

NORLANDSBANEN

Parsel Sunnan - Grong

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE. Nr. 106

NORSK ARSENMALM OG ARSENIKFREMSTILLING

AV

CARL BUGGE OG STEINAR FOSLIE

MED 4 FIGURER, 1 PLANCHE OG SUMMARY

**STATENS RAASTOFKOMITE
PUBLIKATION Nr. 6**

KRISTIANIA 1922

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

**NORGES STATSBANER
HOVEDSTYRET**

Blandt de stoffer som der under krigen blev mangel paa var arsenik. Statens Raastofkomite iverksatte derfor i 1918 fabrikation herav.

Her i landet fremstilles ikke dette stof i ordinære tider. For en aarrække siden utvandt man ikke saa litet arsenik ved Modums blaafarveverk som eier gruber indeholdende arsen i forbindelse med kobolt, jern, svovl m. m.

I det følgende skal beskrives de indenlandske arsenforekomster som man har kjendskap til og der skal gives endel oplysninger om arsenikproduktionen i utlandet, hvorefter arsenikfremstillingen i Saggrenna paa Kongsberg skal omtales. Videre skal bl. a. gives endel oplysninger om stoffets anvendelse.¹

Omkring 130 mineraler indeholder arsen, hvilket vil si omtrent 12⁰/₀ av alle kjendte mineraler. Det helt overveiende flertal av disse 130 mineraler er dog kun at betrakte som mineralogiske sjeldenheter uten praktisk interesse. De fleste teknisk viktige arsenmineraler er surstoffrie forbindelser som i sin geologiske optræden er knyttet spesielt til forekomster av svovlmetaller. Surstoffholdige arsenmineraler er som regel dannet ved oksydasjonsprocesser av førstnevnte sulfidiske gruppe, men de har paa faa undtagelser nær ingen teknisk betydning.

Av arsenmalmer nævnes:

1. Arsenkis (Mispickel) FeAsS .
2. Koboltarsenkis (Danait) er arsenkis med indtil 10⁰/₀ Co.
3. Koboltglans CoAsS .
4. Speiskobolt (Smaltit) CoAs_2 .
5. Arsenikalkis (Løllingit) FeAs .
6. Tesseralkis (Skutterudit, arsenikkoboltkis) CoAs_3 .

Arsen forekommer tildels ogsaa gedigent i naturen.

Av betydning for indenlandsk produktion er for tiden kun nr. 1, 2, 3 og 6. Arsenkis er av disse den viktigste.

¹ FOSLIE har beskrevet forekomstene i det Nordlige Norge, avsnittet om arsenkis som underordnet bestanddel og avsnittet om arsenmalm i Tyskland. Det øvrige er skrevet av BÜGGÈ.

I. Arsenforekomster i det sydlige Norge.

Modums blaafarveverk.

Anlæggene paa Modum er tildels endnu i behold. Mølmen blev røstet i en vanlig røsteovn og gasene, nemlig røst- og røkgasene, undvek gjennem en lang kanal til en stor skorsten. I kanalen slog arseniken sig ned som et pulver, der var graalig farvet av kulstøv. Raaarseniken blev rensed ved sublimation i et litet raffineri, bestaaende av en ovn, en kort kanal og sligkammere. Av fig. 1. fremgaar hvorledes røsteovnen var bygget. Det var et stort anlæg. Der fremstilledes blaafarve av koboltmalmen og blev vundet arsenik som biprodukt. Den sidste blev solgt til glasverkene og tildels ogsaa eksportert. Malmen dersteds blev fundet paa og omkring Skutterud paa Snarum av en Kongsbergmand, OLE WITHLOCK i 1772 og drift kom igang i 1776. Forekomsten har en viss likhet med Kongsbergs fahlbaand, hvilket allerede er paapekt av professor KEILHAU og direktør BØBERT. Sidstnævnte har i *Nyt Mag. f. Naturv. b. 5.* skrevet en interessant avhandling om forekomsten. De følgende oplysninger er tildels tat derfra. Fahlbaandene forekommer paa en høi, tildels brat og temmelig lang fjeldryg, der stryker i nord-sydlig retning og gjennemskjæres av flere tverdaler. Denne fjeldryg bestaar av forskjellige slags grundfjeldsgneiser og skifre samt granit. Skifriheten har nordsydlig strøk. Skifrene og gneisene indeholder forskjellige ertser, saaledes forskjellige kobolt- og arsenmalmer, videre er paavist kobberkis, broget kobber, gedigent kobber og andre kobberertser, sølvholdig blyglans molybdænglans, magnetkis, svovkis. Av koboltarsenmalmer har man i dette felt:

1. Koboltglans CoAsS .
2. Tesseralkis CoAs (Skutterudit).
3. Koboltarsenkis $(\text{FeCo})\text{AsS}$ (Danait).

BØBERT gir følgende analyser av nævnte malmer:

Koboltglans (STROMEYERS analyse).

Kobolt	33,10 ⁰ / ₀
Arsenik	43,46 *
Jern	3,23 *
Svovl	20,08 *
	<hr/>
	99,87 ⁰ / ₀

Koboltarsenkis (SCHEERERS analyse).

Kobolt	8,31 ⁰ / ₀
Arsenik	47,55 *
Jern	26,54 *
Svovl	17,57 *
	<hr/>
	99,97 ⁰ / ₀

Tesseralkis (SCHEERER)

Kobolt	20,01 ⁰ / ₀
Arsenik	77,84 *
Jern	1,51 *
Svovl	0,69 *
Kobber	spor
	<hr/>
	100,05 ⁰ / ₀

Av interesse er følgende bemerkninger av BØBERT: »At Hoved-Koboltbaandet ledsages av flere Sidebaand har jeg allerede flere Gange omtalt, hvorhos jeg ogsaa allerede for en Deel har beskrevet det Første og Vigtigste af Dem, beliggende paa Snarums-Elvens østlige Side, hvilket og findes angivet paa det medfølgende Kart. Hertil har jeg ikkun at tilføie, at den Parallelisme, som dette Baand har med Hovedbaandet, fortjenes at lægges Merke til, samt at det er af ringere Mægtighed. Adskillige Opskjærpninger mellem Snarums-Elven og Vigersund-Fjorden, saasom paa Gaarderne Flaalum, Skjærdalen o. s. v., bevise noksom Tilværelsen af flere Sidebaand. Men ligesom allerede det Første hidtil ikkun har viist Spor af Koboltgehalt, saa inde-

holde de Øvrige formeentlig udelukkende blot Arsenikkiis ganske uden nogen Kobolt, hvorvel man i den senere Tid paa Ringegrige, i gamle Kobber- og Jern-Skjærp, der ligge i disse Sidebaands Strøg, vil have fundet fattige Koboltterter. I Egnen mod Vest fra Hovedbaandet kjender jeg intet Sidebaand.*

Angaaende malmgehalten i det utbrudte bemerkes at BØBERT for aar 1830 angir denne til 3⁰/₀ og da man av malmen kun vandt 2⁰/₀ koboltslig blir gehalten av ren malm i det utbrudte kun 0,06⁰/₀. I den tid pleiet den aarlige produktion av blaafarve at være ca. 150 ton. Om arsenikproduktionen er der ikke meget at finde. I 80- og 90-aarene er i statistikken enkelte aar opført en produktion av 2,5 til 3,6 ton raffinert arsenik. Varen blev solgt til norske glasverker eller eksportert. I 80-aarene blev der brudt omkring 2000 m. berg. Driften blev helt indstillet i 1898.

Malmgehalten er saaledes saa liten at nogen produktion av kobolt eller arsenik i vore dage knapt her kan paaregnes. For arsenimalmens vedkommende kunde det ha interesse at undersøke om de nævnte sidebaand skulde være rikere paa saadan malm. BØBERT omtaler at baandet ved gaarden Fjerdingsstad paa elvens østside fortrinsvis indeholder arsenikkis.

Listøli arsenkisgrube.

Denne ligger ca. 760 m. o. h., ca. 4—5 kilometer fra kjørevei ved Breidalen i Kviteseid i Telemarken. Adkomsten er fra Kviteseid over gaardene Tveit og Breidalen. Forekomsten eies av Christiania Minekompani. Terrænget er ved gruben noksaa steilt, men forøvrig er omgivelserne jevnt skraanende ned mot Bandakvand. Nærmest vandet er avheldet dog steilt. Der var tidligere bygget taugbane fra gruben til Bandakvandet, men den er nu revet ned. Stolpene staar, men kablen er væk og det er tvilsomt om stolpene er brukbare længer.

Med hensyn til selve gruben kan bemerkes, at man ser en malmgang med sydvestlig fald ca. 70 grader. Det var ikke lett at finde ut feltlængden, men den blev anslaat til omkring 40 meter. Gangmægtigheten var der hvor den var synlig 0,15 til

1 meter. Forekomsten er temmelig uregelmæssig. I ca. 25 meters dyp var der en stolletage. Stollen gaar i ca. 20 meters længde i nordøstlig retning. Der sees endel synker baade i dagen og i gruben, men den dypeste av disse var fuld av braate, saa det var ikke mulig at faa noget indtryk av gangens utseende paa dypet. I berghallen er adskillig malm som kan utskeides. Forekomsten blev befaret av professor dr. V. M. GOLDSCHMIDT og forfatteren i 1917. Den malm som vi saa i berghallene er formodentlig nu utskaidet og solgt. Vi saa ogsaa et par nærliggende skjærp. Der optræder foruten arsenkis ogsaa noget fahlerts og molybdænglans, men vi saa ved vor befarung ikke noget til saadan malm i fast fjeld.

I distriktet omkring kjendes ogsaa forekomster av kobberkis, broget kobber, zinkblende, blyglans og svovlkis. Av interesse er at der ved det nærliggende Breidalen er en forekomst av beryl.

O. A. CORNELIUSSEN har befaret forekomsten i 1898 og nævner da 3 skjærp NO for Ranberg alle paa arsenkis, der delvis var næsten ren, blot med endel hornblendenaaler og litt kvarts, dels mere som en rik impregnation. Ved siden av arsenkisen observertes ogsaa fahlerts, især i en kloritisk, skifrig masse som fulgte kisens sider. Undertiden dannet fahlertsen tykkere klumper og plater, men fortrinsvis fandtes den som tyndt belæg paa spalteflaterne. Paa ingen av stederne observertes nogen utpræget gang med bestemt strøk og fald. Der syntes heller ikke at optræde en rekke linser av bøiet og uregelmæssig form kilet ind mellem skifrene tiltrods for at der vistnok maatte antages at være etslags forbindelsesforhold mellem de enkelte forekomster. Forholdene var uklare og desuten paa grund av det sterkt skogbevokste terræng litet oversigtlig. De tre skjærp har en indbyrdes avstand av ca. 20 meter og de ligger i forskjellig høide saa man tælte om det øverste, mellemste og nederste skjærp. I det førstnævnte skjærp var der at se to arsenkisaarer av mægtighet henholdsvis 30 og 33 cm. I det mellemste skjærp gik mægtigheten et sted optil 1 meter men var forøvrig kun 30 cm. Det nederste skjærp viste den mægtigste og reneste kis. Den var dog opblandet med kvarts og lys glimmer.

Den drift som Christiania Minekompani i senere aar har foretat har vist at man her har en ganske betydelig omend uregelmæssig forekomst. Ialt er der produsert:

Mai 1895	Eng. tons	22—5—3—7	à 26	0/0 As.	Eksporteret til London.
Aug. 1898	Mtr.	9,152	» 35	» »	Freiberg.
Arpil 1899	»	6,900	» 10	» »	»
Juli 1899	»	4,580	» 22	» »	Hamburg.
Okt. 1899	»	1,237	» 37	» »	»
Juni 1900	»	34,690	» 28	» »	»
Juli 1900	»	25,550	» 29	» »	»
Juni 1901	»	7,320	» 25	» »	»
Mal 1908	Eng.	96—11—2—14	» 35,7	» »	Swansea.
April 1910	»	166—13—3—0	» 32,0	» »	»

Hertil kommer antagelig ca. 30 tons sekunda malm, utplukket av berghallene og som under krigen blev sendt til Kongsberg samt et par jernbanevognlaster der blev sendt til Grua for at opberedes ved vaskeriet der. Ialt er der av gruben utdrevet ca. 400 tons arsenmalm med en gjennemsnittlig gehalt av ca. 25 til 30 0/0. Ved ovennævnte opberedningsforsøk ved Grua opnaaedes et temmelig rent arsenprodukt.

Reneste arsenkis fra Listøli viste ca. 45 0/0 arsen. Den omtalte fahlerts er analysert i 1893 av SCHMELCK med følgende resultat:

Uopløst	3,50	0/0
Svovl	23,82	»
Kobber	38,24	»
Zink	4,02	»
Jern	3,61	»
Antimon	24,76	»
Arsen	1,02	»
Sølv	0,342	»
	<hr/>	
	99,312	0/0

Den samme malm indeholdt 24 gram guld pr. ton. Ren arsenkis viste ifølge G. H. PETERSEN 70 gram sølv og 2,5 gram guld pr. ton. Til sammenligning med Listølis arsenkis anføres at ren arsenkis indeholder:

Arsen.....	46	0/0
Jern.....	34,3	>
Svovl.....	19,7	>
	<hr/>	
	100,0	0/0

Om forekomstens geologi kan siges, at arsenkisen ligger i kvartsitiske skifre og gneiser tilhørende det yngre grundfjeld, Telemarkformationen. Man maa anta, at den er av lignende type som de øvrige ertsganger i denne formation.

En nøiere undersøkelse av disse vil bli en av de første oppgaver for Norges Geologiske Undersøkelse. Ertsgangene fører en række malmer, saaledes foruten en række kobberertser desuten molybdænglans, vismutglans, arsenkis, fahlerts og flere av malmene er guldførende.

II. Arsenforekomster i det nordlige Norge.

Kjørifjeld arsenforekomst i Skjomen.

I Skjomen i Ofoten findes en arsenkisforekomst, som synes at være saavidt betydelig at den fortjener en nærmere omtale, skjönt den endnu kun er ufuldstændig kjendt. Forekomsten ligger høit tilfjelds og meget avsides, kun 3 km. ONO for grænsesøs nr. 257. Adkomsten sker fra Elvegaard i Skjomen, hvorfra der fører god kjørevei 8 km. sydover til gaarden Bogholm, og videre 2 km. daarlig vei til Fjellbu, den øverste gaard i dalen. Videre kan man om sommeren komme frem med kløvhest. Man følger Sørдалens østside, passerer elven ved et vadested paa 590 m. o. h., videre langs Kobbvatns sydside og forbi øvre Kjørivand frem til forekomsten, 19 km. fra Fjellbu, 29 km. fra sjøen.

Forekomsten ligger i vestsokraaningens av det 1258 meter høie Kjørifjeld (kartets Gauteliefjeld) og ca. 100 meter over dalbunden. Høiden over havet er ca. 1040 meter, terrænget er veirhardt og goldt.

Geologisk tilhører forekomsten grundfjeldet, der indtar hele det omraade av landet, som i distriktet ved Skjomenfjorden skjærer sig mot øst. Glintranden for de overliggende cambro-

siluriske sedimenter møter vi 19 km. i luftlinje vest for forekomsten, i fjeldet Storrita, samt 12 km. i SV, i det svenske fjeld Pierka ved Sidasjavrre. Med en basalkvartsit underst og overliggende granatglimmerskifre hviler disse med svakt vestlig fald paa grundfjeldet. Dette selv bestaar for den overveiende del av en ensartet, grovkornig, graa kaligranit, — *Skjomengraniten*, som er eneraadende fra glintranden østover til henimot forekomsten og likeledes fra denne nordover til Skjomenfjorden. Omkring forekomsten og videre mot O og NO møter vi en større variation i bergarten. Der optræder betydelige felter av basiske eruptiver, dels en mørk, yderst finkornig, skifrig hornblendeskifer, dels en hornblendegabbro, som ogsaa er finkornig men med bevaret dypbergartsstruktur. De er begge ældre end graniten og gjennemsættes av finkornige granitgange. Endnu ældre er en del sterkt foldede og uregelmæssige, men tildels mægtige drag av kalkmarmor, lokalt dolomitisert, samt muligens ogsaa andre sedimenter.

Hvor stor utbredelse disse formationer har videre mot NO oppe i de høie og vilde, for en stor del gletscherdækkede fjeld omkring Kjørvi-varre vites ikke, da trakten geologisk er totalt ukjendt. Men de sidst omtalte bergarter viser tildels en paa-faldende likhet med bergarterne ved Sjangeli gamle kobbergruber, ca. 25 km. i NO. Dette er saaledes tilfældet med den finkornige hornblendeskifer, som flere steder viser en nøie overensstemmelse med de typiske Sjangeliskifre, likesom dolomiterne er fælles for begge distrikter. Det synes derfor ikke usandsynlig at vi har for os en sydlig fortsættelse av Sjangeliformationerne.

Distriktet synes at være ganske lovende for malmfund, saavel efter uttalelse fra de faa skjærpere, som har færdes der, som efter hvad forfatteren iagttok paa sin korte befarung i 1916.

De første malmfund blev gjort saa sent som i 1915, nemlig arsenforekomsten i Kjørvisfjeld og en kobberforekomst ved Kobb- elven kort nedenfor nordre Baatsvand. Et ganske litet forsøks- arbeide blev utført samme aar, men efter befarungen i 1916 synes intet at være gjort. Foruten ved de nævnte felter iagttok jeg mineralisation paa flere andre steder. De ertsmineraler som er paavist i distriktet er arsenkis, magnetkis, kobberkis, mag- netit samt spor av zinkblende og blyglans, men foreløbig er det

kun arsenkisen som har betydning. Den overveiende mineralisationstype i distriktet synes at være kontaktforekomster. Forekomsten ved Kobbelsen fører saaledes magnetkis, kobberkis og tildels magnetit i en typisk diopsidførende granatfels, som optrær paa kontakten mellem hornblendeskifer og kalksten. Efter sin mineralsammensætning er det en typisk kontaktforekomst og efter dens optræden synes det nærmest som den basiske eruptiv har været ertsbringeren. Dette sidste kan dog endnu ikke hævdes med sikkerhet, idet hovedgranitgrænsen kun befinner sig 40 à 50 meter borte og talrike granitgange gjennemsætter den basiske eruptiv.

Arsenforekomsten paa Kjørifjeld optræder ogsaa direkte paa kontakten mellem hornblendeskifer og kalksten men er av en noget anden karakter, idet typiske kontaktmineraller her ikke synes at være utviklet. Paa grænsen finder man en steiltstaaende gang- eller linseformig masse av rik arsenkis, med kvarts som gangmineral og forøvrig spor av biotit og pyroxen. Kvartsen synes delvis at være yngre end arsenkisen og fylder spalter i denne. Henimot utkilningen trær arsenkisen noget tilbake, kvartsen blir rikeligere, og disse to i forening med en actinolitisk hornblende danner striper i en ytterst finkornig sericit-cloritkvartmasse. At det her ikke dreier sig om en ordinær kvartsarsenkisgang er det forskjellige andre ting som tyder paa. Saaledes finder man videre i strøkretningen adskillige smaa linser av ren arsenkis midt inde i den foldede kalksten. Disse linser, som kan bli optil $\frac{1}{2}$ meter tykke og et par meter lange fører hverken kvarts eller andre gangmineraller, men arsenkisen er tilblandet smaa mængder av magnetkis og kobberkis, et sted ogsaa zinkblende. Grænsen mot kalkstenen er skarp, men med en uregelmæssig cavernøs overflate. Linserne maa utvilsomt være dannet ved metazomatiske processer. En tilknytning til kontaktforekomsten ved Kobbelsen finder man deri, at denne ogsaa paa et enkelt sted fører en svak impregnation av arsenkis i forbindelse med lignende kvarts som ved Kjørifjeld. Det synes derfor som ogsaa feltet ved Kjørifjeld maa være en kontaktforekomst, men repræsenterer en noget yngre fase av processen end den som repræsenteres ved granatfelsens dannelse.

Forekomstens størrelse (se fig. 2.) er endnu litet undersøkt. Der er drevet en enkelt strosse tvers paa malmen, hvor rik arsenkis er synlig i $2\frac{1}{2}$ meters bredde, uten at man har naadd helt frem hverken til hæng eller ligg. Imidlertid synes mægtigheten noget forstørret ved endel foldning i malmen.

Følger man strøket mot syd træffes efter 14 meter en naturlig blotning hvor malmen staar i 1,3 meter virkelig mægtighet, herav en del dog bare impregnationsmalm. 3 meter videre mot syd smalner den av til 0,3 meter bredde og kan endnu følges 7 meter som en smal stripe av arsenkis nøiagtig paa kalkgrænsen. Her kiler den helt ut og malm er ikke kjendt videre i denne retning, naar man bortser fra de før nævnte linsler midt inde i kalkstenen.



Fig. 2. Planskisse av Kjørstfjeld arsenforekomst.

Nordover fra strossen er den hængende del av malmen synlig 6 meter fremover, men videre er malmzonen totalt overdækket. Imidlertid finder man 50 meter nordenfor strossen en samling store, løse blokke av arsenkis, let kjendelig paa deres hvite oksydationshud av arsenoksyd. Disse blokke ligger ogsaa paa grænsen mellem hornblendeskifer og kalksten, og da de ikke ligger i isbevægelsens retning fra den kjendte forekomst, anser jeg det overveiende sandsynlig at de ligger *in situ* og at forekomsten anstaar under dem med en mægtighet som overstiger den største bloks diameter, ca. 1 meter. Først 100 meter nordenfor disse blokke er grænsen atter blottet, her uten malm. Under ovennævnte forutsætning blir forekomstens længde mindst 70 meter, men naar ialfald ikke op til 170 meter. Den største paaviste mægtighet er $2\frac{1}{2}$ meter. I betraktning av at forekomsten, som det nedenfor vil sees, i sin helhet fører rik arsenmalm som i høiden behøver en haandskeidning for at bli salgbar eller forhytbar, maa den for tiden hvad malmmængden angaar betegnes som den mest lovende arsenforekomst i Norge. Som ovenfor

nævnt optrær de samme formationer og grænser over betydelige strækninger inden distriktet, saa det er ikke usandsynlig at mere vil kunne findes.

Malmens gehalt vil fremgaa av en gjennemsniitsprøve som forfatteren tok som knakprøve over 2¹/₂ meter malmbredde i den før nævnte strosse. Analysen som er utført ved Stockholms Tekniska Høgskolas materialprofningsanstalt, viste:

As	26,5 0/0
Au	11 gr. pr. ton.

Desuten foreligger nedenstaaende tre analyser av tilfældige haandstykker:

	I.	II.	III.
As	27 0/0	31,7 0/0	24 0/0
Fe	26,5 >	29,2 >	
S	15,7 >	15,04 >	
Uopløst .		24,0 >	
Cu og Ni	Intet	Intet	
Ag.....	Intet		
Au.....	8 gr. pr. ton		
		99,94 0/0	

Analyse I er utført samme sted som ovenfor nævnt, analyse II ved Kristiansands Nikkelraffineringsverk.

Man synes efter dette ved ordinær grubedrift og en enkel haandskeidning at maatte kunne paaregne en raalm med ialfald 25 0/0 arsen og 10 gr. guld pr. ton. En mikroskopisk undersøkelse viser, at arsenkisen forekommer i saavidt grove og vel begrænsede korn, at malmen meget let vilde kunne anrikes videre ved en enkel opberedning, idet gullet sandsynligvis i sin helhet er bundet til arsenkisen. En opberedning vil forøvrig ikke være paakrævet. Malmen er ikke analysert paa kobolt, men dette vilde sikkerlig ha været paavist under nikkelanalysen, hvis det hadde været tilstede i nævneværdig mængde.

Fratrækkes det uopløste i analyserne I og II og sammenlignes med ren arsenkis, faar vi:

	I.	II.	Arsenkis.
As	39,0 ⁰ / ₀	41,7 ⁰ / ₀	46,0 ⁰ / ₀
Fe	38,3 >	38,4 >	34,3 >
S	22,7 >	19,7 >	19,7 >

Det viser sig altsaa at sulfidernes totalsammensætning ikke stemmer overens med arsenkis, men begge har et relativt overskudd baade av jern og svovl. Dette kan ikke forklares ved tilstedeværelsen av noget andet arsenmineral. Ved beregning viser det sig at analyse I gir fuld overensstemmelse med den relative sammensætning 84,8 ⁰/₀ arsenkis og 15,2 ⁰/₀ magnetkis.

Nu viser en mikroskopisk undersøkelse at der findes smaa mængder magnetkis i malmen, om end tilsynelatende meget mindre end tallet ovenfor. Analyse II gir ikke overensstemmelse selv om man regner magnetkis med. Der blir et overskud av jern som muligens kan tænkes ekstrahert av silikater. Forøvrig danner disse tekniske analyser ikke noget tilstrækkelig grundlag for en nærmere drøftelse av den mineralogiske sammensætning.

Til en bedømmelse av forekomstens drivverdighet anføres nedenfor endel økonomiske data. Som bekjendt refererer markedsnoteringene for arsen sig hovedsakelig til de færdige produkter, arsenik (arsenoksyd) og arsensulfid. Malmen er bare i mindre utstrækning gjenstand for salg og notering. Noteringen for raamalm var i 1914 like før krigen, c.i.f. tysk havn:

Malm med 20—25 ⁰ / ₀ As	kr. 1,75 pr. unit.
— 25—35 > > >	2,50 —
— 35—50 > > >	3,50 —

Hertil kommer naturligvis betalingen for guldindholdet. Man kan gaa ut fra at det relative forhold mellem disse grupper fremdeles opretholdes. Der er som det sees en meget sterk stigning med tiltagende gehalt. Malmen fra Kjørisfjeld kommer i haandskeidet tilstand i den midtre gruppe, men vilde muligens ved mekanisk opberedning kunne bringes op i øverste gruppe.

Det kan være av interesse at trække en sammenligning med Europas største arsengrube, Reichenstein i Schlesien. Malmen her bestaar av arsenikalkis, som i ren tilstand holder over 70 ⁰/₀ As og 20—30 gr. guld pr. ton. Da man i gruben finder alle

overgange mellem ren arsenikalkis og uholdigt fjeld kan man anordne brytningen efter markedets stilling og medtar som regel saavidt fattig malm som man endnu med fordel kan utnytte. I 1912 arbeidet man her med en gjennemsnittsgehalt i raamalmen av 11—14 0/0 As og 4 gr. guld pr. t., altsaa betydelig fattigere end malmen ved Kjørisfjeld. Det synes i det hele som den eneste hindring for en lønsom drift av forekomsten i Kjørisfjeld er de avskrækkende transportforhold, en hindring som neppe vil kunne avhjælpes før flere betydelige forekomster blir bragt for dagen i distriktet.

Reppen arsenikisfelt i Bindalen.

Reppenfeltet, (se fig. 3.) som er beliggende i Reppenfjeldet, kort NV for gaarden Reppen paa SO-siden av Tosenfjorden og ca. 15 km. NO for Bindalen kirke, synes at være et ganske betydelig arsenikisfelt. Imidlertid foreligger der meget litet av autentiske opplysninger om det. Saavidt bekjendt har det aldrig været besøkt av nogen geolog og rapport fra nogen norsk bergingeniør findes heller ikke. Nedenstaaende beskrivelse av feltet er derfor bygget paa data fra tre foreliggende korte rapporter, nemlig:

Av Mr. W. J. YOUNG, signert Manchester ^{2/10} 1899.

Av Ingeniør G. H. PETERSEN, signert Christiania ^{30/11} 1899 med kartkrokis av ^{6/12} 1899, samt av Mr. HUGH J. ANDERSON, Mining engineer, udatert.

Ingen av disse rapporter gir noget helt saglig, tilforladelig indtrykk, men indeholder dog en hel del konkrete opplysninger om feltet, som gjengives nedenfor med de reservationer som følger av ovenstaaende.

Feltet har en for drift meget gunstig beliggenhet, paa et ujevnt høideplataa nær fjorden. De viktigste skjærp ligger i og ved en liten isolert kolle ved navn Rundhaugen og i 265—300 meter høide over havet. De var forbundet med sjøen ved en 750 meter lang taugbane som fører ned til munningen av Reppen pollen, hvor der er god havn.

Videre nordover har man en del skjærp i høide 370—385 m. som strækker sig helt ut paa bratskraaningen mot Tosenfjorden.

Bergarten i distriktet bestaar av en presset granit (i rapporterne benævnt gneis) med hovedstrøk N—S og oftest steilt vestlig fald. Som saa ofte i Nordlandsgraniterne finder vi her og der indesluttet lange, smale drag av glimmerskiferformationen eller kalkmarmor, med samme lagstilling som i omgivelserne.

Malmforekomsterne optrær i en mægtig kvartsgang i graniten. Den følger strøkretningen, men med avgreninger fra hovedgangen. Kvarts synes at være det eneste gangmineral. Ertsmineralerne er svovlkis og arsenkis med en ganske betydelig guldgehalt, samt litt zinkblende men intet spor av kobber. Hovedgangen stryker langsefter Rundhaugen, fra skjærp *E* til nordenfor skjærp *A*, synlig i en længde av 170 meter, og er paa denne strækning blottet i seks arbeidspunkter.

Gangens bredde er i *E* $8\frac{1}{2}$ meter, stiger i *D* til sin største bredde, 20 meter, avtar atter til den i *C* og *B* er $5\frac{1}{2}$ meter, og i *A* 5 meter. Kort østenfor er enkelte smale ertsførende side-ganger. Malmen er i alle disse skjærp av samme type, nemlig arsenkis og svovlkis som impregnationer eller som rikere aarer. I *D* har været uttat klumper paa op til 40 kg. av ren arsenkis. Gangen er ikke malmførende i hele sin bredde. Den malmførende del av gangen har for dette parti været anslaat til knapt 4 meter, men forøvrig foreligger ingen opplysninger om skeideprocenten eller gjennemsnittsgelalten.

Videre følger en strækning av ca. 500 meters længde hvor intet er paavist, og saa følger skjærpene *H*, *G* og *F*, hvor kvartsgangen sandsynligvis atter er sammenhengende over en længde av 280 meter og muligens en fortsættelse av gangen i Rundhaugen.

I dette parti synes gangen at være betydelig fattigere. I *H* er den $3\frac{1}{2}$ meter bred, opdelt i flere parallele strenger. Der saaes bare spor av jernoksyder. I *G* er bredden 8 meter, sulfiderne var oksydert i overflaten, men blev senere paavist under jernhatten. Ved det nordligste skjærp *F*, hvor gangen er $6\frac{1}{2}$ meter bred er arsenkis ikke med sikkerhet paavist.

Ca. 70 meter østenfor sydenden av hovedgangens skjærp *E* træffes en anden lignende gang, 6 meter bred, tildels med kalksten paa siden. I skjærpet *I* paa denne paaviste man her under $\frac{1}{2}$ meter tyk jernhat en meget rik og mægtig malm, bestaaende

av arsenkis og svovlkis. Ved et enkelt skudd blev her utbragt flere ton ren malm.

Paa grund av sterk overdækning er gangens retning ikke helt bragt paa det rene, men den synes nærmest at løpe parallel med den foregaaende og er saavidt paavist igjen ved skjærpet *K*, 90 meter søndenfor.

Ved fossen nær Reppen gaard har man desuten et skjærp *L*, som ikke synes at ha nogen forbindelse med det øvrige felt. Der optræder finkornig blyglans med litt zinkblende i kalksten.

Hele feltet er bare undersøkt i overflaten. Kun skjærpene *D* og *E* er avsynket til ca. 2¹/₂ meters dyp, i alle de andre er der bare sat nogen i skud overflaten. Undersøkelserne blev foretat i 1899, senere synes forekomsten at ha ligget ubearbeidet.

Der foreligger derfor ikke materiale til bedømmelse av malmkvantum eller gangens gjennomsnittlige ertsføring. Derimot haves en række analyser av mere tilfældige prøver, som ialfald gir et godt billede av guldets optræden og fordeling.

En større prøve viste:

As	30 ‰
Zn	4,5 ‰
Pb og Cu	Intet
Guld	40 gr. pr. ton
Sølv	Spor

En del andre ædelmetalanalyser viste: 29 gr. Au pr. t., 25 gr. Au og intet Ag, 15 gr. Au og 5 gr. Ag pr. t. Alle disse analyser er utført av L. BURGGRAF, Kgl. Müldner-Hütten, Freiberg, Sachsen. En analyse fra skjærp *I*, utført av CHARLES A. BURGHARDT, Manchester, viser: 18,56 ‰ As, 42,32 ‰ S.

En prøve fra skjærp *E*, bestaaende av arsenkis og kvarts, utført av ingeniør PETERSEN, Kristiania, viser 62 gr. Au pr. t.

Av særlig interesse er analysen av en malmstuf bestaaende av arsenkis, svovlkis og kvarts i blanding, hvor de enkelte bestanddele blev separert, og hver for sig analysert paa guld. Stoffen holdt 36 ‰ As og spor av Cu. De enkelte mineraler holdt:

Arsenkisen	33 gr. Au pr. ton.
Svovlkisen	6 — —
Kvartsen	Spor

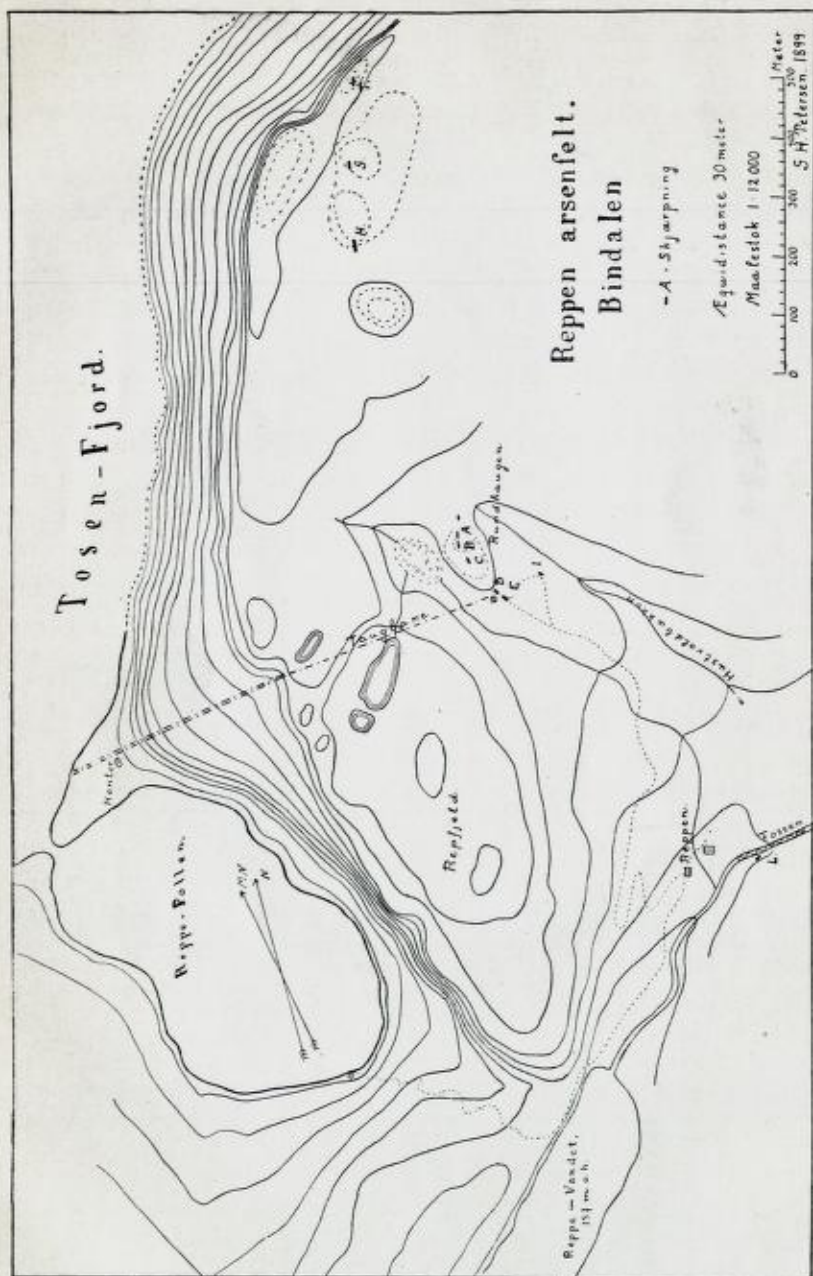


Fig. 3.

Det sees altsaa at den overveiende del av guldet er bundet til arsenkisen, som i ren tilstand synes at holde fra 30 til 60 gr. pr. ton, saa guldet efter dette skulde bli den vigtigste økonomiske faktor.

Breivik arsenforekomst i Skjerstad.

Denne forekomst som ligger paa gaarden Utviks grund, ved sydstranden av Skjerstadvjorden og $\frac{1}{2}$ mil øst for Skjerstad kirke, synes at være av samme type som Reppenfeltet.

En række smale, malmførende kvartsgange optræder her i glimmerskifer, parallel dennes strøk som er OSO og med steilt fald. Gangene fører svovlkis og arsenkis i smale striper og enkelte mindre klumper. Den vigtigste gang er 1 meter bred.

Forekomsten blev skjærpet i 1898 men igjen forlatt, og nærmere oplysninger forefindes ikke.

Paa Skjerstad præstegaard, længer i vest, omtales allerede i bergarkivets befaringsprotokol for 1878 en arsenkisførende kvartsgang.

III. Arsen som underordnet bestanddel.

Foruten de foran beskrevne forekomster er der her i landet ikke kjendt nogen forekomst, hvor arsen findes i nævneværdig mængde. Imidlertid findes dette metal som underordnet bestanddel paa en rekke lokaliteter og forekomster av meget forskjelligartet oprindelse.

I intrusive kisforekomster.

Som bekjendt har de norske kisforekomster en stor fordel i sin lave arsengehalt, der som regel er under $0,01\%$ As, i motsætning til den spanske svovlkis, som fører $0,2-0,8\%$ As, undertiden endog mere. Imidlertid har vi ogsaa i Norge et par undtagelser herfra, saaledes Fløttum grube i Singsaas, som i flere henseender synes at skille sig fra hovedtypen. Den fører foruten svovlkis og kobberkis ogsaa endel zinkblende, guldhoidig arsenkis, fahlerts og sølvholdig blyglans.

Likeledes Lillerena grube ved Jensaas i Aalen. Det er en forekomst av den vanlige magnetkis- kobberkis-type.

I 1883 omtaler bergmesteren, at der i det $\frac{1}{2}$ meter mægtige malmeleie fandtes en 15 cm. bred stripe av ren arsenkis, som blev undersøkt paa sølv med negativt resultat. Senere nævnes ingen arsenkis derfra.

I nikkelholdig magnetkis i norit.

I Myklebostad skjærp ved Ekersund optræder litt arsenkis imprægnert i noriten sammen med kobberkis og nikkelholdig magnetkis. Det samme er tilfældet i Gjælde (Hjelle) skjærp nær Ask station, Norderhov, hvor nikkelholdig magnetkis med litt arsenkis optræder som imprægnation i norit og tilgrænsende skifre.

I fahlbaandagtige impregnationsmalme.

I Bøilestad og Skytmyr gruber i Froland i Nedenes optræder krystaller av arsenkis i imprægnationsmalme av magnetkis- kobberkis i glimmerskifergneis.

De samme mineraler finder vi i Fjælestad skjærp i Hornnæs, Sætersdalen, her som fahlbaand i hornblendeskifer.

I Kristianiafeltets kontaktforekomster er arsen et meget underordnet element. Det eneste sted hvorfra det omtales i nævneværdig mængde er Krogsæter (Bremseaa) grube ved Hagatjern, Nedre Eker. Her optræder koboltholdig arsenkis sammen med svovlkis og nikkelholdig magnetkis ved kontakten langs en diabasgang.

I nyrer, linser og ganger av kvarts i de forskjellige formationer er det kanskje man hyppigst træffer arsenkis.

I Ryssestad skjærp, Hyllestad, Sætersdalen optræder den i kvartsnyrer sammen med svovlkis og kobberkis.

I Fuglevand skjærp paa grænsen mellem Tysvær og Skjold i Ryfylke finder man den i korte ubetydelige lagergange av kvarts i gneisen, sammen med svovlkis og litt kobberkis.

I Bergvin skjærp ved Levanger findes den i kvartslinser sammen med blyglans og litt svovl- og kobberkis.

Av ukjent karakter er en forekomst i Immungsæterdal i Opdal i Numedal, fra hvilken lokalitet bergmester TELLEF DAHLL i 1861 analyserte en arsenkis, som viste sig at holde 1,6% kobolt. Nærmere opplysninger savnes.

Det er mulig at der bestaar et genetisk slægtskap mellem arsenførende kvartslagergange og visse bly- zinkforekomster der optræder som uregelmæssige lagergange og linser med kvarts som

gangmineral, men uten at være egentlige kvartsgange. Disse fører undertiden arsenkis som underordnet bestanddel. Dette er saaledes tilfældet med Husvik zink- blyforekomst i Halsfjorden i Tjøtta.

Av en helt anden type er en liten arsenforekomst ved Kasfjorden i Trondenes, beliggende ca. 11 km. vest for Harstad by, i østskraaningen av Høgfjeldets top og ca. 510 m. o. h. Som det fremgaar av profilet (fig. 4.) har man her en mægtig serie av glimmerskifre. I ligggen av disse (i vest) strækker sig et stort felt av yngre, middelskornig, Caledonisk granit, som intruderer den undre lagpakke av glimmerskifrene med talrike lagergange av finkornig granitaplit. Ved disses kontaktindvirkning paa kalkførende skifre og en smal kalkbænk er der ut-

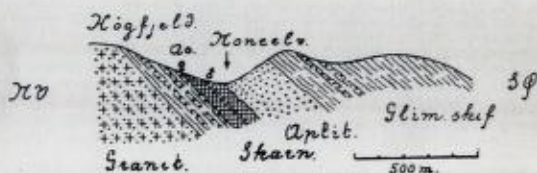


Fig. 4. Profil over Kasfjordfeltet i Trondenes.

viklet en lang og markeret sone av typisk granat-epidotskarn, som delvis er magnetitførende. Dette er Kasfjordens jernmalmfelt. I den liggende del av denne jernmalmførende skarnzone blev der i 1921 paa et enkelt sted fundet arsenkis, og fundet blev sommeren 1921 undersøkt av forfatteren. Arsenkisen findes dels som en imprægneration i den fattige jernmalm, dels som en kort, 2 dm. bred slire av rik kis. Forekomsten er uregelmæssig og helt lokal. Den har ingen praktisk betydning.

IV. Om anvendelse, produktion og priser.

Arsensalter og arsenoksyder har fra gammel tid hat anvendelse i medicinen. Blandt saadanne stoffer nævnes trioksydet (arsenik), trisulfidet, natrium- og kaliumarsenat, samt bromidet og jodidet. Realgar, disulfidet, benyttes baade i naturlig og kunstig form som farve ved calicotrykking, i farvetekniken, ved

garvning, og da det brænder med et intensivt hvidt lys, i fyrverkerikunsten.

Auripigment, trisulfidet, benyttes som farvestof og som reduktionsmiddel i den kemiske industri.

Natriumarsenat benyttes i farvetekniken og i trykkerier, videre til sæpe for vask av huden og skind.

Kaliumarsenat har anvendelse som reduktionsmiddel av sølv ved speilfabrikationen.

Metallisk arsen benyttes ved legeringer for hærkning av visse metaller. Legeringer med kobber er hvite, tette og letsmeltelige. Arsen anvendes som flusmiddel ved legering av visse metaller som vanskelig legeres.

Hvit arsenik, As_2O_3 , benyttes hovedsagelig til fabrikation av insekt- og ugræsdræpende væsker for landbruket m. m., til dyrevask og til glasfabrikationen.

Calciumarsenat brukes nu ofte istedenfor det dyrere blyarsenat som middel mot insekter og skal efter forsøk utført av United States Departement of Agriculture være like brukbart. Til vask av kvæg brukes sedvanlig natriumarsenat. I glasfabrikationen brukes arsenik av hensyn til smeltens jernindhold, idet arsenikken danner tunge jernforbindelser som synker tilbunds og derved borttages fra glasmassen saa den blir farveløs.

Forbruket av hvit arsenik økes stadig. I U. S. A. blev saaledes i 1904 brukt 3400 ton arsenik, i 1920 ca. 15 000 ton. Herav er hovedmengden medgaat i agrikulturelle øiemed.

Pr. acre opgives at bli brukt 15—25 lb. Calciumarsenat.

For tiden antages i U. S. A. til de forskjellige øiemed at bli brukt følgende mengder hvit arsenik:

I glasfabrikationen	2500—3000 ton.
Til dyrevask ca.	1500 *
Til farver i medicinen	
m.m. *	500 *
Til agrikulturelle øiemed	5000—9000 *

Man forlanger av prima arsenik et indhold av mindst 99^{0/0} As_2O_3 .

Prisen paa arsenmalm beregnes pr. unit, altsaa pr. procent pr. ton og den er høiere for høiprocentig end for lavprocentig

malm. Man regner i normale tider ikke at kunne bearbejde malm med lavere end 20^{0/0} As. I 1911 regnet man i Frankrike 30 procentig malm at være værd kr. 1,45 pr. unit eller kr. 43,50 pr. ton. Malm med mellem 20 og 30^{0/0} As beregnedes til kr. 1,26 og en gehalt av 10^{0/0} betinget kun en pris kr. 0,90 pr. unit.

I U. S. A. var prisen paa hvid arsenik ved krigens begyndelse 2^{7/8} cents pr. lb. eller lstr. 13—5—0 pr. ton (à 1016 kilo). I 1917 var prisen 15 cents eller lstr. 69—6—0 pr. ton. I England steg prisen paa en noget blandet vare fra lstr. 9 i 1914 til lstr. 55 i 1917.

I 1920 var prisen i U. S. A. 15—16 cents pr. lb. Senere er prisen sunket og i mars 1922 notertes 7—7^{1/2} cents pr. lb., i sept. 9 c. pr. lb.

Angaaende produktionen av arsenik i de forskjellige land oplyses følgende:

Amerika er meget rik paa arsenholdige malmer. Det er væsentlig som biprodukt man utvinder arsenik. Naar prisen paa arsenik er god lægger man ved de gruber som har arsen i malmen an paa at utta den arsenrikeste malm og man kan da forholdsvis hurtig øke produktionen for at tilfredsstille behovet. Det antages at U. S. A. let kan levere 25 000 ton hvid arsenik som biprodukt.

De vigtigste leverandører er:

1. The American Smelting and Refining Co. fra Globeanlægget i Denver og Tacomaanlægget i Wash.
2. The United States Smelting Co., ved Midvale i Utah.
3. The Anaconda Copper Mining Co. i Anaconda, Mont.

Man faar arsenik som biprodukt ved bly- og kobbersmeltingen. Navnlig Anaconda er en vigtig producent.

Canadas arsenikproduktion stammer fra smeltingen av arsenholdige sølv-kobolt-nikkelmalmer.

I England produceres arsenmalm i Cornwall og Devon, tidligere ogsaa i Carnarvonshire.

Arsenmalmen optræder sammen med tin- og kobbermalmen. Sammen med disse findes ogsaa wolfram. Av gangmineraller nævnes turmalin, topas og flusspat, axinit og granat.

Det er væsentlig sammen med turmalinen man finder arsenmalm.

Tyskland. Naar vi bortser fra de ægte kvarts-svovlkisgange, som bl. a. har adskillig utbredelse i Riesengebirge, men ikke længer spiller nogen økonomisk rolle, har man i Tyskland bare en arsenforekomst av betydning, nemlig Reichenstein i Schlesien. Denne synes imidlertid at være den største enkeltforekomst av arsenmalm, som hittil er kjendt i Europa.

Malmen som hovedsakelig er arsenikalkis, FeAs_2 , optræder sammen med en del kontaktminerale i linser av serpentin og kalk, som er parallelindleiret i mægtige glimmerskifre, det hele indenfor Jauerbergsgranitens kontaktomraade. Efter mange diskussioner om forekomstens genesis synes man at være blit staaende ved at den er en kontaktforekomst, og at serpentinen ikke er en omvandlet basisk eruptiv. Det malmførende strøk, som bestaar av en række linser, har en samlet længde 1200 meter, hvorav 300 meter falder paa hovedgruben Reicher Trost som er opfaret til henved 300 meter dyp. Arsenmalmen findes udelukkende inden serpentinen og optræder temmelig uregelmæssig, men mægtigheten er som regel meget betydelig og kan gaa op i over 30 meter. Meget vigtig er guldgehalten, som rigtignok varierer adskillig, men i gjennemsnit kan sættes til 30 gr. pr. ton ren arsenikalkis.

Grubedriften er ældgammel, idet man allerede i 1270 begyndte paa utvinding av guldet. I det 18. aarhundrede paa-begyndtes utvinding av arsen, men først fra 1859 fik man en systematisk utnyttelse av begge disse malmens bestanddele. Driften har været meget omskiftelig, og gir i virkeligheten et speilbillede av grubedriften i Tyskland i sin almindelighet ned gjennem tiderne. Man var før krigen naadd til en aarlig produktion av 5000 ton færdig arsenik og malmforraadet synes at være tilstrækkelig til at vedlikeholde denne produktion i en lang fremtid. Man kunde endnu med fordel utnytte malm med ned til 12⁰/₀ As og 4 gr. guld pr. ton raamalm.

Japan. Arsenik fremstilles i Japan, baade av arsenmalme og som et biprodukt ved kobber og blysmeltning. Arsenmalme findes i prefekturere Oita, Miyazaki, Hiroshima, Hyojo, Shimane og Okayama, med 15—30⁰/₀ arsenindhold.

Verdens produktion av arsenik.

(i metrisk tons.)

Aar	Canada (a)	Tyskland (b)	Italien (d)	Japan (c)	Portugal (d)	Spanien (b)	England (a)	U. S. A. (a)	Frankrig (d)
1905		2535		8	1562	1140	1552	701	3627
1906		3052		5	1322	1114	1625	754	6534
1907	317	2904	73	7	1538	2400	1523	916	7900
1908	649	2822	451	20	1655	2004	2007	1301	2381
1909	1020	2911		8	1420	506	2911	914	2141
1910	1363	3066		12	974	444	2187	1203	8045
1911	1815	2981	16	6	887	331	2178	2800	19 000
1912	1858	4869			1006		2228	2855	81 880
1913	1538	5008			925		1723	2158	70 613
1914	1576	4700			960		2020	4288	250
1915	2174	4100		15			2536	4990	1300
1916	1983						2587	5430	1800
1917	(e) 2663						2669	5580	344
1918	(e) 3233			398		104	2387	5737	728
1919	(e) 3074			1299		42	2568	5470	2261
1920	(e) 2184							10 435	523

(a) hvidt arsenik (b) oksyd, sulfid etc. (d) malm (e) indbefattet arsen i malm.

Mexico. I 1920 var produktionen av hvit arsenik fra Mapini smelteverk i Mexico ca. 250 tons. pr. maaned. Dette anlæg blev nedlagt tidlig i 1921.

I Queensland har i aaret 1920 været fremstillet en del arsenik, ca. 300 tons.

Syd Afrika. Før 1917 var der her ingen produktion av arsenik. I 1918 begyndte 2 selskaper som røstet tinmalm at kondensere arseniken. Produktionen av arsenik har imidlertid ikke været stor: 15 short tons i 1918, 8 tons i 1919, 11 tons i 1920.

I Syd Rodesia har utbyttet været større:

242 tons i 1919 og 437 tons i 1920.

Værdien av det hele forbruk av arsenikforbindelser i Syd Afrika er anslaat til ca. ltrs. 100 000 hvorav størsteparten brukes under vaskning av faar og hornkvæg.

Der blev i 1919 dannet et selskap, The Standard Arsenic (S. A.) Ltd. i Umtali distriktet, Syd Rodesia for utnyttelse av arsenmalme. Kompaniet produserer nu ca. 500 tons hvit arsenik pr. aar.

V. Om fabrikationen av arsenik.

Ved fremstilling av arsen røstes de sulfidiske arsenholdige malmer uten lufttilgang men ved fremstilling av arsenik maa der røstes under tilgang av luft.

I Cornwall røstes i Bruntons flammeovn som har revolverende herd bygget av støpejern føret med ildfast sten og med konisk form saaledes at herden har svak skraaning fra periferien ind mot centrum. Herden roterer svakt, kun 1 gang i 10 à 15 minutter. Over herden er fæstet jernarmer som raker i godset under røstningen og tilslut sagte skyver avbranden ned i et kammer. Flammen ledes til herden fra to ildsteder, som er anbragt ved herden. Der røstes ved svak rødglød og gasene, nemlig arsenikgasene, svovlsyring og røkgasene ledes til giftkanalen og giftkamrene som bestaar av murte kanaler og støv- eller sligkammere, hvor arseniken slaar sig ned. Man har gjort forsøk

som viser, at temperaturen umiddelbart over ildstederne er 725°C , i centrum av herden 590° , ved begyndelsen av giftkanalen 538° 20 fot længer frem 315° , 140 fot videre 170° og her begynde den første avsætning av arsenik. Den største avsætning fandt sted 240 fot ut i kanalen og der var temperaturen 147° . Næsten al arsenik hadde slaat sig ned før 700 fot, hvor temperaturen var 48° . Mere end 90 % hadde slaat sig ned mellem 140 fot og 240 fot, hvor temperaturen henholdsvis var 170° og 147° . Den fremstillede raarsenik, soten, er graa og raffineres ved fornyet sublimation i et raffineri. Dette bestaar av en flammeovn med flat herd som ved en kanal er forbundet med en serie kondensationskammere. Kanalen træder ind i første kammer tilhøire, andet tilvenstre o. s. v. Chargen tilsættes ved toppen og føres over herden ved jernraker som stikkes ind gjennem sidedører. Ovn og herd opvarmes med koks og antracit i 24 timer før røstningen begynder, hvorved opnaaes at arsenikgasene ikke træder ind i kanal og sligkammer sammen med røkgasene og forurennes av disse. Malmen indeholder fra 10 til 30 procent arsenik. Der utvindes knapt mere end 60 % herav. Her kan bemerkes, at man vil opnaa bedst resultat ved at røkgasene hverken før eller efter røstningen kommer i berøring med herd, kanaler og kammere. Dette kunde opnaaes ved at ophete raarseniken i en jernkolbe som ved rør er forbundet med kamrene. Opheatingen maatte let kunde ordnes elektrisk, hvorved al røkgas blev undgaat.

Da arsenmalm i saa høi grad er et biprodukt som erholdes samtidig med driften efter en rekke malmer har man i stigende utstrækning gaat til at indvinde arseniken som undviker ved røstnings- og smelteprocesserne ved forskjellige hytteanlæg. Arseniken vil i nogen grad slaa sig ned i sligkamrene og det er derfor almindelig at finde arsenholdig røkslig. Navnlig ved benyttelse av Cottrellanordninger utvindes nu mere arsenik enn tidligere. Dette er saaledes i U. S. A. tilfældet ved Anaconda Copper Mining Co., Tacoma Smelting Co. og American Smelting & Refining Co., Denver.

Det anlæg som Raastofkomiteen bygget sees av medfølgende tegning, (pl. I). Det blev anlagt i Saggrenna paa Kongsberg. Arsenkisen blev mottat som stykkis. Den blev først knust til

slig og denne blev paasat og bredt ut i et ca. 10 cm. tykt lag. Der blev fyret med ved. Trækkanalen blev sat sammen av cementrør, sligkamrene blev støpt av cement. Trækken forbedredes ved centrifugalventilator. Raaarseniken slog sig hovedsagelig ned i første sligkammer (i tegningen kaldt sublimeringskammer) og efterat nogen ton var avrøstet, maatte der gjøres en stands mens kamrene og rørene blev rensed for arsenik. Alt arbeide maatte selvfølgelig gjøres under stor forsigtighet. Særlig bør paasees at man ikke indaander den hvite røstgas.

Arsenik sublimerer ved 218° C, men arsenkis maa ophetes betydelig høiere til flere hundrede grader og den arsenkis som blev benyttet her var sterkt forurenset med kvarts og røstet knapt fuldstændig før ved en temperatur av ca. 7—800 grader.

Den anvendte arsenkis indeholdt mellem 17 og 20 0/0 arsen og den utvundne raaarsenik indeholdt ca. 86 0/0 As_2O_3 . Der maatte regnes med et betydelig tap.

I krigstiden var der avsætning for raaarseniken, men nu maatte i tilfælde ogsaa raffineres. En enkel men ikke helt fuldkommen raffinering vil kunne utføres i samme anlæg. Ovnene gjøres godt ren og der fyres indtil ovnen er rødglødende, hvorefter alt brændsel rakes ut og ovn og kammere feies atter for at faa bort sot. Dette maa gjøres saa hurtig at ovnen endnu har en temperatur av flere hundrede grader. Derpaa tilsættes raaarsenikken, som straks sublimerer over og senere kan uttages av sublimeringskamret.

Driften er let at passe. Etpar mand klarer det hele. Det er sandsynlig at det vilde være heldigere at ha litt større rør og sligkammer, men forøvrig er anlægget greit nok. I tider med normale priser paa arbeidshjælp, raastof og materialer maatte det lønne sig for en kemisk fabrik at opta saadan fabrikation.

Summary.

The present paper is published by "Norges Geologiske Undersøkelse" as a report from "Statens Raastofkomite" on the emergency production of arsenic during the war when the supplies, ordinarily imported, were cut off. The paper also contains a synopsis of the geology of the arsenic deposits of Norway.

Pages 4—7 contain a description of the old smalt works of Modum in Southern Norway, where, many years ago, cobalt ore was mined for smalt, arsenic being obtained as a by-product. The ore forms "fahlbands" and is too poor to be mined with profit at present. Fig. 1. shows the construction of the smelter.

On pages 7—10 the Listøli arsenic mine in Telemarken in Southern Norway is described. The ore occurs in a dike which is from 0,15 to 1 m. wide. Besides arsenopyrite some tetrahedrite and molybdenite also occur. The total production from this mine amounts to about 400 tons of arsenic ore with an average content of 25—30 pct. As. Page 9 contains an analysis of the tetrahedrite showing 24 gr. of gold per ton; the arsenopyrite contains 70 gr. of silver and 2,5 gr. of gold per ton.

On pages 10—20 the arsenic ores of Northern Norway are described. Arsenopyrite is the only arsenic ore known from this part of the country. Only two deposits worth mention are known, the other occurrences being quite insignificant. No production has taken place.

Kjørifjeld arsenopyrite deposit is probably the most considerable arsenic deposit in Norway, although it is still very little known. It is situated at a far-off and desolate place in the mountains of Skjomen in Ofoten, at $68^{\circ} 3'$ N. lat, 1040 m. above sea level, only 3 km. from the Swedish frontier and 29 km. from harbour. In the summer is pack horse the only possible means of transportation.

The country rock consists of a very wide area of coarse-grained potash granite of archean age, the overlying cambrian mica schists being at least 12 km. away. Near the ore deposits and further towards NE a series of hornblende schists and gabbroidic eruptives, older than the granite, are met with. Still older are some zones of partly dolomitized limestone. Some of the rocks resemble those of the old Sjangeli copper mine in Sweden, 25 km. away.

We find considerable mineralization in the district, generally developed as contact metamorphic deposits containing arsenopyrite pyrrhotite, chalcopyrite and magnetite, with traces of sphalerite and galena. The copper deposit of Kobbelven is of very typical contact metamorphic origin, the pyrrhotite, chalcopyrite and magnetite occurring in garnet-diopside "skarn" on the border between hornblende schists (basic eruptive) and limestone (marble). The basic eruptive seems to be the mother rock of the ore substance, but this is not quite sure because the border against the enormous field of younger granite is only 40—50 m. away, with numerous granite dikes intruding the older rocks. At one locality of this deposit we find an impregnation of arsenopyrite in a quartz gangue, thus forming a transition to the *Kjorifjeld* type of ore.

This is characterized as a rich arsenopyrite ore with a little pyrrhotite and an admixture of 25—30 pct. of quartz gangue, occurring directly at the border between hornblende schist and limestone, but without typical "skarn" minerals. Anyhow it is considered as a contact-metasomatic deposit, belonging to a somewhat later phase of the process than the "skarn" ores at Kobbelven. The fact that small lenses of pure arsenopyrite without quartz occur well within the limestone, points in the same direction.

The ore is visible for a length of 30 m. (fig. 2) with a steep dip, the maximum thickness seen being $2\frac{1}{2}$ m. Further north the zone is totally drift-covered, but 40 m. from the exposure mentioned we find 3 loose blocks of arsenopyrite with the characteristic white oxyde-coating. They are up to 1 m. in diameter, lying directly on the border zone and must be considered to lie in situ above the continuation of the ore. About 100 m.

further north the same border is visible again but without any ore at all. The length of the deposit therefore must be somewhere between 70 and 170 m.

A sample across the thickest part of the lode showed 26,5 pct. As and 11 gr. Au per ton. Other analyses of different ore pieces are given on page 14. The deposit is able to deliver an ore of 25 pct. As. and 10 gr. Au. per ton only after some hand picking. The structure of the ore is favorable for mechanical dressing, but such treatment is not necessary.

Only the poor facilities for transportation make a successful working of this mine very difficult at present.

Reppen arsenopyrite deposit at the south side of Tosenfjord, $65^{\circ} 10'$ N. lat. has a much more favorable situation, only 750 m. from harbour and 300 m. above sea level. It has never been visited by any geologist and the information is picked up from 3 reports of doubtful value, dated 1899, the time of discovery and preliminary exploration.

The country rock is a Caledonian granite with schistosity striking N. and some enclosed zones of mica schists and marble, striking in the same direction.

The ore occurs in a big quartz lode striking parallel to the schistosity. The prospect pits on this lode are seen on the map, page 19, numbered A—H. The pit I belongs to a parallel lode. The lode is at least 3 m. and in places 20 m. wide, but the ore bearing part of it seems to be only 4 m. wide at most.

The ore is a mixture of pyrite and gold-bearing arsenopyrite with traces of sphalerite, but no copper ore. Quartz is the sole gangue mineral. The ore is very irregularly distributed, partly as impregnations, partly as richer veins or nests, from which pieces of pure arsenopyrite weighing up to 40 kg. have been extracted. The reports give no figures concerning the average contents or the quantity of ore in the lode. The best part of the deposit is that on the hill Rundhaugen, including the pits A—E.

Analyses are given on page 18, all from occasional samples. Of most interest are the gold aeterminations, proving that the pure arsenopyrite contains from 30 to 60 gr. of gold per ton. Of special interest is the analysis of a piece of ore, which was

first separated into its main constituents and each of these analysed on gold. They contained:

Arsenopyrite.....	33 gr. Au per ton
Pyrite	6 " —
Quartz.....	Traces —

It is seen that the gold mainly follows the arsenopyrite. From Breivik in Skjerstad, $67^{\circ} 15'$ N. lat. near the coast is reported an arsenopyrite deposit similar to that at Reppen but much smaller.

Pages 20—22 contain descriptions of arsenic ores as minor constituents of other ores. The numerous intrusive pyrite deposits in Norway are favorably noted for their low arsenic content, generally less than 0,01 pct. As, while the Spanish deposits contain 0,2—0,8 pct. As. Only two small pyrite mines in Norway are known to form exceptions from this rule, namely Fløttum mine in Singsaas and Lillerena mine in Aalen. In both these mines arsenopyrite occurs a little more abundantly. In other types of ore deposits arsenopyrite has been proved accessorially in some prospects on nickeliferous pyrrhotite in norite; in sulphidic impregnation ores in mica- and hornblende schists; in veins and lenses of quartz in different formations; in the sphalerite-galena veins at Husvik in Tjøtta and in the contact-metamorphic iron ores at Kasfjord in Trondenes.

On pages 22—27 a description of the practical utilization of arsenic and statistics of its production are given. Pages 28—29 contain a description of a temporary miniature plant for arsenic production put up by "Statens Raastofkomite". Pl. I. shows this plant.
