksimalt 10 %. Det vanligste femiske mineral er biotit. Bergartene har mange steder undergått en sen retrograd metamorfose. Denne viser seg i en kloritisering av pyroksen, hornblende og tildels biotit, samtidig som plagioklasen blir saussuritisert og i mange tilfelle får vi også en seritisering av kalifeltspaten. En mengde av disse gneisene er undersøkt i tynnslip. Tabell 5 viser mineralfordelingen vi finner i dem. Eksemplene antaes å utgjøre et representativt utvalg fra de forskjellige steder i feltet. Diagram 2, s. 38, viser skjematisk forholdet mellom kvarts, kalifeltspat og plagioklas for bergartene i tabell 5.

Tabell 5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Kvarts	34.8	42.2	31.0	27.2	31.4	21.0	29.6	26.8	30.1	26.5	32.3	34.6	31.0
Orthoklas	28.6	31.2	-	34.0	26.7	47.0	-	-	-	-	21.7	-	-
Mikroklin	-	-	40.2	-	-	-	39.4	42.1	39.4	45.0	-	49.3	44.3
Plagioklas	22.1An ₃₈	21.5An ₃₈	22.0	30An ₃₈	34.8An ₃₃	28.2An ₃₄	26.6Ab	28.2	27.5Ab	26.5An ₂₈	39.1An ₄₀	14.0An ₃₆	22.0An ₃₈
Zoisit	2.0												
Epidot	-	-	-	-	-	-	1.0	+	0.3	+	-	-	+
Serisit	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	0.6
Granat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
Hypersthen	-	-	-	0.7	2.7	-	-	-	-	-	4.2	-	-
Diopsid	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Hornblende	5.5	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biotit	3.5	2.0	2.4	3.2	0.4	0.8	-	} 2.3	-	+	-	+	-
Klorit	0.5	1.1	1.8	a	2.0	2.5	3.0		2.7	2.0	-	-	1.7
Jernerts	2.5	2.0	2.6	2.5	2.3	0.5	0.4	0.6	0.3	+	2.7	-	0.4
Titanit	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Zirkon	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Apatit	0.5	-	-	0.3	+	+	+	-	-	-	-	-	-

(+ betyr at mineralet forekommer i meget små mengder). (a: Hypersthenen er her i stor grad omvandlet til et klorit aggregat).

1. Grov gneis. Diamantborhull mellom Schäningsgrube og Wolframsynken.

2. Fink.gneis. " " " " "

3. " " Stoll 1. 4. Grov gneis. Mjåvassknuten. 5. Grov gneis. Skidbufjell.

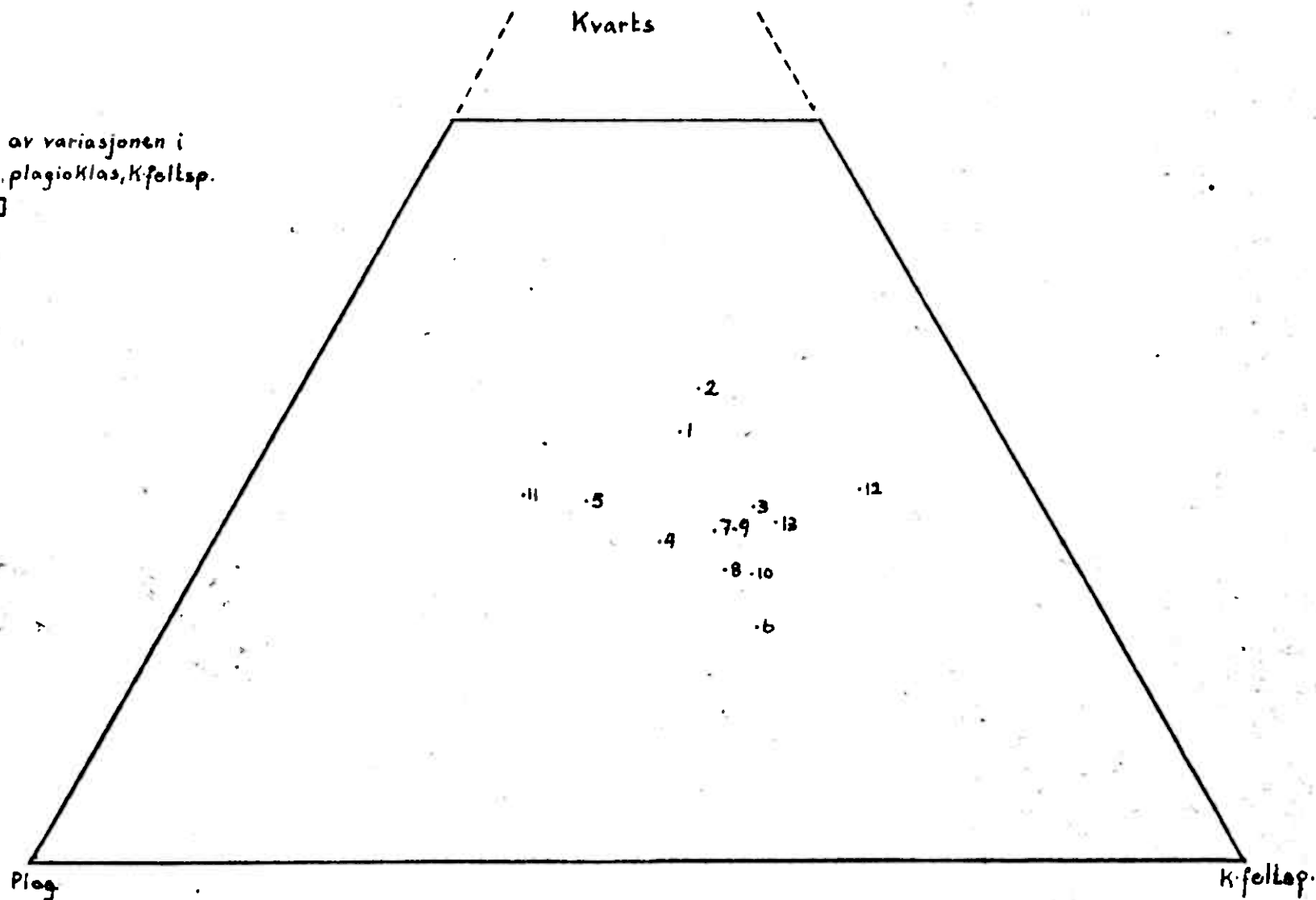
6. Middels kornet gneis. Blåfjell. 7. Middels kornet gneis. Åne. 8. Grov gneis. Fanafjellsvann -

Galtanvanns-draget. 9. Grov gneis. Mydland i Gyadalen. 10. Grov gneis. Björnstadsvann. Gyadalen.

11. Middels kornet gneis. Ca. 500 m. NV av Fiskelöysvann. 12. Middels-fink. gneis. Bergslottknatten.

13. Grov gneis. Bessevatn.

Diagram 2.
 Skjematisk fremstilling av variasjonen i
 granodioritenes Kvarts, plagioklas, K-feltsp.
 innhold [etter tabell 5]



Å gi et tilnærmet riktig bilde av mineralfordelingen i øyegneisene ved slipanalyse er umulig. En slik bergart som jeg har samlet like ved arbeidsbrakken på fjellet i Ørdsalen inneholder foruten øynene, som består av en perthitisk orthoklas, også av plagioklas, hornblende, biotit, noe jernerts og apatit. Mens plagioklasen i gneisene i nærheten (eks. 1, 2, 4 i tabell 5) er en andesin An_{38} , er den her en oligoklas. Den er ikke sekundært omdannet. Myrmekit kvarts trenger fra kalifeltspat-grensen inn i plagioklas.

En annen type av disse gneisene som heller ikke er tatt med i tabell 5, er de som ble nevnt under beskrivelsen av de hvite gneisene hvor en stor del av feltspaten foreligger som "mesoperthit". Disse bergartene, som på denne måten er knyttet til de gneisene vi behandlet i forrige avsnitt, er bare funnet i det området som ligger umiddelbart NØ av det malmførende området. Nettopp i et slip fra en bergart her synes vi å ha et eksempel på hvordan disse perthitene må være dannet. Dette skal nærmere diskuteres i avsnittet om grانيتiseringen. Foruten "mesoperthit" inneholder disse gneisene kvarts, perthitisk kalifeltspat (antagelig orthoklas), plagioklas (oligoklas - andesin), serisit, biotit, jernerts og zirkon. Kvarts forekommer, som det sees av tabellen, i disse gneisene i en mengde som varierer mellom ca. 20 - 40 %. Det vanlige er imidlertid omkring 30 %. Den er alltid undulerende. Kvarts av forskjellige generasjoner finner vi ofte. Spindler av myrmekit-kvarts som trenger seg inn i plagioklasen fra grensen mot kalifeltspat finner vi nesten i hvert eneste slip, såvel når kalifeltspaten er mikroklin som orthoklas, (foto 8), s. 40. Sekundære ganger med kvarts som gjennomsetter alle mineralene i bergarten i likhet med det som er vist på foto 1 og 2 finner vi også i disse gneisene, (eks. 9 og 13 i tabell 5). I disse gangene forekommer da kvarts som regel sammen med epidot og klorit.

Kalifeltspat forekommer som det sees av tabell 5 både som orthoklas og mikroklin. Den er alltid perthitisk. Perthitene er som regel vanlige dråpe perthiter, men også "mesoperthit" forekommer. I de aller fleste tilfellene er kalifeltspaten uomvandlet, men den kan og være noe serisitisert. Mengden av den varierer innen temmelig vide grenser, fra omkring 20 - 50 %, men man kan si at det som regel dreier seg om noen og tredivet %.



Foto 8. Myrmekit i plagioklas inneslutninger i perthitisk orthoklas.
Eks. 1. tabell 5. x 75 kryssede nic.
(Foto, B. Maurits).

Plagioklasenes sammensetning varierer fra andesin til albit. Den mest basiske som er funnet er gitt i eks. 11 tabell 5. Sammensetningen er her bestemt ved måling av utslukningsvinkelen på universalbord. Dette ga en andesin med An_{40} . Den mest almindelige plagioklas-sammensetningen vi finner er ca. An_{38} . I tabell 5 er alle plagioklasene som er surere enn andesin sekundært omvandlet. Temmelig friske oligoklaser er funnet i feltet, men når sammensetningen blir albitisk er de alltid saussuritisert. I mange tilfeller er de da helt om-dannet i et "zoisit" aggregat og sammensetningen umulig å bestemme. Også de meget basiske typene kan være preget av en ganske høy grad av omvandling. I enkelte tilfelle, således eks. 1, har plagioklasene en undulerende utslukning som må antaes fremkommet ved pressing. I mange tilfelle er plagioklasen antiperthitisk (eks. 1, 4, 5, 6, 7 og 13 i tabell 5).

Femiske mineraler, granat, hypersthen, diopsid, hornblende, biotit, klorit og jernerts, forekommer som det sees av tabell 5 i relativt underordnet mengde i disse gneisene. Deres kjemiske sammensetning er for denne bergartsgruppens vedkommende heller ikke nøyere undersøkt. Granat forekommer bare i eks. 12. Det er en vanlig rød almandin. Eksempel 12 er videre den eneste

av disse gneisene hvori granat i det hele tatt er funnet, foruten enkelte steder i nær forbindelse med malmsonen i Örsdalen. Dette skiller denne gruppen klart fra den hvite gneis-sonen hvor granat, selv om dette ikke kommer frem av tabell 4, må sies å være et meget vanlig mineral. Det kan være spørsmål om ikke eksempel 12 heller bør regnes tilhørende den sistnevnte gruppen. Hypersthen, og også tildels diopsid, forekommer i disse bergartene. De knytter gruppen på en måte til Birkremitene. Helt uomvandlet hypersthen er imidlertid sjelden i gneisene. Omvandlingen synes fortrinnsvis skje under dannelse av klorit i likhet med hva vi fant for amfibolitene, men det er mulig at også noe av hornblenden må betraktes som sekundært dannet på denne måten. Det kan være spørsmål om den klorit vi finner i mange ikke pyroksen-førende bergarter alltid representerer en sekundær dannelse på bekostning av hypersthen når bergartens mineraler eller indikerer amfibolit fasis. Når metamorfosegraden er lav blir også hornblenden og biotiten kloritisert, men i mange tilfelle kan helt frisk hornblende sees å grense opp til kloritaggregatet (foto 9).

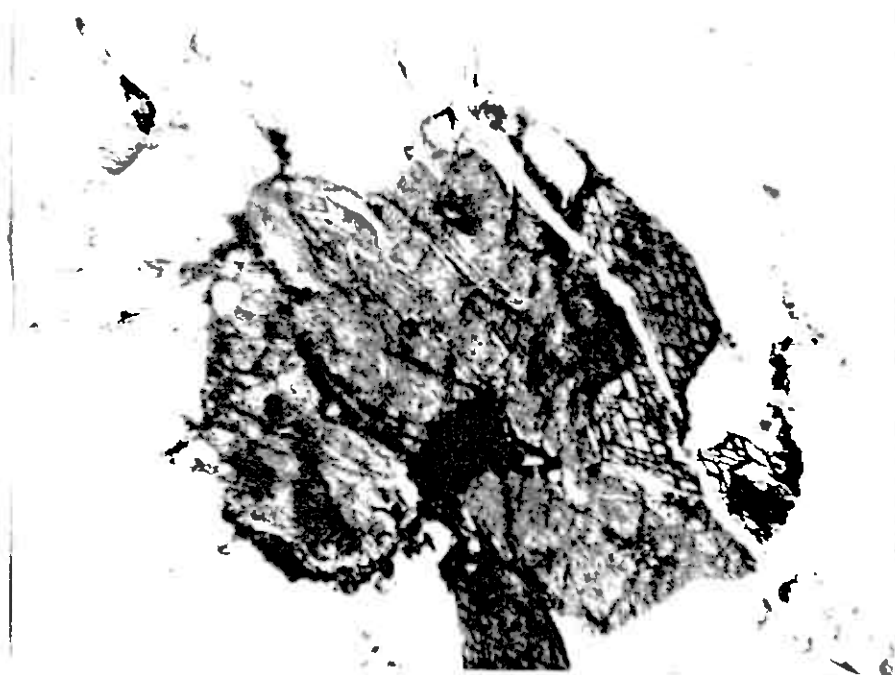


Foto 9. Hornblende grensende opptil delvis "kloritisert" hypersthen. Diamantborhull mellom Schäningsgrube og W. synken.
x 95. ord. lys.

(Foto, B. Mauritz).

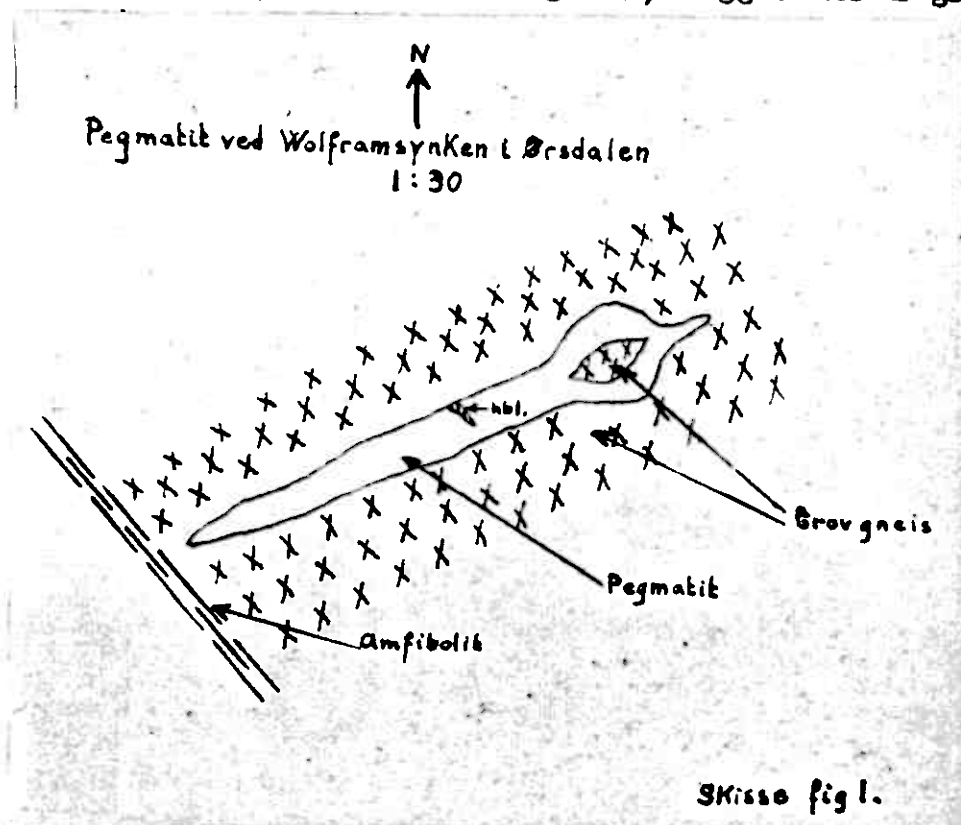
Klorit kan også forekomme i bergartene som primært mineral. Dette er tilfelle når vi finner det sammen med kvarts og epidot i de tidligere omtalte gjennomsettende ganger. - Hornblende synes å forekomme hyppigere i disse gneisene enn det fremgår av tabell 5, og biotit er også et vanlig mineral. Sammensetningen av jernertsen er ikke undersøkt, men det aller meste er temmelig sikkert magnetit, men også hematit og ilmenit vites å forekomme.

Titanit, zirkon og apatit forekommer i helt underordnede mengder. All zirkon forekommer som små pleokroitiske korn i biotit.

Pegmatiter.

Gneisene vi behandlet i forrige avsnitt kan i enkelte tilfelle bli så grovkornede at de får et pegmatitisk utseende. Ser vi bort fra disse tilfellene, hvor spørsmålet grov gneis eller pegmatit nærmest blir en følelsessak, må det sies at forekomsten av pegmatiter er en sjeldenhet i Ørsdalen. De som er, er meget små, og deres mineraler skiller seg ikke fra de vi finner i de omgivende gneisene. Det eneste er forskjellen i kornstørrelse og det forhold at plagioklas ikke synes å forekomme i dem. Som et eksempel skal det her beskrives en liten pegmatit i nærheten av Wolfram synken på grubeplatået i Ørsdalen.

Pegmatiten, se skisse (fig. 1), ligger her i grov,



Skisse fig 1.

relativt lite foliert gneis. Et noen meter mektig amfibolit bånd ligger bare ca. 10 cm. fra pegmatitens VSV ende. Pegmatitens lengderetning er ca. N75Ö. Skiffrigheten i den omgivende bergart slik den er definert i amfiboliten og den svake foliasjon vi finner i gneisen er ca. N45V og faller ca. 73° mot NÖ. Pegmatiten virker i sin helhet upresset. Det synes derfor som den gjennomsetter gneisene. Retningen er imidlertid den samme som den vi finner for et av sprekksystemene. Den markerte sprekken som går fra Stoble vann over mot Wolframsynken (s. 8) har nøyaktig samme retning som pegmatitens lengdeakse, og løper bare ca. 15 m. syd for denne. Denne oppsprekningen må imidlertid ansees som en temmelig ung dannelselse, som i hvert fall er yngre enn malmdannelselse. Dette skal i et senere avsnitt nærmere begrunnes. Pegmatiten det her dreier seg om kan heller ikke sees å være noen sprekke fylling. Det at den er helt upresset behøver heller ikke bety så meget, da som før nevnt, også den grove gneisen den ligger i er relativt ufoliert. Lengden er ca. 2.5 m. og bredden varierer mellom 15 og 20 cm. I den nord-østre enden vider den seg ut til ca. 40 cm. Her har den imidlertid delt seg i to og omslutter en grov gneis av samme type som den omgivende bergart.

Følgende mineraler er funnet i pegmatiten: Kvarts, kalifeltspat, hornblende, biotit og magnetit.

Kvarts og feltspat er hovedbestanddelene av pegmatiten. Vi finner dem alltid i sammenvoksing hvilket gir pegmatiten et skriftgranitisk utseende. Noen sonarbygning av pegmatiten med for eks. kvartsrik kjerne finner vi ikke. Kalifeltspaten kan forekomme i flere cm. store krystaller. Den er en perthitisk orthoklas og identisk med de vi finner i de tilstøtende gneisene. Perthitene er "dråpe" formede.

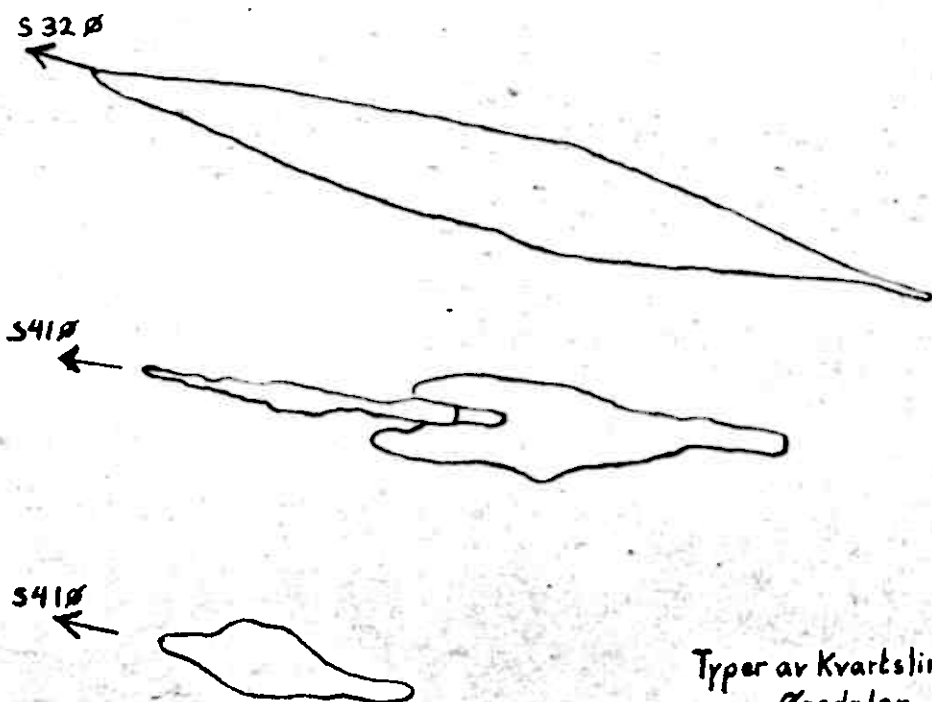
Hornblenden forekommer ofte i flere cm. store krystaller. Det synes som de har en tendens til å ordne seg med C akse loddrett på grenseflaten mellom pegmatit og gneis, eller altså parallelt foliasjonen i gneisene. Et röntgendigram av denne hornblendens viste at den måtte antas å være betraktelig mer jern-rik enn de vi fant i amfibolitene. En film som var merket aktinolit hadde omtrent identiske verdier. Optiske undersøkelser ga til resultat: Pleokroisme: X lys grønn, Y grønn, Z mørk grønn - brun grønn. Brytningsindeks: $n_x = 1.669 \pm 0.002$, $n_y = 1.687 \pm 0.002$, $n_z = 1.692 \pm 0.001$ $n_y - n_x = 0.023$

Etter Tröger's tabeller kan dette på grunn av den store dobbeltbrytning ikke være noen aktinolit, men den må betegnes som en hornblende med ca. 60 mol % av (Fe,Mn,Ti) komponenten.

Biotit og magnetit forekommer også i ganske store krystaller. Magnetiten er ofte utviklet som oktaedre.

Kvartsganger.

Massive kvartsganger finner vi overalt i feltet. Det er mulig de opptrer i størst mengde innen det malmførende området, men også utenfor dette er de meget almindelige. De fleste opptrer i den grove granodioritiske gneisen, men da denne er langt den kvantitativt overveiende bergart i feltet, er det for såvidt ikke noe merkelig i det. Vi finner dem også såvel inne i amfiboliter som langs grensen amfibolit - gneis. Nærmest inn til gangen er da amfiboliten ofte omvandlet i en "råtasone", hvor de mørke mineralene utgjøres av biotit. Betegnelsen ganger er forøvrig lite dekkende da de sjelden er mer enn et parr meter i lengde-retningen, og de er ofte meget mindre. Kvartslinser er et bedre navn. Skisse fig. 2 viser noen karakteristiske utforminger av dem. Selv om lengden av de enkelte linsene ikke er særlig stor, følger flere linser ofte "stjert om stjert" etter hverandre i strøkretningen så



Typer av Kvartslinser
Ørsdalen
1:10
skisse fig 2.

vi får hva vi best kunne kalle "gangtog". Disse gangtogene kan ha en betraktelig utstrekning. "Gangtoget" mellom Schåningsgrube og Wolframsynken er således fulgt flere hundrede meter. Linsene ligger alltid parallelt gneisenes foliasjon. De virker bestandig meget massive, men kvartsen har såvidt jeg har kunnet konstatere alltid undulerende utslukning. Etter deres utseende kan vi dele linsene i to grupper. Den ene, som bare synes å opptre i malmsonen, har en grålig fettaktig glans, mens den andre typen er melkehvit. Også den siste finner vi i malmsonen, men den synes alltid å være helt gold og noen mineralisering kan ikke sees å være knyttet til den. Også molybden-glansen ved Björnestadvann i Gyadalen synes å være knyttet til en mer fettglinsende kvartsgang. Disse kvartsgangene, og særlig mineraliseringen som er knyttet til dem, skal utførlig behandles i et senere kapitel. Det skal her bare slås fast at utenfor malmsonen består linsene av ren kvarts. Det kan således i Ördsalen se ut som vi har to generasjoner med kvartslinser, hvorav den ene synes alltid å være nær forbundet med malm-dannelsen. Begge typene forekommer imidlertid på samme måte i feltet og de er aldrig sett å gjennomskjære hverandre. Noe sikkert om aldersforholdet kan derfor ikke sies. Det er imidlertid nærliggende å anta at hvis vi virkelig har to generasjoner representert her, så er det den malmførende som er eldst. Et sted i feltet, nemlig på Eikoknatten NV av Ördsalen er pene bergkrystaller utviklet i en hvit kvartsgang. Krystallene er melkehvite og ugjennomsiktige. I retning av C akse kan de være mer enn 6 cm. lange og med et tverrsnitt på over 1 cm.

Diabas ganger.

Diabasganger opptrer hyppig i Egersund området, hvor de er iaktatt å gjennomsette alle andre bergarter. De er således klart en yngre dannelselse, men deres alder er ikke klar. Foruten prekambrium er kambro-silur (Kaledon), Perm og Tertiær mulige tidsrom for fremtrengen av diabasganger i dette området. I en liten gang ved Skåre i nærheten av Egersund er det funnet ikke devitrifisert glass. Dette synes å være et sterkt argument for en ung, muligens tertiær, alder for i hvert fall en del av disse diabasgangene. I Ördsalen har vi en diabasgang blottet mellom stoll 1 og 2 nede i dalen. Antagelig samme gangen finner vi igjen litt nedenfor Elektrisitetsverket og i nord-Øst sees

den i skaret opp mot Jodetj. Den er inntegnet sammenhengende på kartet. Strökretningen er ca. N70Ö. Den skjærer således gneisenes foliasjonsretning, og må være yngre enn disse. Det er en hard, grå og meget finkornet bergart som i håndstykke virker lite omvandlet. I tynnslip sees imidlertid at den har undergått en temmelig sterk grad av sekundær omdanning. Vi finner nå følgende mineraler i den: Olivin?, hypersthen, hornblende, klorit, serpentin, plagioklas, zoisit og opake mineraler. Olivinen er ikke med sikkerhet bestemt, men et mineral som forekommer i små mengder inne i klorit-serpentin aggregatene har optiske egenskaper som minner meget om olivin. Det foreligger imidlertid i så liten mængde at det er vanskelig å få gjort noen skikkelig bestemmelse. Hypersthenen virker temmelig frisk selv der den grenser mot klorit, men den er enkelte steder omdannet i hornblende. Plagioklasen er sterkt saussuritisert og vi har fått sekundært dannet "zoisit".

Intet kan sies om diabasens alder. At den er den yngste bergart vi finner i Ørdsalen synes imidlertid å være klart. På den annen side synes den relativt høye grad av omdanning vi finner å vise at den må være eldre enn den glassførende diabas ved Skåre.

Granitiseringen.

Når man arbeider i et område som for en stor del består av bergarter med mer eller mindre granitisk sammensetning vil man alltid være på vakt overfor tegn som kan tyde på magmatisk virksomhet. Med magmatisk menes at bergarter vi nå finner engang har vært i veskefase, uansett om denne er et resultat av fraksjonert krystallisasjon fra et modermagma, i petrologien gjerne antatt av gabbroid sammensetning, eller en flytende fase dannet ved anatekse av bergarter på store dyp. Særlig aktuelt er spørsmålet i et område som Ørsdalen hvor det opptrer malmer av en type som alltid tidligere har vært antatt knyttet til den pneumatolytiske eller hydrothermale fase som vil opptre på et relativt sent stadium under krystallisasjonen av et granitisk magma. Wolfram- og molybden-malmers nære tilknytning til graniter og granodioriter synes å være en empirisk kjennsgjerning. Særlig interesse er knyttet til de finkornede granitene (apliter). Disse antas å ha fått sin finkornige struktur ved at flyktige stoffer opprinnelig var oppløst i magmaet og dermed nedsatt dettes krystallisasjonstemperatur, plutselig har fått anledning til å unnvike gjennom den overliggende bergart, med en rask krystallisasjon av magmaet til følge. Molybden og wolfram antas å følge de flyktige stoffene. På Knaben 2 setter A. Bugge malmen i den nordlige og midtre del av gruben i forbindelse med en slik aplit. Apliten kan sees i den øvre del av gruben, men mot dypet går den over i det vanlige "gangfjell", som er en grå, tydelig foliert granitisk bergart. Den ligner av utseende meget bergartene i Ørsdalen. Også i Ørsdalen finner vi slike finkornede bergarter. På detaljkartet over grubeområdet ser vi en ganske stor "aplit" som ligger mellom Schåningsgrube og Wolframsynken. Den er av utseende noe mørkere enn apliten på Knaben. Et diamantborhull som ble satt igjennom den viser også at den ikke er så homogen som kartbilledet gir inntrykk av. Vi har også her en stadig vekslning mellom grov og finkornet gneis samt kvarts-rik amfibolit. Til og med store feltspat øyne kan vi finne i den, (se kjernebeskrivelse, bilag 1). Under kartleggingen i feltet er det ofte vanskelig å holde de kvartsrike granitiserte amfibolitene fra "aplitene". Granitiseringen foregår slik at kvarts og feltspat vandrer inn, samtidig med at de mørke

mineralene blir omdannet i biotit og deres mengde avtar. Overgangen grov gneis-"aplit"-kvarts rik amfibolit - amfibolit er typisk. Særlig klart fremgår dette av diamantborkjernene. I kolonne 2, tabell 5, s. 37, er gitt en slipanalyse av "aplitene" mellom Schåningsgrube og Wolframsynken. Det fremgår at denne inneholder noe mer kvarts enn det normale for de granodioritiske bergartene. Mengden av kalifeltspat og plagioklas er derimot normalt, mens innholdet av femiske mineraler er noe lavere enn det vanlige. Av viktighet er det å legge merke til at plagioklasens sammensetning ($Ab_{62}An_{38}$) er den helt normale for de sekundært omvandlede gneisene. Undersøkelser av lignende bergarter fra andre steder i feltet viser at det hva mineralinnhold angår er umulig å skille dem fra de grovere granodioritiske gneisene. En oppfatning av et område som dette, kunne være at "aplitene" skulle representere yngre intrusjoner i et gammelt gneis kompleks. Hvis dette var tilfelle, synes det imidlertid at vi skulle vente en systematisk forskjell i de to bergartstypenes mineraler. Det er nesten utrolig at plagioklasenes sammensetning skal være så konstant. Den gradvise overgangen vi finner fra de grovkornede gneistyper til de finkornede, og plutselig umotivert opptreden av store feltspat byer i den siste, tyder ikke på noen intrusiv virksomhet av denne. For meg står det som vi må oppfatte alle de granodioritiske gneis-typene som noenlunde samtidige dannelser, og de prosesser som ledet til dannelsen av den ene må også være avgjørende for de andre.

I Ørdsalen befinner vi oss i et typisk grunnfjellsområde, et ved erosjon blottlagt dyptliggende snitt i en gammel fjellkjede. Bergartene vi finner er de typiske for slike områder. Forskjellige typer av granodioritiske gneiser, små pegmatier og en stadig opptreden av amfibolitiske bånd og linser i forskjellig grad av omvandling. Åregneiser opptrer hyppig de gamle spørsmål om veniter og arteriter kommer inn i billedet. En diskusjon av disse tingene vil føre for langt, men det kan vel sies at man idag for det meste oppfatter slike områder som dannet ved storstilte granitiseringsprosesser av opprinnelige geosynklinalsedimenter og lavaer. En forklaring som helt bygger på en storkning av et granodioritisk magma fremkommet ved en fraksjonert krystallisasjon av et gabbroid modernagma, etter de prinsipper som, hovedsakelig av Bowen, er funnet ved laboratorieforsøk i Geophysical Laboratory i Washington, er vanskelig å tilegne slike områder. Den store

mengden av de granodioritiske gneisene i forhold til gabbroide bergarter for eks. synes å umuliggjøre en slik teori.

Meningene er imidlertid meget delte når det gjelder oppfattelsen av hvorledes granitiseringsprosessen har virket. Man kan for eks. tenke seg et magma, gjerne av gabbroid sammensetning, som har trengt opp og formådd å oppløse store mengder av de overliggende sedimenter. Magmaets sammensetning vil derved forandres og det er mulig vi på denne måten kan få et granodioritisk magma som så har krystallisert. - Amfibolitene er tydelig eldre enn gneisene. Rester etter sikre sedimenter finner vi ikke, hvis da ikke glimmerskifer linsene kan forklares som opprinnelige sedimenter. Amfibolitene har en sammensetning som er meget lik den man vanlig finner for gabbroer og basalter, og det er mulig at i hvert fall en del av dem representerer rester av slike. Et gabbroid eller surere magma vil, etter Bowens reaksjonsprinsipp ikke kunne smelte disse, men reagere med dem under samtidig utkrystallisasjon av mineraler med hvilke smelten er i likevekt. Hvis amfibolitene skulle ha befunnet seg som faste legemer i en ellers smeltet masse, måtte vi vente at de ville bli beveget og dreid vekk fra sin opprinnelige stilling. Nå ligger imidlertid idag, amfibolitene alle med sin lengdeakse parallelt gneisenes foliasjon. Enda merkeligere er det når vi betrakter amfibolitrestene representert ved en anrikning på biotitflak i gneisene. Omrisset av disse har linseform og med samme orientering som de mer uomvandlede amfibolitene. Konklusjonen må bli at amfibolitene under hele granitiseringsprosessen har befunnet seg "in situ", hvilket er vanskelig å forstå hvis de bokstavelig har vært flytende i en smelte.

En annen prosess som i de siste årene har vært meget diskutert, og nå er almindelig anerkjent når det gjelder forklaringen av enkelte magnetiske trekk i granitiske gneisområder, er dannelsen av palingene magmaer ved partiell oppsmeltning av geosynklinalsedimenter. Forklaringen av de granitiske og granodioritiske gneisene i fjellkjededypene, ikke som årsaken, men tvertimot endeproduktet av metamorfosen aksepteres mer og mer. Hvorledes et slikt palingent magma dannes henvises til Barth (7, s. 236) og Ramberg (53, s. 243-244).

Barth (6) antar grunnfjellet i det sydlige Norge sterkt influert av anatektiske prosesser. De PT-betingelser han finner synes å indikere en lav amfibolit fasis, mulig

epidot-amfibolit fasis. Den høyeste temperatur vi kan ha i amfibolit fasis setter Ramberg (53, s. 244) noe mellom 550 og 600°, men på s. 156 skriver han at den bare sjelden overskrider 400-500°. Den høyeste del av epidot-amfibolit fasis skulle da tilskrives en temperatur på ca. 400°. I lys av nyere laboratorieundersøkelser (Goranson), synes det umulig å få dannet et palingent magma ved oppsmeltning av bergarter ved en så lav temperatur. Ved tilsetning av vann i opptil ca. 10 % nedsettes granitens smeltepunkt til ca. 675°. Tilsettes mer vann vil smeltepunktet igjen stige. Nå er det mulig at andre forbindelser som halogen og CO₂, i tillegg til vann, vil kunne presse smeltepunktet noe mer ned. At dette kunne bli av en slik størrelsesorden at vi kommer ned i 400° er dog lite sannsynlig. Med vår nåværende viten synes det umulig å få en partiell oppsmeltning av bergarter ved temperaturer lavere enn ca. 600°. Teoretisk er det allikevel ikke umulig at enkelte av bergartene innen området som ble undersøkt av Barth engang har vært i smeltet fase. Bergartene vi finner oppgir han til 1. kalk og skarn bergarter med mineralparagnesen: kvarts, epidot, zoisit, calcit, granat, skapolit og sjelden vesuvian. 2. Basiske silikatbergarter med mineralparagnesen plagioklas, hornblende, epidot. I begge disse tilfellene har vi tydelig en lav metamorfosegrad. Det er imidlertid et åpent spørsmål hvor mange av disse mineralene er dannet ved en senere metamorfose ved en lavere temperatur. De bergartene som selv kunne tenkes å ha blitt bragt i smeltet fase under anatektiske prosesser er de sure silikatbergartene i området, og særlig da de granitiske gneisene og pegmatitene. For flere av disse bergartene ble det undersøkt om kvartsen opprinnelig forelå som høy- eller lav-kvarts. Ingen tegn på høy-kvarts ble funnet og Barth konkluderer da med at ingen av bergartene innen dette komplekset noen gang har vært oppvarmet til temperaturer over 575°.

Overgangen fra lav kvarts til høy kvarts er imidlertid fulgt av en volumutvidelse. Inversjonstemperaturen vil derfor være en funksjon av trykket og øke med dette. Benyttes Clausius-Clapeyrons formel for inversjonen får vi (Barth (9), s. 91) $dT/dP = 0.0215^\circ$ pr. atm. 573° er inversjonstemperaturen ved 1 atm. Diagram 3, s. 51, er tatt fra Barth (9) s. 92. Av diagrammet fremgår det at ved de dyp vi kan ha i geosynklinaler kan lav-kvarts godt være den stabile modifikasjon av SiO₂ som krystalliserer fra en smelte, men vi vil da alltid

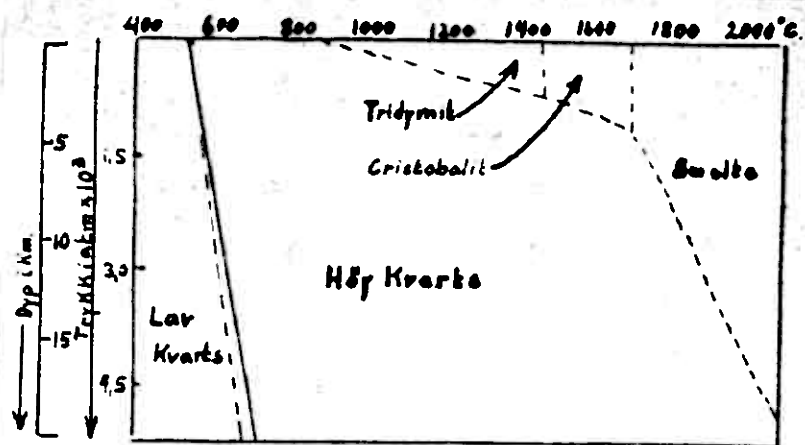


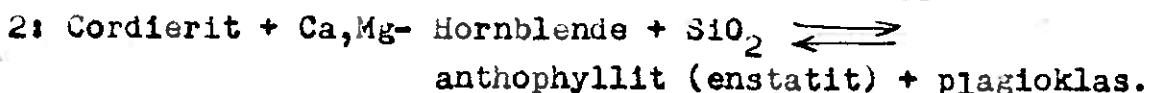
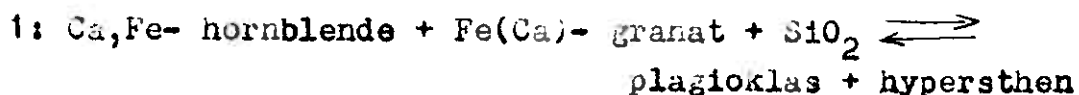
Diagram 2. Stabilitetsområdet til de forskjellige modifikasjoner av SiO_2
[Barth: Theoretical Petrology s. 92]

ha PT-betingelser som kovensjonelt er tilegnet granulit fasis.

Hvordan er så forholdene i Ørdsalen? Metamorfosen innen området skal senere særskilt behandles. Det vil fremgå av denne at i store deler av feltet har bergartene gjennomgått en sekundær omvandling slik at vi idag finner dem i en temmelig lavmetamorf dragt. Etter de resultater undersøkelsen av metamorfosen har gitt (se senere) er det naturlig å anta at den høyeste metamorfe fasis vi idag finner i feltet best representerer de PT-forhold som hersket under granitiseringen. Denne høyeste metamorfosegrad vil bli vist å tilsvare granulit- eller høyamf. fasis. Den laveste temperaturgrense for denne er anta å være ca. 500°C . (Basert på alkalifeltsp. undersøkelser av Goldsmith og Laves (28)). For å få en oppsmeltning ved en noenlunde rimelig temperatur må imidlertid store mengder vann, opptil 10 %, være tilstede i bergartene. Man vil vanlig tro at vann allerede på et tidligere tidspunkt i geosynklinaldannelsen er presset ut av bergartene, slik at disse under de PT-betingelser som definerer granulit fasis skulle være relativt tørre. Rosenqvist (59) påpeker at det karakteristiske for granulitene er at de er vannfrie (ikke hydroksylholdige mineraler), og hevder derfor at vi ikke kan ha noen overgang fra granulit fasis til anatekse ved så lave temperaturer som ca. 700° . Mangelen på hydroksylholdige mineraler ved disse PT-betingelser hindrer imidlertid ikke at vann kan være tilstede i bergarten som en egen fase, (se også Ramberg (5/) s. 34). Yoder (70) har undersøkt systemet $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ og har

funnet at ved en temperatur på 660° er enstatit stabilt med overskudd av vann. Det tilsvarende system med jern er ikke undersøkt, men det er ingen grunn til å tro at temperaturen da vil forandres vesentlig.

Av reaksjonene:



synes det etter Ramberg (5/ s. 39) som lign. 1 foregår ved høyere temperatur enn lign. 2. Dette sier imidlertid ingenting om stabiliteten av hypersthen overfor vann-overskudd sammenlignet med den for enstatit.

En annen ting er at hypersthen neppe vil krystallisere ut av en smelte med granodioritisk sammensetning dannet ved anatekse. Da denne ville være meget vannrik vil biotit være det femiske mineral i likevekt med en slik smelte. Da vi i Ørdsalen finner hypersthen i granodioritene må denne i så tilfelle antas å være et "relikt" fra den opprinnelige bergart.

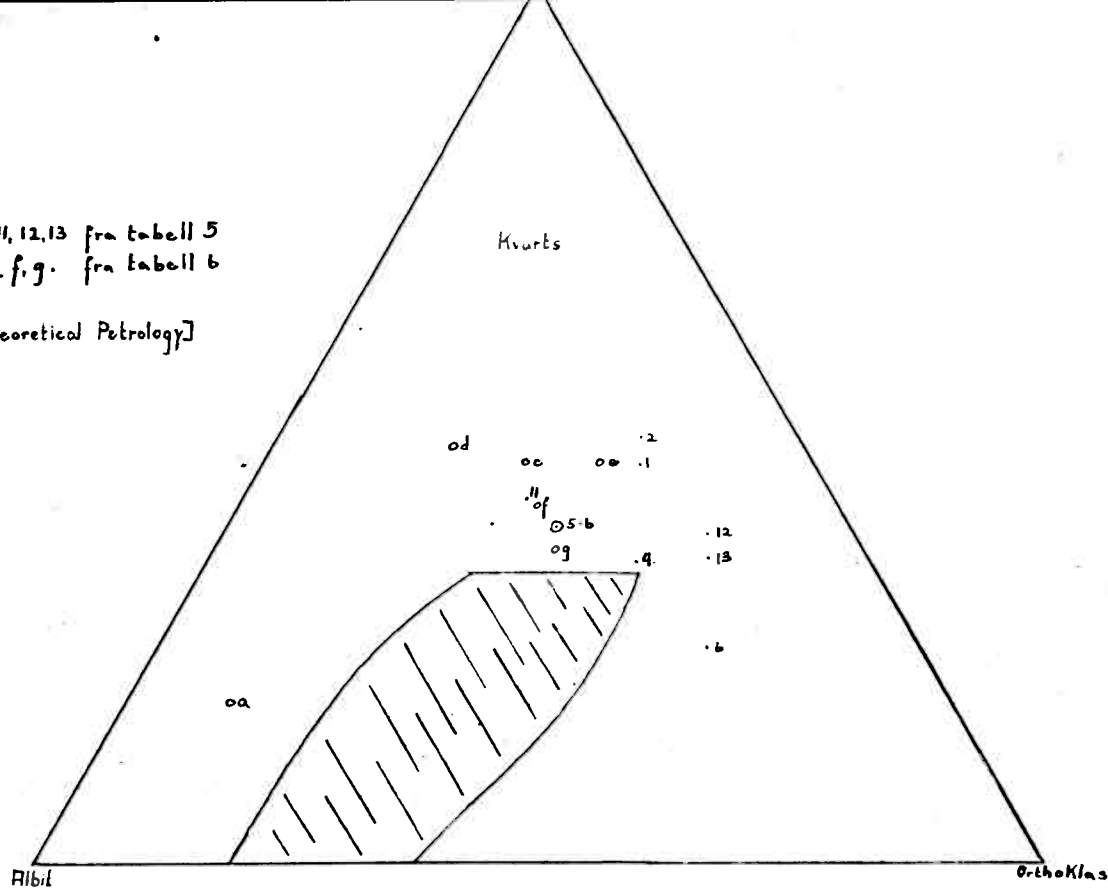
På grunnlag av det foregående kan vi si at mens den absolutte minimums-temperatur for granitiseringen er ca. 500° (alkalifeltspatundersøkelsene) er den mest sannsynlige minimums-temperatur ca. 600° (660°), basert på det forhold at vi finner rombisk pyroksen i gneisene. Det vil si at den har funnet sted i temperatur-området for granulitfasis. Det er således intet i veien for at temperaturen under granitiseringen, i hvert fall lokalt, kan ha vært høy nok til at en partiell oppsmelting av bergartene kan ha funnet sted.

En bergart som har krystallisert fra en smelte må imidlertid, uansett om denne er dannet ved anatekse, følge de fysikalsk-kjemiske lover for krystallisasjon. Jeg har dessverre ingen kjemiske analyser av bergartene. Antar vi at man ved "point counter" vil få et temmelig riktig bilde av mineralfordelingen, skulle eksemplene i tabell 5 kunne tjene som basis. Vi må se bort ifra de som er tydelig sekundært omvandlet. Vi får da igjen eks. 1, 2, 4, 5, 6, 11, 12 og 13. Summen av kvarts, albit og orthoklas er for disse omregnet til 100, og den prosentvise fordelingen funnet. Resultatet er inntegnet på diagram 4 s. 53. Da kalifeltspaten alltid er noe perthitisk skulle punktene forskyves noe over mot albitsiden, parallelt med forbindelseslinjen Ab-Or. Var bergartene

Diagram 4.

- OKs: 1, 2, 4, 5, 6, 11, 12, 13 fra tabell 5
- OKs: a, b, c, d, e, f, g fra tabell 6

[Ottor Barth: Theoretical Petrology]



krystallisert fra en granitisk restsmelte, uavhengig om denne er fremkommet ved fraksjonert krystallisasjon fra et modermagma, ved assimilasjon av bergarter ved intrusjon av et magma, eller dannet ved partiell oppsmelting, skulle de, etter Bowen, ha en sammensetning som ville plasere dem inne i det skraverte området. Det fremgår av diagrammet at ingen av de undersøkte bergartene faller i dette lav-temperatur feltet. Videre har vi i de tidligere benyttede eksemplene omregnet summen av Or, Ab og An til 100, og etter den prosentvise fordelingen er de inntegnet på diagram 5 s. 55. Da et restmagma eller et anatektisk magma skal ligge inne i det skraverte feltet på diagram 4 og nær eutektikumet Ab-Or ved Or_{40} på diagram 5, fremgår det at granodioritene vanskelig kan forklares dannet ved anatektiske prosesser.

Av diagram 5 fremgår det også at hvis granodioritene i det hele tatt skal ha krystallisert fra en smelte, må plagioklas ha krystallisert først, og krystallene ha blitt i smelten inntil donnes sammensetning befant seg på ^{sen} kotektiske kurve. (Dette gjelder alle undtagen eks. 12 som ligger på den kotektiske kurve). Vi skulle derfor i slip kunne se at kalifeltsp. var krystallisert senere enn noe av plagioklasen. Det kan også i flere tilfelle sees at kalifeltspat ligger med uregelmessige grenser mot - og delvis trenger seg inn i - plagioklas.

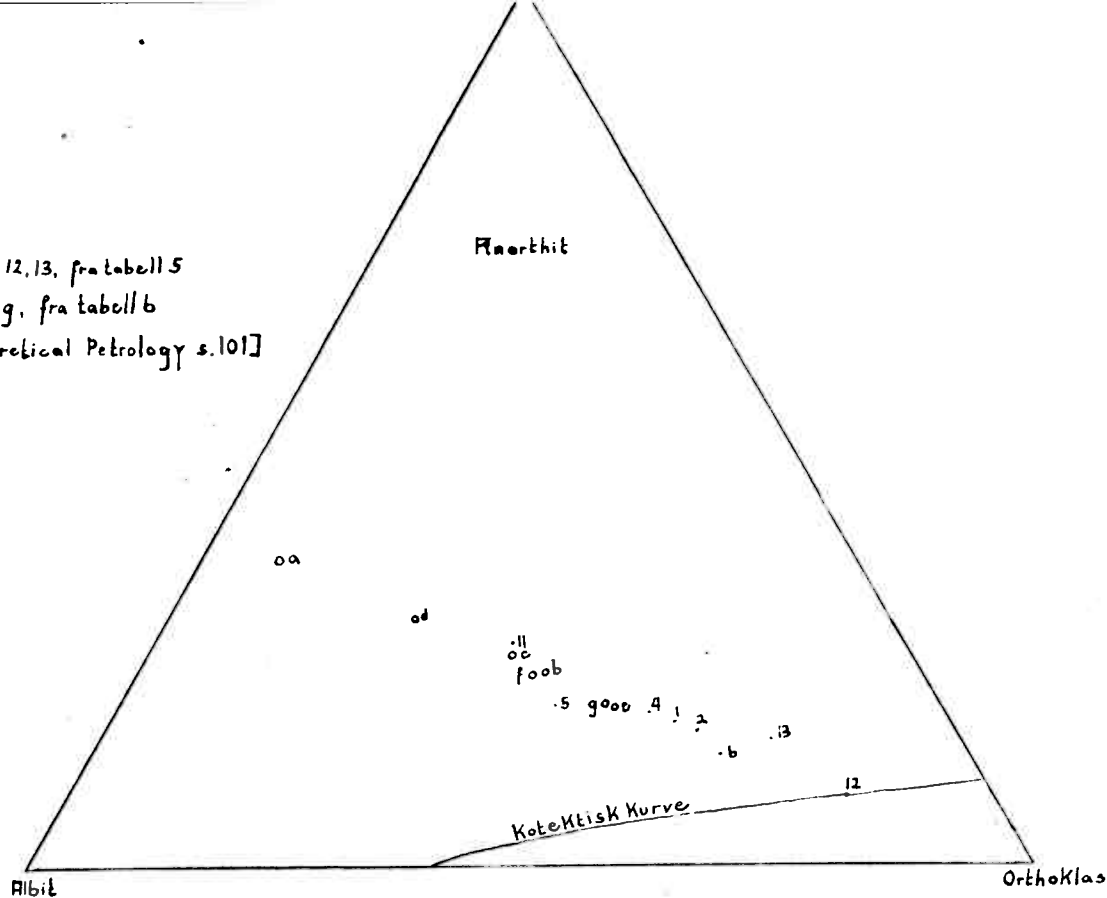
Ramberg (5/) har etter undersøkelser på Grønland funnet at granulit fasis representerer PT-betingelser under stabiliteten av et pegmatitisk magma. Da et slikt magma skulle være den bergartssmelte som var stabil ved de laveste PT-betingelser er det klart at et granodioritisk magma må være enda mer ustabil under disse betingelser. Vi må derfor anta at granodioritene er dannet ved en metasomatisk prosess og at de ikke er blitt bragt i smeltet fase under denne. Da bergartene under granitiseringen, eller granodioritiseringen, hele tiden må ha vært i fast fase, må denne ha virket som en "replacement" prosess volum for volum. Kalifeltspatens begrensning mot plagioklas kan godt forklares ut fra et sânt syn. Hvorvidt de granitiserende elementer beveget seg gjennom bergartene i en oppløsning, en intergranular film, eller om vi har hatt en ionediffusjon i fast fase, er for såvidt denne saken uvedkommende, og også på grunnlag av feltobservasjoner vanskelig å ha noen mening om. Da man i de "assimilerte" amfibolit-restene, som såvel langs grensen amfibolit - granodiorit, av de femiske mineralene, som regel synes å ha en anrikning på biotit,

Diagram 5

• EKs: 1, 2, 4, 5, 6, 11, 12, 13, fra tabell 5

• EKs: a, b, c, d, e, f, g, fra tabell 6

[Eller Barth: Theoretical Petrology s. 101]



er det nærliggende å anta at vann også deltok i metsomatosen.

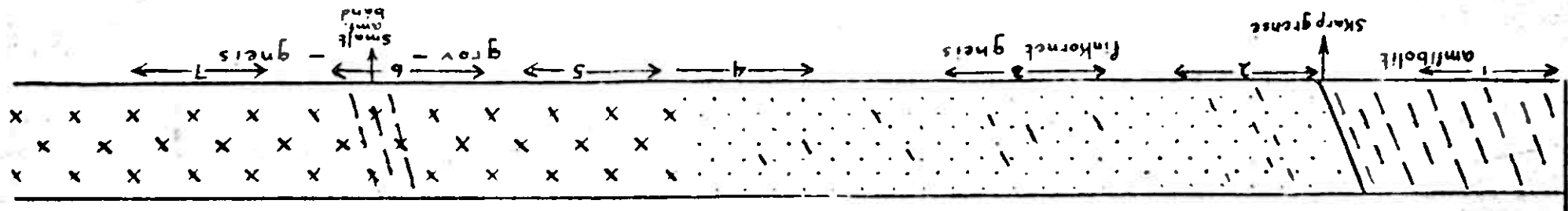
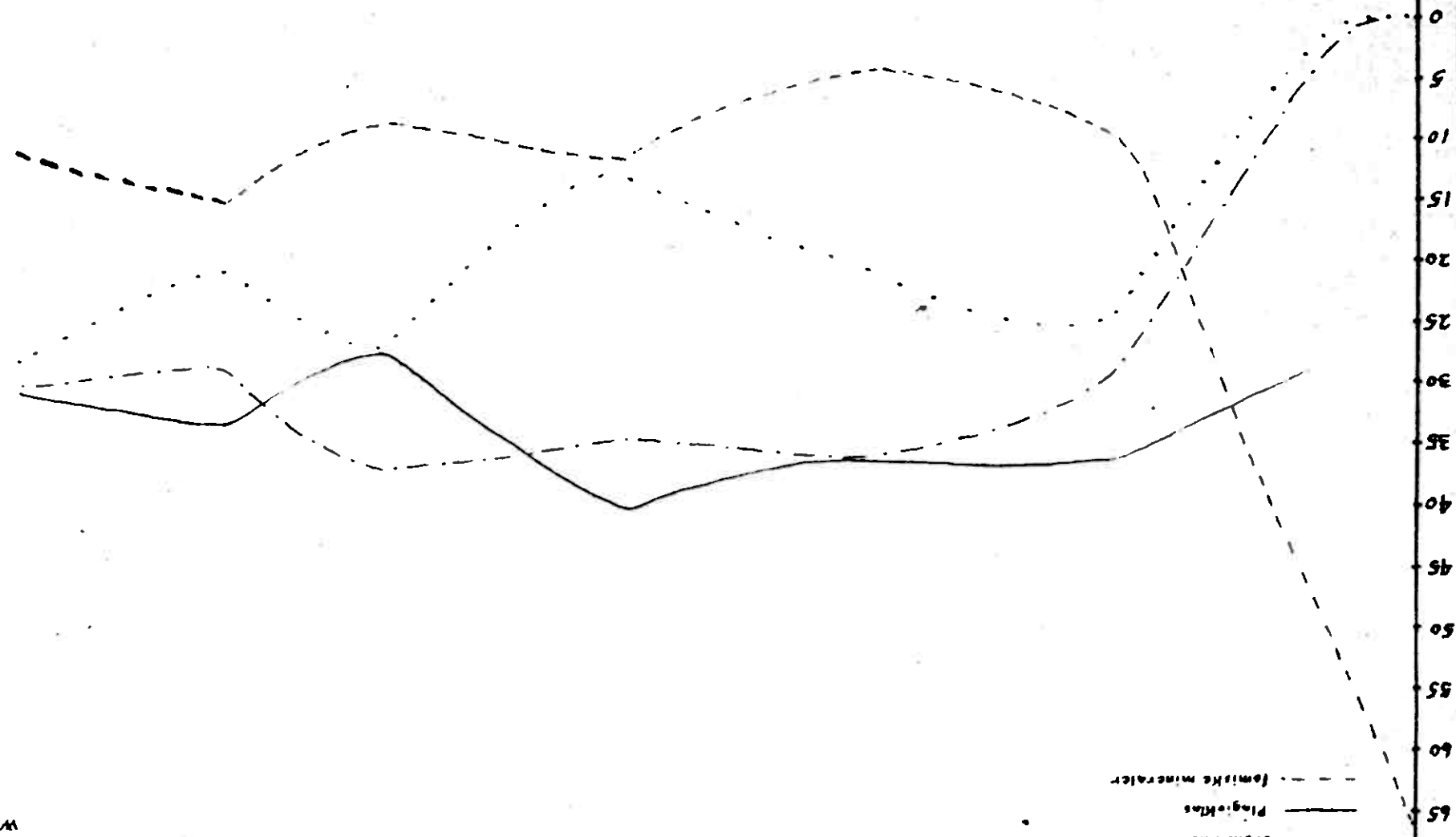
For å få en mer kvantitativ oversikt over elementvekslingen ble en diamantborkjerne undersøkt. Kjernen er fra et borhull mellom Schåningsgrube og Wolframsynken på grubeplatået i Örsdalen. Den undersøkte kjernelengden er tegnet i sann målestokk nederst på fig. 3, s. 57. I den ene enden har vi amfibolit som med "skarp" grense grenser opp mot en fin-kornet gneis som så senere mer gradvis går over i en grov gneis. I begge gneistypene har vi små amfibolitresten. 7 slip fordelt over hele kjernens lengde ble undersøkt. (Plaseringen av slipene er avmerket på figuren). Slipanalysen ble foretatt med "point counter". Mineralfordelingen er gitt i tabell 6, s. 58.

Myrmekitt kvarts forekommer i nesten alle slipene som små årer inn i plagioklasen fra orthoklas grensen. I eks. b og c sees det tydelig hvordan endel av hypersthenen er kloritiseret. I eks. b er den meget lite omvandlet, mens i eks. c er omvandlingen nesten total. Hvorvidt kloriten i eks. d, f og g helt skal tilskrives omvandlet hypersthen er vanskelig å si med sikkerhet, men det er nærliggende å anta at så er tilfelle. I eks. c synes hypersthenen som her nesten helt er kloritiseret, også å vise overgang til hornblende. (Foto 9 s. 41 er fra denne prøven). I de tre siste eksemplene forekommer også epidot i meget underordnet mengde. Forekomsten av klorit og epidot behøver ikke å ha fremkommet samtidig med granitiseringen. For det første synes det forhold at vi finner uomvandlet hypersthen i amfiboliten å vise at den var stabil under de PT forhold som hersket under denne. For det annet er vi her temmelig nær malmsonen hvor også sene hydrothermale omvandlinger har funnet sted. Plagioklasen er i eks. d, e og g antiperthitisk. Det er interessant å legge merke til at plagioklas sammensetningen holder seg temmelig konstant gjennom hele serien. Dog synes den å bli noe surere når vi fjerner oss fra amfiboliten. I eks. a - d har den sammensetningen $Ab_{62}An_{38}$ og i eks. e - g $Ab_{64}An_{36}$. Det er også verd å legge merke til hvordan mengden av jernerts først öker ganske betydelig, for senere å variere omvendt med kalifeltspat.

Variasjonen i mineralinnholdet er vist på fig. 3. Mengden er plottet midt over det tilhørende slip. Noen forklaring av figuren skulle ikke være nödvendig. Det skal bare pekes på at kalifeltspat og også kvarts finnes i slip a et godt

diamantbörgerne fra hell
 mellem skovings grube og
 Wolfraumbrykkeren, Østsjælland

..... Oriskany
 — Plagioklas
 - - - - - fenniske mineraler



Tabell 6.

	a	b	c	d	e	f	g
	%	%	%	%	%	%	%
Kvarts	4.3	29.2	36.0	34.8	37.0	29.0	30.0
Perthitisk Orthoklas	2.5	24.7	20.6	13.0	27.0	21.0	28.3
Plagioklas	29.1An ₃₈	36.5An ₃₈	36.4An ₃₈	40.5An ₃₈	27.3An ₃₆	33.4An ₃₆	30.0An ₃₆
Epidot	-	-	-	-	+	+	+
Muskovit	-	-	-	+	-	-	-
Hypersthen	4.8	1.5	0.7	-	-	-	-
Hornblende	35.4	-	0.4	1.8	-	10.6	-
Biotit	22.7	5.1	3.3	6.0	6.4	1.2	7.3
Klorit	-	+	+	0.4	-	0.4	1.7
Jernerts	1.2	3.0	2.6	3.5	2.3	3.4	2.0
Apatit	+	+	+	+	+	1.0	0.7
Titanit	-	+	-	-	+	+	-
Zirkon	-	+	-	+	-	-	-

(+ betyr at mineralet forekommer i meget liten mengde).

stykke inne på amfibolitsiden av den "skarpe" grensen. Av diagrammet ser det ut som kalifeltspat først og fremst erstatter de femiske mineralene i bergarten. Disse to kurvene er nesten speilbilleder av hverandre. Kvartskurven viser variasjoner i samme retning som kalifeltspat, men med meget mindre utslag, mens plagioklas kurven på samme måte følger kurven for de femiske mineraler. At kalifeltspat ikke bare fortrenger de femiske mineralene, men også erstatter plagioklas kan tydelig sees i flere slip. Foto 10 er i så måte illustrerende.

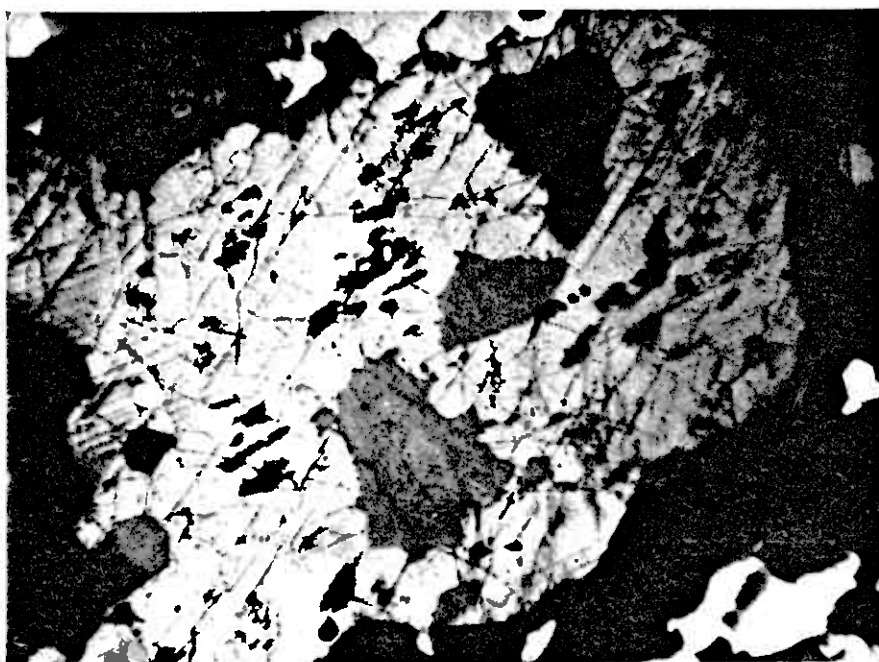
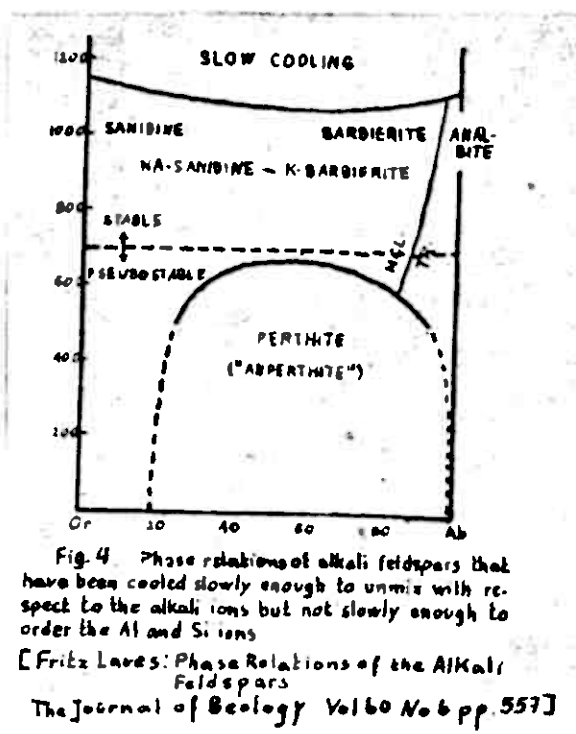


Foto 10. Uregelmessige inneslutninger av perthitisk kalifeltspat i plagioklas.
Diamantborhull mellom Schåningsgrube og Wolframsynken.
x 20 Kryssede nic. (Foto, B. Mauritz).

Plagioklasen, som fyller størstedelen av billedet, har en undulerende utslukning. Ved nærmere undersøkelse viser det seg at den består av to forskjellig orienterte individer. De to retningene av tvillinglemellene kan tydelig sees på billedet. Selv med største forstørrelse kan man imidlertid ikke se noen grense mellom de to. Med bare underste Nicol inne virker det hele som et individ. Inne i dette finner vi så kalifeltspat. Noen av disse kan ligne antiperthitter som er utskilt av plagioklasen ved avkjøling. De to største individene sees imidlertid selv å være perthitiske, (små svarte prikker i kalifeltspaten på fotografiet). Fig. 4 viser det nyeste diagrammet over for-



holdene i serien orthoklas - albit. (Laves 12 s. 557).¹⁾

Av diagrammet fremgår det at vi ved en avblanding av en plagioklas vanskelig kan få en kalifeltspat som inneholder albit i en slik mengde at den senere avblander ca. 15 % av denne (antatt perthit mengde i kalifeltspaten). Fenomenet kan imidlertid forklares som en replacement prosess. Er dette riktig må temperaturen ha vært så høy at den kalifeltspaten som ble dannet på bekostning av plagioklasen kunne ta adskillig Na (albit) i oppløsning, som så senere igjen ble utskilt. Kalifeltspat kan ikke ta særlige mengder anorthit i oppløsning. Fig. 5, s. 61, viser trekomponentdiagrammet Or-Ab-An. Av diagrammet fremgår det at jo mer albit kalifeltspaten opptar, d.v.s. jo høyere temperaturen er, dess mer anorthit kan samtidig opptaes. Den nødvendige albitmengde som vi nå finner i perthitene behøver ikke være tilført, men kan være direkte ekstrahert fra plagioklasen som allerede var tilstede. Vi kan imidlertid etter fig. 5 anta at forholdet albit/anorthit i kalifeltspaten er større enn det tilsvarende forhold i plagioklasen. (Det må bemerkes at diagrammet er basert på undersøkelser over sammensetningen av naturlige feltspater, og at det derfor ikke med

1) De slutninger som er basert på forholdene mellom alkali-feltspatene er gjort med alle forbehold da de virkelige reaksjoner innen systemet enda er meget lite kjent, og de fleste diagrammer mer eller mindre er oppstilt på gjetninger. Således vil resonnementets gyldighet avhenge av avblandingskurvens form mot Or.siden.

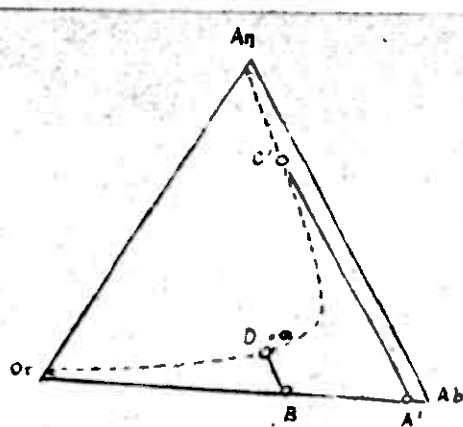
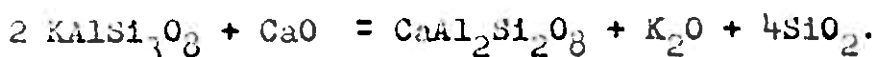
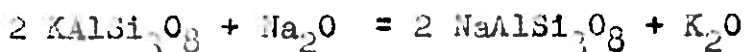


Fig. 5. Trekantdiagram forraskt
avhjölte feltspater

[Fritz Laves: Phase Relations of the
Alkali Feldspars
The Journal of Geology Vol. 60 No. 6 pp 572]

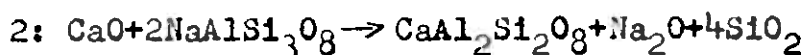
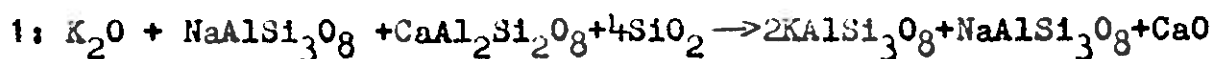
sikkerhet representerer det virkelige stabilitetsområde i tre-komponentsystemet.

Nå kan to ting hende: 1. den frigjorte mengde CaO forsvinner fra bergarten. 2. CaO fordeler seg i den resterende plagioklas og gjør denne mer basisk. I siste tilfelle kan vi få en forklaring på myrmekitkvartsen som ofte opptrer på grensen kalifeltspat - plagioklas inn i plagioklasen. Myrmekit ble opprinnelig forklart dannet ved "replacement" av kalifeltspat med plagioklas etter ligningene



Jo mer anorthit som blir dannet jo mer kvarts blir fri.

Drescher-Kaden (43) antar at myrmekitkvarts er dannet ved replacement i nær forbindelse med dannelsen av kalifeltspat. Da det i Ørdsalen utvilsomt må være en kalium metasomatose som har foregått gir Drescher-Kaden's fremstilling den beste forklaring. Og den stemmer også best med myrmekitens forekomst-måte. For reaksjonene kan vi etter vårt siste tilfelle oppstille følgende ligningsett:



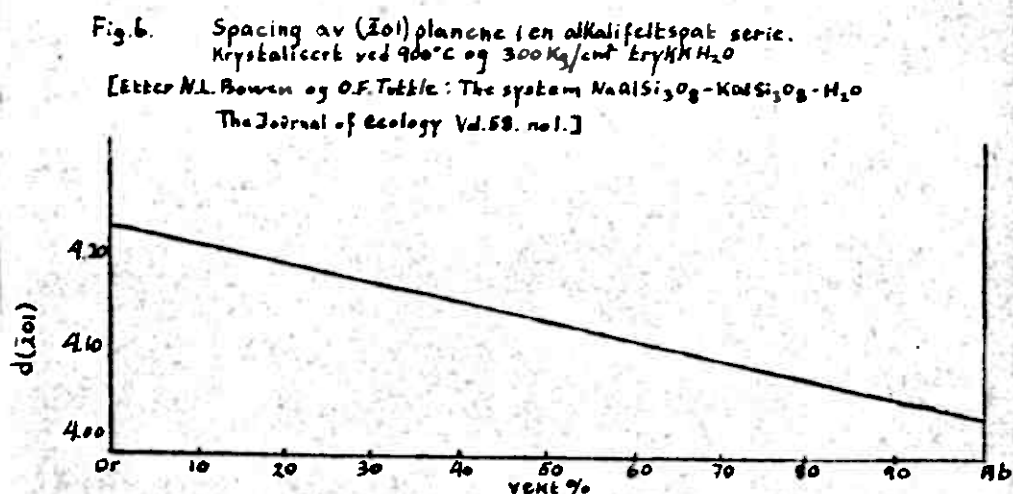
Det kan bemerkes mot dette at den samme mengden SiO_2 som blir frigjort ved ligning 2, må tilføres ligning 1. Nå er imidlertid granodioritiseringen ingen ren kalium metasomatose, men også store mengder SiO_2 må være tilført (se senere). Ligning 2 gir også forklaringen på hvorfor myrmekitkvartsen alltid ligger inne i plagioklasen. At kalifeltspaten i antiperthitene selv

er perthitisk er ikke noe nytt. Lignende tilfeller er beskrevet av O. Andersen (3). Han beskriver disse ikke særlig inngående. Det fremgår imidlertid at heller ikke han antar dem som dannet ved en vanlig utskillingsprosess, men forklarer dem som dannet ved rytmisk krystallisering av kalifeltspat og plagioklas modifisert av resorpsjon og replacement prosesser.

Hadde vi vist hvor meget albit det inngår i kalifeltspaten kunne vi få en minimums-temperatur for granitiseringen ved å benytte fig. 4. Ved slipundersøkelser av kalifeltspaten som er gjengitt i foto 10, er perthitmengden antatt å utgjøre 10 - 15 %. Nå er det imidlertid lite trolig at all albiten er utskilt som perthiter. Noe er sikkert igjen i kalifeltspaten. Mengden skulle heller tilsvare likevekten ved den laveste metamorfose bergarten senere har undergått. Benytter vi likevekten (zoisit)- An_{30} ($\pm$) (Ramberg 53) til å definere overgangen epidot amfibolit - amfibolit fasis, vil vår bergart være i amfibolit fasis. Minimumstemperaturen for denne kan vi sette til 400° . Har vi nå en likevekt mellom albit og kalifeltspat ved denne temperatur og kalifeltspaten under sin dannelselse også var i likevekt med albit, vil den totale mengden albit som har inngått i kalifeltspaten utgjøre ca. 30 - 35 %, hvilket skulle tilsvare en minimums temperatur for dannelsen på ca. 600° . Dette er i god overensstemmelse med hva vi tidligere antok.

Av fig. 5 fremgår det at en kalifeltspat med 10 henholdsvis 30 % albit i oppløsning, kan oppta henholdsvis ca. 2 og 4 % anorthit. Skulle all anorthiten i plagioklasen bli ekstrahert måtte mengden være 5 og 15 %.

Bowen og Tuttle (13) har vært istand til å bestemme sammensetningen av syntetiske feltspater i systemet $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - H_2O , ved måling av spacingen for (201) planene. Deres diagram er her gjengitt i fig. 6.



Det fremgår imidlertid ikke klart av avhandlingen om diagrammet kan benyttes direkte på naturlige feltspater innen systemet. Et röntgendiagram av en kalifeltspat fra en öyegneis, innsamlet ikke så langt fra borhullet, ga d verdien $4.205 \pm 0.05 \text{ \AA}$ for (201) planene. Etter diagrammet gir det sammensetningen ca. $\text{Or}_{85}\text{Ab}_{15}$ uttrykt i vektprosent. I slip sees orthoklasen tydelig å være perthitisk. Mengden av perthitene antaes å utgjøre ca. 25 %. Hvorvidt disse perthitene er ren albit vites ikke, men det er vel sannsynlig at noe anorthit inngår i dem. Den opprinnelige sammensetningen av alkalifeltspaten kan etter dette antaes å ha vært ca. $\text{Or}_{65}\text{Ab}_{35}$, eller omtrent det vi fant som minimumsverdien i vårt forrige tilfelle.

Betrakter vi anfibolitene som den opprinnelige bergart i feltet (vi skal senere se at dette ikke nødvendigvis må være tilfelle), som ved metasomatiske prosesser er omdannet i en bergart med granodioritisk sammensetning, kan vi av slip-analysene av diamantborkjernen få et godt inntrykk av elementvekslingen ved metasomatosen. Det er da greit å benytte seg av Barth's prinsipp om "Standard Cell" (Barth 9) som går ut på at volumet under metasomatosen holder seg tilnærmet konstant. For beregningene er eksemplene a og g i tabell 6 benyttet. Følgende forenklede mineralformler er brukt:

kvarts SiO_2

kalifeltspat $\text{K} \frac{1}{2} \text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 3\text{SiO}_2$

albit $\text{Na} \frac{1}{2} \text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 3\text{SiO}_2$

anorthit $\text{CaO} 2\text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 2\text{SiO}_2$

hypersthen $(\text{MgFe})\text{O} 3\text{SiO}_2$

hornblende $\text{NaO} \frac{1}{2} 3,7 \text{CaO} 8,5(\text{MgFe})\text{O} 4,4\text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 13\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}$

biotit $2\text{K} \frac{1}{2} 6(\text{MgFe})\text{O} 2\text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 6\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}$

klorit $5(\text{MgFe})\text{O} 2\text{AlO}_{1\frac{1}{2}} 3\text{SiO}_2 4\text{H}_2\text{O}$

magnetit FeOFe_2O_3 .

Det er sett bort fra den lille mengden apatit som forekommer i begge slipene.

Dette gir:

Tabell 7.

	Kation %	
	a	g
SiO ₂	45.2	66.0
AlO _{1½}	15.7	15.0
FeO _{1½}	0.8	1.3
(FeMg)O	19.6	3.7
CaO	6.3	2.4
NaO _½	4.7	3.7
KO _½	3.0	6.5
H ₂ O	4.7	1.4
	100.0	100.0

"Standard Cell"

a K_{3.2}Na_{4.8}Ca_{6.7}(MgFe)_{21.0}Fe_{0.3}³Al_{16.7}Si_{48.5}O_{150.6}(OH)_{9.4}

b K_{6.2}Na_{3.6}Ca_{2.2}(MgFe)_{3.6}Fe_{1.3}³Al_{14.3}Si_{62.5}O_{157.4}(OH)_{2.6}

Ved metasomatosen har vi fått

tilført:	3.0 K ioner	bortført:	1.2 Na ioner
	0.5 Fe ³ "		4.5 Ca "
	14.0 Si "		17.4 (MgFe)
			2.4 Al
			6.8 H
	17.5 kationer		32.3 kationer
tilsvarende	60.5 valenser		59.0 valenser

Det er verd å legge merke til at bare kalium og silisium må tilføres, samtidig med at noe av jernet blir oksydert. Det bør også påpekes at vann synes å fjernes under prosessen. (Dette betyr ikke at metasomatosen var "törr". Granodioriten har en kjemi som ikke tillater opptagelse av vann i mineralene ved de PT-forhold som hersket under metasomatosen. Vannet kan enten senere ha undveket, eller delvis blitt opptatt i de femiske mineralene i amfiboliten).

Eksemplene fra diamantborkjernen er tegnet inn på diagrammene 4 og 5 sammen med de andre granodioritiske gneisene. Vi ser at deres sammensetning ikke avviker fra de andre.

Ørsdalens hvite gneiser (granuliter).

Når det gjelder disse bergartene er problemene meget enklere enn for de granodioritiske gneisene. Alle feltobservasjoner synes å støtte en metasomatisk dannelselse for disse. Disse bergartene med sitt like utseende til tross for en varierende fordeling av de bergartdannende mineraler (de mikroklin-rike typene er dog kvantitativt langt de overveiende), med ofte flere cm. lange undulerende kvartsårer, med den hyppige forekomst av tildels over en cm. store korn av granat med almandin sammensetning, må tydes som en metamorf og metasomatisk dannet bergartsserie. Samme sted som eks. 5 i tabell 4 s. 25, er det et ca. 10 cm. "öye" av en perthitisk mikroklin. Öye dannelselse forekommer derfor såvel i disse som i de granodioritiske gneisene. Bergartenes forhold til amfibolitene de forekommer sammen med er ikke helt klar. Deres forhold til disse minner om granodioritenes. Den store sekundære omvandlingen av dem, hvilket har resultert i en saussuritisering av plagioklasen, gjør det imidlertid vanskelig å benytte diagrammer i likhet med de som ble benyttet for granodioritene. Bergartene må oppfattes som opprinnelig dannet i granulit fasit. Dette skal nærmere gjøres rede for under avsnittet om metamorfosen. I tynnslip kan det klart vises at metasomatiske prosesser har funnet sted.

Foruten kvartsen, hvis forekomstmåte tyder på en sekundær dannelselse, kan vi også her se tydelige eksempler på en kalium metasomatose. Kalifeltspat grenser således flere steder med "replacement" kontakt mot plagioklas. Myrmekitkvarts er også her en typisk foreteelse, hvilket etter Drescher-Kaden støtter antagelsen av en kalimetasomatose. Plagioklasene er ofte antiperthitiske, (foto 4 s. 29). Noen ganger kan tydelig mikroklingitter sees i disse (foto 1 og 2, s. 27 og 28). I mange tilfeller kan imidlertid det som ser ut som antiperthitter ikke forklares som en almindelig utskillelles prosess. Foto 11 viser mikroklin-inneslutninger i plagioklas. Kontakten mellom det store mikroklin individet og plagioklasen på midten av billedet er ujevn og en typisk "replacement" grense. Det kan imidlertid ikke sies noe om det er plagio-

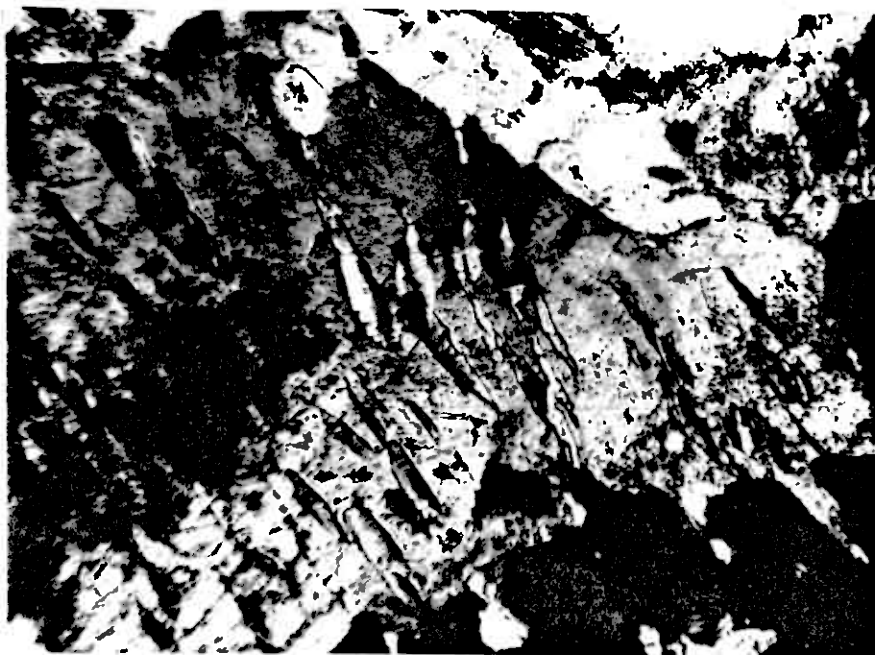


Foto 11. Mikroklininneslutninger i plagioklas (gråhvit og svart). Mikroklin-individet til høyre sees å skjære over grensen mellom to plag. individer. Eks. 3. tabell 4, s. 25. x 80 kryssede nic. (Foto, B. Mauritz).

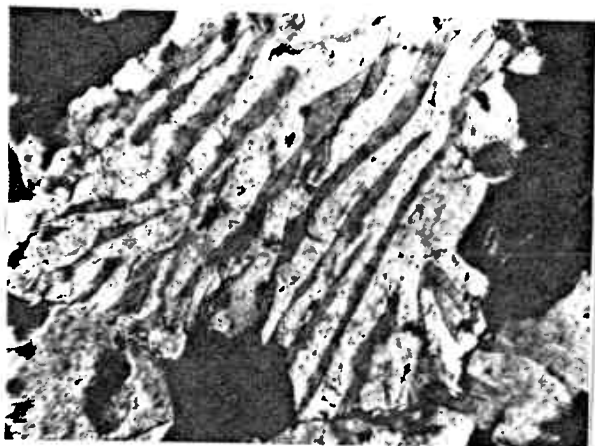
klasen som erstatter mikroklinen eller omvendt. At det siste er tilfelle synes å være bevist med det mikroklin-individet vi finner ved nederste høyre hjørnet på billedet. Det sees å overskjære kontakten mellom to plagioklas-individer med forskjellig orientering.

"Mesoperthit" er en feltspat vi ofte finner i disse bergartene, mens den er fremmed for de typiske granodioritiske gneisene. I gneismassivet rett NØ av den malmførende sonen finner vi dem, men som tidligere nevnt er det spørsmål om denne skal regnes tilhørende granodioritene. Professor Michot's definisjon av en mesoperthit er gitt på side 29. Spørsmålet er nå hvorvidt disse perthitene bør oppfattes som "exsolution"- eller "replacement" perthiter. På en ekskursjon med Michot i Egersund-feltet sommeren 1954 ga han på spørsmål uttrykk for at han betraktet dem som dannet ved "replacement" prosesser. For spørsmålet er de 5 fotografiene på sidene 67 og 68 av interesse. Alle fotografiene er i samme målestokk og er tatt fra det samme slipet. Prøven er fra gneismassivet NØ av malmsonen i selve Ørdsalen. Lignende eksempler finner vi imidlertid også i den virkelige granulitsonen.

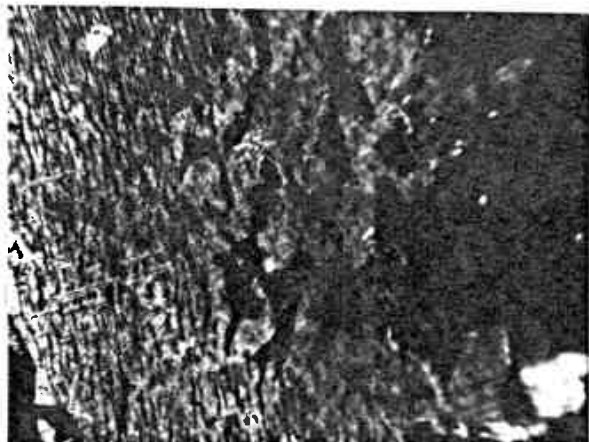
Foto 12 viser årer av kalifeltspat (svart) som trenger seg inn



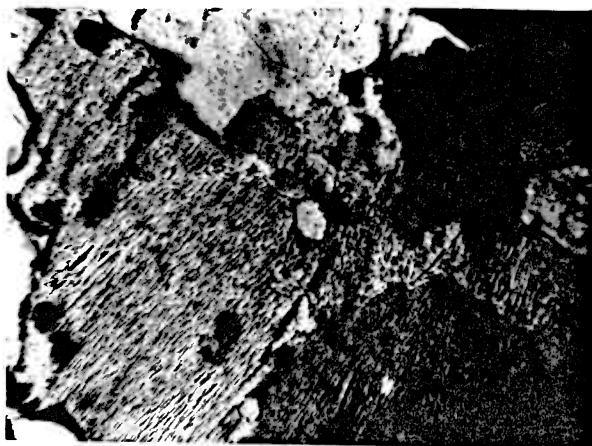
12
x 100
kryssede nic



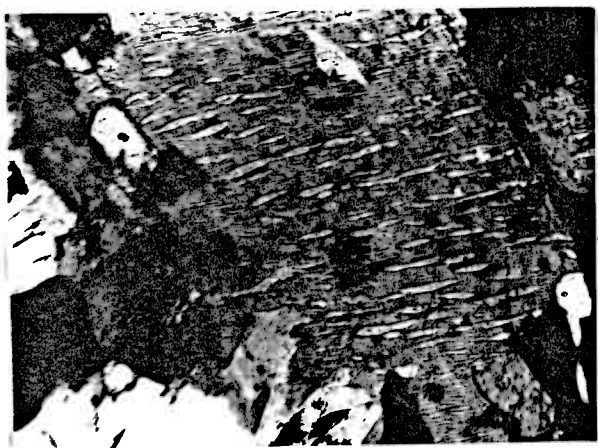
13
x 100
kryssede nic



14
x 100
kryssede nic



15
x 100
krysaede nic.



16
x 100
krysaede nic.

i plagioklasen. Plagioklasens sammensetning ligger på grensen oligoklas andesin.

Foto 13 viser en tettere fordeling av kalifeltspat-årene. I enkelte av årene kan det sees at kalifeltspaten selv er perthitisk i likhet med det som er vist på foto 10 s. 59 for de granodioritiske gneisene. Dette vil jeg forklare på samme måte som i forrige tilfelle. Plagioklasens tvillinglameller kan ikke sees på billedet, men i slippet finner vi at de har samme orientering i forhold til kalifeltspat-årene som på foto 12. . Foto 14 viser en intim blanding av kalifeltspat (svart) og plagioklas (hvit). Vi kan enda se tvillinglamellene i plagioklasen og ser at de har samme orientering i forhold til kalifeltspaten som i foto 12. Feltspaten er her nesten en "mesoperthit".

Foto 15 viser en typisk "mesoperthit". Kalifeltspaten og plagioklasen finnes her i en så intim blanding at det ikke er mulig lenger å si hvem som erstatter hvem, eller om vi har en perthit eller antiperthit.

Foto 16 viser en mer vanlig, om enn temmelig sterk, perthitisk kalifeltspat. (Kalifeltspat: grå, plagioklas: hvit).

At en kali metasomatose i hvert fall er den indirekte årsaken til mesoperthit dannelsen synes å være klart. Det kunne imidlertid være mulig at de PT-forhold som hersket under metasomatosen var av en slik størrelsesorden at den nydannede kalifeltspat var istand til å ta store mengder plagioklas i oppløsning, og at denne så senere var utskilt i form av mesoperthiter. Med andre ord at fotografiene 15 og 16 skulle bytte plass. Jeg har personlig ingen analyse av mesoperthitene. På sitt foredrag i Norsk Geologisk Forening ga professor Michot resultatene av en analyse han hadde fått utført. Den ga følgende sammensetning av feltspaten $An_{14}Ab_{52}Or_{34}$. Tegner vi denne inn i tre-komponentdiagrammet OrAbAn (pkt. a fig. 5, s.61) finner vi at den ligger inne i feltet til venstre for den prikkede kurven. Antar vi at diagrammet er riktig, vil det si at en homogen feltspat med denne sammensetningen ikke er mulig. Betrakter vi perthitene i kalifeltspaten på foto 13 og 16 finner vi at disse er av samme type. Det er da mest nærliggende å betrakte dem som utskilt av en opprinnelig homogen feltspat, og ikke mesoperthiten på foto 15.

Å få en kvantitativ oversikt over stoffvekslingen i likhet med hva vi fant for granodioritene, er vanskelig for disse gneisenes vedkommende, da vi ikke med sikkerhet kjenner

den primære bergart. Antar vi at de alle har noenlunde samme primære sammensetning, vil eks. 1, tabell 4, s. 25, representere den minst omvandlede. Også den inneholder imidlertid store mengder kvarts (34 %) som kan være sekundær. Er det tilfelle, vil den primære bergart ha en sammensetning som ligner anorthositene, eller bedre leuconoritene, i Egersundfeltet. På grunn av det høye innhold av femiske mineraler, ca. 15 %, i eks. 1, ligger leuconoriten som kan inneholde opptil 30 % av disse, nærmest. Både utseende, antiperthitene og sammensetningen av plagioklasen i eks. 1 er identiske med hva vi finner i Egersund bergartene.

Av tabell 4 ser vi, idet vi går fra venstre mot høyre, at metasomatosen må ha resultert i en tilførsel av vesentlig K-ioner, mens store mengder Mg, Fe og Ca-ioner har forsvunnet. Hvorledes det forholder seg med de andre elementene vites ikke sikkert, men er leuconoriten den primære bergart må også store mengder SiO_2 være tilført. Vi får da en metasomatose av samme karakter som hva vi fant for granodioritene.

Under behandlingen av granodioritene beregnet vi elementvekslingen under forutsetning av at amfibolitene representerte sammensetningen av den opprinnelige bergart. Dette er imidlertid langt fra sikkert. Om spørsmålet skriver Ramberg (53 s. 262): "To a certain extent such rocks are formed by a kind of metasomatism either by subtraction of "granitic" or "salic" elements from the original less basic rocks or by introduction and fixation of "basic" or "mafic" elements: Mg, Ca, Fe, Mn, Ti etc." - - og noe senere - - "There is, by no means, any likelihood that the major portion of the amphibolites in gneissic complexes have originated through basification of originally less basic rocks. There are reasons for these rocks commonly being recrystallized basic igneous rocks, like basalt layers and diabase dykes."

I tabell 8 er amfibolitene sammenlignet med en olivinbasalt, Gough Island, South Atlantic, (kolonne 1), (Barth 9 s. 81). Til sammenligningsgrunnlag er benyttet amfibolit a fra tabell 6. Denne er imidlertid ikke pålitelig da den er tydelig påvirket av metasomatosen (kolonne 2). Som eksempel på en sikker uomdannet amfibolit er tatt eks. 1 tabell 1 side 15, (kolonne 3). Denne har imidlertid et høyere anorthit innhold, An_{60} , enn hva som er vanlig. Kolonne 4 gir

da hva jeg antar for den mest sannsynlige opprinnelige gjennomsnitts-sammensetning. Den er stort sett lik kolonne 3. Forskjellen er bare at plagioklasen er satt til An_{40} , hvilket representerer middelsammensetningen vi finner i disse bergartene.

Tabell 8.

	Kation %			
	1	2	3	4
SiO_2	46.0	45.2	45.3	46.7
$AlO_{1\frac{1}{2}}$	17.9	15.7	19.8	18.0
$(Mn, Ti, Fe, Mg)O$	16.9	20.4	18.8	18.8
CaO	9.0	6.3	9.2	7.2
$NaO_{\frac{1}{2}}$	6.4	4.7	4.6	6.4
$KO_{\frac{1}{2}}$	3.3	3.0	0.6	0.6
H_2O		4.7	2.5	2.5
$PO_{2\frac{1}{2}}$	0.5			

Av tabellen fremgår det at amfibolitene har en sammensetning meget lik en basalt. Hvis de virkelig er opprinnelige basalter, fordrer det at store mengder Fe, Mg og Ca må ha forsvunnet under granitiseringen av dem, mens særlig SiO_2 og K må ha blitt tilført.

Avsnittet om granitiseringen burde egentlig slutte her. Det har imidlertid en viss interesse å fortsette tankgangen litt videre. De ideer som vil bli benyttet er blandt de mest omdiskuterte innen petrologien idag, og det er tildels reist berettiget tvil angående deres gyldighet. De forskjellige syn vil her ikke bli diskutert. Grunnen til at dette i det hele tatt blir tatt opp er at vi når et resultat som kan ha en viss interesse.

Av det foregående så vi at de amfibolitiske bergartene vi idag finner i Ørdsdalen har en sammensetning som utmerket kan bli forklart ved å anta dem som opprinnelige basalter eller gabbroer. D. Reynolds har imidlertid på empirisk grunnlag søkt å forklare de basiske inneslutninger i graniter som resultatet av en basifiserings prosess. En "basisk front" som antas å være en foreløper for granitiseringen. (Sederholm har forøvrig meget tidligere forfektet noenlunde samme syn). Foruten lavaer av vesentlig basaltisk sammensetning antas størstedelen av bergartene i en geosynklinal og utgjøres av opprinnelige sedimenter. Ved granitiseringen av de siste må vesentlig Na, K og Si bli tilført,

mens de femiske elementer må fjernes. Disse siste antar da D. Reynolds vesentlig å være fiksert ved granitenes grenser og ved de amfibolitiske inneslutningene.

Mange antar et basaltisk, eller bedre et basanitisk magma, som ligger under geosynklinalen. Fra dette skulle så de granitiserende elementene avgies og migrere opp gjennom de overliggende sedimentene. Ramberg har søkt å forklare granitiseringen uten å postulere noe underliggende magma. På fysisk-kjemisk og termodynamisk grunnlag slutter han at de granitiske mineraler med lav egenvekt vil under store trykk begynne å brytes istykker, og de elementer som oppbygger dem (Si, Na, K, Al, O og H) vil migrere oppover. Ved temperaturer lavere enn 500° vil Na bevege seg hurtigere enn K, og ved høyere temperaturer er det omvendte tilfelle. (Ramberg s. 206). På samme måte er det sannsynlig at de elementer som oppbygger de femiske mineraler, Fe, Mg, Ca, vil migrere nedover. Endel av disse gjenfinnes muligens i de amfibolitiske bånd, men den største mengden av dem antas å ha migrert nedover. Ramberg antyder en slik forklaring for forholdet mellom bergartene i granulit fasis og de omgivende bergarter av lavere fasis på Vest-Grønland. I Syd-Norge har forholdet mellom de mer alkaliske Telemarks gneisene og de basiske kalkrike anorthositene og noritene i Egersund feltet vært meget diskutert blandt geologer. Både eldre og yngre alder av Egersund feltet har vært hevdet. På grunn av manglende geologisk detaljkjennskap til de kritiske grenseområdene, har diskusjonen vært preget av gjetninger. Som et overgangsområde mellom de to typiske formasjonene har vi de kalk-alkaliske granodioritene i Ørsdalen. Godtar vi at Ørsdalens hvite gneiser er forbundet med Egersund-bergartene, kunne det bli hevdet at granitiseringen av dem står i forbindelse med Telemark granitens fremtreden. Dette skulle da gi en yngre alder for denne. Nå synes det imidlertid å herske stort sett enighet om at Telemark graniten med tilhørende gneiser er metasomatisk dannet. Går vi fra Egersund feltet mot NO får vi en gradvis avtaging i metamorfosegrad, hvilket kan mene et høyere nivå i en geosynklinal for Telemark graniten enn for anorthositen i Egersund feltet.

Benytter vi Rambergs syn vil det være naturlig å oppfatte Telemark og Egersund formasjonene som forskjellig blottlagte dybde-snitt i samme fjellkjede, og at de to formasjonene i realiteten er av samme alder. Dette syn anvender Ramberg for anorthositene på Grønland.

Mineraliseringen og maldannelsen.

Mineraliseringen som er knyttet til wolfram forekomsten i Ørsdalen er fra et mineralogisk syn lite variert. Flere av de mineraler som ofte følger wolframit- og scheelit-malmer mangler helt i Ørsdalen. Dette gjelder for eks. tinsten, topas, turmalin og flusspat. Særlig er det absolutte fravær av tinsten et karakteristisk trekk. Tin og wolfram forekommer mange steder i verden som "tvilling elementer". I Skandinavia er imidlertid tin et meget sjeldent metal. Kassiterit er i Norge bare kjent fra en Cleavelandit-pegmatit fra Høydalen seter i Tørdal, Telemark.

Omvandlingen av sidestenen, den såkalte "greisendannelsen" som er så typisk for forekomster av denne typen, finner vi ikke i Ørsdalen. Der hvor de granodioritiske gneisene grenser opp til malmsonen er disse riktignok av en avbleket grålig farge og ligner det såkalte "gangfjellet" på Knaben. I tynnslip er det imidlertid ingen forskjell mellom disse og tilsvarende bergarter fra andre steder i feltet. Den grå fargen er heller ikke karakteristisk bare for gneisene i nærheten av malm-sonen, men er ofte den vi finner på friske bruddstykker langt fra denne, og det er alle overganger mellom den og de mer rødlige typene. Det gamle gruppenavnet "Dalanens grå gneis" er i så måte karakteristisk. Den eneste omdannelsen av sidestenen vi finner i forbindelse med mineraliseringen er en hydrothermal omvandling, særlig av amfibolitene, hvor de femiske mineraler nå vesentlig utgjøres av biotit. Den typiske greisendannelsen settes som regel i forbindelse med innvirkningen av halogen-holdige forbindelser på sidestenen. Da virkelige halogen mineraler ikke forekommer i Ørsdalen er det fornuftigst å anta at disse heller ikke ledsaget maldannelsen.

Malmens beliggenhet.

All inntil nå kjent malm i Ørsdalen er beliggende på dalens syd-østre side, vis a vis gården Hovland. På nord-vest siden er det ved bunnen av dalen et skjerp på en kvartsgang som fører ubetydelig molybdenglans. Noen wolfram mineraler er ikke kjent herfra. På syd-øst siden følger malmen to drag, det østre "Schänings draget" og det vestre "Sandnes draget". I dalbunnen kan de to dragene representeres ved stollene 1 og 2. Avstanden mellom dem er ca. 240 m. Mellom Schänings grube og

Sandnes skjerpet på fjellplatået er det ca. 250 m. De to dragene synes å nærme seg hverandre mot syd-øst og de henger antagelig sammen ved en nesten øst-vest strykende mineralisert kvarts gang ca. 200 m. syd-øst av Mjåvassknuten. Malm dragene er således nøye bundet til feltets tektonik og de er alltid parallelle med gneisenes foliasjon. Det vesentlige arbeid gjennom tidene er konsentrert etter Schånings draget. Her er det flere tildels betydelige drifter. Stoll 1 (172 m.o.h.) er drevet ca. 350 m. i strøkretningen og med adskillige tverslag, mot vest. Stollen synes å være drevet vel i heng av malmsonen. Enkelte steder er den imidlertid svakt scheelit-impregnert. Bergarten er vesentlig grov gneis med enkelte amfibolit fisker. I enkelte av tverrslagene mot øst kommer vi inn i malmsonen. Ytterst har vi den ved vannsumpen og i direkte forlengelse av strøket herfra finner vi den igjen i de innerste tverrslagene temmelig nær stollen. Her inne er det drevet noen meter stig-ort med ganske pen scheelit de første 6 meterene. Bergarten er her mer amfibolitisk med uregelmessige kvartslinser. I de langste tverrslagene er vi tydelig kommet godt over i ligg. Schånings grube ca. 650 m.o.h. ligger på kanten av stupet ned til Ørsdalen. Det vesentligste undersøkelsesarbeidet de siste årene har foregått her. Stollen er nå drevet ca. 180 m. med meget god malm de første 60 meterene. Av grubekartet fremgår det at stollen over en lengre strekning ble drevet i ligg av malmen. Det ser imidlertid ut til at vi er kommet inn i malmsonen igjen i stollens innerste del. Ca. 300 m. videre SØ for Schånings grube ligger Wolframsynken og Wolframstrossen. Fra begge steder er det rapportert bra malm. Det er her forsvarlig å anta at driften ikke ble stoppet på grunn av at malmen opphørte. Vanskeligheter med vannet har her sikkert spilt en avgjørende rolle. Wolframsynken er ca. 10 m. dyp. Driften i Wolframstrossen må ha vært langt betydeligere enn i synken. Her er gjenstående malm påvist i sålen. Ca. 200 m. SØ av synken er det drevet en ny ca. 38 m. dyp synk. En ca. 140 m. lang transport-stoll leder fra øst inn til bunnen av synken. Det er sagt at størstedelen av molybdenglans produksjonen i Ørsdalen skulle stamme herfra. Videre mot SØ er det ingen større drifter, men spredte små skjerp markerer sonen videre. Et lovende sted i denne sonen hvor det omtrent ikke er drevet, er Gudlen ca. 80 m. under Schånings grubes nivå. Her står det malm i dagen. Grunnen til at det ikke er drevet er den farlige beliggenheten i skråningen.

Sandnes draget er i dalen antagelig gjenfunnet i stoll 2. Forholdene er her meget kompliserte og fallet er flatere enn ellers vanlig. (Også vestligst i enkelte av tverrslagene i stoll 1 flater fallene ut). Stollen er drevet ca. 160 m. og i tillegg kommer noen tverrslag. På fjellet har vi så først Hovland grube. Her er det drevet transport stoll fra Glubbetj. mot øst ca. 100 m. Innerst her er det drevet stigning som skulle forenes med en synk fra dagen. Dette arbeidet er imidlertid aldri blitt fullført. Ca. 30 m. syd-øst av denne er det en ganske stor skjering, Sandnesskjerpet. Videre mot syd-øst er det bare spredte små skjerp.

Foruten disse to malndragene er det et lite ubetydelig molybdenglans skjerp på vestsiden av Glubbetj., og et ved tjernets østende. Her er det drevet en liten stoll på en fattig molybdenglans-førende kvartsgang.

Regner vi malmen etter Schånings draget og Sandnes draget for sammenhengende i syd-øst er den mineraliserte sonen 2.5 km. lang. Hvorledes malmen opptrer etter sonen skal senere kommes tilbake til.

En kort historikk.

(Vesentlig etter rapport fra O.J. Adamson, 5/1-1951).

Grubedriften i Ørsdalen ble startet av "The British Molybdenite Co. Ltd. i 1904. Driften var basert på molybdenglans og den syd-østligste større forekomsten i Schåningsdraget ble åpnet. Samtidig ble stoll 1 drevet ca. 300 m. med den hensikt å treffe de dypere partier av malmsonen på fjellplatået. Driften ble avsluttet i 1908 og bygninger og utstyr solgt i 1910.

I 1911 begynte Christiania Minekompani drift i liten målestokk på de samme forekomstene som var åpnet av det engelske selskapet. I 1917 dannet dette selskapet sammen med andre interesser Ørsdalen Wolfram og Molybden gruber A/S. Herunder ble det også drevet i Wolframstrossen og synken. Dette selskapet sluttet driften i 1919 og utstyret ble solgt i 1922.

Ca. 1916 begynte A/S Hovland Molybden og Wolframgruber drift i Sandnes draget. Driften her ble oppgitt i 1918 og eiendelene solgt i 1921.

I 1918 åpnet og drev sakfører Schåning, Egersund, den nuværende Schåningsgrube. Driften var basert på wolfram og

varte bare tre måneder. Det skal være fra denne tid at scheelit først ble oppdaget i Ørdsalen.

Schåning tok opp igjen driften i 1937 og drev somerene 1937, 1938 og 1939. I 1940 solgte han til A/S Det Norske Bergselskap som var kontrollert av tyskerne. I løpet av disse tre årene skal det være produsert ca. 50 ton wolfram-konsentrat.

Under krigen ble hele stoll 2 drevet, samtidig som det var drift i stoll 1 og Schåningsgrube. Under hele denne perioden skal bare 28 ton wolfram-konsentrat ha blitt produsert.

Ved freden i 1945 ble alle gruberettighetene og utstyret overdratt den norske stat.

Rettighetene ble i 1951 overdratt A/S Norsk Bergverk som er de nåværende eiere. Dette selskap drev undersøkelsesdrift i 1952 og 1953. Schåningsgrube ble drevet videre mot syd-øst med den hensikt å komme under wolframsynkens nivå. Små undersøkelses-arbeider ble også drevet i stoll 1. Diamantboring ble forsøkt mellom Schåningsgrube og Wolframsynken, og også under Wolframsynkens og strossenes nivå. I 1954 lå igjen driften nede.

Mineralogi.

I forbindelse med malmen finner vi følgende mineraler i Ørdsalen:

1 Oksyder

Kvarts

Magnetit

Molybdenokser

2 Sulfider

Molybdenglans

Magnetkis

Svovelkis

Kobberkis

3 Wolframater

Wolframit (Ferberit)

Scheelit

4 Silikater

Biotit

Granat

Kvarts (SiO_2 , trigonal - trapesoedrisk)

Kvartsen er tidligere beskrevet i avsnittet om petrografen. Det skal igjen minnes om de to typene vi finner. En grålig og fettaktig som synes nær knyttet til malmen og en melke-hvit som alltid er helt gold. De forekommer vesentlig som linser med høyden et par meters utstrekning etter strøkretningen. De kan imidlertid også være mer gangpreget. På kartplansje 2 ser vi i nord-øst en kvartsgang som sannsynligvis er sammenhengende over en lengde på ca. 150 m., mens den største mektigheten er 1.20 m. I Schåningsgrube har vi en gang som er sammenhengende ca. 30 m., mens bredden neppe overskrider 1 m. Ved den syd-østlige synken i Schåningsdraget er det flere parallelle kvartsganger med lengder over 20 m. Stort sett er imidlertid gangene av liten utstrekning, men flere små ganger følger etter hverandre i strøkretningen og danner gang tog. De to malmdragene, Schåningsdraget og Sandnesdraget, representerer nettopp slike gangtog som synes å gå sammen i en bue mot syd-øst. Mens de større gangene fortrinnsvis synes å forekomme på eller nær ved grensen mellom grov gneis og anfibolitisk bergart, forekommer små irregulære kvartsårer hyppig inne i den siste. Kartleggingen av kvartsgangene er meget viktig da malmen forekommer enten i eller ved disse grenser. Som tidligere nevnt har kvartsen alltid undulerende utslukning.

Magnetit (Fe_3O_4 , regulær)

Magnetit forekommer alltid sammen med malmen, men det er lite sannsynlig at det har noen direkte forbindelse med maldannelsen da det overalt er et vanlig aksessorisk mineral i gneisene.

Molybdenoker ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{MoO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, rombisk)

Molybdenoker forekommer som et typisk forvittrings mineral av molybdenglans. Det er imidlertid sjelden å se på dag-overflaten. Grunnen til dette kan være at det blir vasket vekk så snart det blir dannet. Det er imidlertid også mulig at overflatevannet ikke inneholder nok jern oppløst til dannelsen av molybdenoker. Vi finner det helst der molybdenglans forekommer ved åpne sprekker i stoller o.l. Særlig hyppig opptrer det i den syd-østligste synken i Schåningsdraget. Her har vi gjerne en kjerne av molybdenglans med oker omkring. Da okeren her sannsynligvis først kunne bli dannet etter synken var drevet synes det som prosessen foregår temmelig raskt når forholdene er gunstige. Dette indikerer at det er forholdene som er ugunstige

for okerdannelsen på dag-overflaten.

Molybdenglans (MoS_2 , heksagonal)

Foruten i Ørsdalen finner vi molybdenglans ved Bjørnestad vann i Gyadalen. I Ørsdalen forekommer det over hele malmsonen, men mengden er sterkt varierende. I stollene 1 og 2 i dalen er det så lite molybdenglans å se at det nesten må karakteriseres som en sjeldenhet. I Gudlen og Schåningsgrube synes mengden å ha tiltatt noe, men også her forekommer det helt underordnet. Kommer vi så opp på platået ved wolfram-synken og tilsvarende Sandnes skjerp^{vest}et i syd-~~øst~~, er molybdenglansen det mineralet som først faller en i øynene. Enda mer synes det å være ved den syd-østligste synken i Schåningsdraget. Som tidligere nevnt er det herfra størstedelen av molybdenglans-produksjonen fra Ørsdalen skal være kommet. Følger vi dragene videre mot syd-øst, finner vi stadig molybdenglans på de spredte kvartsgangene. Også ved den øst-vest strykende gangen helt i syd-øst finner vi molybdenglans.

Molybdenglansen forekommer ofte som store flak, men mindre korn er også vanlig. Vel utviklede krystaller er ikke funnet. Den største mengden finner vi umiddelbart på grensen mellom kvartsgang og side bergart. Ofte er gangene selv også impregnert. Noen impregnasjon i gneisene finner vi ikke annet enn i umiddelbar nærhet av kvartsganger.

Den første grubedriften i Ørsdalen var basert på molybdenglans. Forekomstene var imidlertid for fattige til at dette kunne betale seg. Det kan imidlertid komme til å spille en viktig rolle som biprodukt under en fremtidig drift på wolfram.

Magnetkis (FeS , heksagonal)

Magnetkis er ved siden av molybdenglans det hyppigst opptredende sulfid i Ørsdalen. Hvis de er dannet samtidig tyder det på at svovel har vært i overskudd over molybden. Molybdens høye affinitet til svovel gjør at det opptar all tilstedeværende svovel under dannelsen av molybdenglans. Hvis molybden derfor er tilstede i store mengder, kan sulfider av andre metaller bare dannes hvis det er svovel igjen etter molybdenglans-dannelsen.

Magnetkis forekommer også i forbindelse med kvartsganger, og kan finnes direkte grensende opp til molybdenglans. Vanlig forekommer den imidlertid som impregnasjon i den amfibolittiske gang-bergarten, gjerne etter mindre slepper og

stikker i denne. Det er mulig den kan brukes som en indikasjon på at vi er i malmsonen.

Det ser ut til at fordelingen av magnetkisen i feltet er den motsatte av molybden-glansons. Den innerste stigorten i stoll 1 synes å være særlig rik på magnetkis, som kan forekomme i klumper, mens vi på fjellplatået har en mer spredt impregnasjon.

Svovelkis (FeS_2 , regulær)

Svovelkis forekommer i Ørsdalen i helt underordnet mengde. Vi finner det gjerne på selve kvartsgangene som millimeter tykke hinner på irregulære sprekker i disse.

Kobberkis (CuFeS_2 , tetragonal)

Kobberkis forekommer i enda mindre mengde enn svovelkis og er med sikkerhet bare påvist et par steder i feltet.

Wolframit (Ferberit) ($(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$, monoklin)

I fast fjell er wolframit funnet følgende steder: Gudlen, mellom Gudlen og Schåningsgrube, Schåningsgrube, Wolframsynken og Wolframstrossen. Dessuten er det funnet to større stykker i berghallen utenfor den syd-østligste synken i Schåningsdraget og i berghallene ved Sandnesskjerpet og Hovlandgruben. I stollene i dalen er wolframit aldri påvist.

Wolframit har i likhet med molybden-glans en nær tilknytning til kvartsganger selv om den ikke alltid ligger inne i disse.

Wolframiten er konsentrert etter en smal sone på grensen mellom det amfibolitiske gangfjell og den grove gneisen som i Schåningsdraget danner liggen. Gudlen, Schåningsgrube, Wolframstrossen og synken i syd-øst ligger, som det fremgår av detaljkartet, på denne grensen, mens wolframsynken er en smal "spaltefylling" noe inne i den amfibolitiske bergart. Grubekartet over Schåningsgrube viser godt wolframitens forekomst-måte. Den følger kvartsgangen som i nord-øst løper langs grensen og mektigheten av den wolframit-impregnerte sone er bare ca. 1 m. Scheelit impregnasjonen fortsetter til begge sider for denne sonen, men avtar i intensitet ettersom vi fjerner oss fra den. Sporadisk kan det finnes mindre wolframit klumper inne i ligg-bergarten. Ved innslaget til det første tverrslaget mot syd-vest i Schåningsgrube er det således to mindre wolframit klumper.

Wolframiten forekommer i klumper. De enkelte klumpene kan veie flere kilo, men er som regel mindre.

Klumpene er linseformede med de største aksene parallelle med bergartens strøk og fall retninger. Utviklede krystaller er ikke funnet.

Karakteristisk for wolframiten i Ördsalen er at den alltid er omgitt av en randsone med scheelit (foto 17). Dette blir nærmere diskutert i avsnittet om scheeliten.



Foto 17. Wolframit (svart) med randsone av scheelit, Schäningsgrube, x 20 kryssede nic.
(Foto, B. Mauritz).

Mangan- og jern-wolframitet danner en komplett isomorfserie som i sammensetning varierer mellom det rene mangan ledd (Huebnerit) og det rene jern ledd (Ferberit). Dana (22) benytter følgende inndeling:

Navn	Atom %		vekt %	
	Fe	Mn	FeO	MnO
Huebnerit	0 - 20	100 - 80	0 - 4.8	23.4 - 18.7
Wolframit	20 - 80	80 - 20	4.8 - 18.9	18.7 - 4.7
Ferberit	80 - 100	20 - 0	18.9 - 23.6	4.7 - 0

Av en meddelelse fra Foslie til Björlykke datert 10/11-1934, som jeg har fått utlevert av Björlykke, fremgår det at Foslie har utført en analyse av en wolframit fra Ördsalen (nærmere lokalitet er ikke angitt). Han finner forholdet $\text{FeWO}_4:\text{MnWO}_4$ 58:42 og mineralet skulle derfor betegnes wolframit.

Analysen jeg har fått utført ved A/S Norsk Bergverks laboratorier på Ulefoss avviker imidlertid totalt fra Foslie's resultat. For sikkerhets skyld ble Fe:Mn forholdet kontrollert ved flere kontrollanalyser.

Tabell 9.

						gjennomsnitt
Wolframit, Gudlen:	FeO	17.57	18.02			17.80
	MnO	1.34	3.44			2.39
	WO ₃	76.00	—			—
" Schåningsgrube:	FeO	18.20	18.44	20.66	17.92	18.81
	MnO	3.00	3.14	3.30	2.90	3.09
	WO ₃	76.20	—	—	—	—
" Wolfram-synken:	FeO	17.80	17.46	17.66		17.64
	MnO	3.00	3.29	3.33		3.20
	WO ₃	75.80	—	—		—
" Wolfram-strossen:	FeO	16.48	18.3	18.15	18.45	17.85
	MnO	3.54	3.6	2.9	3.6	3.41
" Synk i syd-öst:	FeO	19.85	20.15			20.00
	MnO	1.20	1.42			1.31
	WO ₃	77.00	—			—

Grunnen til at en 100 % analyse ikke ble oppnådd der hvor WO₃ også ble bestemt, antar laboratoriet skyldes at Ca og Mg også inngår.

Professor Oftedal har vennligst meddelt meg resultatet av et spektralopptak fra 21/1-1938 på en wolframit fra Ørdsalen:

Hovedbestanddel: W, Fe, Mn.

1 % : Mg.

spor : Si, Ti, Mo.

Andre elementer er ikke iaktatt med sikkerhet.

Si og mulig også Ti må antas å stamme fra forurensninger av sidebergarten. Oftedal antar Mo stammer fra iblandet MoS₂. Dana oppgir imidlertid at både Ti og Mo er funnet i spektroskopiske mengder i wolframit.

Hva grunnen er til at Fe og Mn mengdene varierer ved forskjellige bestemmelser av de samme prøvene er ikke sikker. Endel beror sannsynligvis på feilanalyser, men vi skal ikke se bort fra en mulig sonarbygning av wolframitene. En slik sonarbygning ble forsøkt påvist ved röntgenpulveropptak. Pulver ble tatt i forskjellig avstand fra kjernen ut mot periferien. Noen målbar spaceing forskjell kunne imidlertid ikke bli konstatert.

Av gjennomsnitts resultatene er forholdene FeWO_4 : MnWO_4 bestemt.

Tabell 10.

Lokalitet	FeWO_4 : MnWO_4	sp.v.
Gudlen	87.9 : 12.1(83.8:16.2)	7.302
Schäningsgrube	85.5 : 14.5	7.313
Wolframsynken	84.5 : 15.5	7.391
Wolframstrossen	83.8 : 16.2	-
Synk i syd-öst	93.9 : 6.1	7.548

(De spesifikke vektorer ble bestemt med Berman vekt, men resultatene er ikke pålitelige).

Selv om wolframitenes sammensetning er en del varierende er det klart at de alle er så jern rike at de etter Dana's skjema skal betegnes som Ferberit. Den refererte analysen etter Foslie må antas å være gal. De mulige finnesteder for hans materiale er Schäningsgrube, Wolframsynken eller Wolframstrossen, og etter alle de analyser jeg har fått utført er det lite sannsynlig at sammensetningen skal variere så vesentlig som Foslie's analyse gir uttrykk for.

Grunnen til at alle disse analysene ble foretatt var et forsøk på å påvise en regelmessig variasjon av sammensetningen ettersom vi gikk fra et lavere til et høyere nivå i feltet. Høyden over havet stiger fra Gudlen til synken i syd-öst. Fra Gudlen til Wolframstrossen öker mangan innholdet gradvis, men avtar så plutselig ved den syd-östlige synken. Forholdet er antagelig heller ikke tidligere så greit som tabellen gir inntrykk av. Gjennomsnittstallet for Gudlen er sikkert muligvisende. Den første analysen her er ganske sikkert gal. Forholdstallet i parentes er beregnet av den siste analysen alene og gir antagelig et riktigere bilde, hvilket også indikeres av den lave egenvekten som er funnet for wolframiten her. (De teoretiske egenvektene er etter Dana (22) 7.25 og 7.60 for henholdsvis det rene Mn og Fe -wolframit).

Scheelit (CaWO_4 , tetragonal)

Ifølge Rankama og Sahama (54) er wolframit meget mer almindelig enn scheelit. I Örsdalen finner vi scheelit over et langt videre felt enn wolframit. Impregnasjonen er imidlertid som regel finkornet og fattig. Da wolframiten er konsentrert innen mindre partier med meget rik malm er det mulig at den i samlet vekt dominerer over scheeliten. Mens som tidligere nevnt, wolframiten synes å være sterkt bundet til

grensen mellom amfibolitisk gangbergart og den grove gneisen som danner liggen i Schåningsdraget, finner vi scheelit impregnasjon i stor avstand ut fra denne. Den ca. 140 m. lange transport stollen inn til den syd-östligste synken er drevet loddrett på strøket og er scheelit impregnert helt ut. Ca. 90 m. rett nord av wolframsynken er det et skjerp ved den lange kvartsgangen som går her, hvor det er en stripe med scheelit. Avstanden herfra til forbindelseslinjen mellom Schåningsgrube og Wolframstrossen som kan representere ligg grensen er ca. 80 m. Også i stoll 1, som er drevet i heng av den egentlige malmsonen, har vi scheelit impregnasjon enkelte steder. De største scheelit forekomstene har vi imidlertid der hvor også wolframit forekommer, og mengden avtar hurtig ut mot sidene. Det vi finner i noe større avstand fra grensen er spredte små scheelit korn og smale striper som er knyttet til små kvarts årer. Innimellom kan det dukke opp en større og ganske rik scheelit åre.

I motsetning til wolframit finner vi scheelit langs hele malmsonen. I stoll 2 er det de første 20 m. fra innslaget en ganske pen impregnasjon samlet i flere parallelle scheelit striper som er knyttet til kvartsårer. Resten av stollen er meget dårlig mineralisert. Også ved den øst vest gående kvartsgangen lengst i syd-öst finner vi en smal scheelit stripe.

Jeg har fått utført noen scheelit analyser ved A/S Norsk Bergverk's laboratorium på Ulefoss.

Tabell 11.

	Stoll 1	Gudlen	Sch.grube	Synk i SÖ
CaO	17.80	17.50	17.30	16.90
WO ₃	80.50	73.50	77.80	69.90
MoO ₃	<u>0.20</u>	<u>1.48</u>	<u>0.77</u>	<u>1.42</u>
	98.50	92.48	95.87	88.22

Analysene er ikke 100 %. Grunnen er at prøvene var forurenset med mineraler, særlig biotit, fra side bergarten. Laboratoriet sier at mer eller mindre mengder jern forekom i alle prøvene. De har også hatt vanskeligheter med Mo bestemmelsene, da den er vanskelig sammen med så store mengder wolfram.

Resultatet av et spektralopptak av scheelit fra

Ördsdalen tatt 21/1-1938 ble gitt meg av professor Oftedal:

W, Ca	hovedbestanddel
Fe	ca. 1 %
Mn, Mg	0.1 - 1 %
Si, Ti	spor

Mo linjer er også tilstede, men noen mengde er ikke angitt.

Da Mo kan substituere for W, og vi har en delvis isomorf serie fra scheelit mot powelit, CaMoO_4 , er det sannsynlig at den oppgitte Mo mengde inngår i scheelitens gitter og ikke stammer fra islandet molybdenglans. Mo mengden er ikke større enn det vi vanligvis finner for scheelit, (se Dana 22 s. 1076).

Vi hørte ovenfor at scheelit forekommer som randsoner omkring wolframit klumpene. Dette kan forklares enten som en senere utkrystallisasjon av scheelit omkring de allerede dannede wolframiter, eller som en sekundær omvandling av wolframit i scheelit. Da wolframit aldri er funnet uten denne randsonen av scheelit synes den siste muligheten å være mest sannsynlig. Om spørsmålet skriver Dana (22 s. 1073): "Wolframite sometimes is found as perfect pseudomorphs after scheelite, but scheelite more often is found more or less completely replacing wolframite, in both cases apparently as a result of hypogene processes."

Teoretiske betraktninger over scheelitiseringen.

Det kan være av interesse å prøve å benytte moderne krystall-kjemiske betraktninger på scheelitiseringsprosessen. Det er vist (Ramberg 53) at hvis to forskjellige ladede anioner av samme størrelse konkurrerer om kationer av forskjellig ladning eller forskjellig størrelse, vil det lavest ladede anion bindes til det største eller minst ladede kation og omvendt.

WO_4^{2-} er et oksyion. For disse er det den gjennomsnittlige ladning på hvert surstoff som er den viktigste enkeltfaktor for bestemmelsen av fordelingen av kationer mellom de forskjellige oksyioner. Den gjennomsnittlige negative ladning på hvert surstoff atom varierer i rekken BO_3^{3-} , CO_3^{2-} , NO_3^{1-} fra $1e - 1/3e$, og i rekken SiO_4^{4-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , ClO_4^{1-} fra $1e - 1/4e$. For oksyionet WO_4^{2-} er den gjennomsnittlige ladning på hvert surstoff atom $1/2e$.

Regelen ovenfor for fordelingen av kationene på anionene gjelder også, med meget få unntak, for forholdet

mellom de komplekse oksysalter og oksyder, (Ramberg 53).

Vi kan tenke oss scheelittiseringsprosessen foregår etter ligningen: (for enkelhets skyld sees det bort fra Mn innholdet i wolframiten da resultatet allikevel vil bli det samme)



Anionene er her WO_4^{2-} og O^{2-} med gjennomsnittlig neg. ladning på hvert surstoff atom henholdsvis $1/2e$ og $2e$. Kationene er Fe^{2+} og Ca^{2+} , med ioneradiene:

$$\text{Fe}^{2+} \ 0.83\text{kX}$$

$$\text{Ca}^{2+} \ 1.06\text{kX}$$

Jern har mindre ione-radius enn kalsium. Effekten av dette forsterkes ytterligere ved at Fe^{2+} i motsetning til Ca^{2+} ikke har "edelgasstruktur", hvilket gir Fe^{2+} en større polariserende kraft enn ione-radius og ladning gir uttrykk for.

Av dette kan vi slutte at ΔH i ligning 1 er negativ, og høyre side av ligningen representerer den laveste energi og er den stabile kombinasjon opp til en viss temperatur grense, som kanskje er bestemt ved smeltingen av en eller flere av leddene. ΔH er ikke kjent for reaksjonen og det er størrelsen av denne som bestemmer temperatur grensen. Tall-verdien av ΔH stiger imidlertid med forskjellen mellom kationenes radier. I vårt tilfelle er den numeriske differensen 0.23kX . Den reelle differensen er imidlertid større på grunn av den før nevnte forskjell i ionestruktur. Det er derfor rimelig å anta at temperaturgrensen under hvilken ligningens høyre side er stabil, er ganske høy.

Experimentelle undersøkelser.

Da såvel feltobservasjoner som teoretiske beregninger støtter en scheelittisering av wolframiten, ble prosessen forsøkt ettergjort i laboratoriet. For forsøkene ble apparaturen til Silikatforskningslaboratoriet på Geologisk Museum på Tøyen benyttet. For hydrothermal forsøkene ble en apparatur etter Tuttle's modell benyttet og til forsøkene i tørr fase ble det brukt vanlige kantalviklede horisontal ovner.

Som utgangsmaterialer ble benyttet wolframit fra Schäningsgrube og CaO. Disse ble knust, veid og blandet i det stökiometriske riktige forhold. Det ble lagd en større blanding en gang for alle, hvorfra det ble uttatt mindre partier til de forskjellige forsøkene. Etter hvert forsök ble det opptatt

röntgen pulver diagram av produktet.

Forsøk 1 tørr fase.

Pulveret ble lagt i små glassrør hvoretter luften ble utpumpet og røret smeltet igjen. Rørene ble så lagt i horisontal ovnene som ble innstilt på den ønskede temperatur. Denne ble bestemt med termoelementer. Til avlesningen ble brukt et millivoltmeter.

Tabell 12.

<u>Forsøk</u>	<u>temp. °C</u>	<u>antall timer</u>	<u>Resultat bestemt ved röntgen.</u>	
1	600+v	230	wolframit og CaO	
2	475+v	230	"	"
3	405+v	282	"	"
4	200+v	230	"	"

(v er værelses temperaturen)

Forsøk under hydrothermal betingelser.

Pulveret ble her lagt i små platina konvolutter som deretter ble plassert i en liten stål-bombe åpen i den ene enden. Apparaturen er beskrevet i flere publikasjoner (Tuttle 45). Temperaturen ble avlest som i forrige tilfelle og trykket ved hjelp av et fastmontert manometer.

Tabell 13.

<u>Forsøk</u>	<u>temp. °C</u>	<u>antall timer</u>	<u>trykk (p.s.i.)</u>	<u>Resultat bestemt ved röntgen</u>	
1	200+v	168	stabilisering ikke oppnådd. varierer mellom 1000-3000	scheelit,	spor av wolframit
2	300+v	551	10 000	"	"
3	400+v	282	10 000	"	"
4	460+v	336	11 000	"	"
5	500+v	185	10 000	"	"
6	600+v	192	10 000	"	"

Som vi ser førte forsøkene i tørr fase ikke til noe resultat. Grunnen til det skal være usagt. Det er mulig at den anvendte tiden ikke er tilstrekkelig, eller at kornene ikke er i god nok kontakt med hverandre. Under hydrothermal betingelser fikk vi imidlertid dannet scheelit ved alle de forsøkte temperaturer. I ingen av tilfellene er reaksjonen

gått helt ut. På alle röntgen diagrammene kan vi såvidt se et par av de sterkeste wolframit linjene. På foto 18 er et scheelit diagram sammenlignet med diagrammet av et av reaksjonsproduktene.

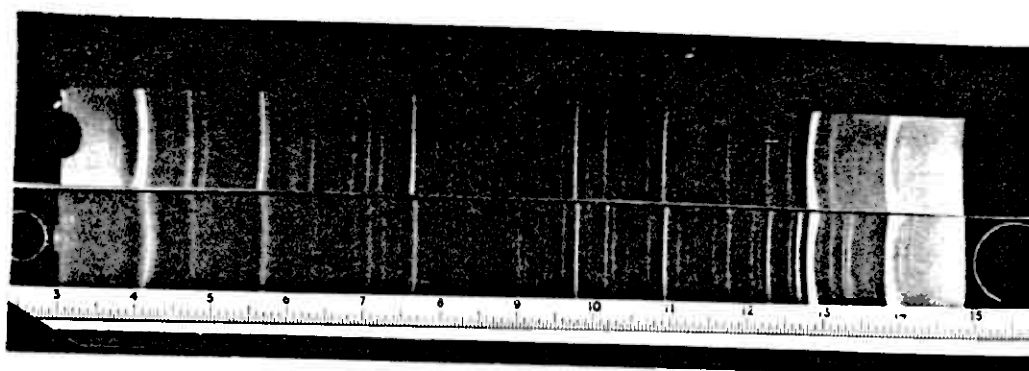
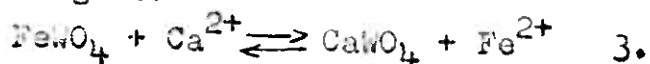


Foto 18. 1. Scheelit, Övstebö, Kleppan, Sauland.
2. Scheelit dannet ved hydrothermal syntese av Wolframit (Ördsalen) + CaO. 551 timer, 300°+v 10 000 p.s.i.
Ekstra linjer er wolframitlinjer.
(Kamera diam. 9 cm. Eksp. 2 t. 14 ma. 40 KV Fe-str. Mn-filter).

Her må vi anta at CaO først er oppløst i vannet:

$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2(\text{OH})^- \quad 2.$$

Deretter har reaksjonen med wolframit under dannelse av scheelit foregått:

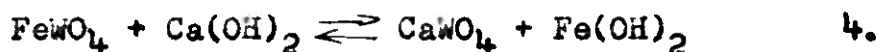


Denne reaksjonen innstiller seg på en likevekt, som er skjøvet sterkt over mot høyre.

For å få all wolframit omdannet i scheelit, måtte vi ha Ca i overskudd over den stökiometrisk beregnede mengden. Det kan synes rart at vi ikke finner spor av det frigjorte jern i röntgendiagrammene. Endel av dette forblir sikkert i oppløsning i vannet. Da reaksjonsproduktet, i motsetning til ren wolframit og scheelit, er sterkt magnetisk er det sannsynlig at en del av det dannede jern-hydroksyd eller -oksyd ligger som en subkrystallinsk film omkring de enkelte kornene. Dette kan da og forklare den merkelige ting at reaksjonsproduktet i motsetning til naturlig scheelit ikke fluoreserer ved bestråling med ultraviolett lys.

Vi kan slå fast at en omdanning av wolframit til scheelit under en Ca-metasomatose ikke bare er mulig, men etter all sannsynlighet, (i hvert fall i temperatur intervallet 200° - 600°) må foregå. Reaksjonen foregår raskest når vann

er tilstede og kan beskrives med ligningen:

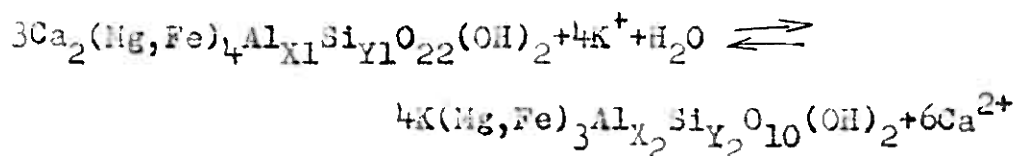


De ytre sonene av scheelit omkring wolframit i Ördsalen forklares best dannet på denne måten.

Det er imidlertid meget lite sannsynlig at all scheelit i Ördsalen er dannet ved en sekundær omvandling av wolframit. Det er ingen grunn til å anta at den scheelit-impregnasjonen vi finner fjernt fra kjente wolframitforekomster skal være dannet slik. Vi må derfor anta at to generasjoner scheelit er tilstede, hvorav den metasomatisk dannede antas å være den yngste.

Biotit $(\text{K(Mg,Fe)}_3(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10})$, monoklin).

Biotit finner vi alltid i forbindelse med malmen i Ördsalen. Amfibolitene er der hvor de grenser opptil kvartsgangene og de irregulære kvarts årene helt biotitisert. Det er de femiske mineralene, pyroksen og hornblende, som er blitt omdannet. Overgangen fra hornblende til biotit kan beskrives med ligningen (Ramberg 53 s. 94):



Her er K tilført mens Ca er fjernet. Ramberg antyder muligheten av at K kommer fra korn av kalifeltspat i noen avstand. Spor etter noe slikt kan imidlertid ikke sees i slipene, og det er like sannsynlig at den har helt utenforliggende kilder. Biotitiseringen må imidlertid ha vært samtidig med malm-dannelsen og det er interessant å legge merke til at store mengder Ca dermed må antas å bli frigjort. For scheelitiseringen behøver vi derfor ikke ha fått Ca tilført utenfra, og denne kan ha foregått temmelig samtidig med wolframit-dannelsen.

Granater $(\text{R}_3\text{R}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$, regulær)

Mens som før sagt granater er vanlige mineraler i granuliten er det en sjeldenhet å finne dem i de granodioritiske gneisene. I det området som tidligere er kalt "Det malmførende området" er granater bare funnet like i nærheten av malmsonen og bare mellom Schåningsgrube og den syd-østligste synken. På denne strekningen kan vi finne dem ofte i ganske store mengder og aldri langt fra liggen, på heng siden av denne

Som oftest finner vi dem i amfibolitene, men også i de grove gneis årene og på kvartsgangene sammen med molybdenglans og wolframit.

Granatenes sammensetning er gitt i avsnittet om metamorfosen. (Analyse nr. 1, 2, 3, s. 108). Det er vanlige almandin-spesartin granater.

Ved prøvevasking av malm fra Schåningsgrube på Kongsberg Sølvverk var granatinnholdet en ulempe. De ble ikke skilt fra wolframiten ved selve vaskingen og ved den etterfølgende magnetsepareringen viste det seg at de hadde omtrent samme magnetiske egenskaper.

Malmens forekomstmåte.

Det har under behandlingen av mineralene vært nødvendig også å komme inn på hvordan de opptrer i feltet. Her skal observasjonene summeres for å gi en samlet oversikt over malmens forekomstmåte. Det henvises til kartplansjene nr. 2, 3 og 4.

Malmens nære tilknytning til kvartsganger er allerede fastslått. Bateman (10) inndeler molybden- og wolfram-malmer i forskjellige grupper etter forekomstmåten.

<u>Molybdenglans</u>	<u>Wolfram</u>
1. Pegmatites	1. Pegmatites
2. Contact-metasomatic	2. Contact-metasomatic
3. Disseminated replacement	3. Replacement
4. Fissure veins	4. Fissure veins
5. Pipes	5. Placers

Ørdsalen tilhører typisk nr. 4 og det samme gjør Knabens sydlige del, mens den nordlige del kommer under nr. 3.

Malmen opptrer på grensen mellom en heterogen migmatisk bergart med meget amfibolitisk materiale, i det foregående benevnt som "amfibolitisk gangfjell", og en mer homogen grov gneis. Den siste ligger mellom Schåningsdraget og Sandnes draget og utgjør derfor henholdsvis ligg og heng etter hvilket av dragene vi befinner oss i. Også i denne opptrer det amfibolitlinser, men vi har ikke den intense vekslingen mellom kvarts og granitiske årer i biotitisert amfibolitisk bergart som karakteriserer det amfibolitiske gangfjellet. Malmsonen følger hele tiden gneisenes foliasjon og dreier der hvor denne dreier. Som før nevnt nærmer de to sonene hverandre og går i

syd-öst sammen i en scheelit og molybdenglansførende øst-vest strykende kvartsgang med fall 50° mot nord. På detaljkartet i målestokk 1:1000 (plansje 2) ser vi godt hvordan draget fra Schåningsgrube dreier mer sydlig og nærmer seg Sandnes draget. Fallet innen dette området er alltid mot NÖ og varierer mellom 60 og 85° . Det vanlige er ca. 75° som også er fallet i Schåningsgrube og ned mot Gudlen, mens sonen i stoll 1 faller ca. 65° . Da Schåningsdraget er best kjent, vil vi i det følgende innskrenke oss til dette. Den amfibolitiske gang bergarten har her en meget varierende mektighet. Lengst i syd-öst på detaljkartet har den en mektighet på ca. 130 m. Ved wolframstrossen er mektigheten ca. 80 m. og i den nord-vestlige del av Schåningsgrube, hvis den grove gneisen i stoffen av tverrslaget mot nord-öst virkelig definerer hengen, bare ca. 3 m. I stoll 1 er forholdene tilsynelatende mer kompliserte. At det er den samme malmsønen vi finner igjen ute ved vannsumpen og i de innerste tverrslagene er temmelig sikkert, (se kartplansje nr. 3). Et plan som forbinder malmsønen her og Schåningsgrube faller ca. 75° mot NÖ, i god overenstemmelse med hva vi kunne vente.

Av detaljkartet, plansje 2, kan man få inntrykk av at Schåningsgrube og wolframsynken ligger ved hver sin ende av en linseformet aplitisk bergart. Denne fortsetter imidlertid videre mot syd-öst, men sees her i dagen å være av en mer heterogen beskaffenhet. Den ble omtalt under granitiseringen og det ble konstatert at den ikke var så homogen som kartbilledet gir uttrykk for. Dette fremgår klart av kjerne-rapporten (D.b.h. S/W no.1 inntegnet på kartplansje 3) over diamantborhullet som ble satt gjennom den. Rapporten er gjengitt i bilag 1. Det viser seg at den i virkeligheten ikke avviker særlig fra det vanlige gangfjell, men er vel i helhet noe surere og mer granitisk. I den innerste delen av Schåningsgrube, hvor vi skulle befinne oss et godt stykke inne i "apliten", er vi kommet over i en typisk amfibolitisk gangbergart. I heng av gangfjellet kommer vi igjen over i mer homogen grov gneis.

Under behandlingen av wolframiten og scheeliten ble det nevnt at det er langs, eller i umiddelbar nærhet av, grensen mellom gangfjell og gneisen i liggen at de rikeste malmpartiene opptrer. Wolframiten er så og si bare knyttet til denne grensesonen mens vi kan finne scheelit som uregelmessig impregnasjon i temmelig stor avstand på begge sider,

særlig over mot hengen. De største mengdene scheelit finner vi der hvor wolframit og forekommer. Den geologiske heng og ligg i Ørsdalen vil derfor definere meget store men fattige malm mektigheter. Det er imidlertid bare langs et smalt parti av denne at driften hittil har vært konsentrert og hvor malmen har vært så rik at drift i det hele har vært mulig. Det er derfor her mer praktisk å definere en økonomisk heng og ligg som vil definere de malmmektigheter som er økonomisk drivverdige. Fig. 7 vil forklare hva som menes.

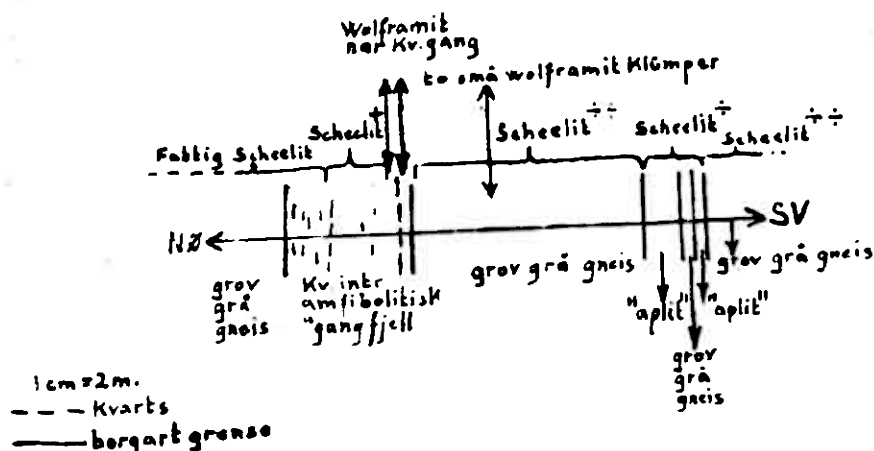


Fig. 7. Profil mellom stoffene av de to nord-vestligste tverrslagene i Schåningsgrube

Profillet er lagt mellom stoffene av de to nord-vestligste tverrslagene i Schåningsgrube (plansje 4). Det er her scheelit impregnasjon helt til stoffen i begge tverrslagene. Avstanden mellom dem er 12 m. Drivverdige er imidlertid bare en mektighet på ca. 3 m. regnet fra gangfjell-grensen mot NØ. Wolframit har vi bare i en enda smalere sone nærmere grensen. Mens liggen er ganske godt definert og faller bra sammen med den geologisk bestemte, hvilket har vist seg i Schåningsgrube hvor man et langt stykke drev i liggen og overhodet ikke hadde spor av scheelit, er den økonomiske hengen et mer svevende begrep og kan antagelig ikke legges etter noen bestemt linje. Malmen utgjøres av "linseformede" partier som følger etter hverandre i strøkretningen. Mektigheten vil variere noe etter som vi går fra midten ut mot endene. Foreløbig kjennes med sikkerhet bare to betydelige linser. Den ved Schåningsgrube og den annen

ved wolfram-synk og -strosse. De to linsene henger ikke sammen, hva driften i Schåningsgrube har vist. Linsen her synes å kile ut 60 m. innenfor påhugget. Linsenes utstrekning på dypet er enda helt ukjent. Både for Wolframstrossen og Schåningsgrube vet vi at det står bra malm igjen i sålen. Det er mulig malmen i Gudlen henger sammen med Schåningsgrube linsen, men det er og mulig vi her har en tredje linse adskilt fra de øvrige. På fig. 8, s. 93, er malmsonene skissert på et blokk diagram. Vi ser hvordan de tilnærmet kan beskrives med et krumt plan med steilt fall mot nord-öst.

Teori for malmdannelsen.

Under omtalen av granitiseringen ble det hevdet at på grunn av den mineralogiske og kjemiske likhet mellom de granodioritiske gneisene var det naturlig å oppfatte dem alle dannet under noenlunde like betingelser. Ved hjelp av forskjellige diagrammer ble det påvist at en krystallisasjon fra en smelte vanskelig kan forklare den mineralfordelingen vi finner i gneisene. Videre ble det vist at i hvert fall en kalimetasomatose må ha funnet sted. Bergartenes ytre likhet med hva vi vanligvis finner i prekambriske områder ble omtalt. Granitiske gneiser innen slike områder blir nå almindelig forklart som endeproduktet av - og ikke årsaken til - en metamorfose. Da ingen feltobservasjoner er gjort som kan stride mot en slik teori, ble denne dannelsesmåten også hevdet for gneisene i Ördsalen.

En forklaring av bergartene basert på teoriene for granitisering ville derfor idag ikke vekke særlig kritikk. Da wolfram og molybden forekommer i gneisene blir spørsmålet for mange straks mer betenkelig. Molybden og wolfram malmene er som før nevnt almindelig oppfattet som sammenhengende med den pneumatolytiske eller hydrothermale fase av et granitisk magma. Av mange formuleres spørsmålet; uten et magma, heller ikke molybden og wolfram.

Bateman (10 s. 45) skriver: "It is now generally considered that most metalliferous deposits and also many nonmetallic deposits result from igneous activity. Magmas are the parents, mineral deposits the offspring."

Fersman har utført et stort arbeid for å få bragt klarhet over disse malmtypene og deres innbyrdes forhold.

N. Varlamoff (66) har oversatt enkelte av hans ting til fransk.

Etter Fersman's ide vil toppen av en granit batolit omgis av en mineralserie som er sonemessig oppbygd i suksessive konsentriske lag, med høy-temperatur mineralene nærmest batolit grensen. Fig. 9 gjengir en av Fersman's egne figurer. Sonen med Mo er her ikke tegnet inn, men det fremgår av teksten at den skal falle nær sammen med tin.

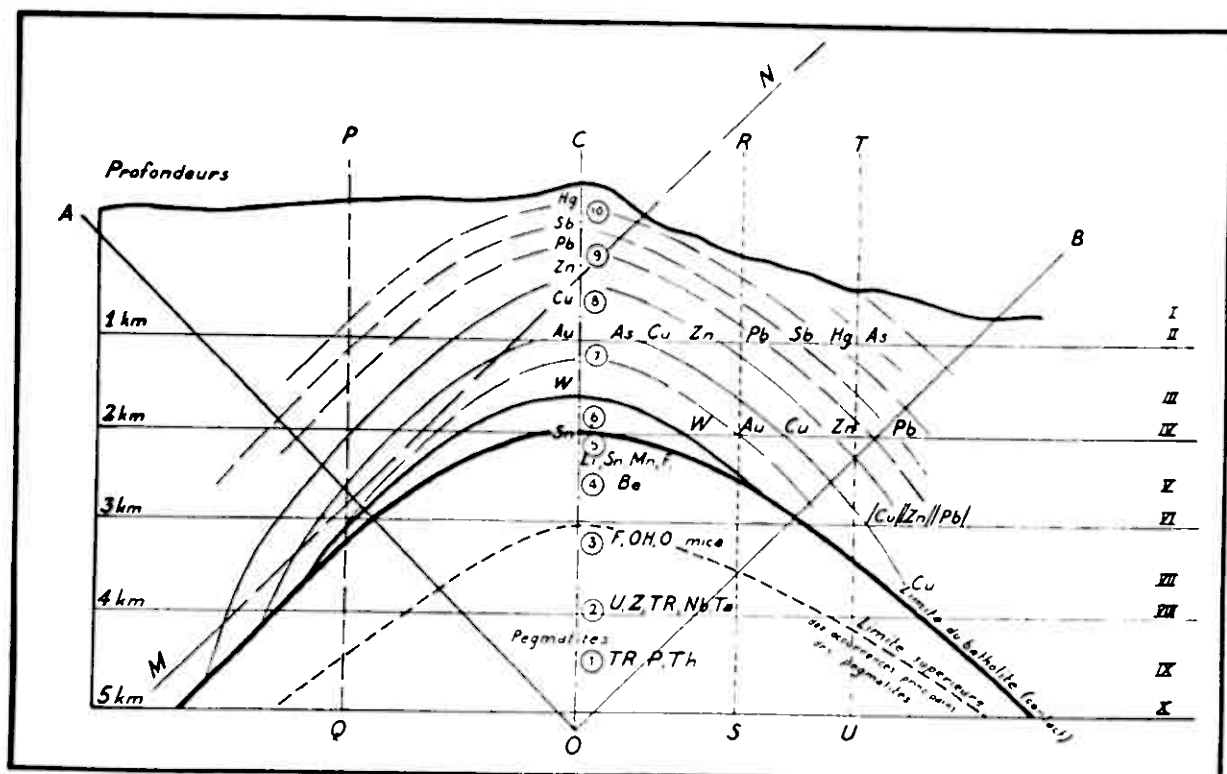


Fig. 9. Den konsentriske geokjemiske sonarbygning omkring en granitbatolit.
(Etter A.E. Fersman, *Géochimie*, Bd. II, s. 169, fig. 75, 1934).

I et diagram ordner han mineralene etter dannelses-temperatur og avstand fra batolit-grensen. Av dette fremgår det at MoS_2 antaes å dannes i temperatur intervallet $500-600^\circ$ og avstanden fra grensen overskrider ikke 100 m. Wolframit dannes mellom 550 og 450° , de jernrike ved høyest temperatur, og i en avstand av maksimalt 500 m. Wolframit blir fulgt av scheelit som antaes å kunne dannes ned til noe under 400° og avstanden kan bli noe mer enn 1000 m. fra grensen. Foruten dette, som av Fersman ansees å være det vanligste, fremgår det av diagrammet at MoS_2 og wolframit kan dannes under hydrothermal

betingelser. Grensen mellom pneumatolytisk og hydrothermal setter han ved vannets kritiske pkt. (374°). Avstanden fra grensen er da selvfølgelig meget større, men Fersman antar disse forekomstene å være helt underordnede både hva gehalt og hyppighet angår.

Fersman gir et greit og lettfattelig bilde av malmdannelsen ut fra et magmatisk synspunkt. Hans fremstilling er selvfølgelig en forenklet skjematisk av de virkelige forhold. Hvor grov skjematiskeringen er, får man imidlertid først inntrykk av når man studerer den litteratur som foreligger over molybden- og wolfram-forekomster. På de følgende sider vil forskjellige publikasjoner som omhandler slike malmer bli sitert. (Alle understrekninger er gjort av meg).

Hess (3/) ga i 1924 en oversikt over verdens kjente molybdenglansforekomster. (Ördsalen er forøvrig såvidt nevnt i denne publikasjonen). På side 2 skriver han:

"Molybdenite is by far the most widely distributed molybdenum mineral, occurs in the greatest quantity in individual deposits, and is the molybdenum mineral in most of the ore produced. It is found in quartz veins, either as an original constituent or as a later filling of cracks; in pegmatites, though probably always deposited in dikes after their solidification; in those deposits formed by the replacement of granitoid rocks that resemble pegmatite and take the form of pipes or more tabular masses; in greisen, a silicified granitic rock containing more or less muscovite; in granite, but probably not as an original constituent though often so described; in regionally metamorphosed rocks; and in contact-metamorphic deposits."

På side 4: "The siliceous solutions that in some places form simple quartz veins may in others replace the country rock, and the molybdenite they carried also replace it."

The deposits in pegmatite are probably to be classed here, for the molybdenite in these deposits has, so far as I have seen it, been brought in after the solidification of the pegmatite. Commonly, as in some granitic rocks, the cracks along ~~with~~ the ore-bearing solutions have moved are small and so well healed as to be almost quite invisible to the unaided eye. The molybdenite is deposited molecule by molecule as the minerals of the pegmatite are removed and from its appearance it might be supposed to be original in the rock. Such replacement occurs in granite, and a tiny, almost or quite invisible crack may lead to comparatively large masses of molybdenite in apparently solid granite. This is the origin of all

the supposed original molybdenite in granite that has come under my observation." - - Det siste er interessant da apliten som Bugge setter i forbindelse med malmdannelsen i Knabens nordlige del, selv er impregneret.

Nederst på side 5 skriver Hess videre: "Molybdenite is sometimes found in gneiss and has apparently been introduced in solutions while the gneiss was under great heat and pressure at a considerable depth. In the occurrences I have seen the molybdenite was associated with glassy quartz and followed the gliding planes."

Climax i Colorado, verdens største MoS_2 forekomst, er av Bateman klassifisert som "disseminated replacement" type. Forekomsten er beskrevet av Butler og Vanderwilt (17) i 1933. Malmen forekommer i prekambrisk granit hvor skifer inneslutninger og tertiære kvarts-monzonit ganger er vanlige. Temperaturen for malmdannelsen antas å ha ligget på omkring 300° . Butler og Vanderwilt skriver (s. 237): "From the similarity to other deposits that are known to be associated with intrusive bodies it may be inferred that the Climax deposit is associated in its origin not with the exposed dikes but with a larger though still concealed intrusive body whose apex had approached sufficiently near to the surface for the gases liberated from it to escape through the fractured rock. For some reason that is not apparant the escape started at the locality of the present deposit and, once started, continued to drain the gases from the crystallizing stock. These escaping gases effected the alteration of the rock and deposited the molybdenite." - -

Litt nedenfor siterer de en rapport fra G. E. Collins angående dannelsen av en annen forekomst: "Not improbably the whole area may be underlain at great depth by a mass of eruptive (andesite) and its mineralization may have been effected by hot magmatic waters given off by the latter on cooling."

Butler og Vanderwilt fortsetter: "As the molybdenite deposit itself is the strongest evidence of the presence of an unexposed stock, the argument presented above will be differently appraised by different readers, according to their views regarding the association of ore deposits with intrusive stocks.

Sangdong forekomstene i Korea er en av verdens betydeligste wolfram produsenter. Malmen finnes i metamorfe

sedimenter. Scheelit er det viktigste wolfram mineral. Wolframit og molybdenglans forekommer på kvartsganger, men er av mindre økonomisk betydning. Disse er antatt dannet under en periode med hydrothermal aktivitet senere enn scheelit dannelsen. Forekomsten er beskrevet av Klepper (33). På s. 473 skriver han: "There is little question that W, Bi, Mo, Cu, F, P, and S were introduced by migratory fluids of magmatic origin, and combined with one another or with elements in the beds to form scheelite, molybdenite, bismuthinite, chalcopyrite, fluorite, and apatite, but there is a question whether quartz and biotite, the two principal components of the ore beds, are the products of simple recrystallization, or of metasomatism, or of a combination of these processes.

Microscopic study of the ore indicates to the writer that at Sangdong the metamorphism of sedimentary rocks and the deposition of scheelite were essentially contemporaneous and were accomplished by the same fluids.

Structural relations indicate that the fluids must have migrated hundreds and possibly thousands, of meters before depositing their load, for the nearest known igneous rock in this region of high relief is six or seven kilometers from the Sangdong deposit." ----- "The writer believes that the body of granite porphyry and the scheelite are progressive manifestations of the same period of igneous activity."

Om de senere hydrothermale kvartsgangene skriver han på s. 474: "Koreans familiar with the mine state that molybdenite predominates over wolframite in the veins in the upper levels of the mine and that wolframite predominates in the lower levels." Det er det samme forhold vi synes å ha i Ørdsalen.

The Red Rose mine var den største wolfram produsenten i British Columbia under krigen. Wolfram mineraliseringen utgjøres her av scheelit. Forekomsten er beskrevet av Stevenson (). På ss. 463 skriver han: "The scheelite vein is found in a diorite close to a large body of granodiorite.

The ore-body is found only where the vein-shear cuts the thick diorite sill and, although the shear continues into adjacent hornfelsed tuff, no scheelite, and only a little quartz, is found beyond the sill. The pitch of the two high grade ore-shoots in the vein corresponds to the pitch of potential openings within the vein-shear." -----

"The vein does not occur with the granodiorite and

it is therefore improbable that the vein-solutions came from the granodiorite body itself. However, it is close to the granodiorite and it is probable that the vein-solutions came from the same deep-seated magma from which the granodiorite and probably the other igneous rocks differentiated.

I Boulder County, Colorado, forekommer ferberit på kvartsganger. Forekomstene er beskrevet av Lovering (44). Temperaturen for malm-dannelsen antas å ha vært mellom 200 og 300°. Malmen har liten utstrekning på dybden. Geologien synes å være lik hva vi finner for Climax. Lovering antar at de tertiære biotit-monzonit- og latit-ganger stammer fra magmaet som også ga malmen.

Det vil fremgå av det overstående at selv om den direkte tilknytning til magmatiske bergarter som regel ikke er særlig klar, prøver de fleste å knytte malmene til slike bergarter selv om disse (Bangdong) ligger flere km. fra malmforekomsten. Grunnen finner vi best i det siterte avsnitt fra Butler og Vanderwilt: "As the molybdenite deposit itself is the strongest evidence of the presence of an unexposed stock, - - -."

I Ørdsalen er det heller ikke noen tydelig tilknytning til et magma, da som flere ganger tidligere nevnt, gneisene vanskelig kan forklares som magmatiske krystallisasjonsprodukter. Dette gjelder også de finkornede "aplitiske" typene. Man kunne imidlertid også her postulere et underliggende magma hvorfra de granitiserende elementer var kommet. Malmene kunne da oppfattes som en hydrothermal fase av dette magmaet. Malmene opptrer, som tidligere nevnt, på grensesonen mellom et amfibolitisk gangfjell og mer homogen gneisgranit. En slik grensesone må ansees samtidig å være en svakhetssone hvoretter sprekker raskest vil åpne seg under tektoniske bevegelser, og vil dermed være det gunstigste området for hydrothermalvirksomhet.

Angående temperaturen for malm-dannelsen i Ørdsalen er det vanskelig å si noe sikkert på grunn av scheelitiseringsprosessen som må antas å være senere enn hovedmineraliseringen. Granatene som forekommer sammen med wolframit på kvartsganger ved den syd-østligste synken har imidlertid en sammensetning som indikerer en dannelsesetemperatur mellom 300 og 400°, (se under "metamorfosen"). Dette kan gjelde for en minimumstemperatur for wolframit og molybdenglans dannelsen.

Det er imidlertid ikke til å komme bort fra at malmer av denne typen er regionalt knyttet til granitområder. Denne kjensgjerning samt vanskelighetene med en ren magmatisk forklaring er innsett av Sullivan, og han forsøker å forklare maldannelsen ut fra moderne teorier om granitisering (62). På s. 472 skriver han: "It seems to the author that in accepting, until recently, the basic importance of differentiation processes in the formation of granites, some fruitful lines of investigation into the origin of ore deposits have been overlooked." Sullivan viser hvorledes malmene som regel ikke forekommer inne i de homogene granit partiene, men ved disses grenser eller i heterogene partier av dem, representert ved skifer og amfibolit inneslutninger. Dette kan også sies å gjelde for Orsdalen hvor det malmførende området utvilsomt er rikest på amfibolit inneslutninger. På Knaben gjelder også det samme selv om forholdene her ikke er fullt så klare. Schetelig (60) skriver: "I Knabedalen østover langs veien til grubene fra Risnes forbi Knaben gård (ca. 400 m.o.h.) og frem til Knabetjønn (ca. 600 m.o.h.) med omgivelser er iaktatt linseformede og båndformede mindre partier av eldre gneis og amfibolit. Øst for Knabetjønn møter man andre forhold. Jeg har gått opp en rekke parallelprofiler her, og det viser seg overalt, at det oppover skråningen stadig opptrer flere bånd og linser av de eldre bergarter (gneis og amfibolit) i graniten. De er innleiret konformt med granitens parallel-tekstur, med lengderetningen og skiffrigheten parallell strøket. Mektigheten varierer fra en dm og opp til mange m. Mengden av innleiringer av eldre bergarter tiltar etter hvert, og når man kommer på platået i ca. 800 m's høyde er det eldre gneiskompleks helt dominerende, men viser her konstant tallrike injeksjoner av den yngre granit." Det er her oppe på platået flere av de store molybden grubene ligger.

Da Sullivan oppfatter graniter som dannet ved granitisering fremholder han at vi ikke kan ha malmer knyttet til disse hvis de maldannende elementer ikke var tilstede i materialet, sedimenter og lavaer, hvorav granitene ble dannet. Serlig viktige anser han lavaene for å være da han betrakter dem som tilførsels-kilder for elementer som etter den første geokjemiske differensiering var fullført, ikke lenger fantes eller bare forekom i meget små mengder i den ytre jordskorpen. På denne måten får vi igjen en forstyrrelse av likevekten som vil bli forsøkt gjenopprettet når forholdene er gunstige. På

denne måten forsøker han å forklare den regionale utbredelse av enkelte malmtyper, og at ellers like graniter ikke er forbundet med de samme slag malmer. (Kuroda og Sandell (38) har funnet at basaltiske lavaer og diabaser gjennomsnittlig inneholder like meget Mo som granitiske bergarter, nemlig 1.1 p.p.m

Det genetiske forhold mellom graniter og visse malmtyper forklares på samme måte som ved en krystallisasjonsprosess. En bergart vil bare konsentrere et element hvis dets ione egenskaper er slike at det ikke substitueres i større utstrekning i gitteret til de bergartsdannende mineraler. Da en sur granit vesentlig inneholder mineralene kalifeltspat, plagioklas og kvarts er det bare Al som W og Mo med noenlunde sannsynlighet kan substituere for. De elementer som ikke i større utstrekning kan bli opptatt i krystalgitterene vil konsentreres mot grensene av det granitiserte området.

Sullivans teori er fascinerende da den binder disse malmene til granitområder samtidig som den frigjør oss fra et magmatisk syn på disse. Da han anser maldannelsen som vesentlig en metasomatisk prosess antar han til og med en mindre sannsynlighet for malm langs grensene til en "magmatisk" granit. Han skriver (62, fotnote nederst på s. 490): "If the granite becomes completely molten, it could absorb a large amount of water, as experiments have shown. On crystallization, it would expel most of this water, along with other materials, and might thus cause some metasomatism. The effects produced in this way, however, do not appear to be comparable in magnitude with those produced during the conversion of sedimentary rocks into granite. Possibly, the reason is that the mobile granite contains, for the most part, only materials of granitic composition, and thus, on crystallization, there is little to be expelled from the magma."

Et lignende syn ble tidligere fremsatt av Locke (43) hvor også han påpekte malmkonsentrasjonene langs granitenes grenser. Også han antar at elementene var opprinnelig tilstede i sedimentene hvorav graniten ble dannet. Det kan være av interesse at en av verdens fremste malmgeologer, McKinstry, delvis slutter seg til dette synet (45). Selv om han går inn for en metamorf opprinnelse av granitene holder han fremdeles på mulighetene av en fjerntliggende kilde for malm-oppløsningen. Han skriver således på s. 832: "The search for a local source of metals should receive all encouragement but one should not lose sight (and I am sure Locke has not done so) of the

availability of an "abysmal source" of ore solutions even though the predominant constituents of the granite may be of local origin."

Et slikt billede vil passe utmerket for forholdene i Ördsalen hvor malmen nettopp er konsentrert langs grensen mellom en sterkt metasomatisk omdannet bergart og en mer homogen gneis dannet ved granitisering in situ.

Mulighetene for mer malm i Ördsalen.

Det skal med en gang slås fast at noen rik forekomst er etter alt å dømme Ördsalen ikke. Den drivverdige malm utgjøres av relativt rike linseformede partier som følger etter hverandre i strøkretningen. Linsene kan (Schäningsgrube) ha en utstrekning etter strøket på i hvert fall 60 m. Mektigheten overskrider neppe noen gang 6 m., og 3 m. må ansees som et middel. Deres utstrekning på dypet er foreløbig ukjent, men henger Schäningsgrube og Gudlen sammen rekker denne linsen i hvert fall 30 m. nedover.

En økonomisk drift vil avhenge av hvor hyppig slike linser opptrer og avstanden mellom dem. Det geologiske billede som det på det nåværende stadium er mulig å danne seg av forekomsten synes å sannsynliggjøre muligheten av flere linser både langs strøket som mot dypet av malmsonen. Hvor hyppig slike linser opptrer er det selvsagt umulig å ha noen mening om, men det er ingen geologisk grunn til å anta at de to vi idag med sikkerhet kjenner skal være de eneste som opptrer. De største chansene er knyttet til området i nærheten av grensen mellom det amfibolitiske gangfjellet og den mer homogene gneisen i liggen av Schäningsdraget. Linser kan også opptre et stykke inne i det amfibolitiske gangfjell (Wolframsynken), og ganske rike scheelitpartier kan opptre et godt stykke inn i dette, men undersøkelserne bør fortrinnsvis konsentreres om grense-sonen. Et forslag som er fremsatt av ing. Bøe og Sandberg er også geologisk sett den beste fremgangsmåte til en oppfaring av gruben. Etter forslaget skal det drives stigort fra liggen i et av de innerste tverrslagene i stoll 1 opp til Schäningsgrube noe innenfor den nåværende stoffen her. Fra stigorten skal man så på forskjellige nivåer slå seg inn på malmsonen og drive undersøkelsesorter langs denne. Ortene bør fortrinnsvis drives slik at vi har liggen i den ene veggen. Fra ortene bør det drives enkelte spredte kortere tverrslag lenger over

mot hengen av malmsonen. Stigorten i liggen vil vesentlig bli drevet i grov gneis-granit. Enkelte amfibolit linser vil nok forekomme også her, men det skulle ikke være vanskelig å konstatere når man har slått seg inn på malmsonen fra stigorten.

Ørsdalens tilknytning til andre forekomster i det sydlige Norge.

Både molybden og wolfram er karakteristiske elementer for Telemarksgraniten. I det minste wolfram har en regional utbredelse (Rankama og Sahama ⁵⁴). Björlykke (//) har for det sydlige Norge fastslått en tydelig regional fordeling av dette metall. Mens pegmatitene vest for Oslofjorden er unormalt rike på wolfram, finnes det omtrent ikke i Østfold. En columbit fra Tveit, Iveland (Björlykke /2) er vist å inneholde så meget som 13 % WO_3 . Adamson og Neumann (/) har påvist scheelit fra Dalen og Askom molybden gruber ved Bandak, Tarjeisberg molybdenforekomst ved Misservann, og fra Bleka gull gruber i Svardal. I hvert fall de to første anser de å være knyttet til den hydrotermale fase av Telemark graniten. Senere ble det på en student-ekskursjon til Thulit og Cyprin forekomsten i Sauland, sommeren 1953, funnet scheelit også her.

Auorvidt molybden også er regionalt i sin utbredelse er ikke med sikkerhet fastslått, men mens det er et meget vanlig metal i Telemark granitens område, forekommer det bare i meget små mengder sammen med Østfoldgraniten (Iddefjord graniten). De største kjente molybdenglans forekomster finner vi i den syd-vestlige del av Telemark graniten hvor de forekommer i et drag fra Evje traktene vestover mot Ørsdalen. Bare på to steder, Knaben 2 og Kvina, drives det idag. Under de gode konjunkturerne under den første verdenskrigen ble en mengde andre forekomster i dette draget drevet. De viktigste av disse har antagelig vært Flåttorp ved Evje og Konstadli ved Sirdalsvannet.

Konstadli og Knaben forekomstene har jeg selv sett og på grunnlag av dette og på rapporter, vesentlig av A. Bugge, herifra og fra Flåttorp må likheten med forekomstene i Ørsdalen slås fast. Særlig gjelder dette kanskje Konstadli og Flåttorp, men også Knaben 2's sydlige del viser utpregede likhetpunkter.

På ingen av disse stedene er imidlertid scheelit eller annen wolfram mineralisering hittil påvist. Dette er forøvrigt merkelig, men vi skal ikke se bort fra mulighetene

av wolfram på dypere nivåer ved disse forekomstene. Dette ville i så tilfelle stemme overens med forholdene i Ørsdalen hvor molybden tydelig tiltar i mengde mot de høyere liggende nivåer, og også som det tidligere fremgikk (s. 97) var tilfelle ved Sangdong.

Malmen binder således Ørsdalen geokjemisk til Telemark graniten. Dette antas også av Adamson og Neumann (/) som, skjönt de knytter bergartene i Ørsdalen til Egersund formasjonen, antar malmdannelsen som en hydrothermal fase av yngre magmatiske bergarter i Telemark og Kongsberg-Bamble formasjonen.

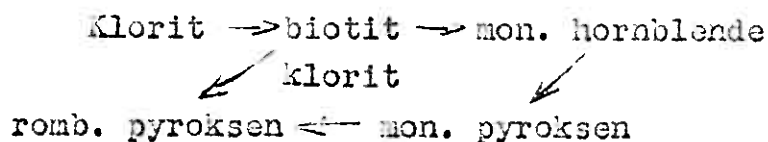
Metamorfosen.

Av den petrografiske behandlingen av bergartene fremgikk det at samme bergartstype (bergarter med tilnærmet samme kjemi) forelå i forskjellige metamorfe fasis. Det vil nå bli nærmere diskutert hvilke fasis som foreligger og tilslutt skal det vises hvorledes de forskjellige fasis-områder grupperer seg i feltet.

Siden Eskola (24) i 1921 utga sin avhandling "The mineral facies of rocks" har metamorfose-læren vært i stadig utvikling, og ettersom vår viten om mineralenes relative stabilitetsforhold, som er grunnlaget for fasis inndelingen, økte, ble Eskola's opprinnelige fasis inndeling etterhvert modifisert. Det mest moderne oversiktsarbeid som idag foreligger er Ramberg's (53) "The origin of metamorphic and meta-somatic rocks." Det er de mineral-likevekter han benytter for fasis inndelingen som her vil bli fulgt.

Til bestemmelse av fasis har vi følgende ting å holde oss til:

1: For de femiske mineraler kan vi oppstille den samme skjematisk reaksjons serien som er benyttet av Bugge (16) i Kongsberg-Bamble formasjonen.



Den eneste forskjellen fra Bugge's skjema er at klorit foruten mellom de to rekker, også er plassert foran biotit. Om grunnen til at klorit er plassert i midten skriver Bugge (16 s. 72): "Chlorite has been placed in the middle since it frequently has the character of a temporary product."

Av de klassiske fasis diagrammene fremgår det at klorit ikke er stabilt over epidot amfibolit fasis. Ramberg antyder at det kan være stabilt i amfibolit fasis og i Örsdalen kan vi finne flere eksempler på det. Svært ofte er det hypersthen som omvandles i et kloritisk aggregat. Klorit er her også stilt foran biotit da vi enkelte steder har så lav fasis at heller ikke biotit lenger er stabilt.

2: En likevekt som med fordel benyttes og som særlig er til god hjelp for klassifiseringen av de sure bergartstypene hvor femiske mineraler kun opptrer i underordnet mengde er:

Mn^{2+} 0.91 kX, Fe^{2+} 0.83 kX, Mg^{2+} 0.78 kX

Som vist av Rankama og Sahama (54 s. 18) kan en 8 koordinasjon være naturlig for Mn^{2+} , mens Fe^{2+} og Mg^{2+} absolutt foretrekker 6 koordinasjon. Av det kan vi slutte at mens Mn-granaten kan dannes ved relativt lave temperaturer, kan vi først få en substitusjon med Mg og Fe når temperaturen blir tilstrekkelig høy. På grunnlag av ioneradiene skulle Fe inngå for Mg. Mg^{2+} ionet har imidlertid "edelgass-struktur" i motsetning til Fe^{2+} og Mn^{2+} . Dette kan føre til at Fe^{2+} kan virke som et mindre ion enn Mg^{2+} . Ramberg (53 s. 289) skriver: " Mg^{2+} and Fe^{2+} have much the same radii, but the field strength around Fe^{2+} is larger than that around Mg^{2+} , hence Fe^{2+} , so to speak, behaves chemically as if it was smaller than Mg^{2+} ." Ramberg's syn her stemmer imidlertid ikke med hva Ahrens (2) er kommet til. Som elektrisk felt (F) betegner han størrelsen I/r (ioniseringspotential/radius) og finner den for Fe^{2+} og Mg^{2+} henholdsvis 22.0 og 22.8. Det synes derfor som om Fe^{2+} og Mg^{2+} vil oppføre seg som deres radius forlanger, men forskjellen er antagelig mindre enn radius differensen gir uttrykk for.

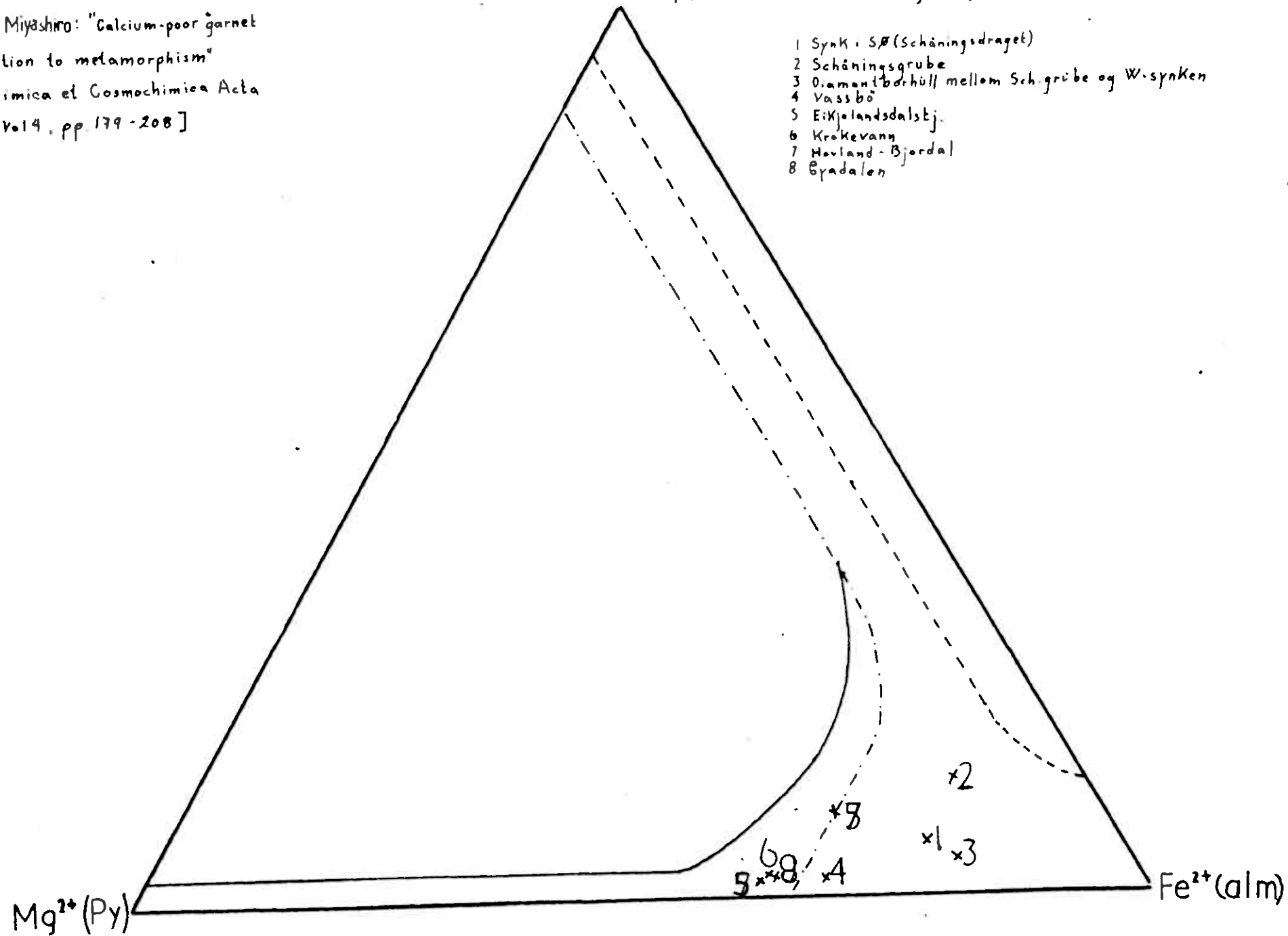
Ramberg har benyttet granat sammensetningen for overgangen amfibolit fasis - granulit fasis. Miyashiro (46) går enda lenger og viser hvordan granatsammensetningen alene kan definere temmelig nøyaktig hvilken metamorfose fasis vi har for hånden. Det er hans diagram som er benyttet her. (Diagram 6, s. 107). På A/S Norsk Bergverks laboratorium på Söve har jeg fått utført 8 granat analyser. Analyse resultatene er gitt i tabell 14, s. 108, og granat-sammensetningene er tegnet inn på diagram 6. Dessverre ble det bare analysert på totalt jern. Mengden av Fe^{3+} er imidlertid for granater av denne typen alltid underordnet. Allikevel gir forholdet et usikkerhetsmoment. Som kontroll er derfor granatenes sp.v., lys brytning og størrelsen av enhets cellen oppført sammen med analysene. Den sp.v. ble bestemt med pyknometer. Lysbrytningsbestemmelsen kunne ikke bli ordentlig utført da vesker i intervallet 1.783 - 1.811 ikke var tilgjengelig. Et annet usikkerhetsmoment en må ta i betraktning er hvorvidt de kjemiske betingelser på stedet var slik at granatene kunne oppnå den sammensetningen de etter de rådende PT forhold skulle ha. Slip undersøkelser ble derfor alltid gjort av de samme bergartene, og den metamorfosegrad man på basis av de andre mineralene kunne slutte seg til, stemte alltid godt med hva granatene indikerte. Cellestørrelsen til nr. 8 (11.54) indikerer imidlertid et høyere Mn-innhold

[Akiho Miyashiro: "Calcium-poor garnet
in relation to metamorphism"
Geochimica et Cosmochimica Acta
1953, Vol. 14, pp. 179-208]

Mn²⁺ (sp.)

Granulit og øklogit fasis

- 1 Synk i SØ (Schäningsdraget)
- 2 Schäningsgrube
- 3 Diamantbørhull mellom Sch-grube og W-synken
- 4 Vassbø
- 5 Eikjølansdalstj.
- 6 Krokevann
- 7 Hovland-Bjerdal
- 8 Gjadalen



Tabell 14.

Analyse	1	2	3	4	5	6	7	8
	vekt %	vekt %	vekt %	vekt %	vekt %	vekt %	vekt %	vekt %
SiO ₂	35.96	35.79	36.70	36.70	37.20	37.30	36.80	35.30
Al ₂ O ₃	20.33	21.55	21.50	21.20	23.30	21.37	21.70	22.52
FeO	34.42	30.80	34.84	31.77	27.40	29.02	29.50	31.12
MnO	2.35	5.05	1.63	0.80	0.64	1.05	3.80	0.95
MgO	4.13	2.80	4.10	7.13	9.33	8.82	6.33	9.00
CaO	<u>2.35</u>	<u>3.48</u>	<u>2.20</u>	<u>1.92</u>	<u>1.26</u>	<u>1.26</u>	<u>1.87</u>	<u>1.03</u>
	99.54	99.47	100.97	99.52	99.13	98.82	100.00	99.92
(TiO ₂ er rapportert fra flere av analysene i størrelsesorden 0.1 %).								
	Cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%	cat.% brukt cat.%
SiO ₂	36.2 37.5	36.2 37.5	36.4 37.5	36.2 37.3	36.0 37.4	36.6 36.3	36.2 36.7	34.2 37.5
AlO _{1½}	24.1 25.0	25.6 25.0	25.1 24.9	24.5 25.1	26.6 25.1	24.7 24.9	25.1 25.1	25.7 25.0
FeO	29.0 26.4	25.9 25.5	28.8 27.9	26.0 24.0	22.1 22.2	23.7 23.7	24.2 23.6	25.1 22.8
MnO	2.0 2.1	4.3 4.2	1.4 1.5	0.7 0.7	0.5 0.5	0.8 0.9	3.2 3.3	0.8 0.7
MgO	6.2 6.3	4.2 4.2	6.1 6.0	10.6 10.8	13.5 13.5	12.9 12.9	9.3 9.3	13.1 12.9
CaO	<u>2.5</u> <u>2.7</u>	<u>3.8</u> <u>3.6</u>	<u>2.2</u> <u>2.2</u>	<u>2.0</u> <u>2.1</u>	<u>1.3</u> <u>1.3</u>	<u>1.3</u> <u>1.3</u>	<u>2.0</u> <u>2.0</u>	<u>1.1</u> <u>1.1</u>
	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0	100.0 100.0
sp.v.	4.065	4.069	(for lite stoff)	3.963	3.967	3.975	3.331? (lite stoff)	3.357? (lite stoff)
brytn. indeks	> 1.783	> 1.783	> 1.783	> 1.783	ca. 1.769±0.005	1.779±0.005	> 1.783	> 1.783
enhets celle	<u>11.55</u>	<u>11.57</u>	<u>11.54</u>	<u>11.54</u>	<u>11.51</u>	<u>11.53</u>	<u>11.53</u>	<u>11.54</u>
	Mol %	Mol %	Mol %	Mol %	Mol %	Mol %	Mol %	Mol %
alm.	70.44	67.8	74.6	64.0	59.1	59.5	61.7	60.8
spes.	5.52	11.3	3.6	1.9	1.3	2.2	8.5	2.1
py.	17.11	11.0	16.0	28.6	36.1	34.7	24.6	34.2
gr.	6.94	9.9	5.8	5.4	3.5	3.6	5.2	2.9
alm.	75.70	75.3	79.5	67.7	61.2	61.7	65.0	62.5
spes.	5.90	12.5	3.9	2.0	1.4	2.3	9.0	2.3
py.	18.40	12.2	16.6	30.3	37.4	36.0	26.0	35.2

enn det fremgår av analysen.

4. Et annet forhold som er forsøkt utnyttet er relasjonene mellom alkalifeltspatene. Vi finner tre typer alkali feltspat i Ørdsalen: "Mesoperthit", perthittisk orthoklas og perthittisk mikroklin. "Mesoperthitene" er tidligere beskrevet og det ble vist hvordan de kan forklares som "replacement" av plagioklas med kalifeltspat. Forholdet mellom mikroklin og orthoklas vil bli forsøkt basert på et arbeid av Goldsmith og Laves (28). De har funnet temperaturen for overgangen mikroklin-sanidin ved oppvarming av mikroklin under hydrothermal betingelser. 500° er den laveste temperatur for sanidiniseringen de på denne måten har oppnådd. Ved tørre synteser var temperaturen ca. 1000° C. I siste tilfelle har vi en virkelig diffusiv overgang, mens forholdene i første tilfelle best må beskrives som en hydrothermal syntese av sanidin hvor mikroklin opptrer som kildemateriale, (28 s. 15). Her foreligger derfor muligheten av at de har dannet sanidin som en metastabil fase inne i mikroklinens stabilitetsområde. En annen innvending er at vi i Ørdsalen behandler vanlig orthoklas og ikke sanidin. For å kunne bruke Goldsmith og Laves' resultater må vi derfor anta at de generelt gjelder for inversjonen triklin→monokl.k.feltsp. Vanlig orthoklas oppfatter Laves (4/ s.443) som ustabil og den antas å kunne bli dannet enten stabilt over inversjons temperaturen eller metastabilt under denne.

Som en tredje innvending kan det anføres at da det aldri er lyktes å syntetisere mikroklin fra sanidin, har man ingen eksperimentel garanti for at reaksjonen virkelig er reversibel. Da jeg i Ørdsalen har antatt all kalifeltspaten som opprinnelig orthoklas er dette en ganske vesentlig innvending. Goldsmith og Laves antar imidlertid at reaksjonen er reversibel og all erfaring tyder på at det er riktig.

Imot at orthoklas er den opprinnelige kalifeltspat over hele feltet kan det selvfølgelig reises endel innvendinger. Det kunne for eks. tenkes at de orthoklas og mikroklin førende gneisene representerer to primært forskjellige bergarter. Da imidlertid gneisenes kjemiske sammensetning ikke kan sees å avhenge av om de inneholder mikroklin eller orthoklas antas dette ikke å være tilfelle.

En annen innvending kan reises på basis av at mikroklin var den opprinnelige feltspat overalt og at orthoklas senere var dannet metastabilt innen enkelte områder. Det viser seg imidlertid at orthoklas gneisene er de som idag foreligger

i den høyeste metamorfe fasis. Det å anta orthoklas som den opprinnelige kalifeltspat er derfor det samme som å anta at alle bergartene engang har foreligget i denne fasis. Da de lav-metamorfe typene er karakterisert ved en saussuritisering av plagioklasen og at vi ofte finner relikter av høy-metamorfe mineraler, for eks. hypersthen, i dem, ansees dette å være tilfelle. Fordelingen av de høymetamorfe områdene i feltet, som er vist på metamorfose kartet plansje 5, støtter også et slikt syn. Vi kan uttrykke det slik at disse områdene er "relikter av et opprinnelig høy-metamorft felt".

Konstateringen av hvorvidt orthoklas eller mikroklin foreligger er vesentlig bygd på slip undersøkelser, men også röntgen er benyttet etter de prinsipper som er anvist av Goldsmith og Laves (28). I slipene ble det foretatt stikkprøver ved måling av utslukningsvinklen.

I Ørsdalen finner vi bergartene i følgende metamorfe fasis:

1. granulit fasis
 2. amfibolit fasis
 3. epidot amfibolit fasis
 4. grønn skifer fasis
- ↗ høy amfibolit fasis
 (orthoklas)
 (mikroklin) → lav amfibolit fasis

Vi skal nå se på grunnlaget for inndelingen av feltet i forskjellige fasis områder. (Som tidligere nevnt har jeg her vesentlig basert meg på Ramberg's prinsipper).

1. Granulit fasis - høy amfibolit fasis.

Karakteristisk for bergartene i granulit fasis er at kvartsen ofte er blålig og at feltspaten gjerne har en brunlig farge. I Ørsdalen er særlig de hvite gneisene karakterisert ved en blålig kvarts. Ofte befinner bergartene seg ikke lenger i granulit fasis, men kvartsen har allikevel den blå fargen. Mens feltspaten i disse gneisene er hvit, er den som regel brunlig i de høy-metamorfe granodioritiske gneisene. I slipene gjenfinner vi andre karakteristiske ting, som for eks. anti-perthitisk plagioklas. "Mesoperthitene" er identiske med de typiske mikroperthiter vi kjenner fra andre granulitfasis områder. Jeg har gått gjennom enkelte av Goldschmidt's slip fra Jotundekken og funnet de samme perthitene i flere av dem. Vi har tidligere hørt at "mesoperthitene" karakteriserer de hvite

gneisene, mens de granodioritiske gneisene som regel fører vanlig perthitisk orthoklas eller mikroklin. Dette er tilfelle selv der disse forekommer i granulit fasis. Forklaringen er antagelig å finne i dannelses-måten. Det er vist hvordan "mesoperthitene" kan oppfattes som "replacement" perthiter. For de hvite gneisene, hvis primære sammensetning antas å ha vært anorthositisk eller leuco noritisk, bestående vesentlig av plagioklas med meget lite mørke mineraler, vil en kali-metasomatose vesentlig føre til dannelsen av kali-feltspat på bekostning av plagioklas, og på den måten antas "mesoperthitene" å være dannet. De granodioritiske gneisene derimot kan i feltet vises for en stor del å være dannet ved granitisering av amfiboliter. Her er kalifeltspat dannet vesentlig på bekostning av de mørke mineraler. Dette fremgår klart av serieslipene fra diamantborkjernen. Vi ser at såvel sammensetningen, som mengden av plagioklas, holder seg noenlunde konstant gjennom hele serien, (fig. 3, s.57).

Da rombisk pyroksen i kvarts-feltspat bergarter er sikre bevis på granulit fasis, er det ikke tvil om at enkelte av bergartene i Ørdsalen må klassifiseres under denne. En granodiorit fra Fiskelöysvaan inneholder mineralene: kvarts, perthitisk orthoklas, andesin, hypersthen og jernerts. Videre har vi noen bergarter hvis eneste feltspat er plagioklas og med mineral sammensetningen: kvarts, antiperthitisk andesin, hypersthen.

I amfibolitene finner vi ofte hypersthen. Disse har imidlertid ikke overskudd på SiO_2 og i slike bergarter kan rombisk pyroksen også forekomme i høy amfibolit fasis. På grunnlag av kvarts-feltspat bergartene alene er det ofte vanskelig å skille mellom amfibolit fasis og granulit fasis. Da de nesten bestandig har en primer plagioklas mer basisk enn An_{30} , er skillet mellom amfibolit- og epidot amfibolit fasis imidlertid ganske greit. Jeg har derfor slått sammen granulit-fasis og øvre del av amfibolit fasis i en gruppe som er kalt høy amfibolit fasis. Kalifeltspaten skal i denne gruppen alltid være orthoklas. Grunnlaget for dette er at i Ørdsalen er orthoklas aldri funnet i lavere fasis enn amfibolit fasis. Mikroklin er kalifeltspaten i de lavere fasis, men den kan og forekomme i amfibolit fasis. I sikker granulit fasis er den derimot aldri funnet.

Den laveste temperaturgrensen for denne fasis gruppen skulle da være ca. 500° , og avviker antagelig ikke meget fra

det vanlige skillet mellom granulit- og amfibolit fasis. Dette synes og å bli vist av granat analysene. Granatene 5, 6 og 8 (diagram 6) befinner seg i granulit fasis feltet, hvilket også stemmer med de øvrige mineralene i bergartene her. Nr. 4 og 7 ligger på grensen mellom amfibolit- og granulit fasis og kalifeltspatene i bergartene er mikroklin.

2. Lav amfibolit fasis.

Bergartene innen denne gruppen fyller alle de vanlige normer for amfibolit fasis, men i gneisene hvor kalifeltspat. forekommer skal denne være mikroklin. Klorit forekommer ofte i disse bergartene som et stabilt mineral. Dette tilfelle er som nevnt tidligere kjent fra andre steder, og da mineralene forøvrig er typiske for amfibolit fasis, må det anerkjennes at klorit kan forekomme i denne.

3. Epidot amfibolit fasis og grønnskifer fasis.

Mens det er relativt lett å skille mellom denne gruppen og de høyere metamorfe fasis, er skillet mellom epidot amfibolit fasis og grønnskifer fasis vanskeligere når man vesentlig må basere seg på de granodioritiske gneisene. Disse to fasis områdene er derfor her slått sammen i en gruppe. Forekomsten av diopsid og likevekten $\text{Zoisit} \rightleftharpoons \text{An}_{30}^{(1)}$ er av Ramberg foreslått som betegnende den øvre grensen av epidot amfibolit fasis. Diopsid kan imidlertid bare brukes ensidig. Hvis den forekommer, kan bergarten sikkert regnes til amfibolit fasis. Hvorvidt den forekommer eller ei er imidlertid betinget av bergartenes kjemiske sammensetning, og ofte er denne slik at diopsid selv ikke under gunstige PT-betingelser vil kunne dannes. Dette er særlig tilfelle med de granodioritiske gneisene, men også amfibolitene kan ha en sammensetning som umuliggjør diopsid dannelsen i amfibolit fasis. Vi kan for eks. se på eks. 7 i tabell 1 s. 15. Mens plagioklasen her har en sammensetning som utvilsomt plasserer bergarten i amfibolit fasis, er hornblende det eneste femiske mineral som forekommer.

Zoisit-anorthit likevekten er derimot entydig og uavhengig av bergartens SiO_2 innhold, (se ligning 1 s. 105). Adskillelsen av epidot amfibolit fasis områdene fra de høyere fasis er derfor vesentlig basert på denne likevekten. I enkelte tilfelle har nok plagioklasens sammensetning i granodioritene primært vært en oligoklas hvilket vanskeliggjør fasis inndelingen. I de aller fleste tilfellene er imidlertid plagi-

klasene saussuritisert når de er surere enn andesin.

Plagioklasens sammensetning kan ikke benyttes når det gjelder å skille mellom epidot amfibolit fasis og grønnskifer fasis. Det ville imidlertid godt la seg gjøre å benytte forekomsten av biotit som øvre grense for grønnskifer fasis. Da imidlertid biotit også kan være stabilt i deler av grønnskifer fasis, (53 s.29) og en adskillelse av de to fasis ikke praktisk spiller noen rolle for forståelsen av metamorfosen i Ørdsalen, er de to gruppene ikke forsøkt adskilt. At bergarter i grønnskifer fasis forekommer fremgår av den petrografiske beskrivelsen.

Av tabellene fra den petrografiske beskrivelsen kan vi finne eksempler på alle de forskjellige metamorfe fasis.

Amfiboliter (tabell 1, s.15) Silikat mineraler

granulit fasis	Eks. 1. Labrador, hypersthen, hornbl. bio.
høy amf. fasis	" 2. Andesin, hyp, diop, hbl, bio.
lav amf. fasis	" 4. Andesin, diop, hbl, klorit.
epidot amf. fasis	" 5. Albit, klorit, serpentin,
grønnsk. fasis	

Ørdsalens hvite gneiser (tabell 4, s.25).

granulit fasis	
høy amf. fasis	Eks. 1. Kvarts, andesin, serisit, granat, bio
lav amf. fasis	" 6. Kvarts, andesin, mikroklin, serisit, hyp.(relikt), bio., klorit.
ep. amf. fasis	" 2. Kvarts, mikroklin, oligoklas, klorit
grønnsk. fasis	" 5. Kvarts, mikroklin, albit, klorit.

Granodioriter (tabell 5, s.37).

granulit fasis	Eks.11. Kvarts, orthoklas, andesin, hypersthen.
høy amf. fasis	" 2. Kvarts, orthoklas, andesin, biotit, klorit.
lav amf. fasis	" 13. Kvarts, mikroklin, andesin, serisit, klorit.
ep. amf. fasis	" 10. Kvarts, mikroklin, oligoklas, klorit.
grønnsk. fasis	" 9. Kvarts, mikroklin, albit, epidot, klorit.

Det fremgår at alle bergartsgruppene er representert i de forskjellige fasis. Et klart eksempel på granulit fasis for de hvite gneisene foreligger ikke, men i eks. 6 finner vi

hypersthen som "relikt" hvilket viser at også disse tidligere har vært i granulit fasis.

Fordelingen av bergarter med samme metamorfose grad innen feltet.

Den klassiske fasis inndelingen er bare delvis benyttet i Ørsdalen, isteden er forskjellige fasis slått sammen i en gruppe. På kartet pl.5 er bergartene delt i tre grupper etter deres forskjellige metamorfose grad.

1. Høy amfibolit fasis (granulit fasis - Øvre amf. fasis)
2. Lav amfibolit fasis
3. Epidot amfibolit fasis eller lavere.

Grunnen til at en slik inndeling er benyttet er delvis at vi dermed får et bedre inntrykk av feltet, men også at en slik inndeling er praktisk lettere å gjennomføre for slike bergarter som vi finner i Ørsdalen. De vanlige fasis diagrammer er vesentlig basert på femiske mineraler, samtidig som det vanlig forutsettes overskudd av SiO_2 . De hvite gneisene og granodioritene er de eneste bergartene i Ørsdalen som oppfyller dette kravet, men innholdet av femiske mineraler i disse er som regel lite. I mange tilfeller utgjøres de femiske mineraler av biotit alene. Dette kan være stabilt gjennom hele fasis rekken. I andre tilfeller er granater de eneste femiske mineraler og disse betinger en kjemisk analyse for å kunne brukes. Inndelingen jeg har benyttet kan omtrent helt baseres på kvarts-feltspat bergartene, da den i Ørsdalen har vist seg vesentlig å avhenge av følgende forhold:

høy amf. fasis $\rightarrow$ lav amf. fasis $\rightarrow$ ep. amf. fasis
orthoklas $\rightarrow$ mikroklin An_{30} $\rightarrow$ zoisit

På metamorfose kartet plansje 5 er det vist hvor de forskjellige prøvene er tatt. Kartet bør sees i sammenheng med bergarts-kartet plansje 1 hvor strukturene er inntegnet.

Innen det syd-vestre gneis området har vi et stort felt som befinner seg i høy amfibolit fasis. Dette områdes begrensning på kartet antas å svare temmelig godt til de virkelige forhold. I virkeligheten befinner dette området seg antagelig i sin helhet i granulit fasis. Hypersthen forekommer såvel i amfibolitene som i gneisene. Bergarter som kjemisk ligner eks. i tabell 4 s. 25 forekommer flere steder, men inneholder ofte hypersthen istedenfor granater. To granat analyser, nr. 5 og nr. 6, er tatt fra dette feltet og begge faller i

granulitfasis feltet på Miyashiro's diagram.

Det største sammenhengende feltet i høy-amfibolit fasis er det midtre. Dette faller nær sammen med det malm-førende området. Det har imidlertid en noe videre utstrekning mot nord-øst og en mer uregelmessig begrensning til denne siden. Det var vesentlig på grunn av forholdene her at granulit fasis og øvre amfibolit fasis ble slått sammen og adskilt fra en lavere amfibolit fasis.

Hypersthen og hornblende $\pm$ diopsid forekommer ofte sammen i amfibolitene som derfor kan være i granulit fasis. I andre av dem mangler hypersthen eller vi finner bare rester av den ongitt av et kloritisk aggregat. I disse utgjøres de femiske mineralene av hornblende og biotit $\pm$ diopsid. Hypersthen kan og forekomme i granodioritene men hornblende, eller oftere biotit, er meget vanligere. Plagioklasen er imidlertid alltid andesin og kalifeltspaten orthoklas. Skulle vi her skille mellom granulit og amfibolit fasis områder ville dette kreve et utall av prøver, og for granodioritenes vedkommende ville det antagelig ikke være mulig å gjennomføre.

I nær forbindelse med selve malm-sonen kan vi finne enkelte spredte lavmetamorfe områder. Rett nord av Dovlandsgrube og enkelte steder i stoll 1 er plagioklasen i granodioritene helt saussuritisert. Kalifeltspaten er mikroklin, og klorit er det vanlige femiske mineral. Arer med epidot kan ofte sees å gjennomsette disse bergartené og den lave metamorfosegraden må settes i forbindelse med disse. Disse områdene er isolerte og malmsonen som helhet befinner seg i en langt høyere metamorfosegrad. Orthoklas og andesin er stabile i kontakt med malmsonen flere steder. Amfibolitene er riktignok som tidligere nevnt, biotitisert, men dette må betraktes som en metasomatisk prosess, foregått under omvandling av hornblende til biotit ved kali-metasomatose etter ligningen vist på s. 88, og kan ikke direkte benyttes til bestemmelse av metamorfosegraden. Vi skal heller ikke bevege oss mange meterene fra malmsonen før hypersthen igjen er stabilt i amfibolitene. Selve malm-sonen er nok allikevel i en noe lavere fasis enn resten av området. Dette kan vises av granatanalysene nr. 1, 2 og 3, henholdsvis fra den syd-østligste synken i Schåningsdraget, Schåningsgrube og diamantborhull mellom de to. På Miyashiro's diagram ligger de inne i feltet som omslutter amfibolit fasis og ep. amfibolit fasis, og de representerer

den laveste metamorfosegrad som er funnet ved granatanalysene.

I syd-öst har vi et annet høy-metamorft område. Ved Grunnvann lengst i vest er det en bergart bestående av kvarts, andesin, hypersthen, diopsid, biotit og jernerts. Da hypersthenen er helt frisk må denne regnes tilhørende granulit fasis. Midt inne i feltet finner vi granodioritiske gneiser i amfibolit fasis og med orthoklas. Feltets utstrekning mot øst er derimot mer tvilsom da mikroclin her forekommer i gneisene i amfibolit fasis. At vi synes å ha et høy-metamorft område her er imidlertid interessant da strøket langs Gyadalen avviker fra det normale og svinger øst-vest. Det skal også igjen minnes om at vi lenger mot øst her har kvartsganger med molybdenglans.

Langs Gyadalen mellom Mydland og Eikjeldsdalen, har vi to høy-metamorfe områder adskilt med en lav-metamorfe sone. Undersøkelsene her er gjort på amfiboliter som inneholder mineralene labrador eller andesin, hypersthen $\pm$ diopsid, hornblende $\pm$ biotit. Enkelte av dem inneholder og granater. Foruten amfiboliter har vi her granatførende hvite gneiser og eks. 1 fra tabell 4 s. 25 er herfra. En granatanalyse, nr. 8, er tatt på materiale herfra. Etter Miyashiro's diagram plasserer den feltet i granulit fasis, hvilket stemmer godt med amfibolitenes mineralinnhold. (Som nevnt tidligere synes enhetscellens størrelse imidlertid å indikere et høyere sp. innhold i denne granaten).

Lengst i nord-vest er det et siste høy-metamorft område. Dettets utstrekning er ikke kjent da jeg bare har en prøve herfra. Denne viser imidlertid mineralene kvarts, antipertnitisk plagioklas og hypersthen, og må derfor regnes tilhørende granulit fasis.

De nå gjennomgatte områdene er på alle kanter omgitt av bergarter i lav amfibolit fasis. Unntatt er de to feltene i Gyadalen som delvis er begrenset av meget lav-metamorfe bergarter. Da bergartene i lav amfibolit fasis vesentlig består av kvartsfeltspat bergarter, mens amfibolitene er mer sjeldne, følger det at amfibolitene bare i liten utstrekning er benyttet til metamorfose undersøkelser. Kalifeltspaten er i disse områdene alltid mikroclin og plagioklasen andesin, men ofte på grensen mot oligoklas. Karakteristisk mineralinnhold i gneisene er: Kvarts, mikroclin, plagioklas (ofte

noe saussuritisert), biotit og klorit. Hornblende kan og forekomme, og granulitene inneholder gjerne granater. To granat analyser er gjort på materiale fra disse bergartene. Nr. 7 omtrent ved Bjordalsvannet, ligger på grensen mellom amfibolit- og granulit fasis. Nr. 4 er fra Ørsdalsvannet og ligger i amfibolit fasis feltet. Dette fremkommer også av mineralene i bergarten forøvrig, nemlig: Kvarts, mikroklin, andesin, granat og "relikt" hypersthen. Ved siden av de høy-metamorfe områdene utgjør bergartene i lav amfibolit fasis størstedelen av feltet. Det er imidlertid sannsynlig at en del av dette området må regnes til epidot amfibolit fasis.

Et lavmetamorfit område går fra Gyadalen opp mellom Mydlandsvann og Elkelandsdalstjern. Her deler det seg i to. En arm smalner av opp forbi Krokevann og ned i Ørsdalen. Herfra er det mulig det dreier mer nordlig og henger sammen med det lav-metamorfe feltet nord av Stafftjern. Dette ville i tilfelle passe bra med strukturen i bergartene. En annen arm går forbi Mydlandsvann mot nord-øst og henger muligens sammen med det lav-metamorfe feltet ved Bjordalsvann. Bergartene i denne sonen utgjøres vesentlig av hvite gneiser med smale mellomliggende amfibolitiske bånd. De befinner seg vesentlig i lav epidot amfibolit fasis eller grønnskifer fasis, men også høy epidot amfibolit fasis forekommer og da særlig mot grensene. Karakteristisk mineralsammensetning av bergartene er: Kvarts, mikroklin (ofte seritisert), albit, zoisit, klorit. I tillegg finner vi granater og biotit. Sekundære kvartsårer med epidot og/eller klorit opptre hyppig.

Tolking av årsakene til den varierende metamorfosegrad i Ørsdalen.

Det er tidligere nevnt at bergartene i Ørsdalen alle engang må antas å ha befunnet seg i samme metamorfe fasis. Denne felles metamorfosegrad antas å ha vært den høyeste vi idag finner i feltet, nemlig granulit fasis, eller som jeg har kalt det, høy amfibolit fasis. Som bevis på dette er anført:

1. Likheten i kjemisk totalsammensetning for bergartene i samme gruppe, selv når de foreligger i forskjellig metamorf dragt.
2. Alle bergartsgruppene er representert i de forskjellige metamorfe fasis områder.
3. Forekomsten av "relikte" høytemperatur mineraler i lav-metamorfe bergarter.

Vi må tolke prosessene som en retrograd metamorfose som bare har virket innen enkelte strøk av feltet. Forskjellen på bergartenes metamorfe karakter kan ikke forklares med regionale PT-variasjoner innen feltet, hvor P vesentlig definerer bergartstrykk og T den temperatur vi finner i et bestemt horisontal snitt av en geosynklinal. De forskjellige områdene er ikke adskilt ved forkastnings grenser og hele feltet må derfor ha vært underkastet de samme regionale PT-betingelser. Dette fremgår også av den raske overgangen fra høy- til lav-metamorfe områder. Særlig er dette karakteristisk i Gyadalen hvor amfiboliter og hvite gneiser i granulit fasis og høy amfibolit fasis grenser mot hvite gneiser i lav epidot amfibolit fasis eller grønnskifer fasis.

Man har lenge vært klar over at vann spiller en vesentlig rolle for de metamorfe prosesser og at H_2O må betraktes på samme måte som de andre oksyder. Man har imidlertid hatt en tendens til å se bort fra det, da man har antatt at vann på grunn av sin store mobilitet alltid vil være tilstede i tilstrekkelig mengde til å danne hydrerte mineraler under de riktige PT-betingelser. Ramberg (53 s.269) skriver: "It is very interesting that water appears to be available wherever needed to form the hydrous minerals stable in the green schist and epidote amphibolite facies." Malageologer har lenge kjent til den typiske kloritisering og seritisering av sidestenen i forbindelse med kisdannelser. Denne er forårsaket av en hydrothermal metasomatose i forbindelse med malmdannelsen. Malmstokkens sidebergart viser her mineraler tilhørende en lavere mineralfasis enn bergarter noen meter til siden. Etter Yoder's (70) arbeid er man blitt virkelig klar over vannets betydning, og det ser ut til at man, i hvert fall i detalj, må oppgi å definere metamorfosen som en funksjon av de to variable, P (bergartstrykk) og T (temperatur), alene, men at man må innføre en tredje variabel, nemlig vanntrykket, eller P_{H_2O} .

Betrakter vi det lav-metamorfe området i Ørdsalen ser vi hvordan det stort sett følger topografiske "søkk" i terrenget. Felter som man ved studier av topografien kunne anta representerte gamle svakhetssoner. Etter disse svakhetssonene må vi anta at varme vandige oppløsninger har sirkulert. Oppløsningene har ikke vært bundet til direkte åpne sprekker, men de har hatt evnen til intergranulært å gjennomtrenge bergartene. Dette fremgår av slipene hvor man ofte kan finne

smale gjennomsettende kvartsårer med epidot og klorit i de lav-metamorfe bergartene. Sammenhengen mellom gjennomtrengende oppløsninger og den lave metamorfose graden innen områder som kan forklares som svakhetssoner i terrenget, kan også forklare det forhold at amfibolitene ofte synes å befinne seg i en høyere metamorf fase enn tilgrensende kvarts- feltspat bergarter. På grunn av de to bergartenes forskjellige tekstur vil gjennomtrengligheten for vann være forskjellig. Forholdene vil kunne sammenlignes med sandsten og lerskifer.

Oppløsningene må antas å ha vært mettet på SiO_2 . Ifølge Barth (9 s.280) kan vann gass ved temperaturer mellom 400 og 500° og 1000 atm. trykk inneholde ca. 0.25 % SiO_2 og oppløsligheten varierer ved disse temperaturene sterkt med trykket. Når damp er i kontakt med kvarts for mindre enn 10 minutter oppnår dampfasen en metningsgrad på 3/4 av det maksimale. Damp kan derfor antas å ha fått sitt SiO_2 innhold fra bergartene selv. SiO_2 vil så igjen avsettes som kvarts når oppløsligheten minskes. Dette kan skje enten ved en nedsettelse av temperaturen, eller lettere ved en negativ trykkforandring for eks. i en svakhetssone.

De smale gjennomsettende kvartsårene i de lav-metamorfe områdene antas å være dannet ved en slik trykkforandring.

Oppløsningene må også ha inneholdt $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Dette fremgår av at de sekundære kvartsgangene gjerne fører epidot og at plagioklasen er zoisitisert. Den siste prosessen antas foregå etter ligning 1 s. 105 som Barth (9) antar best representerer hva som virkelig foregår under saussuritiseringsprosessen.

I avsnittet om malmen i Ørdsdalen ble det vist at scheelitiseringen av wolframitene måtte oppfattes som en Ca-metasomatose. Det ble dengang antydnet muligheten av at den nødvendige mengde Ca stammet fra hornblende som under K-metasomatose ble omdannet i biotit. Dette kan selvfølgelig forklare noe av scheelit dannelsen. Da imidlertid malmsonen synes å foreligge i en noe lavere metamorf fase enn resten av det granitiserte området, er det mer naturlig å sette scheelitiseringsprosessen i forbindelse med de Ca-førende hydrotermale oppløsningene som også har virket andre steder i feltet.

Vi kan nå slutte at to forskjellige metamorfe prosesser har funnet sted i området. Den første var av regional art

og foregikk på dypet av en geosynklinal under PT-betingelser som vanlig definerer granulit- eller høy amfibolit fasis. Alle bergartene fikk dermed en høy-metamorf karakter.

På et senere stadium under hevingen av fjellkjeden ble bergartene gjennomtrengt av varme vandige oppløsninger. Deres bevegelsesretning var avhengig av trykk gradienten og de ville fortrinnsvis søke å bevege seg mot steder der trykket på vannfasen var minst mulig. Den største effekten ville de derfor gi innen forskjellige svakhetssoner som av en eller annen grunn var dannet. Her ville bergartenes mineraler i stor utstrekning reagere med vannet og hydrerte mineraler ville dannes. Disse svakhetssonene finner vi idag igjen i feltet ved enkelte daler og vandrager.

og foregikk på dypet av en geosynklinal under PT-betingelser som vanlig definerer granulit- eller høy amfibolit fasis. Alle bergartene fikk dermed en høy-metamorf karakter.

På et senere stadium under hevingen av fjellkjeden ble bergartene gjennomtrengt av varme vandige oppløsninger. Deres bevegelsesretning var avhengig av trykk gradienten og de ville fortrinnsvis søke å bevege seg mot steder der trykket på vannfasen var minst mulig. Den største effekten ville de derfor gi innen forskjellige svakhetssoner som av en eller annen grunn var dannet. Her ville bergartenes mineraler i stor utstrekning reagere med vannet og hydrerte mineraler ville dannes. Disse svakhetssonene finner vi idag igjen i feltet ved enkelte daler og vandrager.

Tektonikk.

I innledningen ble bergartstrukturer og bruddlinjer såvidt berørt. Av de senere avsnittene har det fremgått at tektonikken må spille en vesentlig rolle for flere av de prosesser som har foregått i feltet. Det er vist at malmsonene alltid er parallelle med gneisenes foliasjon, og at de løper sammen i en spiss bue mot syd-øst (fig. 8, s.93). Videre kan den lave metamorfosegrad vi finner enkelte steder i feltet forklares som en sen retrograd metamorfose, forårsaket av hydrothermal virksomhet innen enkelte steder av feltet. Topografien er også i stor grad avhengig av bergartstrukturen.

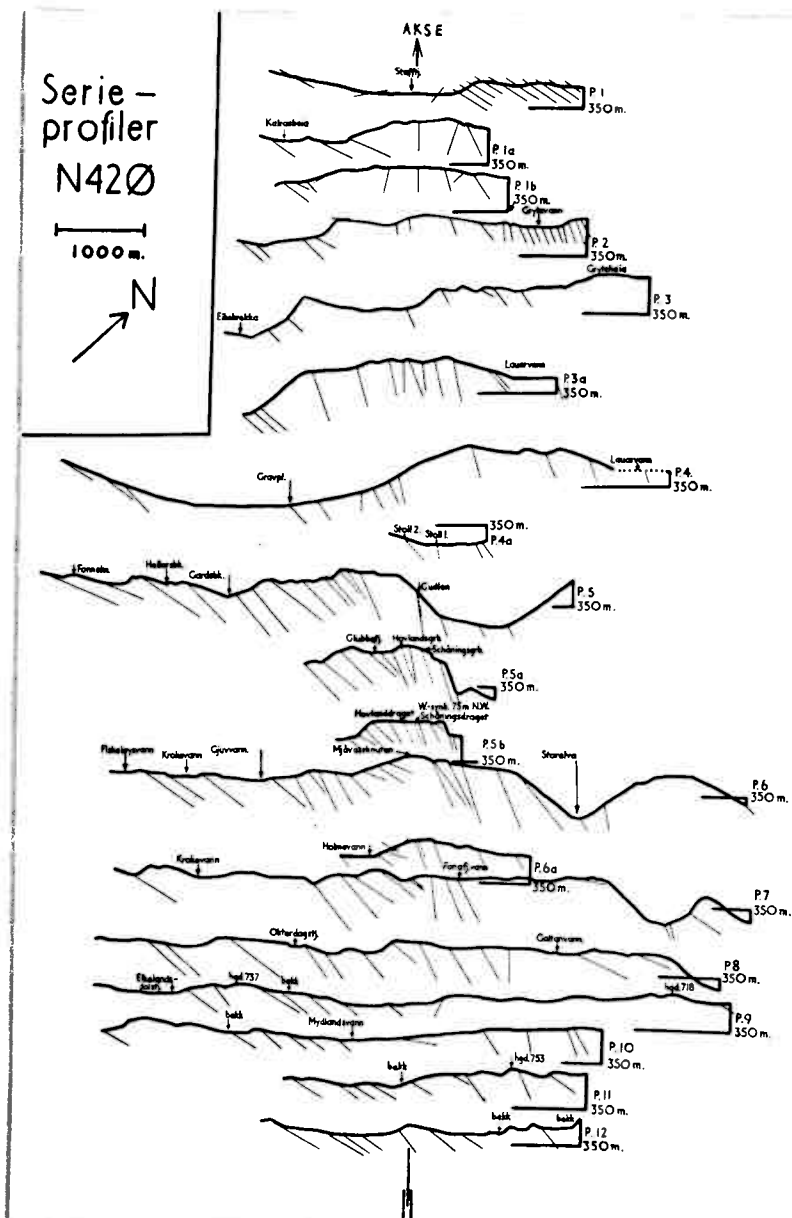
Å gi en eksakt tolking av strukturene er allikevel meget komplisert. Som grunnlag for en diskusjon kan vi benytte bergartskartet på plansje 1, hvor bergartenes strøk og fall retninger er inntegnet. Med dette som grunnlag er det lagt serieprofiler loddrett på en linje som stryker N48V. Denne retningen er noenlunde parallell med gneisenes gjennomsnittlige strøkretning. Profilene er gitt på fig. 10, s. 122, og stedene de er lagt er markert på plansje 1.

Går man fra syd-vest i feltet mot nord-øst gjelder stort sett følgende hovedregel:

I det syd-vestre gneisområdet er gneisene tydelig, men ikke sterkt foliert og fallet er gjennomsnittlig ca. 35° i nord-østlig retning. Kommer vi så inn i granulit sonen, for eks. ved Krokevann, blir bergartene meget sterkt presset og man kan ofte ha inntrykk av en virkelig "lagstilling" av gneisene. Fallet er omtrent det samme som før. Ettersom vi kommer inn i det midtre, malmførende området, blir lagstillingen etter hvert steilere og foliasjonen mindre utpreget. Omkring selve malmsonen er strukturen ofte vanskelig å måle og i mange tilfelle må målingene baseres på amfibolitbåndene som her opptrer relativt rikelig. Fallet er som regel 75° mot nord-øst, men kan enkelte steder være helt steilt.

Kommer vi nå over i det nord-østre gneisområdet fortsetter den steile lagstillingen og foliasjonen er fremdeles dårlig utviklet. Etterhvert flater den ut og enkelte steder kan vi ha helt svevende lag. Helt i nord-øst får vi så et fall omtrent som hva vi begynte med og retningen er den samme.

Det er tidligere bemerket at det midtre, malmførende området, er tektonisk skilt fra resten av feltet. Ser vi på struktur kartet og profilene fremgår det at dette nærmest blir



å beskrive som en slags "trauformet" synklinal som langs begge sider faller mot nord-øst. Denne er imidlertid sterkt sammenpresset og deformert, hvilket tydelig kommer frem i dens syd-østre del, hvor den ender meget spisst. Foldningsaksens retning må omtrent være N48V, eller parallell med gneisenes gjennomsnittlige strøkretning.

Bergartsmessig skiller området seg ikke så tydelig ut fra feltet for øvrig. I syd-øst er grensen mot den hvite gneissonen selvfølgelig ganske godt definert, og denne faller, godt sammen med hva vi må anta er synklinalens syd-vestre begrensning. I nord-øst er det derimot umulig ved bergartsobservasjoner å trekke noen vel definert grense. Statistisk gjelder det imidlertid at amfibolitbåndene opptrer meget hyppigere innenfor "synklinalen", særlig gjelder dette for den delen som ligger syd-øst for Örsdalen.

Synklinalens form mot dypet vil ha avgjørende betydning for hvor langt mot syd-øst malmsonen strekker seg i stollnivået i dalen. Vertikalavstanden fra dette nivået og opp til fjellplatået hvor observasjonene foreligger er imidlertid så stor at selv en gjetning om dette er utillatelig. Hvilken betydning vi skal tillegge de horisontale fall vi, som før omtalt, finner enkelte steder innerst i stoll 1 har interesse i denne forbindelse. De behøver ikke være annet enn lokale anomalier og bare en fortsatt drift vil kunne bringe klarhet over spørsmålet.

Samme alder som den "trauformige" synklinal utformingen av det midtre området er det naturlig å anta for "svakhetssonene" etter dalsøkkene i retning N45V. Denne retningen er parallell med synklinalens foldningsakse og gneisenes gjennomsnittlige strøkretning. Best markert er draget etter Kalrasheia - Eik - Krokevann - Eikjeldsdal og etter Brattabö - Bjordalsbrekka.

De øst-vestlige strukturer vi finner i Gyadalen, som sterkt avviker fra det normale, må også være av samme alder. Hvordan forholdene er her i den syd-østligste del av feltet er ikke kjent, men det er mulig vi her har en lignende synklinal utforming som i det malmførende området med foldningsakse loddrett på denne. Av interesse i den forbindelse er hva vi allerede flere ganger tidligere har nevnt, nemlig at amfibolitene her synes å tilta i mengde i gneisene og at vi helt i syd-øst har en kvartsgang med molybdenglans.

Strukturene måtte allerede være utviklet da deler av feltet gjennomgikk den siste retrograde metamorfose, fordi denne synes å være nært knyttet til svakhetssoner. Denne prosessen kan imidlertid ha vært av relativ ung alder, selv om det mest sannsynlige er å knytte den til en sen fase av samme fjellkjede cyklus hvorunder hele området fikk sin utforming.

Malmen er imidlertid knyttet til strukturene og må enten være yngre eller noenlunde samtidig med utformingen av disse. Vi må regne den som dannet etter en svakhetssone som fremkom ved foldningen. Malmen binder som tidligere nevnt, området til Telemark-graniten, hvor lignende malmer opptrer og regnes som en sen fase av denne. Da Telemark-graniten er pre-kambrisk, må denne alderen også gjelde for foldningen.

Alle bergartene i feltet er påtrykt de samme strukturretningene. Foldningen kan derfor ikke være eldre enn noen av bergartene (diabasen i Ørsdalen unntatt). Hvorvidt den er samtidig med, eller yngre enn disse, er mer uvisst. Da struktur variasjonene foregår jevnt og bergartene aldri kan sees å være oppbrutt ved foldningen, skulle man tro at de har reagert tilnærmet plastisk på trykket. Som en støtte for dette kan det anføres at boudinage strukturer som er meget vanlige å finne for amfibolitbåndene i båndgneiser andre steder, ikke er utviklet i Ørsdalen. Nå er amfibolitbånd med noen særlig strøketutstrekning sjeldne her, men enkelte steder innen det malmførende området kan de være flere hundre meter, og i den sydøstligste delen kan vi se hvordan de bøyer seg rundt og følger foliasjonen i gneisene forøvrig, uten at de noen steder kan sees å være brutt i stykker.

De granodioritiske gneisene virker mange steder merkelig lite presset. Særlig gjelder det innen det malmførende området. Kvartsen er riktignok alltid undulerende, og plagioklasenes tvilling-lameller er ofte bøyd i de sterkt pressede hvite gneisene. De er imidlertid aldri brutt i stykker og kalifeltspaten er selv i disse sjelden deformert. Dette kan taes som indisier for at foldningen foregikk noenlunde samtidig med gneisenes rekrySTALLISASJON. I samme retning peker også malmens forhold til foldningen, da den må være temmelig nær knyttet til gneisdannelsen.

Meget yngre må oppsprekningen etter retningen N70° være. Denne oppsprekningen, som er best markert i feltet ved Ørsdalen og Gyadalen må være yngre enn selv den siste retrograde metamorfosen.

Diabasgangen i Örsdalen sees å ha noenlunde samme retning, men dennes alder er ukjent. Det er mulig de står i forbindelse med en tertiar oppsprekning. Noen forkastning etter dem er aldri observert.

Sammendrag.

Ördsdalen utgjör en del av et typisk grunnfjells-område. Et ved erosjon blottlagt dyptliggende snitt i en gammel fjellkjede. Det er hva vi vanlig forstår med et migmatit område, hvor det meste av fjellgrunnen består av granodioritiske gneiser, som forekommer i alle overganger fra grove pegmatitiske typer til helt finkornede gneiser. Til tross for den store forskjell i kornstørrelsen er de kjemisk identiske.

Mørke bånd og linser opptrer i dem i vekslende mengder. Mineralsammensetningen til disse varierer med metamorfosegraden fra gabbro sammensetning til helt kloritiserte typer. Gruppebetegnelsen amfiboliter er benyttet for dem alle da det er den vanlige betegnelsen for de mørke båndene i båndgneiser og da deres varierende mineralinnhold ikke har noe med en primær forskjell å gjøre.

I tillegg til disse opptrer det en gruppe som her er betegnet som Ördsdalens hvite gneiser. Identisk utseende bergarter opptrer i forbindelse med anorthositer på Grönland. Det er hvite kvartsfeltspat bergarter som ofte har et pegmatitisk utseende og feltspaten varierer fra antiperthitisk plagioklas til perthitisk mikroklin. De siste er langt de overveiende. Granater er vanlige i dem, og de opptrer i forbindelse med amfiboliter på en måte som minner om granodioritene.

Både for granodioritenes og de hvite gneisenes dannelse antas metasomatiske prosesser å ha spilt en vesentlig rolle, hvorunder særlig K og Si ble tilført, mens Ca, Fe og Mg ble fjernet.

Samtidig med granitiseringen hadde vi en plastisk foldning og bergartene rekrySTALLISerte under granulit fasis betingelser. Herunder fikk vi særlig i de hvite gneisene dannet "mesoperthiter" som er det samme som de typiske mikroperthiter eller "jotunperthiter" som vanlig opptrer i granulit fasis bergarter. Disse er vist å kunne forklares som dannet av plagioklas ved kali-metasomatose. At vi ikke finner dem i de typiske granodioritene, selv der disse foreligger i granulit fasis, antas å bero på en primær forskjell i utgangsbergartene for de to typene. Granodioritene forklares for en stor del å være dannet av amfiboliter, og alle overganger mellom dem kan da også sees i feltet. Kalifeltspat vil her dannes vesentlig på bekostning av de mørke mineralene og det er vist at såvel mengden som sammensetningen av plagioklasen holder seg

stort sett uforandret (fig. 3 s.57). -- De hvite gneisenes ene endeledde viser derimot et nært slektskap med anorthositer og leuconoriter som vesentlig består av plagioklas. En kalimetasomatose her vil derfor skje vesentlig under dannelse av kalifeltspat på bekostning av denne.

Myrmekit-kvartsen som alltid opptrer inne i plagioklassen der denne grenser mot kalifeltspat antas, som vist av Drescher-Kaden, å være bevis på en kalimetasomatose. Det er antydning muligheten av at disse kan forklares ved at albit/anorthit forholdet i fast oppløsning i den nydannede kalifeltspat er tatt fra den opprinnelige plagioklas, og at forholdet er større enn det opprinnelig var i denne.

Malmdannelsen antas å ha vært en sen fase av rekrySTALLISeringen. Malmen befinner seg innen et område som best kan betegnes en "trauformig" synklinal, dannet ved den plastiske foldningen. Denne måtte derfor i hvert fall på det nærmeste være avsluttet da malmdannelsen fant sted. Den behøver imidlertid av den grunn ikke å være noe særlig senere enn rekrySTALLISeringen av granodioritene. Disses upressede karakter innen foldeområdet tyder på at denne fortsatte etter at hovedfoldningen var avsluttet. Malmsonens opptreden langs en grensesone mellom en mer homogen gneis og et sterkt heterogent amfibolitisk gangfjell synes å være typisk for forekomster av denne typen. Sullivan har vist hvordan dette kan forklares ved at malmen er dannet samtidig med en granitisering. På den annen side må en slik grense kunne oppfattes som en svakhetssone, hvor gasser og oppløsninger lettest kan trenge frem.

På et senere stadium fikk vi en retrograd metamorfose av bergarter i nær forbindelse med svakhetssoner dannet ved den plastiske foldningen. Denne omdanningen antas å ha vært av hydrothermal art, hvor vandige oppløsninger har spilt en vesentlig rolle. Til støtte for dette er flere ting anført, blandt annet den raske overgang fra bergarter i granulit fasie til grønnskifer fasie, og også at kvarts-feltspat bergarter er omdannet i en sterkere grad enn amfibolitene.

Oppløsningene må ha inneholdt Si og Ca og scheelitiseringen av wolframiten i Ørdsalen antas å ha foregått samtidig.

En meget ung alder antas for diabasgangen i Ørdsalen og oppsprekningen etter retningene N70°.

På dette grunnlag kan vi sette opp et skjematisk diagram over hendelsesforløpet for de prosesser som har funnet sted i Ørdsalen:

- | | | | |
|-------|---|---|------------|
| 1. | Bergartene rekrySTALLiserer under granulit fasis betingelser. | Tilførsel av vesentlig K og Si, mens vesentlig Fe, Mg, Ca, fjernes. | Pre- |
| | | Plastisk foldning. | Kambrium. |
| | | Malmdannelse etter tektonisk bestemte soner. | |
| 2. a. | Retrograd metamorfose av bergarter innen svakhetssoner fremkommet ved den plastiske foldning. | | Pre- |
| b. | Omdanning av wolframit i scheelit ved Ca-metasomatose. | | Kambrium? |
| 3. a. | Oppsprekking etter retninger ca. 1700 | | Kambrium - |
| b. | Erupsjon av diabas ganger. | | Tertier. |

Forholdet mellom Egersund- og Telemark-formasjonene.

Bergarter som av utseende er lik de hvite gneisene opptrer i forbindelse med anorthositer på Grönland. Dette sammen med at enkelte av dem har visse felles trekk med anorthositer, knytter i hvert fall deler av området til Egersund feltet. På den annen side opptrer lignende malmer som dem vi finner i Ørdsalen som en sen fase av Telemarkgraniten, som betraktes som den yngste bergart i Telemark-formasjonen.

På grunnlag av dette har vi to muligheter for den relative alder av de to formasjonene.

1. Telemark graniten og anorthosit massene i Egersund feltet er dannet under samme fjellkjede cyklus. Anorthositene vil da representere de dypest liggende snitt av denne.
2. Representerer de to områder forskjellige tidsrom, er Telemark graniten yngst.

Bilag 1.Beskrivelse av bergartene i diamantborkjerne S.W.1.

Fra - til	Ant. m.	Betegnelse
0 - 0.20	0.20	pegmatit
1.30	1.10	grov granit
1.45	0.15	pegmatit
13.37	12.29	grov granit
13.57	0.20	aplit ell. sterkt granitisert amf.
14.20	0.63	gneis granit
14.25	0.05	amf.
14.45	0.20	gneis granit
14.80	0.35	grov granit
15.22	0.42	fink. gneis
15.40	0.18	amf.
15.54	0.14	grov granit
15.87	0.33	amf.
15.92	0.05	grov gn. granit
15.98	0.06	fink. gn. granit
16.00	0.02	grov gn. granit
16.19	0.19	amf.
16.29	0.10	aplit
18.62	2.33	grov gn. granit
23.20	4.58	aplit
24.23	1.03	grov granit
24.32	0.09	aplit
24.37	0.05	grov granit
24.80	0.43	aplit
25.33	0.53	grov granit
26.50	1.17	aplit
28.31	1.81	kv.rik amf.
29.96	1.65	aplit
30.24	0.28	kv.rik amf.
30.53	0.29	aplit
30.96	0.43	kv.rik amf. m. aplit soner
31.05	0.11	aplit
31.62	0.57	kv.rik amf.
32.32	0.70	aplit
32.33	0.01	stor feltspat
32.57	0.24	aplit
32.73	0.16	amf.
34.26	1.53	aplit
35.03	0.77	kv.rik amf.
41.35	6.32	aplit. enkelte meget smale soner grov granit
41.44	0.09	grov granit
41.49	0.05	aplit
41.64	0.20	aplit m. granat
41.92	0.28	kv.rik amf. m. granat
41.93	0.01	stor feltsp.
44.35	2.42	kv.rik amf. virker aplitisk og innh. granat
44.99	0.64	middels kornet granit
45.04	0.05	grov granit
45.13	0.09	bio. kv.rik amf.
45.14	0.01	grov granit
45.16	0.02	bio. kv.rik amf.
45.20	0.04	grov granit
45.25	0.05	amf.
48.98	3.73	grov granit

Fra- til	Ant. m.	Betegnelse
- 50.50	1.52	grov granit
50.68	0.18	kv.rik amf.
50.70	0.02	grov granit
50.99	0.29	kv.rik amf.
51.09	0.10	grov granit
51.12	0.03	kv.rik amf.
51.21	0.09	grov granit
51.33	0.12	kv.rik amf.
58.80	7.47	grov granit, De første 50 cm. innh. rester av amfibolit, meget smale.
60.33	1.53	grov granit
60.37	0.04	kv.rik amf.
60.52	0.15	grov granit
60.58	0.06	stor feltspat
61.23	0.65	grov granit
61.30	0.07	kv.rik amf.
61.90	0.60	grov granit
62.30	0.40	aplit, mulig sterkt granitisert amf.
64.65	2.35	grov granit
64.97	0.32	aplit
68.62	3.65	grov granit
71.15	2.53	grov granit
71.37	0.22	pegmatit
72.71	1.34	grov granit
72.73	0.02	granitisert amf.
73.36	5.63	grov granit
79.32	0.96	grov granit
80.35	1.03	granitisert amf.
80.38	0.03	grov granit
80.53	0.15	granitisert amf.
81.05	0.52	grov granit
81.15	0.10	grov granit
81.32	0.17	aplit oppsprukket (sterkt granitisert amf.)
81.60	0.34	aplit
82.20	0.54	grov granit
82.45	0.25	granitisert amf.
82.65	0.20	grov granit
84.30	1.65	aplit
84.50	0.20	aplit
86.30	1.30	aplit
86.45	0.15	grov granit
87.14	0.69	grov granit
87.20	0.06	amf.
88.52	1.32	grov granit
88.65	0.13	aplit
94.82	5.17	grov granit
94.88	0.06	aplit
106.83	11.95	grov granit
107.03	0.20	amf.
107.55	0.52	grov granit
107.68	0.13	amf.
107.97	0.29	grov granit
108.08	0.11	grov granit m. smale amf. bånd
108.16	0.08	amf.
109.12	0.96	aplit
109.82	0.70	amf. m. smale granit bånd.

Litteratur.

1. Adamson, O.J. and Neumann, H. (1952) Tungsten in Southern Norway.
Norsk Geol. Tids. Bd.30, s.135.
2. Ahrens, L.H. (1953) The use of ionization potentials.
Part 2. Anion affinity and geochemistry.
Geochim. et Cosmochim. Acta, Bd. 3.
3. Andersen, O. (1928) The genesis of some types of feldspar
from granite pegmatites.
Norsk Geol. Tids. Bd.10.
4. " (1931) Discussion of certain phases of the
genesis of pegmatites.
Norsk Geol. Tids. Bd.12.
5. Barth, T.F.W. (1928) Zur Genese der Pegmatite im Urgebirge.
I. Die Geologie und Petrographie der
granitischen Pegmatite im südlichsten
Norwegen.
Neues Jahrb. Mineral. Geol. Bd.58, A.
s.385-432.
6. " (1929) Die Temperatur der Anatexis des Urgebirges
im südlichsten Norwegen.
Zentr. Mineral. Geol. A. nr.3, s.120-127.
7. " (1933) The large pre-cambrian intrusive bodies
in the southern part of Norway.
Intern. Geol. Congr. Report XVI session,
U.S.A. Bd.1, s.297-309.
8. " (1945) Geological map of the Western Sørland.
Norsk Geol. Tids. Bd.25, s.1.
9. " (1952) Theoretical Petrology.
John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
10. Bateman, A.M. (1950) Economic mineral deposits.
John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 2.ed.
11. Bjørlykke, H. (1936) Litt om granitiske pegmatitganger.
Norsk Geol. Tids. Bd.16, s.299.
12. " (1937) The granite pegmatites of Southern Norway.
Am. Mineral. Bd.22, s.241.
13. Bowen, N.L. and Tuttle, D.F. (1950) The system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - H_2O .
J. Geol. Bd.58, nr.1.
14. Brögger, W.C. (1906) Die Mineralien der süd-norwegischen Granit-
pegmatitgänge. I.
Videnskapsselsk. Skrifter. I. Mat.-naturv.
Klasse Kristiania, nr.6.
15. " (1922) Hellandit.
Videnskapsselsk. Skrifter. I. Mat.-naturv.
Klasse Kristiania, nr.1.
16. Bugge, J.A.W. (1943) Geological and petrological investigations
in the Kongsberg-Bamble Formation.
Norg. Geol. Undersökelse, nr.160.

17. Butler, B.S. and Vanderwilt, J.W. (1933)
The Climax Molybdenum deposit Colorado.
U.S. Geol. Surv. Bull. 846-C.
18. Carstens, C.W. (1947-48)
Forelesninger i malmgeologi ved Oslo
Universitet.
19. Chayes, F. (1949) A simple point counter for thin-section
analysis.
Am. Mineral. Bd.34, s.1-11.
20. Chayes, F. and Fairbairn, H.W. (1951)
A test of the precision of thin-section.
analysis by point counter.
Am. Mineral. Bd.36, s.704-712.
21. D Dana's System of Mineralogy, 1944, 7.utg.
Bd.1, John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
22. Dana's System of Mineralogy, 1951, 7.utg.
Bd.2, John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
23. Drescher-Kaden, F.K. (1940)
Beiträge zur Kenntniss der Migmatit- und
Assimilationsbildungen sowie der synan-
tectischen Reaktionsformen.
Chemie der Erde, Bd.12, nr.3.
24. Eskola, P. (1921) The mineral facies of rocks.
Norsk Geol. Tids. Bd.6, s.143.
25. Foslie, S. (1925) Syd-Norges gruber og malmforekomster.
Norg. Geol. Undersökelse, nr.126.
26. Goldschmidt, V.M. (1920)
Geologisch-Petrographische Studien im
Hochgebirge des südlichen Norwegens.
Die Injektionsmetamorphose im Stavanger-
Gebiete.
Videnskapsselsk. Skrifter. I. Mat.-naturv.
Klasse Kristiania, nr.10.
27. " (1954) Geochemistry.
Oxford at the Clarendon Press.
28. Goldsmith, J.R. and Laves, F. (1954)
The microcline-sanidine stability
relations.
Geochim. et Cosmochim. Acta, Bd.5, nr.1.
s.1-19.
29. Goranson, R.W. (1938) Silicate-water systems: phase equilibria
in the $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{KAlSi}_3\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$
systems at high temperatures and pressures
Am. J. Sci. Bd.35, s.71.
30. Grout, F.F. (1937) Criteria of origin of inclusions in
plutonic rocks.
Bull. Geol. Soc. Am. Bd.48, s.521.
31. Hess, F.L. (1924) Molybdenum deposits.
U.S. Geol. Surv. Bull. 761.
32. Høltedahl, O. (1953) Norges Geologi. Bd. I og II.
Norg. Geol. Undersökelse, nr.164.

33. Klepper, M.R. (1947) The Sangdong Tungsten deposit, Southern Korea.
Econ. Geol. Bd.42, nr.5.
34. Kolderup, C.F.(1896) Die Labradorfelse des westlichen Norwegens
1. Bergens Mus. Aarb.
35. " (1897) Egersund-Joggendalsfeltets bergarter og deres betingelser for anvendelse i steinindustrien.
Bergens Mus. Aarb.
36. " (1914) Egersund. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Egersunds omraade.
Norg. Geol. Undersökelse, nr.71.
37. " (1933) The anorthosites of western Norway.
Intern. Geol. Congr. Report XVI session, U.S.A. Bd.1, s.239-296.
38. Kuroda, F.K. and Sandell, E.B. (1954) Geochemistry of molybdenum.
Geochim. et Cosmochim. Acta, Bd.6, s.35-63.
39. Lahee, H.F. (1941) Field Geology.
McGraw-Hill Book Company, Inc.
40. Larsen, E.S. og Berman, H. (1934) The microscopic determination of the nonopaque minerals.
U.S. Geol. Surv. Bull. 543.
41. Laves, F. (1952) Phase relations of the alkali feldspars. I. Introductory remarks.
J. Geol. Bd.60, nr.5.
42. " (1952) Phase relations of the alkali feldspars. II. The stable and pseudostable phase relations in the alkali feldspar system.
J. Geol. Bd.60, nr.6.
43. Locke, A. (1941) Granite and ore.
Econ. Geol. Bd.36, nr.4.
44. Lovering, T.S.(1941) The origin of the tungsten ores of Boulder County, Colorado.
Econ. Geol. Bd.36, nr.3.
45. McKinstry, H.E.(1941) Granite and ore.
Econ. Geol. Bd.36, nr.3.
46. " (1949) Mining Geology.
Prentice-Hall, Inc., N.Y.
47. Menzer, G. (1929) Die Kristallstruktur der Granate.
Z. Krist. Bd.69, s.300-396.
48. Miyashiro, A. (1953) Calcium-poor garnet in relation to metamorphism.
Geochim. et Cosmochim. Acta, Bd.4, s.179-203.
49. Oftedal, I. (1942) Lepidolit- og tinnsteinförende pegmatitt i Tördal, Telemark.
Norsk Geol. Tids. Bd.22, s.1.
50. " (1948) Oversikt over Norges mineraler.
Norg. Geol. Undersökelse, nr.170.

51. Ramberg, H. (1949) The facies classification of rocks: A clue to the origin of quartzo-feldspathic massifs and veins. J. Geol. Bd.57, nr.1.
52. " (1952) Chemical bonds and distribution of cations in silicates. J. Geol. Bd.60, s.331.
53. " (1952) The origin of metamorphic and metasomatic rocks. The University of Chicago Press.
54. Rankama, K. and Sahama, Th.G. (1950) Geochemistry. The University of Chicago Press.
55. Reynolds, D.L. (1946) The sequence of geochemical changes leading to granitization. Quart. J. Geol. Soc. London, Bd.102, s.339.
56. " (1947) The association of basic "fronts" with granitization. Science Progress, Bd.35, nr.138.
57. Rogers, A.F. and Kerr, P.F. (1933) Thin-section mineralogy. McGraw-Hill Book Co.
58. Rosenqvist, I.Th. (1942) Om Siegneisdannelse i fjellkjeder. Norsk Geol. Tids. Bd.21, s.105.
59. " (1953) Anmeldelse av T.Barth: Theoretical Petrology. Norsk Geol. Tids. Bd.31, s.292.
60. Schetelig, J. (1938) Polybdenglansforekomstene i Gnabehøia, (Fjotland). Norsk Geol. Tids. Bd.17, s.165-172.
61. Stevenson, J.S. (1947) Geology of the Red Rose tungsten mine, Hazelton, B.C. Econ. Geol. Bd.42, nr.5.
62. Sullivan, C.J. (1943) Ore and granitization. Econ. Geol. Bd.43, nr.5.
63. " (1954) Metallic meltingpoint and ore deposition. Econ. Geol. Bd.49, nr.6.
64. Tröger, W.E. (1952) Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. H. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
65. Tuttle, O.F. (1943) A new hydrothermal quenching apparatus. Am. J. Sci. Bd.246, s.628-635.
66. Varlamoff, N. (1946) La repartition de la minéralisation d'après la clef geochemique de Fersman. Bull. soc. geol. Belg. nr.1-3.
67. Vogt, J.H.L. (1926) The physical chemistry of the magmatic differentiation of igneous rocks. II. On the feldspar diagram Or:Ab:An. Skrifter Norske Videnskaps-Akad. i Oslo. I. Mat.naturv. Klasse, nr.4.

68. Wahlstrom, E.E. (1947) Igneous minerals and rocks.
John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
69. Winchell, A.M. (1933) Elements of optical mineralogy.
John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
70. Yoder, H.S. (1952) The $H_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ system and the
related metamorphic facies.
Am. J. Sci. 250.



Jnr. 10/10. v. b.

N.G.U.'s Bergarkiv
til orientering.
R. H.

Til A/S Norsk Bergverk
Søve Gruver, Ulefoss.

28270

9.

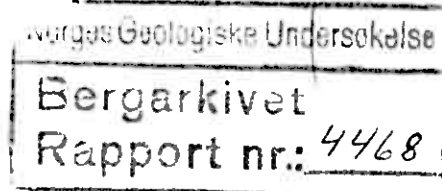
Jnr. 923

LISTE OVER ARKIVSAKER FRA ØRSDALEN GRUVER OVERLATT VESTLANDSKE BERGMESTEREMBETE.

1. Nerdrums oppmåling: Fortegnelse over koordinater og høyder for fastmerker i Ørsdalen.
2. Notat av dr. H. Bjørlykke: Ørsdalens forhistorie. 1952.
3. Notat av dr. H. Bjørlykke: Ørsdalens wolframforekomster 1953.
4. Bergingeniør Sandbergs årsrapport 1953.
5. Notat av H. Bjørlykke om Ørsdalen gruver 19/1-1954.
6. Bergingeniørene Bøe og Sandbergs forslag til bergmessige og geologiske undersøkelser av Ørsdalen gruver 3/8-1954 m/bilag.
7. Prof. Dahls notat om Bøe og Sandbergs planer. 16/8-1954.
8. H. Bjørlykkes notat om Bøe og Sandbergs planer. 18/8-1954.
9. Prof. M. Mortensons notat om Bøe og Sandbergs planer 18/8-1954.
10. Geologiske kart:
 - a) Schaanning's gruve 2/9-52 (1 geologisk + 1 analysekart).
 - b) Ørsdalen Distrikt. T.F.W. Barth og Chr. Oftedahl juli 1951.
 - c) Blokkdiagram. T.F.W. Barth 1951.
 - d) Oversiktskart stoll I og II, Ørsdalen gruver.
 - e) Stoll II analyseprøver Chr. Oftedahl 1951.
 - f) Horisontalprofil T.F.W. Barth 1951.
 - g) Kroki Wolframsynk, Schaanning'sgrube.
 - h) 3 geologiske kartskisser av A. Bugge 1945.
 - i) Metamorfosekart 1:100.000 av K. Heier.
 - j) Geologisk kart 1:25.000 av K. Heier.
 - k) " " 1:1000 av K. Heier.
 - l) " " 1:200 av K. Heier. Schaanning'sgrube.
 - m) Indre del av stoll I, analysekart Chr. Oftedahl 1951.
 - n) Plankart og profil over Wolframforekomstene 1:2000.
 - o) Molybdensglans på Sørlandet. T.F.W. Barth 1951.
 - p) Plankart Schaanning'sgrube 1:500.
 - q) Geologisk og topografisk kart Bruvandsfeltet. H.H. Hornemann 1:1000 1937.
11. Topografisk kart 1:1000, tracing fra Nerdrums oppmåling 1952.
12. Kartbilag Bøe og Sandbergs forslag 1954.
13. v. Gaertner: 2 Berichte über die Wolfram-Grube bei Bjerkreim. 1940.
14. Dr. Horvath: Ørsdalen 1946.
Ulefoss den 25/2-1970.

For bergmesteren i Vestlandske Bergdistrikt

Torodd Johnsen



Bericht über die geologische Erkundung der Wolfram-Grube beiB j e r k r e i m nördlich Egersund.

E3

1. Lage:

Das Erzvorkommen liegt im Bezirk Bjerkreim südlich des Hofes Hoff. Es ist nur durch eine Motorbootfahrt über das 20 km lange Oevdals-See zu erreichen. Vom Ostende des Sees bei Vatsbo führt ein leidlicher Fahrweg etwa 7 km talauf bis unter die Grube, die etwa 550 m über dem Tal an steil abfallendem Fels liegt. Vom Tal führt eine Seilbahn zur Grube, die zur Zeit des Besuches wegen Seilrisses stand. Ein neues stärkeres Seil ist bestellt.

Vom Tal führt ein schmaler Stieg über eine sehr steile Schutthalde zu den 750 m ü.d.M. gelegenen Unterkuftsbaracken. Von da aus geht man etwa 15 Min. abwärts bis zu dem überhängenden Felsen unter dem das Erzvorkommen liegt.

Zur Zeit meines Besuches war das gebaute Vorkommen nicht zugänglich, da der überhängende Fels durch Sprengschüsse stark gelockert war, er wird abgetragen werden. Erst Ende Juli wird das eigentliche Erzvorkommen wieder zugänglich.

2. geologische Verhältnisse:

Über die Art des Erzvorkommens konnte ich mich an Hand früher gebauten Stellen und an Handstücken leidlich unterrichten.

Wolframit kommt in grossen Klumpen (bis zu 150 kg), Scheelit in dünnen Streifen in einem quarzgangartigen Aplit-Granit vor, der Übergänge in Pegmatite zeigt. Auf den Gangrändern zeigt sich stellenweise reichlich Molybdänglanz, der früher abgebaut wurde.

Es handelt sich um die jüngsten Magna-Nachschübe des grossen Sörland-Granits. Es sind die gleichen Nachschübe, an welchen die zahlreichen Molybdän-Vorkommen des Landes geknüpft sind.

Von dem Aplit-Granit geht eine deutliche Vergreisung aus.

Die Vorkommen sind sicher linsenartig und ordnen sich anscheinend zu einem etwa N NW streichendem Zuge.

3. Vorratsuntersuchung und Abbauverhältnisse:

Systematische Vorratsuntersuchung ist bisher in keiner Weise betrieben worden. Man kann daher weder für die bis jetzt am Fels hang gebaute, noch für die andern Vorkommen irgendwelche Rechnungen aufstellen.

Immerhin legen es die vorhandenen Aufschlüsse nahe, - die ganze Gegend auch die gegenüberliegende Felseite - gründlich zu untersuchen. Die Untersuchung müsste von einer geologischen Aufnahme des Gebietes - Ausscheidung der Erzeisen-Zonen - Quarz-Aplit- und Granit-Gänge - ausgehen. Die geologische Aufnahme würde etwa 3 Wochen dauern und erfordert die Hilfe eines gewandten Kletterers und eines Vermessungsmannes.

Für die gegenwärtig gebaute Linse steht nur die Längsausdehnung von etwa 35 m fest. Nach tastenden Vorversuchen ist die Gesamtlänge etwas grösser. Ueber die Fortsetzung in die Tiefe ist nichts bekannt.

Die Linse wurde bisher im Tagebau von oben nach unten abgebaut. Die Seilbahn setzt am höchsten Punkt des Vorkommens an, so dass gegenwärtig die Erze 60 m hoch gehoben und dann erst zu Tal gelassen werden.

Auf dem bisher abgebauten Stück-Rauminhalt $35 \times 2 \times 6$ Om in roher Schätzung - wurden nach Angaben des Besitzers bisher etwa 60 t Handelserz gewonnen, das Handelserz hat, gleichfalls nach Angabe des Besitzers, 64 - 74 % WO_3 . Alle diese Angaben scheinen ungenau und konnten nicht nachgeprüft werden. Es könnte unter den genannten Verhältnissen bei den bestehenden Verhältnissen und einem Ausbringen von ganz roh gerechnet 16 kg WO_3 auf den cbm gerechnet werden.

Das Erzvorkommen an sich ist sehr viel reicher. Bisher wird das gewonnene Material mit grossen Hämmern zerschlagen und dann durch Hand die grösseren Erzklumpen ausgelesen. Der Scheelit wird durch nochmalige Handscheidung von Spezialarbeitern versuchsweise herausgesucht. Nach der im Tal am Endpunkt der Seilbahn gelegenen Halde ist das Ausbringen sehr schlecht, denn es gelang dort, ohne weiteres zahlreiche bis daumengrosse Wolframit-Kristalle zu finden. Schätzungsgemäss geht $\frac{1}{3}$ des Erzgehaltes verloren. Der stellenweise recht hohe Gehalt an Molybdän- und Wolframsäure geht ganz verloren.

4. Geschichte des bisherigen Bergbaues, Besitzverhältnisse, Reingewinn.

Der erste Bergbau in dieser Gegend wurde von der British Molybdänit-Compagnie in den Jahren 1904-1905 getrieben. Die Stellen der alten Molybdängrube sind noch zugänglich.

Anschliessend begann die Christiania Mining Comp. einen ziemlich umfangreichen Betrieb, sie richtete im Tal eine Elektrizitätsanlage ein, stellte einen Brecher und eine Wäsche auf und baute eine Seilbahn. Die ganzen Materialien des damaligen Betriebes sind weg bzw. unbrauchbar. Die von der Christiania Mining Comp. betriebenen Arbeitsstellen sind jetzt nicht mehr zugänglich, da sie unter Wasser stehen.

Etwa 1916 wurde das Vorkommen verkauft an Øyvalds-Wolfram- und Molybdän-Grube, etwas westlich der alten Vorkommen wurde auf neuen Schürfen die Hovland Wolfram- und Molybdän-Grube angefangen. Beim Sinken der Preise am Ende des Krieges kamen beide Gruben rasch zum Erliegen.

Ende 1918 wurde das jetzt gebaute Vorkommen am Felsenhang entdeckt. Die Schürfe wurden vom jetzigen Besitzer, Herrn Overrettsakfører Schønning in Egersund eingelegt. Nach kurzem Probetrieb 1918 wurde die Grube stillgelegt. 1930 wurde das inzwischen ins Bergfreis gefallene Gebiet der beiden anderen Gesellschaften von Schaanning neu belegt.

1936 wurde langsam mit dem Betrieb begonnen. Zu wesentlicher Förderung kam es dann 1938 (17 t) und 1939 (28 t). Im Jahre 1940 war die Förderung geringer, da etwa 1 Monat der mögliche etwa 3-4 monatige Betrieb seitmit dem Abräumen des Ueberhanges vergehen wird.

Nach privater Mitteilung wurde im Jahre 1938 39 0000 kr. im Jahre 1939 etwa 50 000 Kr. Reingewinn aus den Gruben versteuert.

Zukunftsaussichten.

Nach den geschilderten Verhältnissen kann eine rasche Erhöhung der Förderung durch Einführung einer kleinen Aufbereitung- Brecher, Schütte herd ev. Kugelmühle - erreicht werden. Die grossen augenblicklichen Erzverluste bei der Handscheidung könnten so zugute gemacht werden.

Als weitere Massnahme käme vor allem eine Untersuchung der bisher gebaueten Linien auf ihre Fortsetzung nach der Tiefe in Frage. Die Untersuchung kann nur durch Stollen geschehen, die an der 500 hohen Felswand anzusetzen wären. Danach könnte man gegebenenfalls den Betrieb auf Stollen- und Magazinen umstellen. Ein wesentlicher Erfolg dieser zweiten Massnahme wäre vor einem Jahr kaum zu erwarten.

Für die weitere Untersuchung wäre die geologische Aufnahme mit anschliessendem grösserem Schürfen vorzusehen.

Das Kapital für die beiden ersteren Massnahmen scheint vorhanden zu sein.

ang.

Der Besitzer der Grube, Overretsenakförrer Schaaning macht den Eindruck, als ob er jedem Geschäft zugänglich sei, er ist deshalb auch an der Ausweitung des Grubenbetriebes interessiert. Bergmännische oder geologische Kenntnisse besitzt er nicht.

Der Betriebsleiter, ein Steiger, dessen Name mir unverständlich blieb, scheint an der ganzen Sache kein grosses Interesse zu haben. Besonders deutschfreundlich ist er nicht. Da die Grube nur im Sommer in Betrieb ist, sieht er hier wohl keine besondere Aufgabe.

Die 9 Mann der Belegschaft sind durchweg Leute aus der näheren Umgebung und an der Aufrechterhaltung des Betriebes interessiert. Ein Arbeiter hat bisher bei jedem der verschiedenen Betriebe mitgearbeitet.

ges: v. Gaertner

techn. Kriegsverwaltungsrat a. Kr.

Adamson.

Dr.

Geologist

gt. 12 (710)

50298

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 4671

Nw. 13 / sl 01. B.

Oslø, 1500 m i 1951

A/Norsk Bergverk,
Industridepartementet,
Dronningens gt. 15,
Oslø 1 o.

Andersen
W. J. P.
I forbindelse med etatssekretær Jens Drogseth overrekket
kort bekræftelse av at Solen wolframforekomster og de arbeider
er utsett år.

H. J. Adamson

vedlegg

Ørsdalen wolframforekomster

Olge J. Adamson

15de mai 1951

Ørsdalen wolframforekomster ligger n r nordøstenden av Ørsdalsvannet i Rogaland fylke, 34 kilometer i rett linje n r nordøst for Egersund. Fra Klungeland stasjon på Järlandsbanen er det 13 km landevei over Bjerkreim til Odlandsstø ved sydøstenden av Ørsdalsvannet. Herfra går det ferje over det 16 km lange Ørsdalsvannet til Vassbø i den andre enden av vannet. Fra Vassbø går det en 6 km lang, smal vei fram til de anlegg som ble bygget under Den annen verdenskrig. Disse ligger i dalbunnen, nær to stollinnslog, ca. 200 meter over havet.

På sydsiden av dalen stiger fjellsiden bratt op til 800 meter o.h. Flere wolframforekomster er kjent over en ca. 1000 meter lang strekning på fjellet. Den såkalte Johannings gruve ligger ved en 10 x 20 meter stor plattform ca. 100 meter under toppen av fjellet. Fra dalbunnen går det en smal sti til toppen av fjellet og herfra kan man klatre ned til Johannings gruve. - En wolframforekomst er også kjent på nordsiden av dalen.

Gruvedrift har funnet sted ved Ørsdalen i kortere perioder i tiden 1904 til 1945. I alt er det blitt produsert henimot 100 tonn wolframkonsentrater (wolframtitt og schelitt) med 52 - 68 % WO_3 , hvorav 76 tonn er kommet fra Johannings gruve - i tiden 1939 - 1944. Det er også produsert ca. 1000 tonn molybdænmalm med 3 - 12 % MoS_2 . Hesteparten av molybdænmalmen er kommet fra forekomster på fjellet, drevet i tiden 1907 - 1919.

Malmen fra Johannings gruve ble anrikt ved håndskelving og siden transportert ned i dalen ved en trubane med filtt spann. Analyser av råmalmen ble ikke gjort, men det er grunn til å tro at den holdt ca. 1 % WO_3 . Man brøt bare de rikere partier og malm med f.e. 0.3 % WO_3 er sikkert blitt betraktet som gråberg. Gjennomsnittsinholdet for det mineraliserte område ved Johannings gruve vil jeg anslå til 0.3 - 0.4 % WO_3 . Noe sikkert er det imidlertid umulig å si før representative prøver er analysert. Etter de observasjoner som kan gjøres vil jeg anta at man kan regne med ca. 50.000 tonn malm med dette gjennomsnittsinhold, sverende til 150 - 200 tonn WO_3 . Mulige malmereserver er betydelige. - Det er blitt angitt at K.H. Johannings fortjeneste på gruva i 1938 og 1939 beløp seg til ca. 50.000 kroner.

De tyske interesser i Ørsdalen under Den annen verdenskrig var representert av Krupp - koncernet. Arbeidene ble utført av Det Norske Bergselskap A/S, som etter krigen ble forvaltet av Direktoratet for fiendtlig eiendom. Det ble under krigen nedlagt over 1 million kroner i Ørsdalen. Det ble bygget et kraftverk på 400 KVA,

sant flere hus og brakker. Et anrinningsverk planlagt for en kapasitet av ca. 200 tonn wolframkonsentrater (med 65 % WO_3) var ikke fullført da krigen sluttet. Kraftstasjonen ligger 3.15 km sydvest for anleggene. Det går høyspenningsledning til transformatorstasjon ved anleggene. - På fjellet ovenfor Schønnings gruve er det en liten bygd, er i dårlig stand.

Anleggsarbeidene ble besluttet utført etter et flere kjente tyske geologer og bergingeniører hadde avgitt meget positive uttalelser om forekomstene. De kjente malmreserver berettiget imidlertid på ingen måte bygging av slikkann anlegg av slike dimensjoner som det ble gjort. De tyske undersøkelsesarbeider under krigen innskrenket seg til framdrift av stollene i delbunnen. Det ble her påtreffet endel malm med 0.18 % WO_3 . Ifølge "Norges Bergverksdrift" ble det i 1943 og 1945 produsert 350 tonn malm med 0.1 - 0.2 % WO_3 . Denne malm er lagret utenfor stollåpningene. Det er grunn til å tro at de tyske wolfram-utbyttet er noe for lite.

Gruvemessige undersøkelsesarbeider i egentlig forstand er blitt utført i ladelen. Man har simpelthen begynt drift på steder hvor malm var tydelig i dagen.

De forskjellige deloperasjoner som i tiden 1941 har arbeidet i ladelen har ikke interessert seg for oppringsarbeider. Det har vært kostbart, men alle prøver som har vært utført i titter med høye wolfram- og/eller polybium-priser.

Siden 1945 har det ikke vært utført noe arbeid under skjellet i ladelen.

En tilførsel stillende under skjellet i ladelen-felset vil på dette grunnlag kunne begynne og de kjente riker lignende penger for å bringe malmen forekomster på det rene, påvisegning av gamle gruver og brøtt, samt prospektering etter nye forekomster i ladelen. Man kan derfor gi lovende rapporter, men det er grunn til å tro, at man kan prospekterings- og gullinnhold forekomster på en måte tider for det ådelige oppringsarbeide. I noen tilfeller vil det muligens være tilstrekkelig med diamantboring.

I tilfellet Schønnings gruve kan det være oppringsarbeide uten videre forgrunnsberegninger. Det forslag som er utarbeidet av ingeniøren Hildebrandt og Espeland kan gjennomføres på fire måneder. Det forestettes da at arbeidet blir rehabilitering om komeren. Ved Schønnings gruve er det utvint til å påvise tilstrekkelige malmmengder til å berettiggigg anlegg av et anrinningsverk. Man kan ikke dette lykkes, vil man ved håndledning kunne utvinne så meget malm at man helt eller delvis vil få dekket utgiftene ved oppreringen av denne forekomst. Forsøk i laboratorie-saks har vist at malmen fra Schønnings gruve har seg flotere uten vannhelighet.

647 J. Adanson

Beregninger over malm utbrutt og oppført pr.1/1-45.

Utbrutt malm: Ved nedre st.taubanen: $200 \text{ t. } 3\% = 6 \text{ t. } 100\% \text{ } \text{WO}_3$.

Berghall u/fjellet : $8000 \text{ t. } 0,3\% = 24 \text{ " " " "}$

Anslagsvis lager: $30 \text{ t. } 100\% \text{ } \text{WO}_3$

Oppført: (ikke avbygget).

Stoll 1: Felto. Mellom prøvene 483-558 beregnet oppført
lengde 50 m. Mektigheten er også kjent minst 8 m.,
men blir sansynlig betydelig større. Høiden er ikke
ennu helt kjent og settes foreløbig til 30 m. Analyt
ser mangler en hel del, og gehalten settes etter sam-
menligninger analyserte prøver og scheelit-lampen. 43%

1945 2
A. 1/10 Strosse: $50 \times 8 \times 3 \times 2,5 = 30000 \text{ t. } 0,3\% = 90 \text{ tonn } 100\% \text{ } \text{WO}_3$

2
"- : Tverslag 4: Mellom prøvene 297-316 viser innkomne
prøver 0,18 % gj.snitt. Det er imidlertid ikke usan-
synlig at dette parti har forbindelse med foran an-
førte strosse, da jo tverslag 4 er "tverslag". Beregning
av dette parti kan ikke godt gjøres ennå, men an-
slagsvis settes dette foreløbig til 8000 tonns.

$8000 \text{ t. } \times 0,18\% = \text{ca. } 14 \text{ tonn } 100\% \text{ } \text{WO}_3$

Stoll 2: I denne stoll er det ennå ingen større sammen-
hengende partier som kan bli noen strosse av be-
tydning. Anslagsvis settes derfor utbrytbar malm
til 10000 tonns. og gj.snitt gehalt 0,25 %.

$10000 \text{ t. } \times 0,25\% = \text{ca. } 25 \text{ tonn } 100\% \text{ } \text{WO}_3$

Etter foranstående skulle brukbare malmforråd pr.1.jan.-45
beløpe seg til ca. 58000 tonns rågods. Innh. 159 tonn 100 % WO_3 .

Verdien etter oppgitte enhetspris: $\frac{159000 \times 65}{10,16} = \text{Kr. } 1,017,244,-$

Foruten rågodsets innhold av WO_3 skulle jo også MoS_2 også
ha vært tatt med, da dette delvis er ganske betydeligt. Men for dette
foreligger alt for lite analyser. Og at det vil lønne seg å få tatt
 MoS_2 samtidig v/en flotasjonselle, er ikke tvilsomt.

Vi gjør oppmerksom på at foranstående beregninger delvis
er anslagsvise, men totalsummen skulle neppe ligge for høit.

Ørdsalen Gruber den 19.januar 1945.

J. F. Ingebrigtsen

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 4672

c/o American Embassy

7

3 July 1951

Mr. Charles E. Stott, Director
Strategic Materials Division
Economic Cooperation Administration
Washington, D.C.

Dear Mr. Stott:

We are transmitting herewith two copies of my report on the Ersdalen Tungsten-Polybdenum Area, which is the result of my three-day visit to Norway early in June.

As mentioned in the abstract, the Ersdalen district does not appear to have extraordinary potentiality, but it quite definitely has good possibilities for producing small but appreciable amount of tungsten ore with a relatively minor investment of capital, material and time. For this reason I have recommended a program aimed at immediately developing of any possibility of obtaining tungsten ore, rather than a long-range exploration program to locate and block out ore reserves. I hope you agree with my thinking.

Additional distribution of this report is, besides your two copies:

OSR, Strategic Materials Section - one copy

ECA Mission to Norway - three copies

Yours very truly,

BKH:eh

Attachments as stated

B. K. Maffner
Industry Officer

REPORT
ON
ORSDALEN TUNGSTEN-POLYBIDIUM AREA
NORWAY

BY
B. K. Thiffner
Strategic Materials Officer
VCA Mission to The Netherlands
July 3, 1951

ABSTRACT

The tungsten-molybdenum deposits in the Virdalen district, Norway, were exploited on a small scale during the periods of high metal prices in World War I, and before World War II. In spite of a relatively uninteresting history, attention should be directed to these deposits again, because of the present world shortage of these metals and the high prices prevailing.

Geological information concerning the property is scanty, because of a lack of maps and records of previous operations, and the fact that no detailed investigation of the district has been made. In general, however, the deposits show a marked similarity to several fairly important tungsten deposits in the western United States. The deposits are associated with aplite and pegmatitic quartz in a granitic country rock. This type of mineralization does not usually form really large, important tungsten deposits, but does form smaller high grade ore bodies that are relatively important as tungsten producers.

A limited examination of the Virdalen deposits leads to the conclusion that a reasonably good possibility exists of developing additional ore that can be hand-cobbed and shipped as a high grade concentrate. No estimate can be made at present of the possible tonnage and grade of ore to be expected. The best possibilities for developing ore lie in reopening and extending one of the present workings, the Schaaning Mine, where it is assumed that ore similar to that produced in the previous operations may be expected to exist. At the same time this is the most practical method of exploring the ore deposits.

It is recommended that a limited development program be adopted. This would consist of a restricted but detailed survey of the old workings and the intervening areas, and include necessary sampling and assaying. At the same time the Schaaning Mine will have to be reopened to permit mapping, sampling, and a limited amount of development work to be done.

The cost of this program is estimated by local mining engineers at about 165,000 Norwegian Kroner. No U.S. equipment or dollar financing should be required. The project is recommended as a suitable instance for 5 % counterpart fund financing. If a loan were made as an advance against possible production, the recovery of only 8 or 10 tons of 65% tungsten concentrate would repay the entire advance.

REPORT
ON
FIRDALEN TUNGSTEN-MOLYBDENUM AREA
NORWAY

Introduction

The Firdalen tungsten-molybdenum deposits have been worked intermittently and on a small scale of operation since about 1905, originally for molybdenum, and later for tungsten. The principal tungsten production has been from the Schaaning Mine, operated during 1937, 1938 and 1939, which was taken over by the Germans after the occupation. The German authorities planned to operate the mine, and to this end they built a power plant and housing facilities; started construction of a mill, and did a little underground exploration. The German operations were terminated by the capitulation of the German Army in 1945. There has been no activity since that time.

Information concerning the potentialities of the Firdalen district is very scanty. There are no records left of the early operations of the molybdenum deposits, and there is very little technical information available concerning the Schaaning Mine. Sampling in the mines and other works is very incomplete, and such assays as are available are unreliable. What geological mapping has been done is not practical for local mining and exploration work. No underground geological mapping has been done. The few production records that are available are not encouraging since they show only a small, intermittent and irregular production of molybdenum and tungsten concentrates.

Dr. Vanderwilt, acting as an ECA consultant, made studies of the Norwegian mining industry, either by personal examination of mines or reports and other data, and made certain recommendations to guide future development and exploration. In these recommendations, the Firdalen deposits are given a low priority, based on the reports and data available concerning the property.

However, Dr. Adamson, a Norwegian geologist now acting indirectly for ECA, has some direct knowledge of the Firdalen district from previous examinations, and is of the opinion that the available literature does not give a proper picture of the potentiality of the Firdalen district, especially the Schaaning Mine. The writer agrees with Dr. Adamson in this respect. The operations during the first World War were possible because of high prices for metals, and were discontinued after the war, principally as a result of declining prices, rather than exhaustion of ore reserves.

The Schaaning operation was carried out under the most difficult of operating conditions, and the low production rate was not necessarily due to limited ore reserves, low grade, or other geologic factors. The failure of the Germans to get into operation was a matter of administrative problem, and other similar factors, which are not a basis for judging the potentialities of the area. The lack of activity in the area since that time is probably primarily due to a lack of "risk capital" in Norway, and not because the project had been examined and found wanting, since no detailed examination or exploration has been done. In fact, during the whole history of the area, there has been no serious economic geological investigation.

General Remarks

The Grsdalen district was visited by the writer and Dr. Adamson on June 1 to June 3, 1951. Because of the short time available, the examination had to be limited to a general inspection of the underground workings and the Schaaning mine, with a cursory examination of the immediate surface area, including the old workings of the Molybdenum companies.

The location, history, topography, and other information concerning the Grsdalen district is adequately covered in Dr. Adamson's reports. The tungsten deposits occur on the south side of a narrow, steep walled glacial valley which lies in an east-west direction. The valley walls are about 2000 feet high in the vicinity of the deposits, and for the most part are actual cliffs 1500 feet or more in height. The old molybdenum workings, mostly small open cuts, pits and trenches, lie on the plateau 300 or 400 meters back from the cliff face.

The Schaaning mine actually is on the cliff face, some 400 feet below the edge, overlooking the valley floor 1500 feet below. At the base of the cliffs, under the Schaaning, and a hundred feet or so above the valley floor, are two adits which have been driven into the cliff face, which have a total length of something over 2000 feet.

Local Geology

The following observations, being the result of a two-day visit, must be recognized as tentative conclusions only, and applying solely to the immediate area of the deposits.

The mineralized area and the major workings are, in general, confined to a long narrow zone striking N30W. The principal rock in the vicinity of the ore deposits is a medium grained granite or quartz monzonite. In some places it has a moderate porphyritic structure, and in others, apparently nearer the mineralized zone, it has a definite leucitic structure, which also has a N30W strike direction. The granite contains a large amount of inclusions, generally classed as

Local Geology (Cont'd.)

"amphibolite". Practically all of these inclusions are small, with dimensions of only a few feet. The "amphibolite" contains an appreciable amount of light colored minerals, mostly feldspar, and is strongly banded, and may have been derived from an old metamorphosed sedimentary series. The inclusions show various degrees of resorption and alteration by the enclosing granite.

According to previous descriptions of the area, there are a number of "aplite" dikes intruded into the granite. Since the ground surface was largely covered by snow at the time of the writer's visit, this could not be checked. There is, however, at least one large aplite mass outcropping on the plateau above the cliffs. It is apparently an elongated lens or dike, striking roughly N30W, lying within the mineralized zone, and parallel to the general strike of the gneissic structure of the granite. No aplite was recognized on the face of the cliffs or in the lower tunnels, although it has been reported. There is some light colored rock in the tunnels but it is quite different than the aplite observed on the plateau. These light colored rocks may be a local differentiation phase of the granite, silicified or altered zones, rather than aplite.

There is a third distinct rock type present. It is a black rock composed principally of hornblende and biotite. The major exposures are in the tunnels at the base of the cliff where the black rock appears as irregular masses in the enclosing granite. Some material of this hornblende-biotite rock is seen in the waste dump from the Schaaning line, indicating the presence of this material within the mineralized zone. The writer suspects that it is not altered "amphibolite" inclusions, but may be a separate intrusion, probably related to the granite, and represents a diachistic phase associated with the aplite intrusions.

Although the structural pattern is not clear, there is apparently some local structural control relating the various intrusions and the mineralization. The secondary intrusions and the ore bodies are confined in general to the long, narrow zone, exposed on the surface, trending N30W, and apparently dipping about 70° to the northeast. This main zone can be traced by means of aplitic outcrops and mineralization for over 1000 meters. A second "zone" has been postulated on the basis of one small prospect 300 meters west of the main zone, but the comparison is not yet warranted.

Most of the mineralization has been confined to the narrow zone along which the intrusions occur. The ore minerals, molybdenite, wolframite and scheelite, are associated with quartz in small, irregular, discontinuous pegmatite or pegmatitic quartz veins and lenses. Most of the veins and lenses are only a few inches wide, although a few measure 16-18 inches in width. In the principal ore bodies, such as the Schaaning, a number of roughly parallel veins occur, separated by narrow streaks of altered and silicified wall rock. The altered wall rock between the quartz veins is also mineralized and has grains and patches of scheelite, wolframite and molybdenite along with biotite.

Local Geology (Cont'd.)

hornblende, garnet, and a minor amount of pyrite. The "ore zone" is 15 to 18 feet wide at the Schaanning Mine. The granite wallrock outside the ore zone shows a weak mineralization and a sparse dissemination of ore minerals.

The tunnels at the base of the cliff do not encounter a definite "mineralized zone" such as is seen at the Schaanning and molybdenum workings. Either the zone weakens and disappears at this depth, or it lies outside the explored area. No molybdenite was seen in these lower tunnels, but a considerable amount of weak tungsten mineralization is present. Irregular scattered quartz veins contain scheelite and streaks and blebs of scheelite occur in the granite wall rock near the quartz veins. Comparatively large masses of the black hornblende rock exposed in the tunnels, and scheelite mineralization is relative stronger in the black hornblende-biotite rock than in the granite. The scheelite occurs as a fairly heavy dissemination throughout the black rock.

Ore Reserves

The lack of detailed mapping, and the scanty and unreliable assays prevent any proper calculation of tonnage and grade figures. Even had time been available during the writer's visit to make a detailed examination, it would not have been very helpful, since the major part of the Schaanning workings are at present inaccessible and could not have been mapped. Certain observations on the probability of ore reserves are, however, valid.

The old molybdenum workings, which are mainly confined to the narrow mineralized zone, consist of eight or ten separate shallow excavations obviously sunk on scattered ore outcrops. None of them are more than a few feet deep. Very little, if any, underground exploration was done. The Schaanning mine, on the same ore zone, and less than 1000 feet distant, is at a 350 foot lower elevation, and the mineralized zone is still very strongly developed. It is reasonable to assume that the same type of mineralization that is present on the surface should extend down to at least this depth below the molybdenum workings. Since the old workings undoubtedly represent small pods or shoots of ore rich enough for direct shipping (probably with hand cobbing), there should be an appreciable amount of this material below the old workings. An estimate of the possible tonnages could only be made after detailed mapping to show the distribution and volume of the old excavations. In addition, there is the possibility of developing reserves of lower grade milling ore.

Ore Reserves (Cont'd.)

At the Schaaning Mine, operations were stopped at the time production was at its highest. There are no records of any ore reserve, in fact, from the character of the operation it is unlikely any ore reserve was developed ahead of mining. The best possibilities for immediate production of ore are, nevertheless, at the Schaaning Mine, since it was in production at the time it was shut down. At the Schaaning Mine, too, former production was confined to high grade ore shoots, and the possibility of developing appreciable amounts of lower grade milling ore is attractive.

The mineralization in the lower tunnels does not yet show any direct relation with the ore occurrences at the top of the cliffs. No high grade ore is exposed, but several low grade mineralized areas are partially explored. The largest of these is roughly 150-175 feet in diameter. Careful mapping and sampling may show this to be milling grade ore, at least in part. Properly directed exploration might develop additional low grade material, and possibly higher grade material, or even locate a continuation of the mineralized zone which is present 1000 feet higher. At the least, the amount of mineralization present in the tunnels suggests the presence of scheelite mineralization over a vertical extent of 1000 feet or so, and encourages underground exploration beneath the presently known ore occurrences.

Conclusions.

It will require a considerable amount of detailed mapping and geological investigation in order to develop a reasonably complete picture of the tungsten-molybdenum occurrences and the genetic and structural relationships between the ore and enclosing rocks. Even the present state of knowledge, however, indicates a strong parallel between the Grsdalen deposits and some of the important tungsten deposits of the western United States, in particular the Oreana, Nevada, and to a lesser extent, the deposits of Benson, Arizona; and similar deposits in igneous rocks. The country rock is similar, and in both areas there is a close spatial relation between the tungsten deposits and aplitic intrusions. The aplite at Grsdalen, as elsewhere, does not seem to be directly related to the tungsten mineralization, but rather is the channel along which the mineralizing solutions rose. The tungsten minerals are associated with quartz and pegmatite veins, or the tungsten is deposited in some favorable host rock other than the granite and aplite, which are, for the most part, barren. The Grsdalen deposits are definitely similar in type to other well known tungsten deposits, and, even for this reason, are worthy of additional attention.

Conclusions (Cont'd.)

In its present state of development, and with the lack of adequate records on former operations, it is not possible to make any reasonable determination of possible ore reserves at the Grsdalen prospects. On the other hand, it is quite probable that there is some ore present at least in the Schaaning Mine, and if so, it is readily available. Unfortunately, the Schaaning workings are not accessible at the present and the presence of the ore cannot be stated as a fact. Further investigation is, however, clearly warranted.

There is a reasonably good possibility that a relatively small amount of properly directed work at the Grsdalen properties will result in the recovery of some urgently needed tungsten ore. At this stage in the development of the Grsdalen district, it would be unwise to undertake long term exploration and development program, with the object of developing sufficient reserves of milling grade ore, and rehabilitating the concentrator, and major efforts should be confined to obtaining small amounts of higher grade ore which can be hand-cobbed and shipped directly as a high grade concentrate. The immediate possibility lies in reopening and extending the operations at the Schaaning Mine. Fortunately, opening up and extending the Schaaning Mine is also the best practical method of exploring and developing the ore zone.

A necessary step in the investigation of the Grsdalen deposits will be a detailed engineering and geological survey, including sampling and assaying. This, however, should be confined at this time to a small restricted area covering only the mineralized zone between the old molybdenum workings, the Schaaning Mine, and the lower tunnels. A wider regional, geological investigation may eventually be warranted, but presently major efforts should be directed at a short term program of developing and exploiting any immediately available ore.

Recommendations.

The known ore zone and the area covering the present workings should be accurately surveyed on a scale of at least 1:1000 or larger if practical. Since the main purpose of this map would be to direct further development, the degree of accuracy necessary would require a transit survey or at least a plane table (alidade) survey. The existing workings should be accurately located and mapped separately (or contiguous groups) on a scale of not less than 1:200.

At the same time, the Schaaning Mine should be reopened. Former access to the mine was by means of a steep, narrow trail and an exposed ladder down the face of the cliff. The ladder is no longer serviceable and will have to be repaired and enclosed. This will have to be done even to permit the surveying and sampling recommended above.

Recommendations (Cont'd.)

Once access to the Schaaning line has been obtained, development work should be initiated. There is a short tunnel, which has been driven from the main Schaaning workings back into the cliff, along the ore zone. This tunnel should be extended 100 or 150 meters along the ore zone until the heading is well underneath the surface of the plateau.

This work will serve several purposes.

1. It is quite possible that appreciable amounts of tungsten-molybdenum ore will be produced. It is reported that the present tunnel has ore at the face and in places along the walls. Any ore encountered can be hand-cobbed and shipped.

2. This work offers what seems to be the quickest and most practical method of exploring the ore zone.

3. If results are satisfactory, and more work at the Schaaning line is warranted, it will be possible to drive a raise through the ore zone to the surface and establish a new mine entrance. The old cliff-face adit should not be used any longer if necessary, as it is dangerous, uneconomical and very difficult mining practice to supply men and supplies through this adit. Further, the new entrance would permit year-round operation, which is impossible or extremely difficult with the present adit. The present adit can be used to dispose of waste or low grade ore, obviating the need for extensive facilities at the new entrance.

4. Further development work can be done by extending the tunnel beneath the old molybdenum workings.

It will be noted that these recommendations agree in general with the recommendations in Mr. Adamson's report (Velke-Strand and Espe-land, March 5, 1951). The writer agrees with the development program outlined under "Cost Estimate Phase I", but is not competent to judge the cost estimates without considerable study of local wage scales, material costs, and other factors.

Item 1, rehabilitating living quarters, ropeway and ladder way, is satisfactory. The cost estimate, N.Kr. 37,000 (U.S. \$ 5,300) seems a trifle high.

Item 2, equipment, should of course be kept at a minimum until development work warrants increased efforts. Cost, N.Kr. 65,900 (U.S. \$9,300) seems satisfactory.

Recommendations (Cont'd.)

Item 3, 150 meters of drifting, raising, and cross-cutting is satisfactory. Raising and cross-cutting should be kept to a minimum unless dictated by local geology. Most of the lateral and vertical exploration should be delayed until a later "Phase II" development program, after completion of a new mine entrance. Actual rock excavation should be kept to the minimum necessary as long as the old cliff-face adit is being used. Cost estimates (equivalent of U.S. \$17 per foot) seem a little high for this work, but is admitted that operations through the present adit will be expensive.

Item 4, sampling, assaying, and mapping should be increased sufficiently to permit the recommended transit survey and assaying of the total present workings, not the Schaanning line alone.

The above program can be implemented without the necessity of importing U.S. equipment, and without providing dollar financing. The project is recommended as a suitable instance for counterpart fund financing.

SKH:eh
July 5, 1951

B. K. Wallner (Sign.)
B. K. Wallner,
Strategic Materials Officer
NSA Mission to The Netherlands

PS/2012/2-34

- 5 -

Forslag til arbeidsprogram 1/5-55 - 1/7-55 (3. mdr.).

Henvisning på Stedst nr. 10 mdr.

Arbeidsoppgaver: Stoll (Stollert) og tverrsnitt: Schenckings Grube.

Stigert Sch. - 5-55.

Stoll Grube.

NR: Stigert Stoll 1 - Grube.

Stigert Stoll 1

Arbeidsoppgaver: 1. mdr.

2. mdr.

3. mdr.

4. mdr.

10 mdr.

5. mdr.

20 mdr. (stiger)

6. mdr.

7. mdr.

8. mdr.

Stigert Stoll 1 - 10 mdr. og 20 mdr. og 20 mdr.

2 mdr. og 20 mdr.

Stigert Stoll 1 - 10 mdr. og 20 mdr.

Stigert Stoll 1.

Arbeidsoppgaver: 1. mdr.

2. mdr.

Arbeidsoppgaver: 1. mdr.

10 mdr.

2. mdr.

3. mdr.

10 mdr.

4. mdr.

10 mdr.

5. mdr.

10 mdr.

Arbeidsoppgaver: 1. mdr.

F. FAKTA.

a. Transport. For transport fra grube, respektive tambano, regner en med at en trenger 2 mann pr. døgn. Transporten tenkes foretatt med 2 stk. 2½ tonn lastebiler, hvorav en allerede er innkjøpt.

b. Vaskeri. Til dette trenger følgende mannskaper:

Mannsk.	2 mann pr. døgn
Opprussingsverk	1 mann pr. døgn
Skranjer	1 mann pr. døgn
Støpe	2.000 ml. 100 ml.
	1.000 ml. 100 ml. med skots drift.

Det er beregnet at det vil påbegynnes, eller i 1.12.1955. Det vil påbegynnes i 7 måneder med en anslått kostnad. Det vil påbegynnes i 7 måneder med en anslått kostnad.

c. Løse arbeidsprogrammer trenger følgende mannskaper:

Mannsk.	17 mann (inkl. 1 sjåfør)
Arbeidsprogram	2 "
Arbeidsprogram	6 " (montering 10 mann)
Arbeidsprogram	1 "
Arbeidsprogram	22.000 (med montering av vaskeri 33 mann).

Re: Collecting and Disbursing for 1.1.1954 - 1.7.1955 via de stat

By 1/1/1955

Construction of the building, ventilation	Inv. 10.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 50.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 1.250.000,-	Inv. 500.000,-
Construction of the building, ventilation	Inv. 10.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 100.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 15.000,-	" 375.000,-
Construction of the building, ventilation	Inv. 10.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 15.000,-	" 30.000,-
Construction of the building, ventilation	Inv. 10.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 10.000,-	
Construction of the building, ventilation	" 25.000,-	" 125.000,-
Construction of the building, ventilation	" 70.000,-	" 70.000,-
Construction of the building, ventilation	" 100.000,-	" 100.000,-
Construction of the building, ventilation	Inv. 1.250.000,-	

On 21. June 1955.

per 1/1/1955

Per 1.1.1955 (sign.)

BERGVERKSRAPPORTER MJÅVASSKNUDEN, ØRSDALEN.

- 1904 Forsøksdrift på molybden og wolframanvisninger på gården Hovlands grunn ved "The British Molybdenite Company Ltd." Konsesjon for drift gitt ved kgl. resolusjon av 4. jan. 1905.
- 1905 Bergmesterbefaring den 8. og 9. aug. på fjellet 600 m. o. dalbunnen. Drevet et par skjerp og et par dagstoller 30 og 100 m. lange, som vil treffe de nevnte skjerp i 15 og 60 m. dyp. Stoll fra dalbunnen inndrevet 38 m. og 44 m. tverslag mot vest. Bygget et kraftverk ved oppdemning av Storelven. Bygget arbeiderbolig, smie, direktørbolig med kontor og laboratorium.
Produksjon 17 t. Mo.malm 3 % MoS_2 250 kg. ren wolframitt.
- 1906 Grunnstollen inndrevet ca. 100 m., samt 60 m. forsøksort. Fra skjerp i Bjordal utvunnet 200 kg. ren molybdenglans. Produksjon 1000 t. 3 % molybdenglans, 1 t. 75 % wolframitt.
- 1907 Med et belegg på 30 - 40 mann er der på toppen av fjellet inndrevet ca. 100 m. forsøksort og avsenket 5 m. Grunnstollen i dalen inndrevet 145 m. og dets skram var ved årets utgang 274 m. inne.
I dalen oppført nytt oppredningsverksted elektrisk drevet med Elmore vacuumapparat for adskillelse av molybdenglans og wolfram.
Ingen produksjon.
- 1908 Kun drevet 3 måneder. Drevet 2 synker med tilsammen 14 m. avsenkning.
Ingen produksjon.
- 1909 Ingen drift.
- 1910 Driften avsluttet. Bygninger og maskiner realisert.
1912. I Mjåvassknuden på gården Hovlands utmark, Ørsdalen, har A/S Chra. Minekompani arbeidet i 150 dager med 5 - 10 mann. Produksjon 10 t. wolframerts med 60 % WO_3 .

- 1913 I Mjåvassknuden, gården Hovlands utmark, Ørdsalen, har Chra. Minekompani fra juli måned til årets slutt fortsatt driften med 2 - 6 mann, tilsammen 500 dagsverk à 10 timer. Utbrutt 100 m^3 berg hvorav utvantes dels med skeiding og dels med håndvasking 3500 kg. wolframitt og scheelit med 58 - 60 % metallisk wolfram, samt noen kg. molybdenglans.
- 1914 I Mjåvassknuden, Hovlands utmark, Ørdsalen, har Chr. Minekompani fra 12. jan. til 18. okt. fortsatt driften med 3 - 4 voksne mann og 2 gutter. Der ble drevet stollarbeide og strosning i gruben, utbrutt 200 m^3 berg. Resten av året bruktes til undersøkelsesarbeider. Herunder utdrevet 100 m^3 berg. Produsert 4500 kg. wolframitt og scheelit med 60 % WO_3 .
- 1915 Med 1 formann og 5 mann ble der fra 20. mai til årets utgang produsert i Mjåvassknuden:
- | |
|---|
| 565 kg. molybdenglans à 80 % MoS_2 |
| 803 kg. wolframalm à 60 % WO_3 . |
- 1916 I Mjåvassknuden, Ørdsalen, med 1498,5 dagsverk produsert
- | |
|---|
| 3887 kg. skeidemalm 11,7 % MoS_2 |
| 868 kg. wolframalm 60 % WO_3 . |
- 1917 I Mjåvassknuden har Chra. Minekompani med 16371 arbeidstimer drevet:
- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| 6,9 m. stoll | $27,6 \text{ m}^3$ |
| strosser | <u>270,- "</u> |
| | <u>$297,6 \text{ m}^3$</u> |
- hvorav utvantes
- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1496 kg. malm | 7,03 % MoS_2 |
| 1371 kg. W.malm | 40 % WO_3 . |
- I okt. 1917 ble grubene overtatt av Gunnar Nilsen, Ålgård m.fl., som dannet A/S Ørdsalen Wolfram- og Molybdengruber til fortsatt drift. Når vaskeriet er ferdig, beregnes å produsere 80 % molybdenglans og 120 kg. wolframitt og scheelit pr. døgn. A/S Hovland Molybden- og Wolframgruber dannedes i slutten av 1917 av ing. Krum og E. Saugstad til drift av forekomster i Mjåvassknuden.

- 1918 A/S Örsdalen Wolfram- & Molybdengruber, Örsdalen, fortsatte driften i Mjåvassknuden.
Ved skeiding behandledes 340 t. malmholdig berg, hvorav utvunnet 900 kg. wolframmalm & ca. 67 % WO_3 .
A/S Hovland Molybden- og Wolframgruber begynte anlegg av verk til drift av endel andre anvisninger i Mjåvassknuden. De fikk ved utmålsforretning av 26. aug. 1918 46 rektangulære utmål. Bare oppfaringsarbeider.
- 1919 A/S Örsdalen Wolfram- & Molybdengruber drev endel oppfaring, men ingen produksjon.
Ingen drift hverken ved A/S Hovland eller K. H. Schaaning.
- 1920 Ingen drift i Örsdalen.
- 1921 Ved A/S Hovland Molybden- og Wolframgruber ble avholdt tvangsauksjon for salg av redskap, inventar etc.
Ved A/S Örsdalen Wolfram- og Molybdengruber avholdtes 4 tvangsauksjoner på gården Hovland efter rekvisisjon av oppsitterne.

BERGVERKSRAPPORTER SCHAANINGS GRUBE.

- 1918 Overrettssakfører K. H. Schaaning drev i tiden 1. juli - 1. okt. 1918 undersøkelser i Schaanings wolframgrube ved Egersund.
Der ble mutet Khaasi grb.nr. 1 og Tollevaara V. i övre del av Gudlen. Gruben ligger i det loddrette stup på dalens sydöstre side. Der ble brutt 4 m^3 dagstrosse, hvorav en stor del ble slynget utfor stupet. Der ble dog oppsamlet 1200 kg. wolframitt med 51,38 % metallisk wolfram.
- 1937 Schaanings wolframgrube. Prövedrift i 134 dager.
Utbrakt 2056 kg. malm med 67,6 % WO_3 og 685 kg. med 51,9 % WO_3 , 14 t. uskeidet vaskemalm.
- 1938 Den i 1937 påbegynte prövedrift ble fortsatt fra mai - november. Utbrutt 1000 m^3 fast fjell, utskedet 16941 kg. wolframitt & 64,5 - 68,75 % WO_3 foruten 75 t. vaskemalm.
- 1939 Prövedrift på Schaanings grube ved adv. Schaaning har vært fortsatt i 6 sommermåneder. Ialt utbrutt 1000 m^3 fast fjell og

produsert 27714 t. wolfram- og scheelitmalm, samt 105 t. malmholdig berg og subus. Ved håndskeiding er utsortert 4,9 t. malm med 66,2 % WO_3 .

1940 Schaanings wolframgrube, Bjerkreim.

Drift fra 6. mai til 13. nov. Utbrutt 900 m³ fjell som ved håndskeiding gav 9130,5 kg. wolframitt og scheelit à 66,65 % WO_3 og 65 t. malmholdig berg.

1941 Schaanings grube. Driften fortsatt av A/S Det Norske Bergselskap Utbrutt 562,3 m³ fast fjell og utfordret 10,4 t. berg, hvorav 8 t. malmholdig gods.

1942. Ørsdalen wolframgruber. Det Norske Bergselskap har brutt 1179 m³ fast fjell. Utskeidet 6,62 t. malm à 65 % WO_3 .

1944 Der ble utbrutt 3600 t. malmholdig berg som ved skeiding gav 5 t malm med 52 % WO_3 .

1945 Ingen drift i Schaanings grube.

1946 Ingen drift i Schaanings grube.

Fra 1. januar 1947 overtatt av den norske stat.

Oslo, den 19. desember 1952.

Harald Bjørlykke

HB/EN 19/1-5.

ØRSDALEN.

Der henvises til Ingeniør Sandhøgs Årsrapport for 1953.

Undersøkelserarbeidene ved Ørsdalen Grube har i 1953 vært drevet etter den oppgitte plan. Den viktigste oppgave var å fortsette undersøkelserne av området mellom Schrammings Grube og malmsonen inne på fjellet ved velfransrytten ved stolløst og diamantboringen. På grunn av klimatiske forhold kan disse arbeider bare utføres i sommerhalvåret.

Videre har partiet over Schrammings Grube vært undersøkt med en 26,70 m. lang stoll (segs. 11) 10 m. over hovedgruben. Denne stoll gikk hele tross i bakke, som imidlertid etterhvert ble fattigere innover mot stollen. På 5 m. lang stigning over stollens nivå viste en utbredt utbredt.

Under Schrammings Grube kan man følge malmer ned til tøybansstasjonen 8 m. under stollen.

Videre har man i malmsonen forlengelse mot N nedover den bratte fjellside mot dalen funnet velfrans på to steder 30 og 70 m. under hovedstollens nivå og scheelitt på enda to steder 80 og 100 m. under samme.

På syd har hovedstollen fulgt stollen til 75 m. innenfor stoll-anslaget, og der står igjen en 100 m. horisontal avstand til man er under velfransrytten.

100 m. fra stollanslaget ble det drevet et tverrsnitt mot hang, som fant en liten malmsone med velfrans og scheelitt ved koordinat X 99152. Y 22140. Malmsonen var angitt av fattig scheelittprognose.

Der er ialt i Schrammings Grube drevet 201,40 m. orter, hvorav 145,40 m. stoll og feltort, 36,0 m. tverrsnitt og 20 m. stigning.

Omkring velfransrytten har man påvist 3 eller 4 parallelle malmsoner som er undersøkt med 9 mindre røtter. I forlengelsen av

disse har man funnet malmpartier over en feltlengde av 340 m. Man kan imidlertid ikke påvise noen sammenhengende malm over denne strekning. I området Volfraamsynken - Schannings Grube er der boret 8 diamantborhull med en samlet lengde av 507,49 m. for å søke å påvise malmsonen i dette område dels fra dagen og dels fra stollen i Schannings Grube. Av disse borhull ble 4, SW2, SW3, SW4 og SW5 boret fra dagen for å undersøke disse malmsonens forløp ned dypt. Disse viste små mengder malm tilsvarende malmsonen i dagen. De øvrige borhull viste ikke malm i kjernene. Det er imidlertid usikkert hvilken verdi diamantboring har for lokalisering av den type man har i Ørsdalen, da mineralene som regel er meget sprøtt og kan lett bli oppkrust under boringen, og på grunn av talloste slagger i fjellet var det vanskelig å få borkjernene opp.

I dalbunnen ble man søkt å følge Schannings Grubes malmsone ved å drive tværsnitt mot Volfraamsynken I. Resultatet var imidlertid negativt.

Videre er det startet stigningene i østlige malmsone oppover.

Fellensone er der i stoll I boret 67,20 m. opp, hvorav 41,85 m. tværsnitt, 25,35 m. stigning og 0,0 m. feltkant.

Ved stigningsdelen ble en malmsone med varierende gehalt fulgt i en vertikal boret av 15 m. opp stoll I. Malmen var knyttet til en uregelmessig innslagning med varierende maktighet.

Student Moser har fortsatt sitt geologiske detaljarbeide i feltet. Hans undersøkelser av sammensetningen i volfraamitt og grunnstoffer på et den sentrale del av mineraliseringen ligger hoved på fjellet omkring Volfraamsynken.

Resultater av undersøkelserne 1954.

Undersøkelsene bekrefter den tidligere oppfatning at den rike volfraammalm er knyttet til kvartaganger som opptrer langs en tektonisk sone i retning Schannings Grube - Volfraamsynken, og hvor der nu er påvist malm over en horisontal feltlengde av

ca. 100 m. og 150 m. i dybden ved Schandings Trube og henholdsvis 340 og 40 m. ved Wolftrampynnen. Disse malmsoner er imidlertid meget uregelmessige både ved hensyn til størrelse og mine-
realisering og kan ikke følges sammenhengende mellom de forskjellige kjente punkter. Ved Wolftrampynnen opptrer 3 eller 4 parallelle malmsoner, og det er derfor sannsynlig at man også andre steder kan finne parallelle soner, og at malmsonene kan ligge forskjøvet i forhold til hverandre.

Disse resultatene av undersøkelsene i 1953 kan man oppstille følgende malmsonegning:

Strek X	Schandings Grubebakken	Panguliken	N. st. A	Sum
17500 t.	13600 t.	7000 t.	15000 t.	52000 t.
11000 t.	45000 t.	--	100000 t.	175000 t.

Det må videre bemerkes med meget betydelige forskjeller av vanlig malms
tilfylling i Schandings og i malmsonen på fjellet. På grunn av at man
har manglet en pålitelig grunnlag for å undersøke enkelte partier
av malmen, er det ikke mulig å angi nøyaktig hvilke geohaler
de forskjellige malmsoneer har, da malmsoneeringen er for uregelmessig
til at man kan påvise på vanlig måte uten med meget store
undersøkelser, og derfor vil resultatet bli tvilsomt.

Man kan imidlertid på grunnlag av en gjennomsnittsgenhalt
av 0,3 - 0,4 % Fe, for den påviste malms i vanligvis kommer de
videre med samme pålitelighetsgrad.

Disse dataene viser tydelig at tilfyllen av den påviste malms
trike seg en del i forhold til den påviste malms. Hvis man forutsetter 60 %
Fe i malmen, under antakelsen.

