

SANDNES

FOLKEBOGSAMLING

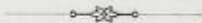
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 51

# NORGES JERNMALMFOREKOMSTER

AV

J. H. L. VOGT

MED 14 I TEKSTEN TRYKTE KARTER OG PROFILER  
OG MED „RESUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE“



KRISTIANIA  
I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

A. W. BRØGGERS BOGTRYKKERI

1910

M

553

V 86m

Dette arbeide er ogsaa utkommet som

Anden del av indberetning fra den av Handelsdepartementet under 24de mai 1907 nedsatte komité til utredning av spørsmaalet om elektro-metallurgisk fremstilling av jern og staa med specielt sigte paa norske forhold.

Trykningen begynde vaaren 1909 og avsluttedes mars 1910.

## Indholdsfortegnelse.

	Side
Indledning . . . . .	1
Geologisk inddeling . . . . .	3
Vigtigste literatur . . . . .	7
Historiske og statistiske oplysninger om driften indtil utgangen av det 19de aarh. . . . .	9
Om driften av jernmalforekomsterne hertillands i de sidste aar . . .	13
Om produktionsudgifter osv. for jernmalm under norske forhold. . .	17
Haandskeidet malm s. 18. Opberedningsmalm s. 19.	
Om magnetisk separation av titanholdig jernmalm . . . . .	27
Jernmalforekomster i det nordlige Norge . . . . .	38
Sydvaranger . . . . .	38
Andre i Finmarken. . . . .	49
Forekomster av Dunderland—Salangen-typen . . . . .	51
Dunderlandsdalen . . . . .	60
Salangen. . . . .	73
Bogen i Ofoten . . . . .	75
Eiteraadalen s. 77. Andre i Vefsen s. 78. Sørranen s. 79. Donnese og Tomø s. 80. Næverhaugen s. 81. Ofoten s. 82. Ibbestad s. 85. Sørreisen s. 85. Tromsøundet s. 86.	
Lofoten og Vesteraalen med tilgrænsende distrikter . . . . .	87
Haandskeide-jernmalm s. 88. (Smorten s. 88. Madmoderen s. 89. Meløvær s. 90. Kaljord s. 92).	
Opberedningsmalm. . . . .	93
Titanholdig jernmalm . . . . .	98
(Selvaag s. 98)	
Eksporten av Kirunamalm fra Narvik. . . . .	102
Jernmalforekomster i det trondhjemske . . . . .	104
Beitstaden—Aaffjorden . . . . .	104
Andre i det trondhjemske. . . . .	113
Forekomster av jernmalm, hovedsagelig titanholdig jern- malm paa Vestlandet . . . . .	115
Rødsand og ved Langfjorden s. 115. Lesje s. 120. Solnørdal og Søholt s. 121. Tafjordens. 124. Dalsfjorden s. 126. Ytre Sogn s. 128. Bergensfeltet s. 129. Skaanevik s. 130. Ølve osv. s. 130.	

	Side
Ekersund—Soggendal . . . . .	132
Jernmalforekomster paa Sørlandet og Østlandet . . . . .	139
Arendal . . . . .	139
Langø ved Kragerø . . . . .	162
Fehn ved Ulefos . . . . .	168
Søftestad i Nissedal . . . . .	173
Titanholdig jernmalm ved Nedenæs—Bratsberg-kysten osv. . . . .	178
Østlandets kontaktjernmalforekomster langs Kristianiafeltets eruptiver Narverud s. 181.	180
Jernmalforekomster i grundfjeldet paa Østlandet . . . . .	183
Om den sandsynlige tilgang paa „purple-ore“ hertilands . . . . .	188
Jernmalmenes salgspriis . . . . .	195
Oversigt . . . . .	206
Resumé in deutscher Sprache . . . . .	217

## Norges jernmalforekomster.

Av

professor J. H. L. Vogt.

Den efterfølgende fremstilling støtter sig for en væsentlig del paa de undersøkelser, jeg i aarenes løp har foretat ved de fleste av landets jernmalforekomster, og paa de oplysninger jeg herunder har indhentet ved samarbeide med bestyrere eller ingeniører ved i drift værende gruber og med lokalkjendte mænd for nedlagte grubers vedkommende. Særlig nævnes, at jeg sommeren 1908, med bidrag av den geologiske undersøgelse, befarte de fleste av de større forekomster i det nordlige Norge; paa nogle faa undtagelser nær kjendte jeg de fleste forekomster her ogsaa fra gjentagne tidligere reiser.

De viktigste felter av titanholdig jernmalm i Romsdals og Nordre Bergenhus amter blev sommeren 1908 undersøkt av bergstuderende *S. Foslie*, for at indsamle material for dette arbeide. Likeledes er en del forekomster paa østlandet nylig befaret av bergkandidat *F. Nannestad*.

Desuten er indhentet en række oplysninger dels gjennom landets bergembedsmænd og dels ved henvendelse til driftsbestyrere av de i gang værende gruber og eiere av nuværende eller tidligere gruber.

De mange, som har hjulpet mig ved dette arbeide, bringes herved min forbindtligste tak.

Ved denne oversigt over landets jernmalforekomster tilsigtes hovedsagelig en utredning for de *større* hittil kjendte forekomsters vedkommende, særlig hvad angaar malmtilgangenes størrelse, malmens sammensætning og de sandsynlige drifts-utgifter pr. ton malm eller pr. ton jernindhold i malmen.

For mange forekomster er det umuligt at levere nævneværdige oplysninger. De fleste av de i fordums dage drevne jernmalmgruber staar nu fulde av vand, og grubekarter savnes desværre for de fleste gamle gruber. Og flere av de i de senere aar opdagede felter er endnu ikke nærmere undersøgte ved avgrøftninger, forsøksarbeider osv.

En hel mængde ganske smaa forekomster er i det følgende ikke medtat.

Det maa ogsaa nævnes, at der utvilsomt gives enkelte i alle fald middels store forekomster, som har unddrat sig min opmærksomhet. I de senere aar er der fundet flere ganske store, nye forekomster i det nordlige Norge; fortsatte nyfund kan her ventes ogsaa i frentiden. Det maa følgelig antages, at den oversigt, som nu leveres over landets vigtigere jernmalforekomster, allerede om nogle aar vil vise sig at være ikke fuldstændig.

De norske jernmalforekomster fører av jernertsmineraller praktisk talt kun magnetjernsten (magnetit) og jernglans (hematit, rødjernsten), nogle forekomster desuten titanjernsten (ilmenit) og saakaldet „titanomagnetit“. De to første ertsmineraller holder:

Magnetit, $\text{Fe}_3\text{O}_4$	. . . . .	72.41 % jern
Jernglans, $\text{Fe}_2\text{O}_3$	. . . . .	70.00 . . .

Sammensætningen av ilmeniten og av den saakaldte titanomagnetit omhandles nedenfor.

Spatjernsten- og brunjernstenmalme, som spiller en saa fremtrædende rolle i Tyskland, England, Frankrige osv., mangler hos os praktisk talt fuldstændig.

## Geologisk inndeling.

Malmforekomsternes geologiske karakter skal her ikke gjøres til gjenstand for nogen indgaaende utredning. Vi skal dog medta en geologisk inndeling, som til en vis grad ogsaa er av topografisk natur.

Magmatiske utsondringer i — eller i umiddelbar nærhet av — eruptivbergarter. (I—VI).

### *Titanfri jernmalme. (I—IV).*

I og II. I granit, henholdsvis granitskifer.

I. „Opberedningsmalme“, hovedsagelig med omkring 35% jern = omkring 50% magnetit eller jernglans; resten bestaar navnlig av kvarts, hvortil kommer noget hornblende, epidot osv. Disse forekomster fører dels, som i de storartede felter i *Sydvaranger*, kun magnetit, uten jernglans, og dels en blanding av magnetit og jernglans; det sidste er tilfælde med en række til denne geologiske gruppe hørende felter i distriktet Fiskefjorden — Blokken—Gullesfjorden—Øksfjorden paa Hindøen, i Vester-aalen og Lofoten.

II. Jernrikere malme, med fra ca. 50—55 op til ca. 65% jern, og ved enkelte, men ikke ved alle forekomster, med en høi apatit- eller fosformængde. I geologisk henseende — men desværre ikke med hensyn til felternes størrelse — kan disse forekomster sammenlignes med Gellivare i Nord-Sverige. Til denne gruppe regnes bl. a. en række relativt smaa forekomster (Madmoderen, Smorten, Jørendal, Eggum osv.) i Lofoten; videre: Solberg grube like ved Næs jernverk nær Tvedestrand og Lyngrot grube i Froland nær Arendal (den sidste forekomst med meget apatit). Her medtar vi ogsaa Søftestad i Nissedal, Telemarken, med gjennemsnittlig 59—60% jern og ca. 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>% fosfor.

III. I monzonit paa Hindø i Vesteraalen; dels næsten uten og dels med en praktisk talt ganske ubetydelig titanprocent; flere forholdsvis smaa forekomster (Kaljord, Sommerset, Lunkanfjord) med 50—55 % jern; desuten flere større felter med separationsmalm.

IV. Jernmalforekomster i kisforekomst-distrikterne, og i geologisk henseende ganske nær forbundne med kisforekomsterne. — Enkelte kisforekomster, som f. eks. Rustvangen, fører lokalt en hel del magnetit, og inden nogle kislefelter, som f. eks. ved Mok—Gulstad øst for Stenkjær, møter man enkelte leiesteder, som holder overveiende magnetit ved siden av noget kis. Paa denne vis kommer man gradvis fra kisforekomster over i jernmalforekomster. Denne slags jernmalforekomster, der ifølge den hittil vundne erfaring fører en høi kisprocent, er hist og her saavidt store, at de brytes eller har været brutt paa jernmalm. Eks. Fosdalen i Beitstaden, ved bunden av Trondhjemsfjorden og andre steder i det Trondhjemske; Jernsmauget i Ølve i Hardanger.

#### *Titanholdige jernmalme. (V—VI).*

I gabbrobergarter, labradorsten osv. Hit regner vi ogsaa mineralogisk og kemisk nærstaaende forekomster i grundfjeldets krystalline skifere, og oftest eller kanske endog uten undtagelse optrædende i forbindelse med amfibolit eller amfibolitskifer, der maa opfattes som pressede (skifrige) varieteter av forskjellige slags gabbrobergarter.

V. Ilmenitforekomster, f. eks. de store forekomster ved Ekersund—Soggendal.

VI. „Titanomagnetit“-forekomster; i talrige felter i forskjellige dele av landet.

#### *Titanfri jernmalme. (VII—XIV).*

VII. Ved granat-augitfels („skarnberg“) karakteriserte, tilsyneladende leieformige forekomster i grundfjeldet, i



mineralogisk og geologisk henseende av ganske stor likhet med de mellemsvenske forekomster navnlig av Persberg-typen. De norske forekomster ved *Arendal* er efter mine senere undersøkelser av epigenetisk natur (og ikke sedimentære). I strukturel og mineralogisk henseende ligner de kontaktforekomsterne; dette behøver dog ikke at bero derpaa, at selve jernertsen er blit tilført ved kontaktmetamorfoseprocesser, men kan forklares derved, at en ældre malmdannelse senere er blit fuldstændig omvandlet, under fysiske og kemiske betingelser av lignende natur som de, der foreligger i nærheten av en eruptiv. Arendalsforekomsterne viser til en vis grad nogen likhed med de ovenfor under II opførte jernmalme.

De mange, men forholdsvis smaa forekomster i nærheten av Arendal fører magnetit, uten jernglans; malmens jernprocent var ved de fleste gamle gruber 38—48 %, ved enkelte dog op til ca. 60 %. Disse malme er fri for titan, holder ganske lidet fosfor og svovl, og er i metallurgisk henseende av fortrinlig karakter. Analoge forekomster findes ogsaa paa andre steder i landet.

VIII. Kontaktjernmalmbeforekomster, navnlig talrige, men oftest temmelig smaa forekomster langs Kristianiafeltets eruptiver (i Skreia, Mistberget, Hakedal, Lier, nær Drammen, nær Skien osv.). Selve jernertsindholdet er her blit tilført de kontaktmetamorfe kalkskifere, kalkstene osv. ved „eruptiv eftervirkning“.

IX. Jernertsgange, dels leieformige, dels brecciegange. Bl. a. i gabbro (olivinhyperit) og amfibolit (gabbroskifer) paa *Langø* og andre steder ved Kragerø; hovedforekomsterne med 45—50 % jern, uten titan, yderst lidet fosfor og svovl, og, i likhet med Arendalsforekomsterne, av fortrinlig beskaffenhet i metallurgisk henseende.

X. Metasomatiske forekomster av rødjernsten (hematit) ved *Fehn* nær Ulefos, like ved Norsjø ovenfor Skien; optrædende

i en uren, ofte meget jernrik kalkstensbergart, som dækker et felt av omkring 3 kilom.s længde og 2 kilom.s bredde. Dette felt omgives paa alle kanter av grundfjeld (gneisgranit), men avgrænses mot grundfjeldet ved meget store forkastninger. Fehnsfeltet ligger saaledes i en stor gravforsænkning. Muligens handles der her om et meget dybt i grundfjeldet indsunket silurparti, som ved indgripende kemiske omsætninger er blit fuldstændig omvandlet. Malmen fører ca. 50 % jern og oftest 0.4—0.7 % fosfor.

XI. Leieformige forekomster av jernglanskvarts-, henholdsvis magnetit-kvarts-skifer, i det nordlige Norges regionalmetamorfoserede kalksten-glimmerskiferformation. Disse fører separationsmalm, oftest med 30—36 % jern, uten titansyre, gjennemsnitlig regnet ved de forskjellige felter med 0.2—0.25 % fosfor, leilighetsvis dog derover; i regelen med lidet svovl, jevnlig kun 0.01—0.03, leilighetsvis dog op til 0.1—0.2 % svovl. Forholdet mellem jernglans og magnetit er meget vekslende ved de forskjellige steder; dette vigtige punkt omhandles nærmere i det følgende. Disse forekomster optræder leieformig oftest i glimmerrike skifere, men i nærheten av, i regelen endog i umiddelbar nærhet av kalksten, undtagelsesvis ogsaa dolomit. Malmen eller „malm-skiferen“ optræder som bergartdannende led i kalksten-glimmerskifer-formationen, og den er temmelig sikkert at opfatte som et sediment, der ved efterfølgende fjeldkjædefoldning er blit regionalmetamorfoseret.

Hit hører talrige, tildels meget betydelige forekomster i Nordlands og Tromsø amter, mellem Eiteraadalen i Vefsen i syd ( $65\frac{1}{2}^{\circ}$  n. br.) og Tromsøundet ( $69\frac{1}{2}^{\circ}$  n. br.) i nord, med avstand i ret linje mellem den sydligste og den nordligste hittil kjendte forekomst ikke mindre end 520 kilom.

I det følgende gives en opregning av de hittil kjendte felter; her skal vi indskrænke os til at nævne de, som hittil har tiltrukket sig størst opmerksomhet, nemlig først og fremst *Dunderlandsdalen*, videre *Bogen* i Ofoten, *Salangen* og *Sørreisen* (de to sidste i Tromsø amt).

XII. Den ved kisgruberne (Sulitjelma, Bossmo, Meldalen, Meraker, Ytterø, Killingdal, Røros, Rustvangen, Foldalen, Stordøen osv. osv.) producerede kis gir efter avrøstning og naar kisen er kobberholdig, derefter følgende kobberekstraktion saakaldet „purple ore“ (eller „blue billy“), som gjerne indeholder omkring 60 % jern, og som saaledes er en vigtig jernmalm.

XIII. Lerjernsten, dog kun i meget sparsom og ikke drivværdig mængde, findes i det lille jurafelt paa Andøen i Vester-aalen.

XIV. Videre nævnes sjø- og myrmalme, som dog utvivlsomt ikke kommer til at faa nogen betydning for fremtidig produktion av jern i vort land.

#### Vigtigste litteratur.

*Th. Kjerulf og T. Dahll* <sup>(1)</sup>. Om Jernertsernes Forekomst ved Arendal, Næs og Kragerø. I *Nyt Magazin for Naturv.* B. 11, 1861.

*Th. Kjerulf* <sup>(2)</sup>. Udsigt over det sydlige Norges Geologi. 1879. Ogsaa i andre, i „Udsigten“ citerede arbejder av Dahll og Kjerulf findes spredte geologiske oplysninger om jernmalmsforekomster i det sydlige Norge.

*A. Helland* <sup>(3)</sup>. Ertsforekomster paa Søndhordland og paa Karmøen. I *Nyt Mag. f. Naturv.*, B. 18, 1871 (omhandler bl. a. nogle jernmalmsforekomster i Ølve).

*H. Reusch* <sup>(4)</sup>. Bømmeløen og Karmøen, 1888 (omhandler bl. a. de netop nævnte jernmalmsforekomster i Ølve).

*J. H. L. Vogt* <sup>(5)</sup>. Jernertser m. m. ved yngre granit og syenit (i: ved Kristiania-eruptiverne). I *Norske ertsforekomster I*; *Arch. f. Mathem. og Naturv.*, B. 9, 1884. — <sup>(6)</sup> Titanjernforekomsterne ved Ekersund—Soggendal. I *Norske ertsforekomster II*; *Arch. f. Mathem. og Naturv.* B. 12, 1887. — <sup>(7)</sup> Om dannelsen af de vigtigste norske jernmalmsforekomster. I, Aftitanrig jernmalm, II, Forekomster dannede ved pneumalolytiske processer (navnlig ved Kristiania-eruptiverne og paa Langø—Gomø). *Norges geol. unders.* No. 6, 1892. — <sup>(8)</sup> De lagformig optrædende jernmalmsforekomster af typus Dunderland, Arendal, Dannemora osv.; i *Geol. Fören. Förh.* B. 14, 1894. — <sup>(9)</sup> Nissedalens jernmalmsforekomst; *Norges geol. unders.* No. 17, 1895; se ogsaa *Teknisk Ugeblad*, 1898, s. 282 og artikel trykt i brochure fra Vestlandsjernbanekomitéens møte i Skien, jan. 1899 og i flere aviser, bl. a. *Fremskridt*, 1899, No. 13. — En række fremstillinger i *Zeitschrift für praktische Geologie*, hvorav her nævnes: I 1893, <sup>(10)</sup> om forekomsterne av titanjernmalm ved Ekersund osv. I 1895, <sup>(11)</sup> om Kristiania-feltets jernmalme. I 1900 og 1901 <sup>(12)</sup>, mere utførlig om titanjernmalmsforekomsterne.

Om de norske titanjernmalforekomster henvises endvidere, foruten til de ovenfor nævnte arbejder <sup>6</sup>, <sup>7</sup>, <sup>10</sup>, <sup>12</sup> til:

*C. F. Kolderup* <sup>(13)</sup>. Das Labradorfelsgebiet bei Ekersund und Sogdendal. I Bergens Museums Aarbog, 1896. Se ogsaa om lignende forekomster i <sup>(14)</sup> Lofoten og paa <sup>(15)</sup> Bergensskanten i Bergens Museums Aarbog 1898 og 1903.

Om det nordlige Norges jernmalforekomster specielt av Dunderland—Salangen-typen henvises til oversigt av:

*J. H. L. Vogt* <sup>(16)</sup>. Det nordlige Norges malforekomster og bergverksdrift. Kristiania 1902. — <sup>(17)</sup> I Zeitschrift für praktische Geologie, 1903. — Videre til: <sup>(18)</sup> Salten og Ranen; Norges geol. unders. No. 3, 1890. — <sup>(19)</sup> Dunderlandsdalens jernmalfelt; Norges geol. unders. No. 15, 1894. — <sup>(20)</sup> Norsk marmor; Norges geol. unders. no. 22, 1897.

Om Næverhaugen se endvidere: av *O. Gumælius* <sup>(21)</sup> og *O. A. Cornéliussen* <sup>(22)</sup>, i Geol. Fören. Förh. 1875, 1877, 1878. — Desuten henvises til flere avh. av *Hj. Sjøgren* <sup>(23)</sup> i Geol. Fören. Förh. og til enkelte forretningsbrochürer, om Dunderland, Næverhaugen, Bogen, Sørreisen osv.

Om forekomsterne av gruppe I og II i Lofoten—Vesteraalen: *J. H. L. Vogt* <sup>(24)</sup>, kort oversigt i Zeits. f. prakt. Geol. 1907, og mere utførlig beskrivelse av *Hj. Sjøgren* <sup>(25)</sup> i Geol. Fören. Förh. 1908.

*J. H. L. Vogt* <sup>(26)</sup>. De gamle norske jernverk; Norges geol. unders. no. 46, 1908; her findes citert den ældre litteratur, navnlig om grubernes og jernverkernes driftsbetingelser osv. i tidligere dage.

Av ældre litteratur, navnlig vedrørende jernmalforekomsterne, skal særlig nævnes: *J. Durocher* <sup>(27)</sup> utførlig reiseberetning (paa fransk) i Annales des Mines, ser. 4, t. XV, 1849.

*I. F. L. Hausmann* <sup>(28)</sup>. Reise durch Skandinavien, 1806—07.

*Th. Scheerer* <sup>(29)</sup> og *B. M. Keilhau* <sup>(30)</sup>, diverse oplysninger om gruberne i det sydlige Norge, i Nyt Mag. f. Naturv. B. 2, 3 og 4, 1840—45, samt i Gæa norvegica 1838—50.

Desuten foreligger nogle spredte bidrag, særlig av mineralogisk og geologisk natur.

For statistik osv. henvises til bergmesterindberetningerne, hvorav uddrag er meddelt i den officielle statistik <sup>(31)</sup> „Norges bergverksdrift“, og til prof. *Th. Hiortdahls* <sup>(32)</sup> Forsøk til en norsk bergstatistik 1851—1875 (trykt i Polyteknisk Tidsskrift 1877).

Historiske og topografiske oplysninger om jernmalgruberne findes i *J. E. Krafts* <sup>(33)</sup> Topographisk-Statistiske Beskrivelser over Kongeriget Norge 1820—1835, og i de senere, nu av prof. *A. Helland* utgivne, meget utførlige amtsbeskrivelser <sup>(34)</sup>.

I en hel del av de ovennævnte arbejder omhandles jernmalforekomsterne kun fra videnskabelig standpunkt, uten at der samtidig gives detaljerede oplysninger om forekomsternes størrelse og om malmens sammensætning. Opgaver over felternes „malmareal“ mangler praktisk talt fullstændig i den ældre litteratur.

## Historiske og statistiske oplysninger om driften indtil utgangen av det 19de aarh.

Hovedsagelig foranlediget ved nedsættelsen av den elektrometallurgiske kommission utarbeidede jeg i 1907—1908 en oversigt:

„De gamle norske jernverk“<sup>(28)</sup>, som indeholder en historisk og statistisk beretning om driften av de mange jernverk og jerngruber i tidligere dage; desuten blev medtat en statistik over grubedriften paa jernmalm i de senere aar.

Idet henvises til denne avhandling, der kan opfattes som en indledning til dette arbeide, skal vi her indskrænke os til at levere et ganske kort resumé av vore ældre jernverks historie.

De første jernverk i vort land blev anlagt i slutten av det 16de og begyndelsen av det 17de aarh.; større opsving fik den nye næringsvei ved anlæg av nye verk i midten og slutten av det 17de aarh. Gjennem det 18de aarh. var der paa dette omraade en ganske jevn og god utvikling, og jernverkerne naadde sin bedste periode i tiden fra omkring 1760 indtil krigens aar 1807—1814, da alt næringsliv led stort avbræk. Efter 1814 hævede verkerne sig litt efter litt, og i 1840-aarene naadde man likesaa høit op som i slutten av det 18de aarh. Men allerede i 1850-aarene indtraadte stagnation, og i 1860- og 70-aarene blev det ene verk nedlagt efter det andet. Av de mange gamle verk — ved slutten av det 18de aarh. ikke mindre end 18 verk, med 22 masovne — er nu kun et enkelt verk ilive, nemlig Næs jernverk nær Tvedestrand, hvor man i en liten trækulsmasovn smelter jernmalm fra Klodeberg grube ved Arendal og derav hovedsagelig fremstiller digelstaal.

De gamle norske jernverkers produktion av rujern utgjorde tilnærmelsesvis:

Sum	Gjennemsnitlig aarlig
Fra begyndelsen av det 16de aarh. til 1779	antagelig 640 000 ton
1780—1814 ca. 270 000 ton	1660—1699 antagelig 3 000 ton 1700—1739 — 5 000 . 1740—1759 — 6 000 . 1760—1779 — 7 500 . 1780—1790 ca. 8 500 . 1791—1807 - 9 000 . 1808—1814 - 3 500 .
1815—1835 . 107 000 .	3 500—6 300 .
1836—1865 . 264 000 .	7 700—9 900 .
1866—1880 . 41 250 .	5 000—1 000 .
1881—1905 . 12 920 .	600—400 .
Sum til 1905 ca. 1 335 000 tons eller med rundt tal $1\frac{1}{3}$ mill. tons.	

De fleste og største av de gamle jernverk — Froland, Næs, Egeland, Bolvig, Fossum, Ulefos, Fritzøe eller Laurvig (det største), Eidsfos, Moss, Bærum, Dikemark, Hakedalen, Odalen, Hassel, Eidsvold og Kongsberg — laa paa østlandet; desuten hadde man et par ganske smaa verk ogsaa i andre dele av landet (Lesje, Mostadmarken og et par rent ubetydelige verk).

Verkerne blev drevne med *trækul*, som blev stadig kostbarere og kostbarere; efter midten av det 19de aarh. lønnet det sig paa de fleste steder bedre at nyttiggjøre skogene til tømmer, planker, træmasse osv. end til fremstilling av trækul. Heri laa hovedaarsaken til, at jernverkerne litt efter litt blev nedlagt. Desuten maa tages med i betragtning, at den malm, som benyttes ved de fleste jernverk, var forholdsvis fattig paa jern, og at malmen ved de fleste verk blev belastet med ganske lang transport. 1 ton jernindhold i malmen, levert ved masovnene, kom saaledes i ganske stor utgift.

Under de yderst smaa forhold i vort land spillet jernverkerne i fordums dage en ganske viktig rolle, baade socialt og økonomisk, — men maalt med nutids maalestok var driften ube-

tydelig. Dette illustreres bedst derved, at mens den samlede indenlandske produktion i den tid, da jernverkerne naaet høiest op, ikke beløb sig til mere end 9 500 à 10 000 tons jern om aaret, leverer de fleste moderne kokesmasovne 50 000—75 000 t. rujern aarlig for hver ovn, enkelte endog over 100 000 t. Og vort lands aarlige forbruk av jern utgjør nu ca. 120 000 t., altsaa mere end ti gange saa meget som landets tidligere aarsproduktion.

De fleste av de gamle jernverk fik sin malm for den væsentligste del fra Arendalsgruberne; dernæst fulgte gruberne paa Langøen ved Kragerø, ved Fehn nær Ulefos og paa diverse steder paa østlandet, navnlig de ovenfor under malmgruppe VIII nævnte gruber; desuten arbeidedes i forskjellige smaagruber rundt om i landet.

I tiaaret 1851—60 fordelte jernmalmproduktionen sig saaledes:

Arendalsfeltet . . . . .	72 %
Kragerøfeltet . . . . .	10 .
Fehnsfeltet . . . . .	10 .
Eker . . . . .	5 .
Gjerpen . . . . .	2 .
Trondhjemske, Nordland	1 .

Sum 100 %

Utførsel av jernmalm i nævneværdig stil begyndte i 1860-aarene, idet der fra Ekersund—Soggendal i aarene ca. 1864—1876 blev utskibet ialt ca. 90 000 titanjernmalm (med henimot 40 % jern og henimot 40 % titansyre!). Videre blev fra Fehnsfeltet i 1872—81 brudt til eksport ca. 100 000 t. (103 700 t.); den her senere stedfundne eksport omtales i det følgende.

Alt ialt var indtil utgangen av det 19de aarh. produceret og indenlands forsmeltet omkring  $3\frac{1}{2}$  mill. tons jernmalm.

Dette fordelte sig omtrent saaledes:

Arendalsgruberne . . . . .	ca. $2\frac{1}{3}$ mill. t. jernmalm
Langøgruberne . . . . .	$\frac{1}{2}$ . . . . .

Fehnsgruberne . . . . .	ca. $\frac{1}{5}$ mill. t. jernmalm
„Kristianiafeltets gruber“ (VIII) kanske	
nærmest . . . . .	- $\frac{1}{3}$ - - -
Diverse smaagruber, kanske . . . . .	- $\frac{1}{6}$ - - -
	Sum ca. $3\frac{1}{2}$ mill. t. jernmalm

Denne oversigt vil i det væsentlige gi et korrekt billede, selv om den i enkeltheterne kunde behøve adskillig korrektion.

Til ovenstaaende kommer ca. 0.1 mill. t. eksportert titanjernmalm fra Ekersund—Saggendal og ca. 0.1 mill. t. eksportert jernmalm fra Fehnsgruberne (før 1900).

Den gennemsnitlige aarlige produktion av jernmalm, i 5-aarige perioder, utgjorde i den sidste halvdel av forrige aarh.:

Gjennemsnitlig aarlig	Sum	Derav fra			Eksport
		Arendal	Fehn	Soggendal <sup>1</sup>	
1851—1855 . . . . .	23 360 t.	17 717 t.	1 400 t.		
1856—1860 . . . . .	21 950 .	14 850 .	3 200 .		
1861—1865 . . . . .	24 495 .	11 945 .	1 925 .	4 465 t.	ca. 3 000 t.
1866—1870 . . . . .	20 235 .	4 070 .	2 500 .	8 700 .	11 000 .
1871—1875 . . . . .	28 825 .	1 500 .	10 961 . <sup>2</sup>	9 650 .	17 435 .
1876—1880 . . . . .	12 890 .	3 230 .	8 690 . <sup>2</sup>	130 .	4 400 .
1881—1885 . . . . .	2 095 .	1 010 .	890 . <sup>2</sup>		1 700 .
1886—1890 . . . . .	1 080 .	1 050 .			920 .
1891—1895 . . . . .	875 .	775 .			900 .
1896—1900 . . . . .	6 505 .	865 .	3 161 . <sup>2</sup>	670 .	1 110 .

I 1880- og 1890-aarene døde den gamle norske bedrift paa jern og jernmalm næsten fuldstændig bort. Men nu staar vi forhaabentlig ved begyndelsen av en utvikling.

<sup>1</sup> Ekersund—Soggendal; titanjernsten til eksport.

<sup>2</sup> Til eksport; denne gjenoptat i 1899—1900.



# Om driften av jernmalforekomsterne hertilands i de sidste aar.

Vi begynder med en statistik over Norges jernmalbrydning 1900—1908.

Tons	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908
Ved Arendal { Klodeberg . . . . .	950	1 252	1 675	1 900			11 000	12 300	
{ Braastad . . . . .							2 580	1 885	
Langø, Kragerø . . . . .								3 600	
Fehn ved Ulefos . . . . .	15 635	40 000	51 000	42 460	39 000	45 957	39 000	35 000	30 000
Soggdal 1 . . . . .	1 340			140	150				620
Rødsand, Nordmøre 2 . . . . .		1 000		1 300	1 300	625	1 707	3 000	3 000
Sørdalen, Nordmøre 3 . . . . .									1 300
Grønne, Hileren . . . . .				675					10 000
Fosdalen, Beitstaden . . . . .									
Dunderlandsdalen, briketter . . . . .					Store forberedende arbejder			3 000	
Bogen, Ofoten, slig . . . . .						Forberedende arb.	7 462	38 272	38 445
Lødingen . . . . .								3 000	7 208
Lofoten — { Smørtten — Jørendal . . . . .								12 000	9 000
{ Madmoderen . . . . .				600				8 000	6 000
Vesteruaen { Kaljord — Sommerset . . . . .								10 500	4 500
Kvædfjord . . . . .			1 000	6 400	4 878	15 000	15 000	12 000	15 000
Melø, Bjærkø . . . . .								1 850 <sup>4</sup>	
Bjærkø grube . . . . .									
Salangen . . . . .									
Sydvaranger . . . . .									
Sum	17 925	42 000	53 000	53 400	45 000	61 500	99 000	135 000	ca. 110 000
Ekspert	27 158	39 173	48 775	41 573	45 434	60 588	81 398	132 593	110 428

1 Soggdal: malm med henimot 40% titansyre og henimot 40% jern.

2 Rødsand: malm med 7—8% titansyre og ca. 50% jern.

3 Sørdalen: malm med ca. 18% titansyre og ca. 50% jern. Alle de andre opførte malme er titanfri.

4 Gjælder eksporten og ikke den hele brydning.

Denne tabel er for aarene 1900—1907 hovedsagelig utarbeidet paa grundlag av den officielle bergverksstatistik, idet dog forskjellige gruber med ganske uvæsentlig drift ikke er medtat. For 1908, for hvilket aar den officielle statistik endnu ikke er utkommet, er benyttet privat indhentede oplysninger.

For gruber, som leverer opberedningsmalm, er ikke, som tildels i den officielle statistik, opført raamalm, men den uvundne slig eller briketter.

Det indenlandske forbrug av jernmalm i disse aar — nemlig ved Næs jernverk — har ikke utgjort mere end omkring tusind tons aarlig.

At eksporten i aaret 1900 oversteg den samtidig stedfundne brydning, skrev sig fra, at der i dette aar blev utskibet fra Fehn en del fra tidligere av gjenniggende beholdninger.

I de allersidste aar (1906—1908) deler eksporten sig paa:

- a) skeidet malm (medregnet noget paa vaad vei opberedet malm fra Fehnsfeltet), med gjennemsnitlig for samtlige grubers vedkommende ca. 52 % jern;
- b) jernmalmbriketter fra Dunderland, med ca. 64 % jern;
- c) magnetisk separeret jernmalmslig fra Bogen med ca. 64 % jern.

Den gjennemsnitlige jernprocent i den eksporterte malm kan for aarene 1900—1905 sættes til temmelig nøiagtig 50 %. For de efterfølgende aar leverer vi en særskilt tabel.

	Eksporteret tons malm, slig, briketter	Gjennemsnitlig jernindhold	Tons jernind- hold i ekspor- teret vare
1906 . . . . .	81 400 tons	ca. 53 %	ca. 43 000 tons
1907 . . . . .	132 600 „	- 55 -	- 73 000 „
1908 . . . . .	110 400 „	- 57 -	- 63 000 „

Jernindholdet i den eksporterede malm har saaledes i de senere aar kun svaret til med rundt tal halvparten av landets eget jernforbrug.

Værdien av den eksporterte malm — denne forutsat leveret i norsk havn — anslaaes til:

1900 . . . . .	275 000 kr.
1901 . . . . .	400 000 -
1902 . . . . .	500 000 -
1903 . . . . .	450 000 -
1904 . . . . .	450 000 -
1905 . . . . .	600 000 -
1906 . . . . .	850 000 -
1907 . . . . .	1 550 000 -
1908 . . . . .	1 200 000 -

Hertil maa lægges et par tusen kr. for den indenlands brugte malm.

Forekomsterne av separationsmalm (I og XI) i det nordlige Norge har i de senere aar tiltrukket sig betydelig opmerksomhed.

I *Dunderlandsdalen* blev i 1890-aarene utført omfattende forsøgsarbeider eller forberedende arbeider; derefter stiftedes i 1901 et engelsk aktieselskab, „Dunderland Iron Ore Com. lim.“, som planlagde meget betydelig produktion, efter det oprindelige program paa ca.  $\frac{3}{4}$  mill. tons briketter eller slig aarlig. Der byggedes jernbane (fra havnen ved Guldsmøvik til Storfoshei 27 kilom. lang, og færdig i 1904), samt et meget stort, efter Edisons tørveissystem konstruert separationsanlæg med tilbehør, ganske nær Urtvandsfelterne ved Storfoshei, desuten briketteringsverk, efter Grøndals system, lige ved havnen, Guldsmøvik i Mo i Ranen. Anlæggene var i 1906 saavidt langt fremskredne, at der i den senere del av dette aar produceres 7 462 tons briketter; i 1907 produceres 38 272 tons briketter, og i den første halvdel av 1908 38 445 tons briketter. Driften blev stanset midsommers 1908, paa grund av en række tekniske og økonomiske vanskeligheter; der har været arbeidet for rekonstruktion av selskabet og gjenoptagelse av driften, men i det øieblik, dette skrives (febr. 1909), foreligger herom endnu ikke nogen definitiv beslutning.

I *Bogen i Ofoten* har et svensk selskab, „Ofotens malmfält“, foretat et tilsvarende anlæg for separation, efter Frödings system, dog beregnet paa mindre produktion og kun for separation, ikke for brikettering. Der produceres her i 1907 ca. 3 000 og i den første del av 1908 7 208 tons slig. Paa grund av daarlige konjunkturer og finansielle vanskeligheter stansedes bedriften, antagelig dog kun foreløbig, i aug. 1908.

I *Salangen* bygges nu for et tysk selskab („Salangen bergverksaktieselskab“, bestaaende av to tyske jernverksselskaber, nemlig Oberschlesische Eisen- und Kohlenwerke Actiengesellschaft og Donnersmarck Hütte, begge i Oberschlesien) et separationsverk, efter Grøndals system, og beregnet paa aarlig produktion 200 000 à 250 000 tons slig eller briketter. Anlæggene er saa langt fremskredet, at driften — foreløbig dog kun med enkelt aggregat — skal begynde i den senere del av sommeren 1909.

I *Sydvaranger* bygges endvidere et meget stort anlæg, efter Grøndals system, beregnet paa aarlig produktion ca. 600 000 tons slig, hvorav ca. 100 000 t. agtes brikettert. Driften skal begynde sommeren 1910.

Videre har der ved en række andre forekomster med separationsmalm, baade av Dunderland—Salangen-typen og av Sydvaranger—Øksfjord-typen, været foretat forberedende arbeider, men anlæg av separationsverk er endnu (febr. 1909) ikke definitivt besluttet ved nogen av disse felter.

Ved flere av de relativt smaa forekomster av rig jernmalm (se de ovenfor nævnte grupper II og III, tildels ogsaa VI) i *Lofoten—Vesteraalen* med tilgrænsende distrikt har man i de senere aar brudt en del jernmalm, ialt i 1904 ca. 5 000 tons, i 1905 ca. 15 000, i 1906 ca. 37 000, i 1907 ca. 35 000 og i 1908 ca. 20 000—25 000 tons. Flere av disse forekomster er nu nedlagt, og nogen stabil bedrift i større omfang og for længere tid kan neppe ventes fra de her hittil drevne forekomster. førende rik jernmalm. Desuten har i Lofoten—Vesteraalen været arbeidet paa flere forekomster førende separationsmalm.

I det *trondhjemske* er Fosdalen grube i Beitstaden optat, til drift i forholdsvis mindre stil, med paatænkt brydning an-

tagelig omkring 15 000 tons aarlig. Længere vest i omgivelserne av Holden-vandet i Værran paa nordsiden av Beitstad-fjorden og herfra vestover til Aafjorden er i den allersidste tid (1908, 1909) gjort en mængde fund av tildels meget betydelige forekomster av jernmalm (for det væsentligste med ca. 55 % jern og med ganske høi svovlprocent), og her kan om nogle aar ventes en stor drift.

Forekomsterne av „titanomagnetit“ i *Romsdals* og *Nordre Bergenhus amter* har i de senere aar git anledning til litt produktion, hittil kun et eller et par tusen tons aarlig.

I det sydlige Norge blev eksporten fra *Fehnsgruberne* nær Ulefos gjenoptat i 1899—1900, med aarlig brydning i de første aar ca. 40 000 aarlig og i det sidste aar ca. 30 000 tons.

Videre blev for et par aar siden (1905—1906) et par av *Arendalsgruberne* gjenoptat til eksport; sandsynligvis dog kun rent foreløbig er eksportdriften nylig indstillet. — Desuten arbeides nu litt i *Langøgruberne* ved Kragerø, samt paa et par steder paa østlandet.

Om utsigterne for fremtiden henvises til det følgende.

### Om produktionsudgifter osv. for jernmalm, under norske forhold.

De vigtigste teknisk-økonomiske faktorer for driften af jernmalforekomster er i sin almindelighed:

1. Forekomstens *malmareal* (∴ malmens *horisontale* tverrsnit, ved steiltstaaende eller nogenlunde steiltstaaende forekomster), henholdsvis *malmtversnittet* (tversnittet efter strøget, lodret paa faldet; anvendes ved nogenlunde fladt faldende forekomster).

2. *Malmprocenten*, ∴ procent malm av det utminerede (eller: *antal tons malm pr. m<sup>3</sup> brudt fjeld*).

3. *Malmens jernprocent* og sammensætning forøvrigt, navnlig med hensyn til fosfor, svovl, titan, mangan og „de slagdannende bestanddele“. Desuten malmens mekaniske karakter, navnlig procent „muld“ eller pulver i malmen.

4. De løbende *produktionsudgifter*.

5. *Anlægsudgifterne* (samt amortisationen).
6. *Transporten* fra grube til forbrugssted.

I teknisk henseende kan forekomsterne deles i to hovedgrupper:

A. Forekomster, som leverer haandskeidet malm; jevnlig vil her som biprodukt falde en del fattig malm, som kun kan tilgodegjøres ved anrikning. Opberedningsverk vil saaledes her være et ønskeligt eller nødvendigt tillæg til skeidningen.

B. Forekomster, som kun eller praktisk talt kun leverer jernfattig malm, der ikke kan anvendes uten separation. Hit hører de største og viktigste av vort lands jernmalmfelter, navnlig felterne av Dunderland—Salangen- og Sydvaranger-typeerne.

A. Forekomster med haandskeidet malm, eventuelt i forbindelse med opberedning.

Istedenfor „haandskeidet“ kan i fremtiden vistnok sættes „maskinskeidet“.

Der handles her i regelen om drift av ordinære, paa dybet gaaende gruber, og ikke om dagbrudd.

Skal drift være mulig, maa malmen under vanlige forhold kunne leveres ved haandskeidning med mindst 45 % jern. 1 m<sup>3</sup> (matematisk kubikmeter, og ikke akkordkubikmeter, som i praksis blir noget mindre) av aldeles ren magnetit eller jernglans veier 4.9—5 t.; og 1 m<sup>3</sup> kvarts, kalkspat, granat, hornblende osv. i blanding 2.75—2.9 t. — 1 m<sup>3</sup> magnetit- eller jernglans-malm med 58, 50 og 42 % jern veier saaledes henholdsvis ca. 4.5, 4.3 og 4.1 tons. I virkeligheten faar man aldrig saa mange tons malm pr. m<sup>3</sup>, dels paa grund av iblanding og bortskeidning av graaberg og fattig malm, og dels paa grund av det med minering, fordring og skeidning alltid forbundne tap, navnlig av finknust malm. — Under vanlige forhold ligger lavgrænsen for rentabilitet ved utbytte: for 60 %'s jernmalm ved omkring 1.5 og for 50 %'s jernmalm ved omkring 1.75—2 tons malm pr. m<sup>3</sup>. Disse tal er dog i høi grad avhengige av de lokale driftsbetaingelser.

Har man en forekomst med malmareal  $1000 \text{ m}^2$  (gjældende for grubens avbygningseværdige parti og ganske smal malm ikke medtat), og utbytte 3 tons pr.  $\text{m}^3$ , faar man, idet regnes, at  $\frac{1}{20}$  av malmen blir staaende igjen i gruben:  $1000 \times 3 \times 0.95 = 2850 \text{ t.}$  for hver  $\text{m}^2$  vertikal avsænkning.

Efter erfaring, navnlig fra Sverige, tildels ogsaa fra vort eget land, vil 1 ton brutt berg i samtlige grubeutgifter (medregnet skeidning, lønninger, vedlikehold osv., men ikke medregnet amortisation) „frit levert paa grubebakken“ ved jernmalmgruber med dyb 50–200 m. og med malmareal fra ca. 750 til ca. 2500  $\text{m}^2$  komme paa oftest mellem kr. 2.25 og kr. 3.50. Under særlig gunstige lokale betingelser, som ved mægtige forekomster eller drift over stollniveau, kan regnes 2 kr. eller noget derunder; under vanskelige betingelser maa regnes helt op til 4 kr. Faar man av alt det utskudte  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$  eller  $\frac{1}{3}$  malm og rest graaberg, maa de netop nævnte tal multipliseres med henholdsvis  $1\frac{1}{2}$ , 2 og 3. Det vil si, malm med 45–60 eller 65 % jern vil „frit levert paa grubebakken“ (dog uten amortisation) oftest komme paa mellem kr. 3.50–4 og 7 kr. eller noget derover pr. ton. — Kun rent undtagelsesvis kan man i vort land gjøre regning paa at kunne faa haandskeidet jernmalm, med tilstrækkelig høi jernprocent (og uten altfor meget titansyre), „frit levert paa grubebakken“ for saa lav grubeutgift som kr. 3.00–3.50 — jeg kjender i hele vort land kun et par forekomster, hvor jeg anser saa lav grubeutgift for længere tid som mulig; — og oftest maa man gaa ut fra grubeutgift paa kr. 5, 6 eller 7, undertiden endog derover. — Vi har ikke nogen forekomst i likhet med Kiirunavaara i Nord-Sverige, og det er desværre i høi grad usandsynligt, at der i fremtiden i vort land kan opdages en slig forekomst.

Driftsøkonomien ved vore jernmalforekomster med haandskeidet malm kan fleresteds til en vis grad bedres ved anlæg av opberedningsverk for den fattige malm.

B. Forekomster med opberedningsmalm. Disse vil i fremtiden for vort land komme til at spille den viktigste

rolle, og av hithørende forekomster har vi baade mange og store, navnlig i det nordlige Norge (Sydvaranger, Dunderland osv. osv.).

Produktionsutgifterne pr. ton færdig slig (eller koncentrat) avhænger hovedsagelig av:

1. Raamalmens selvkostende ved separationsverket, altsaa grubeutgiften plus transporten av raamalmen fra gruben til separationsverket.

2. Separationsutgiften, som hovedsagelig er proportional med kvantitet raamalm (eller „indgaaende gods“), og kun i underordnet grad av kvantitet erholdt slig.

3. Antal tons raamalm pr. ton slig.

I regelen vil der for de nordlandske forekomster handles om mellem 2—2.25 og 3—3.5 tons raamalm pr. ton slig. Skal der bli nogen fortjeneste, maa sligen (ved ca. 65 % jernindhold) — levert i ikke brikettert stand — ved separationsverket i samtlige utgifter ikke komme pr. ton paa mere end omkring kr. 10—12, hvilket tal forøvrigt vil være i høi grad avhængig av konjunkturer, transportbetingelser osv. Samtlige utgifter beregnet pr. ton raamalm maa altsaa allerhøist beløbe sig til kr. 10—12 dividert med antal tons raamalm pr. ton slig.

Sætter vi eksempelvis, at et foretagende netop gaar paa balance, naar selvkostende beløber sig til 10 kr. pr. ton, og at der gaar 3 tons raamalm pr. ton slig, saa maa raamalmen i samtlige utgifter ikke belastes med mere end  $3\frac{1}{3}$  kr. pr. ton. Regnes separationsutgiften til  $1\frac{1}{3}$  kr. pr. ton, maa følgelig 1 ton raamalm ved det valgte eksempel levert ved separationsverk ikke koste mere end 2 kr., i brytnings- og transportutgift samt de løbende generalutgifter.

Av ovenstaaende fremgaar, at det er av fremtrædende betydning, enten der medgaar 2, 2.5, 3, 3.5 eller 4 tons raamalm pr. ton slig, — og endvidere, at det er en nødvendig betingelse, at raamalmen leveres meget billig.

*Om raamalmens selvkostende.* Under nutids forhold vil raamalm, naar der behøves mere end 2— $2\frac{1}{4}$  tons raamalm pr. ton slig, under normale betingelser ikke kunne leveres tilstrækkelig billig ved vanlig dyb-grubedrift (med skaktfordring),



og arbeidende paa nogenlunde smale leiesteder. En undtagelse danner selvfølgelig de gruber, hvor der falder en hel del rik malm ved haandskeidning, saa separationsmalmen blir et biprodukt ved driften.

Den vanlige, fattige raamalm (med 30—36 % jern) forutsætter mægtige leiesteder og drift enten kun i dagbrudd (aaben skjæring) eller i lidet dybe gruber, hvor fordringen blir billig, helst ved stoll drift.

Ved dagbrudd paa mægtig malm (af tykkelse 30—40 m. eller derover) og samtidig meget lang malm kan man erfaringsmæssig under gunstige betingelser i det nordlige Norge utta raamalmen, færdig paalæsset jernbanevogn i bruddet, for kr. 1—1 $\frac{1}{4}$  pr. ton ved haandboring, og for noget under 1 kr., helt ned til 60—70 øre, ved maskinboring, det sidste dog kun under forudsætning av massebrytning (mindst et par hundre tusen tons raamalm aarlig i samme bund). — Ved meget høie strosser, paa 10—20 m., falder der ved maskinboring en hel del store blokker, av vegt adskillige tons pr. blok. Man har valget mellem enten at benytte gigant-dampskuffer og gigant-knuserer, beregnet paa at løfte, resp. knuse svære blokker, av vegt op til ca. 8—10 tons, eller at minere de aller største blokker istykker, og saa beregne transporten og den første knusning for noget mindre blokker. I sidstnævnte fald faar man selvfølgelig noget øget brytningsutgift, men dette opveies i alle fald tilnærmelsesvis ved mindre anlæg og lidt mindre driftsutgift for knuseriet.

Hvor der handles om den vanlige, fattige nordlandske raamalm, bør man ved beregning av kvantum raamalm under nutids forhold kun ta hensyn til den mængde, som kan uttages ved dagbrudd eller paa anden meget billig maade. Den paa større dyb optrædende raamalm vil falde saavidt kostbar, at den for tiden ikke kan separeres med fordel; heri kan muligens i fremtiden indtræde en forandring.

Transporten fra grube til anrikningsverk utgjør i de løbende utgifter — og uten hensyn til amortisation — ved taugbane eller ved jernbane, av et par eller nogle faa kilom.s længde, 15—25 øre pr. ton, under forudsætning av massetransport.

*Om separationen.* Denne avhænger først og fremst av jernertsmineralet, nemlig enten der foreligger magnetit eller jernglans. Den første er sterkt, den anden kun yderst svagt magnetisk.

Magnetiseringsintensiteten blev saaledes av *E. Holm*<sup>1)</sup> for ni prøver av magnetit fra forskjellige svenske gruber bestemt til at veksle mellem 284 og 439, med gjennemsnit 382, og for fire prøver av jernglans til mellem 1.74 og 2.79, med gjennemsnit 2.13. Magnetiten har saaledes oftest omkring 180 gange saa sterk magnetiseringsintensitet som jernglansen.

For magnetisk separation av magnetit er der i Sverige (navnlig av Grøndal, videre av Eriksson, Forsgren, Frøding m. fl.) utarbeidet forskjellige arbeidsmetoder, som nu i løbet av 10—15 aar har ståat sin prøve ved drift i stor stil. I Sverige er nu i drift ikke mindre end 14 separationsverk efter Grøndals metode (eller forskjellige metoder), med en aarlig produktion i den sidste tid paa litt over 250 000 t. slig (eller briketter). Og ialt er hittil i Sverige med rundt tal  $1\frac{1}{2}$  mill. t. raamalm underkastet magnetisk separation. Der handles saaledes her ikke om noget teknisk eksperiment, som om en arbeidsmetode, som er fuldt indarbeidet.

De nuværende svenske arbeidsmetoder arbeider alle „vaadt“, i motsætning til Edisons metode, som arbeider „tørt“, hvorav blandt andre ulemper følger en i overordentlig grad generende støvplage.

Ved de svenske arbeidsmetoder for *magnetit*-malm falder processen oftest i følgende avdelinger:

- a. Knusning, nemlig først grovknusning og senere finere knusning, det sidste altid eller i regelen i kuglemøller; av disse gives der en række forskjellige konstruktioner.
- b. Første magnetiske separering, op til oftest noget over femti eller omkring seksti  $\frac{0}{10}$  jern.
- c. Finknusning av det under b foreløbig anrikede gods, altid eller i reglen i rørmøller.
- d. Slutseparation.

<sup>1)</sup> Undersökning öfver de magnetiska egenskaperna hos några i svenska järnmalmer ingående mineral. I Jernkontorets Annaler 1903.

Den væsentligste utgift er til kraft, reparation, arbejds løn osv. for knusningen (a og c); den magnetiske separation (b og d) i og for sig derimot kræver meget mindre utgift, til kraft, reparation, arbejds løn osv. Av de samlede løbende utgifter utgjør knusningen oftest omkring 80 % og selve separationen kun omkring 20 %.

Utgifterne pr. ton raamalm (eller „indgaaende gods“) avhænger hovedsagelig av:

Malmens kornighedsgrad eller finknusningsgraden;  
 malmens haardhetsgrad;  
 kraftens kostende.

Antal tons raamalm, som kan behandles pr. hestekraft pr. aar, veksler ganske sterkt ved de forskjellige gruber, hovedsagelig efter den finknusning, som er nødvendig, og efter malmens haardhetsgrad. Gjennemsnitlig handles der pr. hestekraft (leveret ved knusningsanlægget) pr. aar om ca. 250 tons raamalm, men dette tal kan variere inden ganske vide grænser. Under gunstige betingelser er 1 hestekraft tilstrækkelig til 400—500 tons raamalm pr. aar. — Elektrisk hestekraft, leveret ved verket, vil i vort land koste, fra ca. 25 kr. til ca. 60 kr. eller derover pr. aar; i reglen kan man regne med kr. 35—50. Kulhestekraft efter de moderne maskinsystemer (dampturbiner, sugegasmaskiner osv.) vil derimot ved tilstrækkelig store anlæg (paa mindst hundrede eller nogle hundrede hestekræfter), koste 100—125 kr. pr. hestekraftaar. — Man ser av disse tal, at kraftkontoen vil stille sig yderst forskjellig ved de forskjellige anlæg. — Kraft fra vandfald er ønskelig, men det er ikke en uavviselig betingelse.

De samlede utgifter — dog patentavgift ikke medtat — ved den magnetiske separation efter de svenske metoder kan under særdeles gunstige betingelser (billig kraft, grovkornig og letknust malm) gaa saa lavt ned som til ca. 60—70 øre pr. ton raamalm; paa den anden side kan de under en kombination av ugunstige betingelser stige til 2 kr. eller derover. I regelen kan man under norske forhold regne 1—1½ kr. i separationsutgift pr. ton raamalm. — Erfaring har lært, at den vanlige skifrige nordnorske

raamalm saavel av Dunderland—Salangen- som av Sydvaranger- typen, trods den høie kvartsmængde, er forholdsvis let at knuse.

Metaltapet ved separationen beror dels paa tap av „halvkorn“ og dels derpaa, at noget av malmens analytisk fundne jernindhold jevnlig sidder i jernholdige, ikke-magnetiske (eller rettere, kun yderlig svagt magnetiske) mineraler, som hornblende, augit, granat, epidot, glimmer osv. Hertil kommer mange- steds ogsaa noget jernglans, som ved de vanlige svenske meto- der for det væsentligste gaar tapt ved den magnetiske separa- tion. For de titanholdige malmes vedkommende maa endvidere tages hensyn til ilmeniten, hvorom mere nedenfor i et særskilt avsnit.

Metaltapet kan jevnlig være ganske stort, hvad illustreres ved følgende eksempler:

Ved et anlæg fik man av 100 tons raamalm 33 tons slig à 65 % jern og 67 tons afvold („tailings“) à 13 % jern, hvorav noget sad i jernglans; raamalmen holdt altsaa:

$$0.33 \times 65 + 0.67 \times 13 = 30.16 \% \text{ jern};$$

av malmens jernindhold fik man følgelig utbragt:

$$\frac{0.33 \times 65}{30.16} \times 100 = 71 \% ; \text{ tab altsaa } 29 \% .$$

Ved et andet anlæg: 100 tons raamalm gav 43 tons slig à 66 % jern og 57 tons afvold à 10 % jern: raamalmen holdt altsaa:

$$0.43 \times 66 + 0.57 \times 10 = 34.08 \% \text{ jern};$$

av malmens jernindhold blev følgelig utbragt:

$$28.38 \times 100 : 34.08 = 83 \% ; \text{ tab altsaa } 17 \% .$$

Tapene kan i regelen til en vis grad formindskes ved stærkere finknusing, men dette øger igjen utgiften. Hertil kommer, at de metallurgiske vanskeligheter ved malmens smeltning stiger, naar sligen er yderst finknust. Det blir et regnestykke i hvert enkelt tilfælde, hvor fint man bør knuse, og hvilket metaltap man i overensstemmelse dermed bør arbeide med.

Den magnetiske separation fungerer ikke alene som en anrikning, men ogsaa som en rensning — man kan godt sige

raffination — for skadelige bestanddele, svovl, fosfor og titan. Rensningen for titan omtales særskilt i et senere avsnit.

Av den vanlige nordlandske malm av Dunderland—Salangen-typen, med 0.2—0.25 % fosfor, kan man, naar malmen fører overveiende magnetit og lidet jernglans, ved de svenske arbeidsmetoder opnaa saavid godt rensning, at slig med ca. 64 % jern ikke indeholder mere end ca. 0.03—0.05 % fosfor; ved anrikning til endnu høiere jernprocent nedsættes fosforprocenten endnu lavere.

For svovl kan man opnaa en særdeles vidtrækkende rensning, ved separation og derefter følgende brikettering efter røstnings- eller sintrings-systemet (Grøndals proces).

Separation av *jernglans* byder paa meget større vanskeligheter end for magnetitens vedkommende. Man har som bekjendt i Dunderlandsdalen forsøkt den Edison'ske, paa „tør“ vei (o: med tørt støv) arbeidende metode; men denne har *hittil* ikke arbeidet tilfredsstillende i teknisk-økonomisk henseende. De mange fremtidige forberedninger, man har planlagt for denne metode, skal her ikke drøftes. — For separation av ertsmineral med ganske svag magnetisme har man ogsaa en række andre magnetiske arbeidsmetoder (Wetherill, Mechernich osv.).

Ved enkelte gruber, hvor malmen bestaar av jernglans eller rødjernsten, har man — som i vort land for sekundamalmens vedkommende ved Fehnsgruberne — bygget anrikningsverk efter den ældre „mekaniske“ arbeidsmetode (setzmaskiner, bord osv.).

Ved enkelte gruber, hvor der falder sekundalm førende en blanding av magnetit og jernglans, har man i Sverige valgt den fremgangsmaade, at man efter knusningen først sætter godset gjennom en paa vaad vei arbeidende magnetisk separator, hvor magnetiten med lidt jernglans uttages, og saa lar man resten gaa til mekanisk anrikning. Det ligger i sagens natur, at driften herved kompliceres. — For separation av jernglans er ogsaa foreslaat en forberedende reduktion, saa man faar et magnetisk jernprodukt (magnetit eller blanding av magnetit og metallisk jern), med efterfølgende separation, samt andre arbeidsmetoder, som endnu kun befinder sig paa forsøgsstadiet.

Sligen kan enten anvendes som saadan, eller den kan briketteres.

*Brikettering* efter den Grøndal'ske røstnings- eller sintrings-metode kræver ved generatorfyring og brænding for eksport pr. ton slig fra ca. 5 til ca. 7 % stenkul og koster ved rationel drift omkring  $3\frac{1}{2}$ —4 kr. pr. ton, under særlig gunstige betingelser kanske ned til 3 kr. Briketteringen efter denne metode fordyrer altsaa i væsentlig grad malmens kostende, og det er maalet at faa ordnet sig saaledes, at denne store udgiftspost kan undgaas eller formindskes. — Ved masovne kan altid en del av godset paasættes som slig; og der foreligger — som utredet i et afsnit under den elektrometallurgiske beretning — flere patenter for elektrisk malmsmelting med meget stor sligtillsats, og tilmed for smeltning kun av slig uten tilsats av stykmalm. Desuten gives der paa dette omraade andre patenter, som dog paa dette sted ikke nærmere skal omhandles.

Ved røstningsbriketteringen gaar  $Fe_3O_4$  for det væsentligste over til  $Fe_2O_3$ ; herved øges vegten lidt, medens jernprocenten tilsvarende formindskes lidt. Slig, som i tørret tilstand holder 66 % jern, fører efter brikettering, paa grund av den ved surstof-optagningen lidt øgede vekt, kun 64— $64\frac{1}{2}$  % jern.

Den fra vaad magnetisk separation faldende slig indeholder efter lagring ca. 6—8 % vand, som naturligvis medfører øget transportutgift, naar transporten eller fragten beregnes pr. tør slig.

### **Om magnetisk separation av titanholdig jernmalm.**

Forekomsterne af titanholdig jernmalm fører, som ganske utførlig omhandlet i mine ovenfor citerte arbeider nr. 12 og 10, følgende mineraler:

1. titanjernerts-mineraler, hvorom mere nedenfor;
2. forskjellige jern-magnesia-silikater, nemlig et eller flere av mineralerne diallag (augit), hypersthen, hornblende, olivin, glimmer med flere, herunder sekundærmineralerne klorit og talk;
3. i rik malm ofte noget spinel, undertiden op til 5 og 10 %;

4. i fattig malm gjerne mere eller mindre feldspat (plagioklas), sjeldnere granat osv.;
5. desuden oftest nogen kis (svovlkis eller magnetkis), ikke sjelden i ganske stor mængde (0.5—1 % svovl i malmen), undertiden dog kun sparsomt (0.01—0.02 % svovl i malmen); apatit- eller fosformængden er i regelen yderst lav (0.01—0.02 % fosfor i malmen); ved nogle forekomster findes dog særdeles meget apatit.

Paa enkelte steder foreligger titanjernerts-mineralet eller -mineraleerne næsten rent; paa andre steder — og det er det vanlige — er titanjernerts-mineralerne opblandet med mere eller mindre jern-magnesia-silikat, og desuden i fattig malm navnlig med feldspat (plagioklas) og i rik malm ofte med spinel.

Til nærmere oplysning om sammensætningen medtages nogle fuldstændige eller næsten fuldstændige analyser.

Jernet er i analyserne nr. 5—7 beregnet som  $Fe_3O_4$ .

Nr. 1 a—c og nr. 2 fra Ekersund—Soggendal; nr. 1 a og b av utplukket ren titanjernsten; nr. 1 c av skeidet titanjernstenmalm (handelsvare) og nr. 2 (med 1.03  $Na_2O$  + 0.15  $K_2O$ ) av „ilmenit-norit“. Om disse og andre analyser fra dette felt henvises til det efterfølgende afsnit om Ekersund—Soggendal.

Nr. 3, a og b fra Bogsto i Skaanevik; avskrift fra 1860- eller 1870-aarene av bergmesterprotokollen i Trondhjem; analyserne gjælder temmelig ren utplukket eller skeidet malm.

Nr. 4, fra Hellevig i Søndfjord.

Nr. 5 fra Solnør paa Søndmør.

Nr. 6 fra Andopen paa Flakstadøen i Lofoten. — Malmene nr. 4—6 er saakaldt „titanomagnetit-spinellit“, med en del spinel (bestaaende navnlig av lerjord og magnesia).

Nr. 7 fra Rødsand i Tingvold, Nordmøre; malmen fører oftest en del svovl.

Til sammenligning medtages ogsaa et par analyser av lignende utenlandske malme; nr. 8 „titanomagnetit-olivinit“ fra Ingamåla i Småland, Sverige og nr. 9 fra Ontario i Canada. Forøvrigt henvises til sammenstilling av en mængde analyser i mit arbeide nr. 12.

Titanjernmalmene holder jevnlig litt kromoxyd, litt nikkel-koboltoxyd (se f. eks. nr. 3, 4 og 9) samt litt vanadinoxyd, — dog ikke i økonomisk mængde.

Malmene karakteriseres — paa grund av tilblending dels av jern-magnesia-silikater, dels av spinel og desuten paa grund av noget  $Mg TiO_3$  i ilmenitkonstitutionen — i regelen ved forholdsvis meget magnesia, derimot oftest ved forholdsvis litet kalk.

	Jernoxyd (FeO <sub>3</sub> )	Jernoxydul (FeO)	Titansyre (TiO <sub>2</sub> )	Kiselsyre (SiO <sub>2</sub> )	Lerjord (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Manganoxydul (MnO)	Nikkeloxyd(NiO,CoO)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Fosforsyre (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Tap, vand	Suun	Jern (Fe)	Fosfor (P)	Svoil (S)
1 a	12.03	32.43	46.31						5.14				33.64		
1 b	18.71	34.17	44.05						3.04			99.97	39.67		Spor
1 c	22.11	31.01	41.75	0.60		0.28		0.55	3.15	0.015		99.95	40.08	0.007	
2	2.36	24.52	18.49	31.59	8.54			2.25	10.70	0.02		99.65	20.72	0.01	
3 a	34.15	26.40	33.92	0.63			0.55	0.10	0.25				44.44		
3 b	38.50	26.45	31.35	2.98			0.50	0.10	0.50			100.95	47.54		
4	39.18	30.73	18.82	1.11	6.18	0.46	0.07		4.04	0.08	0.26	100.88	51.33	0.035	0.02
5	73.87	15.41	2.32	4.06				0.13	3.66	0.009			53.84	0.004	1.42
6 a	ca. 83	10.19	1.26						4.33				ca. 60		
6 b	79.7	9.92								0.05			57.70	0.02	
7	72.1	8.20	7.30	6.93				1.83	2.91				52.20		0.01
8	35.20	23.22	7.14	16.17	5.34	0.46		1.84	7.56	0.07	0.40	98.75	42.70	0.03	1.02
9	37.35	28.82	8.17	10.37	5.01	0.31	0.30	4.40	4.23	0.09	0.47	100.61	48.56	0.04	0.04



Malmenes titanprocent er i høieste grad vekslende, op til ca. 40—46 % — specielt i ilmenitmalmen fra Ekersund—Soggendal — og ned til kun nogle faa procent.

Malmenes jernprocent nedtrykkes selvfølgelig ved den tilstedeværende titansyre. Hertil kommer, at der i regelen — men ikke altid — er forhaanden en større eller mindre mængde av silikatmineraller, navnlig de mørke mineraler hornblende, augit, osv.; i fattig malm indgaar gjerne en hel del feldspat, og i rik malm, med liten tilblanding av silikater, findes ofte noget spinel.

Til nærmere oplysning medtar vi en tabel over titansyre- og jernprocenten i nogle av de her omhandlede forekomster i vort land. De fleste av analyserne gjælder sorteret malm og ikke den jevnlig ved siden av primamalmen optrædende sekundmalm.

	% titansyre (TiO <sub>2</sub> )	% jern (Fe)
Ekersund—	41—45	38—41
Soggendal { ren titanjernsten, oftest skeidet malm . . . .	38—40	37—40
Bogstø, Skaanevig; se nr. 3 . . . .	31—34	44—47.5
Røde nord { Soltvedt . . . . .	30.19	
for Bergen { Askeland . . . . .	23.76	
{ Lyseknappen . . . . .	23.27	
Hellevig, Søndfjord; se nr. 4 . . . .	ca. 18	ca. 50
Solnør, Skodje; se nr. 5 } Søndmøre	12—15	ca. 53—50
Lied, Ørskoug } . . . . .	12—15	- 53—50
Andopen, Lofoten; se nr. 6 . . . . .	ca. 10	- 58—60
Stjernø, Finmarken . . . . .	3—15	35—60
Rødsand, Nordmøre; se nr. 7. . . . .	7—9	49—52
Staaljern pr. Ekeland, Gjerstad. . . .	ca. 8	ca. 50
Herre, Langesundsfjorden . . . . .	- 6	- 50
Heindalen, Romsdalen . . . . .	5—7	25—45
Lango, Vesteraalen { Bredstrand . . . . .	ca. 5	ca. 53
{ Selvaag . . . . .	- 3—4	ca. 35

Titanmag-  
netitspinnellit,  
med lidt  
silikat.

Kun yderst sjelden stiger jernprocenten i skeidet malm saa høit som til 60 %. En hel del forekomster viser i skeidet tilstand omkring 50 % jern, men det vanlige er endnu lavere jern-

procent, — dels som i Ekersund—Soggendal-malmen paa grund av en saa overordentlig høi titansyre-procent, og dels paa grund av stor tilblanding av silikater.

Av større hittil kjendte felter i vort land er det kun Ekersund—Soggendal, som fører saa meget som 40 % eller endnu mere av titansyre. Nogle forholdsvis faa forekomster holder mellem 20 og 35 % titansyre, en del forekomster mellem 10 og 20 % titansyre, og saa endelig et større antal forekomster mellem 5 og 10 eller 4 og 9 % titansyre.

Foruten de i tabellen avtrykte forekomster med mellem ca. 4 og ca. 9 % titansyre kjendes en del andre med lignende procent.

Titansyren indgaar i regelen for den aldeles overveiende del i titanjernerts-mineralet eller -mineraleerne; litt titansyre findes ogsaa i enkelte av jern-magnesia-silikaterne, men dette spiller i regelen kun en underordnet rolle. Rent undtagelsesvis forefindes der dog paa de her omhandlede forekomster jern-magnesia-silikater med en nævneværdig stor titansyre-procent. — Spinellen holder ifølge analyse kun „spor“ titansyre.

Av titanjernerts-mineralerne skal vi først merke os ilmeniten (eller titanjernsten i ordets egentlige betydning), bestaaende av  $\text{FeTiO}_3$ , n  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , m  $\text{MgTiO}_3$ .

Ved siden av overveiende meget  $\text{FeTiO}_3$  — i ren tilstand holdende 36.7 % jern og 52.7 % titansyre — fører dette mineral jevnlig i mineralets konstitution noget  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (samt ofte yderst litet  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{V}_2\text{O}_5$ ) og desuten noget  $\text{MgTiO}_3$  samt spor av  $\text{MnTiO}_3$ . Ilmeniten fra Ekersund—Soggendal fører i ren stuf ofte 3—5 %  $\text{MgO}$ , indgaaende i  $\text{MgTiO}_3$ . Den kemisk rene ilmenit holder oftest 43—50 % titansyre og 40 eller litt over 40 % jern.

Tidligere opførte man desuten et særskilt mineral, „titanomagnetit“, med formodet sammensætning som  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , n  $\text{Fe}_2\text{TiO}_4$ , hvor titansyren skulde indgaa i magnetitens konstitution. Jeg vil ikke benegte, at et saadant mineral hist og her kan foreligge — men jeg vil paa den anden side uttrykkelig præcisere, at den saakaldte „titanomagnetit“ i alle fald ved en flerhet av de her omhandlede forekomster ikke er et enkelt mineral, men en mekanisk blanding av to mineraler, nemlig

- a) *magnetit*, uten eller kun med yderst litet titansyre og  
 b) *ilmenit*, hvori titansyren indgaar — enten i sin helhet eller i aldeles overveiende grad.

Ved magnetisk separation av tilstrækkelig finknust gods kan man saaledes — i alle fald ved en hel del av de her omhandlede forekomster — dele godset i to portioner,

- a) magnetit-gods, med lav tilblending av titansyre, og  
 b) ikke magnetisk avfald, hvori ilmeniten, og saaledes ogsaa titansyren, for den væsentligste del vil indgaa.

Jeg omtalte dette foreløbig i en liten artikkel „Om at fremstille jernmalmriketter av titanholdig jernsand“ i Teknisk Ugeblad, for jan. 1908.

Senere er dette spørsmåal nærmere studert av dr. *P. Farup*, som i sakens anledning har konstruert en liten magnetisk separator til laboratoriebruk, ved hvilken man med lethed kan bestemme kvantitativt mængden av det utseparerte magnetiske gods. Med dr. *Farups* tillatelse meddeles her resultatet av hans hittil foretagne undersøgelser.

Vi begynder med at avtrykke nogle forsøk — offentliggjort i min netop citerte lille artikkel fra jan. 1908 — med separation av malm fra Heindalsfeltet ved Langfjorden i Romsdalen.

	Sammensætningen av raamalmen	Tons raamalm pr. ton slig	Sligens sammensætning
Forsøk a	7.08 % $TiO_2$ 44.66 · Fe 0.95 · S 0.013 · P	2.04	1.49 % $TiO_2$ 68.51 · Fe 0.097 · S 0.006 · P
Forsøk b	6.20 % $TiO_2$ 35.85 · Fe 0.023 · P	2.82	1.30 % $TiO_2$ 67.73 · Fe 0.004 · P
Forsøk c	4.90 % $TiO_2$ 27.65 · Fe 0.042 · P	4.17	0.72 % $TiO_2$ 69.90 · Fe 0.003 · P

Forsøk a utført i noget større stil av Metallurgiske aktiebolag i Sverige; forsøk b og c utført som laboratorieforsøk av prof. *Henry Louis*, Newcastle.

Dr. *Farups* forsøk stilles tabellarisk sammen:

	Sammensetning (% TiO <sub>2</sub> , Fe) av raamalmen	Ved knusning til 1 mm.		Ved knusning til 0.1 mm.	
		Tons raamalm pr. ton slig	Sligens sammen- setning	Tons raamalm pr. ton slig	Sligens sammen- setning
A	7.15 TiO <sub>2</sub> 35.07 Fe	2.15		2.86	0.40 TiO <sub>2</sub> 69.60 Fe
B	8.48 TiO <sub>2</sub> 42.61 Fe	1.52		2.00	0.96 TiO <sub>2</sub> 68.40 Fe
C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub>	4.32 TiO <sub>2</sub> 21.33 Fe	3.57		4.78	1.03 TiO <sub>2</sub> 66.34 Fe
	6.60 TiO <sub>2</sub>	1.85	3.97 TiO <sub>2</sub>	3.01	1.22 TiO <sub>2</sub>
	6.30 TiO <sub>2</sub>	1.70	2.65 TiO <sub>2</sub>	2.38	1.16 TiO <sub>2</sub> 67.59 Fe
	7.21 TiO <sub>2</sub>	1.98	4.23 TiO <sub>2</sub>	2.73	1.47 TiO <sub>2</sub> 67.4 Fe
	6.81 TiO <sub>2</sub>	1.56	3.33 TiO <sub>2</sub>	2.10	1.53 TiO <sub>2</sub> 65.68 Fe
D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	9.03 TiO <sub>2</sub> 49.3 Fe 0.81 S 0.017 P	1.33	5.00 TiO <sub>2</sub> 62.24 Fe	1.58	1.24 TiO <sub>2</sub> 68.82 Fe
	8.21 TiO <sub>2</sub> 46.44 Fe 1.02 S 0.014 P	1.65		1.99	1.20 TiO <sub>2</sub> 68.70 Fe 0.45 S 0.008 P
	7.80 TiO <sub>2</sub> 51.20 Fe	1.43	4.09 TiO <sub>2</sub> 61.38 Fe	1.57	2.35 TiO <sub>2</sub> 64.59 Fe
E	5.48 TiO <sub>2</sub> 62.0 Fe	1.1	2.39 TiO <sub>2</sub> 68.17 Fe	1.14	1.60 TiO <sub>2</sub> 69.65 Fe
F	32.9 TiO <sub>2</sub> ca. 45 Fe	4.1	4.27 TiO <sub>2</sub> 63.65 Fe	5.2	1.75 TiO <sub>2</sub> 68.1 Fe

	Sammensætning (% TiO <sub>2</sub> , Fe) av raamalmen	Ved knusning til 1 mm.		Ved knusning til 0.1 mm.	
		Tons raamalm pr. ton slig	Sligens sammensætning	Tons raamalm pr. ton slig	Sligens sammensætning
G	15.04 TiO <sub>2</sub> (ca. 50 Fe)	1.69		2.12	2.37 TiO <sub>2</sub> 68.60 Fe
H	13.55 TiO <sub>2</sub> ca. 40 Fe	1.53	10.01 TiO <sub>2</sub> 47.34 Fe	2.09	4.81 TiO <sub>2</sub> 60.99 Fe
I	I <sub>1</sub> 13.49 TiO <sub>2</sub> (ca. 50 Fe)	1.22		1.87	6.26 TiO <sub>2</sub> 59.07 Fe
	I <sub>2</sub> 10.87 TiO <sub>2</sub> (ca. 50 Fe)				
K	14.10 TiO <sub>2</sub>	1.29	14.52 TiO <sub>2</sub>	1.48	9.18 TiO <sub>2</sub>
L	7.78 TiO <sub>2</sub> 49.52 Fe	1.30	8.02 TiO <sub>2</sub> 53.72 Fe	1.52	7.9 TiO <sub>2</sub> 57.2 Fe
M	9.80 TiO <sub>2</sub> 41.2 Fe	1.40	12.98 TiO <sub>2</sub>	1.59	10.80 TiO <sub>2</sub>

Prøverne A, B, C, D osv. er fra forskjellige forekomster, og de enkelte prøver C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> osv. er malme eller malmsorter tagne fra forskjellige steder inden et og samme felt.

Prøverne blev knust tørt, men separert vaadt.

Knusning til 1 mm., henholdsvis 0.1 mm. betyr, at de største korn kunde passere sigt med henholdsvis 1 og 0.1 mm.; de allerfleste korn var betydelig mindre.

Videre medtages nogle ved Metallurgiske aktiebolag i Sverige utførte forsøk, som velvillig er stillet til min disposition, med magnetisk separation av titanjernsand fra Kvalvik paa utsiden av Moskenæsøen i Lofoten.

Den undersøkte sand hadde kornstørrelse: mindre end  $\frac{1}{4}$  mm. } 73.3 %  
 større end  $\frac{1}{10}$  " }  
 mindre end  $\frac{1}{10}$  " 26.7 .

Sanden gav ved analyse:

13.20 % TiO<sub>2</sub>  
56.55 . jern

3.52 % SiO<sub>2</sub>  
0.06 . fosfor  
0.007 . svovl

Forsøg 1: magnetisk separation av sanden uten knusning gav 53.8 % slig og 46.2 % avfald, av sammensætning:

	Slig	Avfald
0/0 titansyre	5.03 0/0	26.90 0/0
- jern	67.70 -	43.56 -
- kiselsyre	0.85 -	
- fosfor	0.045 -	
- svovl	0.002 -	

Forsøk 2; sanden knustes til  $\frac{1}{6}$  mm. og derunder, underkastedes derpaa magnetisk separation, med produkt 50.5 0/0 slig og 49.5 0/0 avfald, av sammensætning:

	Slig	Avfald
0/0 titansyre	3.14 0/0	26.7 0/0
- jern	69.24 -	43.59 -
- kiselsyre	0.250 -	
- fosfor	0.026 -	
- svovl	0.002 -	

Forsøk 3; sanden knustes til rørværnskorn, separertes, med produkt 47.7 0/0 slig og 52.3 0/0 avfald; sligen holdt:

ca. 2.5 0/0 titansyre,  
70.33 - jern.

Videre avtrykkes efter min artikel i Teknisk Ugeblad jan. 1908, nogle magnetiske separationsforsøk med titanjernsand fra St. Lawrence-bugten i Canada. „Laborieprøverne“ blev udførte paa det Metallurgiske aktiebolags kontor i Stockholm, og den „tekniske prøve“ — under kontrol av mig — i større stil ved Herräng jernverk, med Grøndals separator type nr. V. — Sanden blev først separert uten knusning, til koncentrat I; derefter blev dette knust i en kuglemølle til størrelse under  $\frac{1}{6}$  mm. (det meste betydelig under  $\frac{1}{6}$  mm.), hvorefter det paany separertes, til koncentrat II.

		Sandens sammensætning	Koncentrat I i 0/0 av sand	Koncentrat I; sammensætning	Koncentrat II i 0/0 av koncentrat I	Koncentrat II; sammensætning	Avfald fra II; sammensætning
Labor.-prøve	Fattig	6.7 TiO <sub>2</sub> 18.6 Fe	10.9	4.4 TiO <sub>2</sub> 65.6 Fe	89.4	2.9 TiO <sub>2</sub> 69.8 Fe	30.1 Fe
	Rik	18.6 TiO <sub>2</sub> 54.8 Fe	42.2	2.3 TiO <sub>2</sub> 69.6 Fe	96.6	1.5 TiO <sub>2</sub> 70.5 Fe	44 Fe
Tekn. prøve		7.9 TiO <sub>2</sub> 29.4 Fe	26.5	3.9 TiO <sub>2</sub> 66.3 Fe	95	2.0 TiO <sub>2</sub> 69.6 Fe	37 Fe

De to sandprøver, fra Kvalvik i Lofoten og fra Canada, førte en hel del ilmenit i frie korn, saaledes at man ved separation av sanden uten foregaaende knusning fik et koncentrat I med resp. ca. 5 og 2.3—4.4 % titansyre. Ved knusning av sanden eller av det først erholdte koncentrat I blev titanprocenten end yderligere nedsat.

Separationsforsøkene med raamalmen fra Heindalen og fra forekomsterne A, B, C og D godtgjør med absolut sikkerhet, at man paa disse steder, naar godset knuses nogenlunde fint (til maks. 0.1 mm.), ved magnetisk separation av malm med oftest 5—9 % titansyre og oftest 30—45 % jern kan fremstille slig (koncentrat) med oftest 66—69 % jern. Videre er det godtgjort, at jo finere man knuser godset, des mere titansyre fjerner man, og des høiere stiger jernprocenten i den utseparerte slig.

De allerfleste ilmenitkorn vil saaledes ved knusning ned til maks. 0.1 mm. av de her omhandlede malme være bragt fri for sig, uten mekanisk vedhæng av magnetit. Og det er i høi grad sandsynlig, at den lille endnu i sligen gjenværende titansyreprocent skyldes yderst fin mekanisk tilblending av ilmenit.

Ved Prøverne H og I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> opnaadde man absolut regnet en nogenlunde stor fjernelse av ilmeniten; men den erholdte slig, ved knusning til maks. 0.1 mm. fører her endnu tilbake en høi titansyreprocent. Den naturlige forklaring herpaa er, at ilmeniten i disse malme optræder i finere korn end i de først omhandlede malme.

Prøve K viser kun en svak formindskelse av titansyren.

I prøverne L og M møter vi, absolut regnet, omtrent samme titansyreprocent i raamalmen og i den ved knusning til maks. 0.1 mm. utseparerte slig. Jernprocenten i denne er derimot — hvad analytisk er godtgjort for prøve L — steget lidt, hvilket vil bero paa, at ogsaa her i alle fald lidt ilmenit er fjernet. Hovedmassen av titansyren sitter dog endnu i magnetit-sligen. Hvorvidt dette beror paa en yderlig fin — mikroskopisk eller endog submikroskopisk — mekanisk tilblending av ilmenit, eller derpaa, at noget TiO<sub>2</sub> indgaar i magnetitens konstitution, er endnu ikke avgjort, men vil bli gjenstand for fremtidige studier.

Vi skal beregne tapet av jern ved separation av den finknuste slig — i procent av raalmens oprindelige jernindhold.

	Raalmens procent		Tons raalm til ton slig	Sligens procent		Procentisk tap av jern	
	TiO <sub>2</sub>	Fe		TiO <sub>2</sub>	Fe		
D <sub>1</sub>	9.0	49.3	1.58	1.2	68.8	11.5	
D <sub>3</sub>	7.8	51.2	1.58	2.3	64.6	20	
D <sub>2</sub>	8.2	46.4	1.99	1.2	68.7	25.5	
B	8.5	42.6	2.00	1.0	68.4	20	
A	7.2	35.1	2.86	0.4	69.6	30	
Heindalen	a	7.1	2.04	1.5	68.5	24.5	
	b	6.2	2.82	1.3	67.7	33	
	c	4.9	27.7	4.17	0.7	69.9	38.5
	C <sub>1</sub>	4.3	21.3	4.76	1.0	66.3	35

Jernet indgaar i raalmalen fordelt paa:

1. Magnetit (med 72.4 % jern).
2. Ilmenit (med oftest ca. 40 % jern).
3. De forskjellige jern-magnesia-silikater (vistnok jevnlig med omkring 10 % jern).
4. Spinel (efter en enkelt analyse med 18.1 % jern).
5. Kis (svovlkis, magnetkis).

Da de mineraler, som fjernes, gjennomgaaende holder adskillig jern, maa tapsprocenten stille sig forholdsvis høi.

*Navnlig stiger jerntapet i væsentlig grad med raalmens titansyreindhold, og derfor vil separation av titanjernmalm, for at fremstille titanfattig jernmalmslig, bli indskrænket til de forholdsvis titanfattige jernmalme.*

Under gunstige betingelser — jernrig raalm med 40—50 % jern og med ikke over 9 % titansyre, og samtidig med nogenlunde grovkornig ilmenit — behøver tapet ikke at utgjøre mere end 20—25 % eller  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$  av raalmens jernprocent, undertiden ikke engang saa meget. Men ved fattigere raalm stiger jerntapet til  $\frac{1}{2}$  eller derover.



Ved enkelte malme behøves ikke mere end 1.75—2.5 tons raamalm til 1 ton slig, med ca. 65—68 % jern.

— Det fremgaar av ovenstaaende, at man under gunstige betingelser — baade med hensyn til raamalmens sammensætning og til dens brytningsforhold — kan foreta magnetisk separation av titanjernmalm.

Enten man skiller bort hovedsagelig kvarts eller hovedsagelig ilmenit, kan komme ut paa det samme.

Saken faar nærmere utredes med hver enkelt forekomst for øie, idet der uttages større prøver, dels paa forskjellige steder inden forekomsten og dels av de litt forskjellige malmsorter, som man ofte møter inden et og samme felt.

---

## Jernmalforekomster i det nordlige Norge.

(Tromsø stift).

Paa fastlandet i Nordlands amt og i den søndre del av Tromsø amt findes en hel del, *tildels meget store forekomster av Dunderland—Salangen-typen* (XI), samtlige kun førende separationsmalm.

De *store felter i Sydvaranger* (I) i Øst-Finmarken fører likeledes separationsmalm; nogle leiesteder her kan ogsaa producere haandskeidet malm.

Forekomster med separationsmalm, av samme geologiske type som i Sydvaranger, har man ogsaa paa en hel del steder paa Hindøen (se s. 3).

I Lofoten—Vesteraalen med tilgrænsende distrikter (Meløvær i Bjarkø, paa Bjarkø hovedø, i Edfjorden i Lødingen) har der ogsaa været arbeidet eller arbeides nu paa en række forekomster, hvorav de allerfleste dog er temmelig smaa, dels av titanfri og dels av titanfattig haandskeide-malm (se under II og III).

Forekomster av titanholdig jernmalm (se under VI) optræder ved Selvaag og andre steder i Lofoten—Vesteraalen og paa Stjernø i Vest-Finmarken.

### Sydvaranger.

Der henvises til teknisk beskrivelse i Teknisk Ugeblad, 1908, nr. 1 og til foredrag av overing. *Wiull* sammesteds 1908, nr. 16. — Se ogsaa Stortingsmedd. nr. 11, 1904—05, „Ang. kontrakt mellem landbrugsdept. og Chr. Anker vedrørende jernmalforekomsterne paa Pasvikhalvoen i Sydvaranger“. — Feltet kjender jeg personlig fra besøk sommeren 1908.

Paa den 7—8 kilom. brede „halvø“ mellem Langfjorden og Langfjordvandet i vest og Pasvikelven i øst optræder grundfjeldsbergarter, hovedsagelig presset (stripet), ofte endog meget sterkt stripet granit, og desuten en hel række mere basiske led, navnlig forskjellige, oftest fuldstændig uralitiserte gabbrobergarter, og tilmed — nemlig nær Langfjordsstrømmen og nær gaarden Namdalen ved Langfjordvandet — serpentin, paa førstnævnte sted ogsaa vegsten; de sidste bergarter er temmelig sikkert at opfatte som omvandlede sterkt basiske eruptiver. Granitpegmatitgange er meget vanlige. — Det hele bergartkompleks bestaar av grundfjelds-*eruptiver*, som tildels er sterkt omvandlede.

Inde i den sterkt stripedede gneisgranit optræder en utallighet av jernmalforekomster, særlig inden et ca. 14 kilom. langt og 2—4 kilom. bredt drag fra „Grubebyen“ i NNO til Næverskrugbugten i SSV (se kart fig. 1). „Aktieselskabet Sydvaranger“ har her forekomster av alle mulige dimensioner, fra giganter av et par kilom.s længde og op til 170 m.s tykkelse og ned til lilleputter av 1 m.s længde og 0.2 m.s bredde. — Forekomsterne staa i regelen med steilt fald, gjerne paa 60—70°. Malmparterne bestaar av en i almindelighet yderst monoton veksling av striper, dels førende magnetit med noget kvarts og hornblende, og dels førende kvarts med hornblende og noget magnetit (se fig. 3, 4 og 5). Denne randede malm, som undertiden er sterkt kruset, har stor likhet med den svenske saakaldte „torrsten“-malm f. eks. fra Striberg. — Desuten foreligger paa enkelte steder nær Ørnevand en jernrikere malm, hvorom mere nedenfor.

Malmen er undertiden gjennemsat av gange av diabas (dels frisk og dels mere eller mindre omsat) samt av nogle ganske faa og smale gange av granit, desuten av nogle sparsomme gange av kvarts.

Forekomsterne i Sydvaranger og de i geologisk henseende analoge forekomster i distriktet Fiskefjorden—Gullesfjorden—Øksfjorden paa Hindøen er bundne til granit (eller presset granit). De staa følgelig i et genetisk avhængighetsforhold til graniten. De er ikke yngre spalteutfylninger. De gjennemsættes undertiden av granitgange. Pneumatolytiske mineraler mangler fuld-

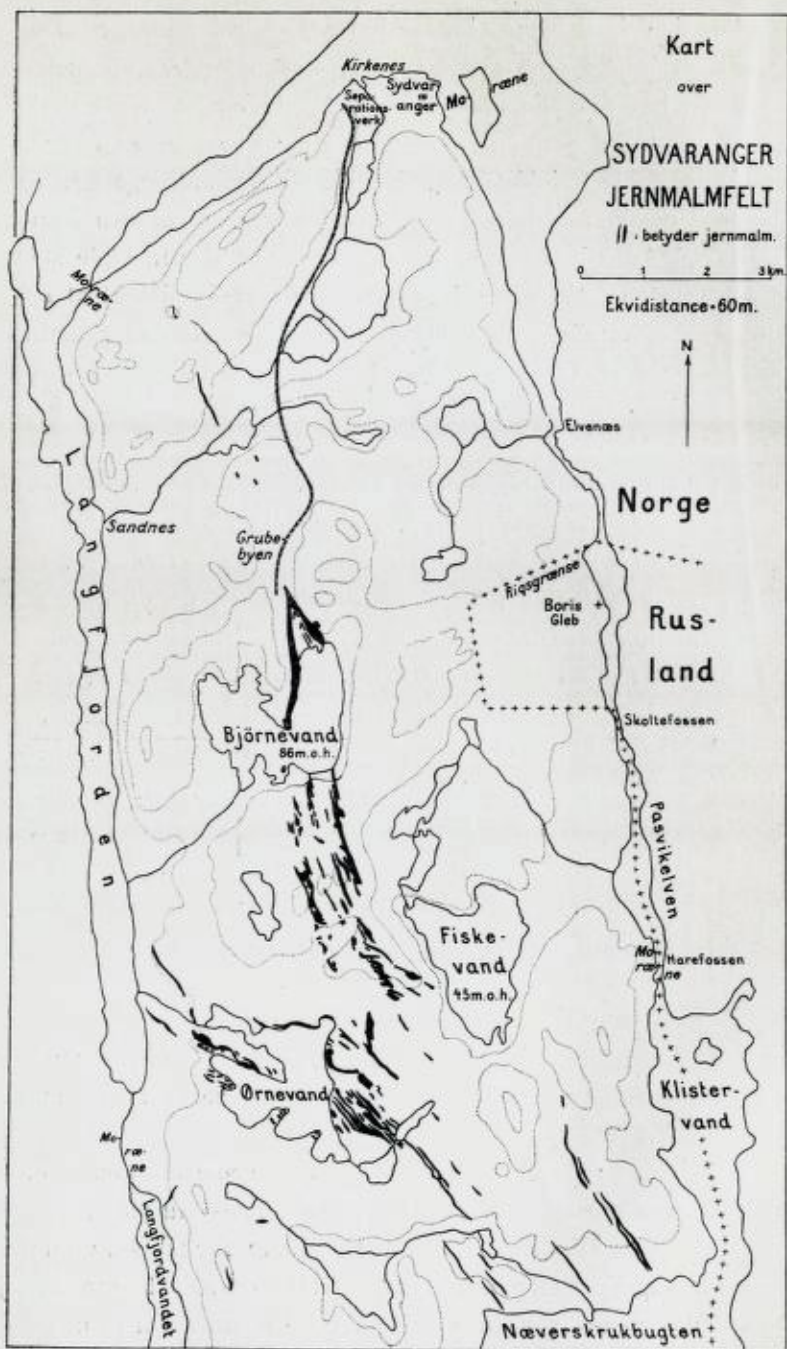
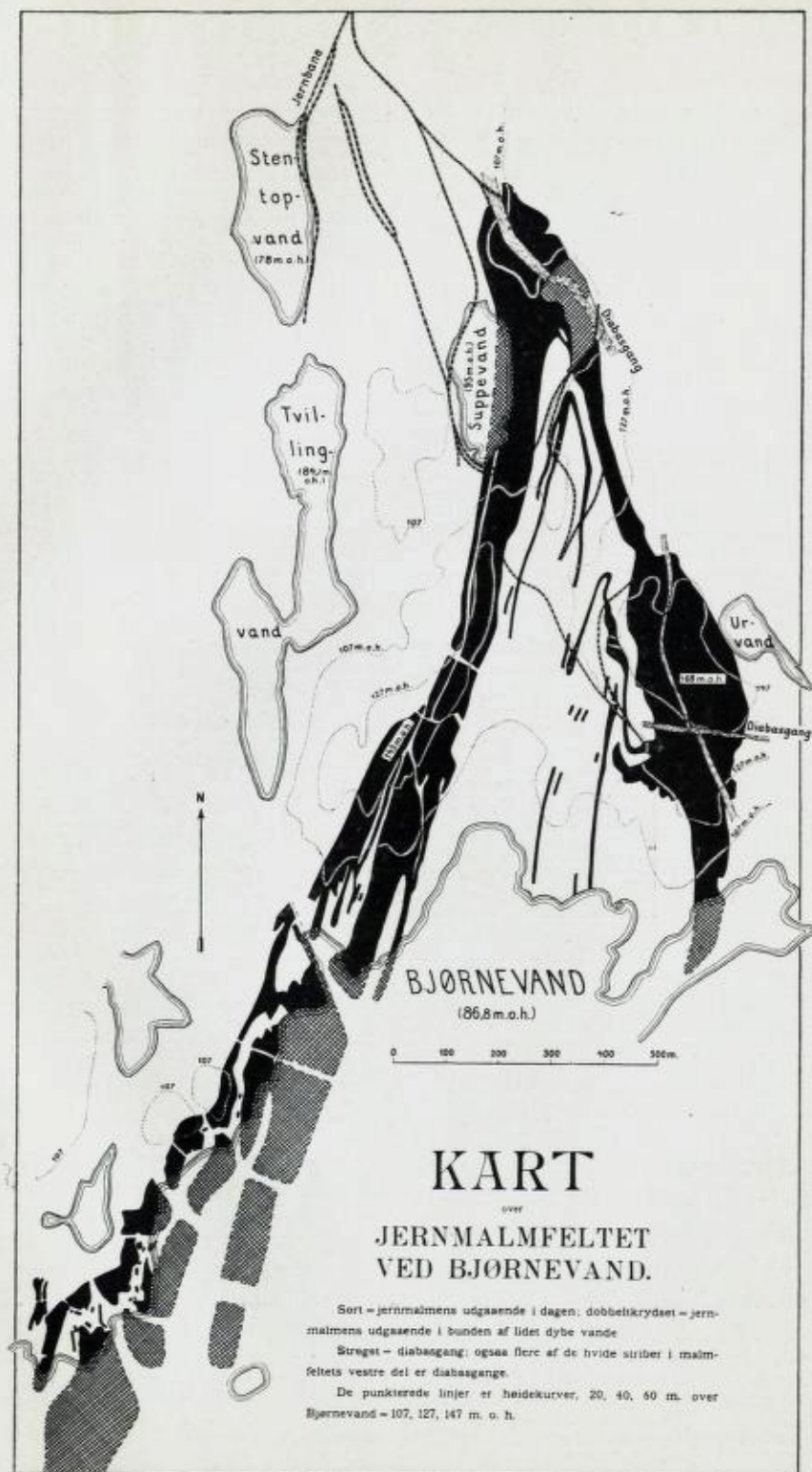


Fig. 1.



# KART

## OVER JERNMALMFELTET VED BJØRNEVAND.

Sort - jernmalmsens udgaende i dagen, dobbeltkrydet - jernmalmsens udgaende i bunden af liden dybe vand

Strøget - diabasgang; ogsaa flere af de hvide siriber i malmfeltets vestre del er diabasgange.

De punkterede linjer er heidekurver, 20, 40, 60 m. over Bjørnevand - 107, 127, 147 m. o. h.

Fig. 2.

stændig. Forekomsterne av den kvartsrandede malm viser flere-  
 steds overgange til de ovenfor (s. 3) under gruppe II opførte  
 malme. I morfologisk henseende viser forekomsterne nogen  
 likhet med schliere- eller gangformige utsondringer av titan-  
 holdig jernmalm (med typus Storgangen ved Soggendal) i gabbro  
 og labradorsten. — Hovedsagelig av disse grunde drog jeg for  
 nogle aar siden (se mit arbeide nr. 24), da jeg endnu kun  
 kjendte Hindøforekomsterne, den slutning, at disse i geologisk  
 henseende var at opfatte som en egen slags magmatiske utson-



Fig. 3. Den stripedede lille fjeldknaus bestaar av jernmalm.  
 Fotografi av ing. H. Lund.

dringer, dannede i granitmagmaen og senere frempressede i  
 schlierer eller gange<sup>1</sup>. — Ved studiet av Sydvarangerfeltet er  
 jeg bleven bestyrket i riktigheten av denne teoretiske opfatning.  
 Navnlig betones, at man i Sydvaranger har et stort eruptivfelt  
 („petrografisk provins“), med en hel række av magmatiske diffe-  
 rentiationsprodukter.

Den praktiske slutning av ovenstaaende er, at de større  
 malmpartier, som i dagen viser en længde av  $\frac{1}{2}$ —1 kilom.

<sup>1</sup> Se ogsaa prof. *Sjögrens* senere arbeide nr. 25, fra 1908. — Ogsaa hen-  
 vises til et par artikler av mig i Morgenbladet, 1908, nr. 439 og 450.

eller derover, i det hele og store vil fortsætte med nogenlunde samme malmareal ogsaa mot dypet. I kart i dagen viser de større forekomster vekslende tykke og tynde partier; paa lig-



Fig. 4. Den vanlige kvartsrandede malm for Sydvaranger (halv maalestok).

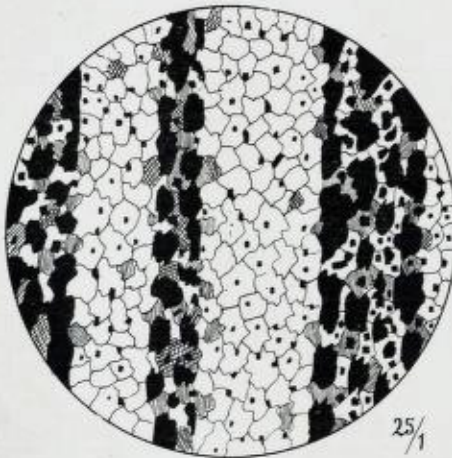


Fig. 5. Mikroskopisk præparat av den kvartsstripede malm.  
Sort = magnetit; hvidt = kvarts; linieret = hornblende.

nende vis vil forekomsterne ogsaa forholde sig mot dybet, — muligens saaledes, at de i dagen meget tykke utvidelser flersteds vil vise nogen avsmalning mot dybet, medens paa den

anden side de smale partier kan vise nogen utvidelse. Den erfaring, man i saa henseende har vundet ved Kiirunavaara i Norbotten, kan man i det væsentlige ogsaa overføre paa de store forekomster i Sydvaranger. — Spørsmaalet om malmens forhold paa større dyb har forøvrig for tiden ikke nogen økonomisk interesse, da man indtil videre kan utvinde tilstrækkelig malm ved dagbrudd.

Da malmen i Sydvaranger har større motstandskraft mot „tidens tand“ (denudationen) end den omgivende granit, hæver den sig i regelen som en ryg i terrænet (se fig. 6), og denne ryg er gjerne des høiere og mere markert, jo tykkere malmen

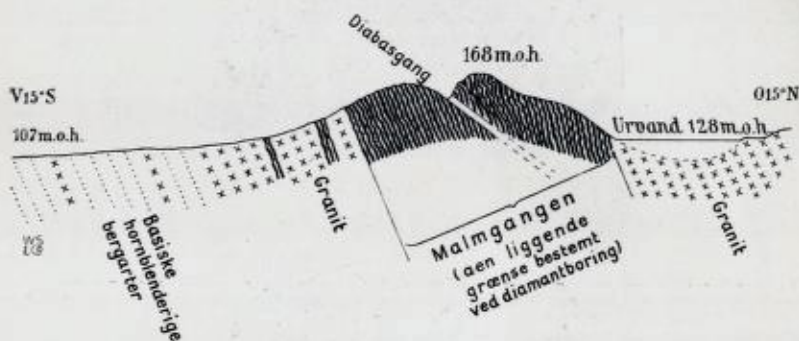


Fig. 6. Profil over Urfjeldmalmen ved Bjørnevand. — Malmen hæver sig som en ryg i terrænet. — Langs de let forvitrende diabasgange er utgravet en rendeformig forsænkning.

er. Eksempelvis henvises til det østre parti av den V-formige malmgang ved Bjørnevand: ved Urfjeld, hvor malmens horisontale bredde er svulmet op til 170 m., hæver malmryggen sig til høide 168 m. o. h. (= 83 m. over Bjørnevands nivaa); ca.  $\frac{1}{3}$  kilom. længere mot NNV, hvor den horisontale malmtykkelse lokalt er sunket ned til 30 m., er høiden derimot meget lavere, kun ca. 120 m. o. h.

Den vanlige kvartsrandede malm fører ved de forskjellige malmpartier noget vekslende jernprocent, dog sjelden under 30% eller over 38%. — Ved de forekomster, som man tænker at avbygge, kan den gennemsnitlige jernprocent sættes til 35—37%. En større prøve paa 100 tons fra Bjørnevandsfeltet viste i gjen-



nemsnit 37 % jern. — Fosforprocenten veksler mellem ca. 0.01 og ca. 0.07, med middel ca. 0.04 %. Svovlprocenten er oftest 0.01—0.07. Manganprocenten er meget lav (0.1—0.4 % Mn), titanprocenten likesaa (0.04—0.35, middel ca. 0.1 %  $\text{TiO}_2$ ). — Mineralerne i malmen er magnetit (uten jernglans), kvarts, hornblende (i mindre mængde), desuten leilighetsvis epidot, samt granat som stor sjeldenhed; videre litt apatit og svovlkis samt spor av magnetkis.

Til nærmere oplysning om malmens karakter medtages et par analyser, som er mig meddelte fra selskabets kontor.

	Nr. 1	Nr. 2
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	36.71	40.06
$\text{FeO}$	15.40	17.82
$\text{SiO}_2$	43.92	35.42
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.83	1.54
$\text{MnO}$	0.58	0.48
$\text{MgO}$	1.12	2.60
$\text{CaO}$	0.48	2.15
$\text{TiO}_2$	0.08	0.09
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.07	0.08
S	0.04	0.03
	Sum 99.23	100.27
Jern (Fe)	37.68	41.94

Nr. 1 er av den vanlige kvartsrandede malm, med forholdsvis litet hornblende (se fig. 4), fra Bjørnevand; nr. 2 er av noget hornblenderikere og jernrikere kvartsmalm fra Ørnevand (dog ikke av den jernrike magnetit-hornblende-malm). I mit arbeide nr. 16, s. 22 er sammenstillet en række bestemmelser av jern, mangan, fosfor, svovl, titansyre og uopløst av malme fra Sydvaranger.

Foruten den vanlige kvartsrandede fattige malm findes paa enkelte steder ved SO-siden av Ørnevand ogsaa en rikere malm, bestaaende av magnetit med hornblende og ofte forholdsvis meget epidot. Denne malm holder 48—56, gjennomsnittlig 52—53 % jern, ca. 0.03—0.05 % fosfor og ganske litet svovl, mangan og titansyre (0.01—0.03 % svovl; 0.1—0.4 % mangan, Mn; 0.05—0.3 % titansyre).

I de allerførste aar agter man kun at ta feltet ved Bjørnevand under arbeide. Fra Kirkenæs til centralstationen ved Bjørnevand er bygget jernbane, som midtsommers 1909 var omtrent færdig, av 8 kilom.s længde. — Ved Bjørnevand optræder en stor

malmforekomst, i kart av form som en stor V (se kartet fig. 2), hvor hvert av de to ben av V'en har en længde av resp. 1.2 og 1.5 kilom.; hertil kommer endvidere fortsættelse under Bjørnevandets nivåa. Malmens horisontale tykkelse veksler mellem ca. 170 m.<sup>1</sup> og ca. 30 m., og den gjennemsnittlige horisontale tykkelse kan sættes til ca. 90 m. — Malmarealet av dette malmparti utgjør 240 000 m<sup>2</sup> over Bjørnevands nivåa, hvortil kommer fortsættelsen under vandet, ifølge magnetometermaaling bestemt til ca. 100 000 m<sup>2</sup> (eller 117 000 m<sup>2</sup>). Denne fortsættelse kan medregnes, idet man har adgang til i fremtiden at tømme det hele vand, ved en stor stoll. — Ifølge detaljeret kubisering kan man her utta ved dagbrudd, udelukkende over et plan i høide 80 m. o. h., ialt ca. 32 mill. tons raamalm; desuten kan man i fremtiden ogsaa utta adskillige mill. tons raamalm ved dagbrudd under det nævnte plan, 80 m. o. h. — Ved dagbruddsminering falder foruten raamalm ogsaa noget „graaberg“, av granitgange og kvartsgange og navnlig av diabas, som paa et par steder gjennemsætter malmen i ganske mægtige gange, av tykkelse 6 m. og undtagelsesvis ca. 10 m. Alt i alt kan regnes ca. 10 % saadant „graaberg“, som er fraregnet fra den ovenfor nævnte kalkule paa 32 mill. tons raamalm. Den gjennemsnittlige jernprocent i dette malmkvantum kan sættes til 35—37 % jern (o: i syre oppløselig jern).

Det samlede malmareal for alle Aktieselskabet Sydvaranger tilhørende forekomster i Sydvaranger anslaaes til mindst 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> mill. m<sup>2</sup>. Der er hittil detaljert kartlagt og arealberegnet forekomster med samlet areal litt over 1 mill. m<sup>2</sup>; hertil kommer en række forekomster, som ifølge foreløbig overslag kan sættes til samlet areal paa mindst <sup>1</sup>/<sub>4</sub> mill. m<sup>2</sup>.

Tages kun hensyn til forekomster, som samtidig har længde mere end 300 m., gjennemsnittlig tykkelse inden denne længde av mindst 25 m., og desuten gjennemsnittlig jernprocent mindst 34 %, formindskes arealet rent skjønsmæssig til ca. 750 000 m<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Hertil svarer virkelig mægtighet (maalt vinkelret paa faldet) av ca 150 m.

Hertil kommer ca. 6000 m<sup>2</sup> malmareal for rikere malm, med 52—53 % jern.

Inden det hele felt kan man av de sidstnævnte forekomster med areal ca. 750 000 m<sup>2</sup> skjønsmæssig utta kun ved dagbruddsdrift omkring 100 mill. tons raamalm, med ca. 35—37 % jern.

I henhold til foretagne forsøk kan man av den vanlige malm med ca. 35—37 % jern regne ca. 2.3 tons raamalm pr. ton slig à ca. 67 % jern. Dette vil svare til, at avfaldet — 1.3 ton pr. ton slig — skulde holde ca. 12 % jern. 1 m<sup>3</sup> raamalm (i fast fjeld) gir 1.5—1.6 tons slig. — I denne forbindelse bemærkes, at jernglans ikke med sikkerhet er paavist inden forekomsterne, og at kun forholdsvis litet jern indgaar i godsets hornblende.

Enkelte av forekomsterne i Sydvaranger var saavidt kjendt i ældre dage, men feltet kan allikevel siges først at være opdaget i 1902. I 1906 stiftedes „Aktieselskabet Sydvaranger“, som nu foretar meget store anlæg. Driften skal ta sin begyndelse ved feltet paa nordsiden av Bjørnevand (se kart fig. 2). Naar man senere rækker det, tænkes driften utstrakt ogsaa over de sydligere beliggende forekomster. Separationsverk, efter Grøndals system, bygges ved havnen Kirkenæs. Hvorvidt briketteringsovne, likeledes efter Grøndals system, ogsaa skal opføres, er endnu et aapent sporsmaal.

Det er planen at producere aarlig ca. 6—700 000 tons slig, hvorav muligens ca. 100 000 tons vil bli brikettert. Alene ved Bjørnevand har man i dagbruddene kun over 80 m.s nivaa tilstrækkelig raamaterial for noget mere end 20 aars drift med 600 000 tons færdigt produkt (med ca. 67 % jern) aarlig. Og utelukkende ved dagbrudd kan det hele felt opretholde denne produktion gjennem et tidsrum av varighet skjønsmæssig omkring tre kvart aarhundrede. — Naar det kvantum, som kan tages ved dagbrudd, i sin tid er forbrugt, vil man bli henvist til dyppdrift. Hvorvidt denne vil kunne lønne sig, skal her ikke diskuteres; kun skal nævnes, at man av det effektive areal ca. 750 000 m<sup>2</sup> kan regne i hvert fald 2½ mill. tons raamalm à ca. 35 % jern pr. m. vertikal avsænking, — altsaa for hver hundrede m. vertikal avsænking omkring 250 mill. tons raamalm à ca. 35 %.

jern, eller litt over 100 mill. tons slig eller briketter med ca. 67 % jern. — Forekomsternes gjennomsnittige høide over havet er ca. 110 m.

Den rike malm ved Ørnevand er for en væsentlig del ansamlet paa et enkelt leiested, med længde ca. 400 m., største bredde (av kompakt malm) ca. 17 m. og midlere bredde ca. 10 m., altsaa malmareal ca. 4000 m<sup>2</sup>. Hertil kommer nogle andre mindre leiesteder, saa det samlede areal av rik malm er beregnet til ca. 6000 m<sup>2</sup>. Pr. m. vertikal avsænkning vil man faa ca. 20 000 tons, — altsaa for hver hundrede m. ca. 2 mill. tons. Man har ret til at forutsætte, at denne malm vil fortsætte mot dybet med omtrent samme malmareal i hvert fald til dyb ca. 200 m., sandsynligvis til dyb ca. 300 m. og muligens til endnu større dyb; det vil si, man kan her regne med en effektiv malmbeholdning paa mindst 4 mill. tons, sandsynligvis 6 mill. tons og under gunstige betingelser paa kanske ca. 8 mill. tons à 52—53 % jern.

Avbygningen av denne rike malm vil hensigtsmæssig utstaa indtil videre, idet der kræves nye transportanlæg. Luftlinjen mellem jernbanens nuværende endepunkt og hovedforekomsten av rik malm ved Ørnevand utgjør næsten 9 kilom.

For tekniske detaljer angaaende anlæggene og angaaende detaljprogrammet for den fremtidige drift henvises til de to ovenfor citerte utredninger i Teknisk Ugeblad, 1908, nr. 1 og nr. 16. — Selskabet bygger en dampcentral (med damptrubiner) paa ca. 6500 effektive hestekræfter ved Kirkenæs.

Av den netop citerte sidste artikkel (i nr. 16) refereres følgende overslag over de driftsutgifter, som antages at ville medgaa:

	Pr. ton raamalm
Brytning og transport til jernbanevogn . . . . .	kr. 1.00
Jernbanetransport. . . . .	- 0.20
Knusning og separation . . . . .	- 1.20
	<hr/>
	Sum kr. 2.40

Ved 2.3 tons raamalm pr. ton slig gjør dette:	Pr. ton slig
Ovenstaaende poster. . . . .	kr. 5.52
Lastning i skib . . . . .	- 0.20
Administration. . . . .	- 1.03
	<hr/>
	Sum kr. 6.75

Utgiften pr. ton slig med ca. 67 % jern frit ombord i havn ved Kirkenæs skulde efter denne kalkyle antages til kr. 6.75; og brikettert malm skulde komme paa ca. kr. 10. Det vil si, 1 ton jernindhold i slig skulde i de løbende driftsutgifter komme paa kr. 10—11, og i briketter paa ca. kr. 15. — Da raamalmen kun holder ganske litet fosfor og svovl, som for det væsentligste fjernes ved den magnetiske separation, vil sligen eller briketterne være usædvanlig rene for disse generende bestanddele; man gaar ut fra, at den færdige slig kun vil holde ca. 0.008 % fosfor og 0.01—0.015 % svovl, og de ved røstningsmetode fremstillede briketter endnu mindre svovl.

Ifølge programmet skal produktionen begynde sommeren 1910, foreløbig dog kun med en aarsproduktion paa 400 000 tons slig.

— Længere vest langs sydsiden av Varangerfjorden optræder forekomster, hvorav de fleste i mineralogisk og geologisk henseende antages at være av lignende karakter som de i Sydvaranger, bl. a. i omegnen av Bugønæs og omkring Latnæringen, ved Nyelven og Reppenelven, den sidste nær bunden av Varangerfjorden; desuten noget længere vest i Polmak. — De forekomster, som her var kjendt indtil sommeren 1909, skal ifølge mottagne meddelelser være meget mindre end Sydvarangerforekomsterne.

Av andre jernmalforekomster i *Finmarkens amt* nævnes:

Ved *Lærrisfjorden*, som er en liten sidefjord paa østsiden av Altenfjorden: nogle leieformige forekomster av jernrik malm, i høide 200—300 m. o. h. og med fald paa 25—30°; en enkelt av disse var sommeren 1903 (ved mit besøk paa stedet) avgravet i længde 25 m., med tykkelse vekslende mellem 0.3 og 1.1 m. og

førende malm med 58—59 % jern, 0.24—0.37 % fosfor, 0.04—0.09 % svovl. Et litt større leiested skal ifølge mottagen meddelelse findes i nærheten, men antages ogsaa at være av liten betydning.

Ved *Rønna fjeld og Fjeldvand* i *Talvik*: en mængde smaa jernglanslinser, av længde ca. 1 m. og tykkelse ca. 5—25 cm. indleiede i i dolomit; skeidningen vilde her spille en overordentlig vigtig rolle; ifølge bergmesterindberetning skulde av alt det utbrutte ikke kunne paaregnes mere end  $\frac{1}{3}$  malm, og derav igjen kun  $\frac{1}{3}$  med 60 % og  $\frac{2}{3}$  med 40 % jern. Et for ca. 10 aar paabegyndt forsøksarbeide er forlængst indstillet.

Paa *Stjernøen* (SV for Hammerfest) findes inde i et stort felt av gabbro en mængde forekomster (magmatiske utsondringer, se under gruppe VI, s. 4 samt s. 26—37) av titanjernmalm. Av mit arbeide nr. 16, 1902 hitsættes følgende analyser:

% jern. . .	31	32	33	37	39	39.5	43	45	46	50
· titansyre .	13.3	8.9	8.7	17.2	9.4	12.2	8.5	18.3	7.4	12.8
· kiselsyre .	20	16	16	9	9	14.4	5.0	7		
· svovl . . .	0.16	Sp.	0.04	0.47	0.06			0.18		
· fosfor . . .	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.			Sp.		0.025

% Fe . . .	52	53	55	59	63	65	66	67	67.5	6.8
· TiO <sub>2</sub> . . .	14.0	14.8	7.7	13.3	4.0	1.2	4.6	4.2	3.0	3.3
· SiO <sub>2</sub> . . .	4	3	6.1		0.8			0.17		
· S. . . . .	0.13	0.29	0.09		0.07		0.04	0.14		Sp.
· P. . . . .	Sp.	Sp.	0.21		Sp.			Sp.		Sp.

For en del aar siden fik jeg herfra tilsendt nogle smaa prøver, som efter mikroskopisk undersøkelse bestod, enkelte av „titanomagnetitdiallagit“ (fattig paa jern) og andre av „titanomagnetit-

spinellit“ (rik paa jern), — Jeg har ikke material til at gi sikre oplysninger om forekomsternes størrelse.

Ogsaa paa forskjellige andre steder i Finmarkens amt er kjendt nogle jernmalforekomster, der dog, saavidt man hittil vet, er temmelig smaa.

### **Forekomster av Dunderland—Salangen-typen**

(i Nordlands og Tromsø amter)

er hittil kjendt navnlig paa følgende steder (se kart fig. 7):

Eiteraadalen i Vefsen, ca. 20 kilom. søndenfor Mosjøen (i den sydlige del av Nordlands amt).

Dolstadaasen og Høgaasen nær Mosjøen.

Fuglestrand—Skravlaa paa vestsiden og Seljeli paa østsiden av Elsfjorden i Hemnæs, med fortsættelse sydover til partiet omkring Drevjevandet og Luktvandet.

Dunderlandsdalen med omgivelser, ved Rødvasdalen og Langvand (nær polarkredsen), i Mo i Ranen.

Forsland paa Tomø.

Sørøvaagen og Risøen—Rølvaag paa Dønnesø.

Nogle steder i Beieren og Bodin.

Næverhaugen i Skjærstad, Salten.

Haafjeldet med omgivelser paa sydsiden av Ofotfjorden.

Sjaafjeldet og Melkedalen i Ballangen, likeledes paa sydsiden av Ofotfjorden.

Bogen og andre steder paa nordsiden av Ofotfjorden.

Fagernæsfjeldet i Narvik, Ofoten.

Gratangen og Lavangen.

Salangen.

Rolløen i Ibbestad.

Dyrøen.

Sørreisen.

Tromsøsundet herred, mellem Tromsøsundet og Ramfjorden.

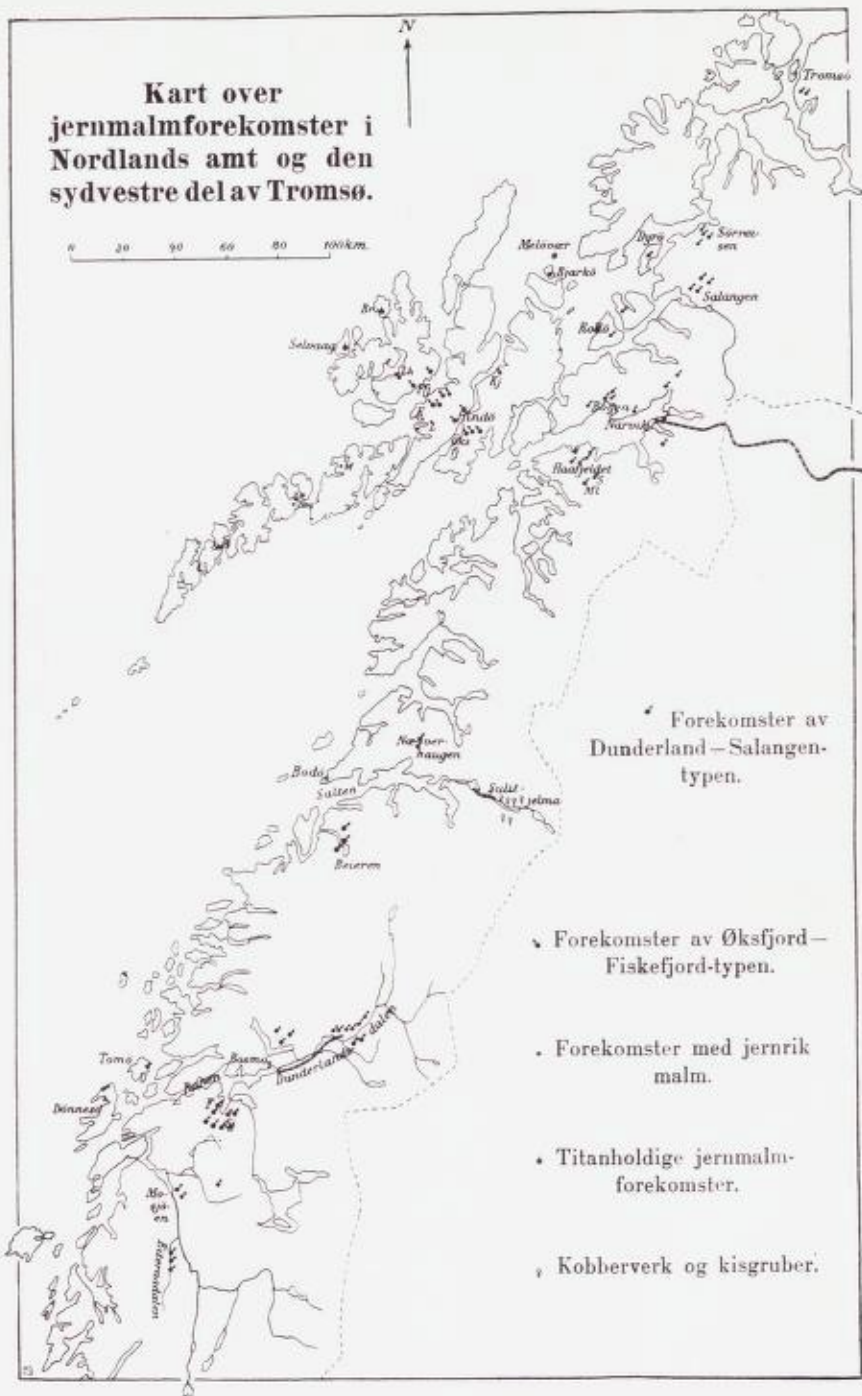


Fig. 7.



Fig. 7.

Paa kartet er talrike hittil kjendte mindre forekomster ikke medtagne.

De forskjellige mineralogisk-kemiske og geologiske arter av forekomster er angivne ved forskjellige slags tegn.

Jernmalforekomster av Dunderland—Salangen-typen paa fastlandet.

F. = Fuglestrand; Sj. = Seljeli; Ml. = Melkedalen; S. = Sjaafjeldet.

Forekomster av Øksfjord—Fiskefjordtypen, paa Hindoen og Langoen.

Øksfj. = Øksfjorden; Ffj. = Fiskefjorden; Lh. = Lahaugen.

Forekomster av jernrik malm, i Lofoten—Vesteraalen og Bjarkø—Meløvær. Sm. = Smorten; M. = Madmoderen; K. = Kaljord; L. = Lunkanfjord.

Forekomster av titanholdige jernmalme, i Lofoten—Vesteraalen. A. = Andopen; Br. = Bredstrand.

Saa langt tilbake som i aaret 1799 blev en jernmalmanvisning ved Fuglevik paa nordsiden av Langvandet i Mo i Ranen — og nær Dunderlandsdalen — mutet av Mostadmarken jernverk ved Trondhjemsfjorden, og der blev fra denne grube samt den nærliggende Ormli grube i 1820-aarene fragtet nogle jagnetladninger jernmalm til Mostadmarken. Forekomsterne i selve Dunderlandsdalen omtales av daværende bergmester *H. C. Strøm* i en reiseberetning trykt i *Magazin for Naturvidenskaberne*, B. VII, for 1825 — men de tiltrak sig i tidligere dage liden opmerksomhet. Først i tiden omkring 1890 begyndte mere omfattende forsøksarbeide her. — Næverhaugen jernmalmfelt i Skjærstad blev beskrevet i midten av 1870-aarene (se s. 8).

De fleste av de andre til denne gruppe hørende forekomster er først blit kjendt i 1890-aarene og endnu senere, enkelte endog først i de allersidste aar (1907 og 1908). Naar man tar hensyn hertil og endvidere erindrer, at disse forekomster indgaar som et *geologisk led* i den i det nordlige Norge — fra grænsen mod Trondhjems stift til partiet omkring Lyngenfjorden i Tromsø amt — saa utbredte glimmerskifer-marmor-formation, har man ret til at vente, at der ogsaa i fremtiden vil bli opdaget nye felter av lignende malm.

Forekomsterne av Dunderland—Salangen-typen fører praktisk talt kun separationsmalm. Man har paa mange steder forsøkt at utskille noget malm som handelsvare ved haandskeidning; man kan hist og her paa denne maate faa noget malm, men jernertsen er for den væsentligste del saa jevnt og intimt

indvokset med kvarts osv., at de mange skeidningsforsøk, som er gjort hittil ved forskjellige forekomster, har vist et ugunstig resultat, i alle fald, naar man vil skaffe malm saa rik som 50 % jern eller derover. Malm med 40—45 % jern kan man derimot utseide paa flere steder.

Forekomsterne er nogenlunde utførlig omhandlede i flere av mine tidligere arbeider (se s. 8), navnlig i nr. 16, 17 og 19; se ogsaa nr. 18 og 20.

Malmens gjennomsnittlige jernprocent utgjør oftest, i gjennomsnit for et helt leiested, 30—36 %, undertiden ikke fuldt 30 %, leilighetsvis paa andre steder noget over 36 %, op til omkring 38—40 %, rent undtagelsesvis derover. — Inden et og samme leiested kan jernprocenten veksle ganske sterkt paa de forskjellige steder. Eksempelvis viser saaledes en række større gjennemsnittsprøver av knust malm fra et og samme brudd ved Bergviknæs i Bogen i Ofoten:

3 analyser mellem 24 og 24.9 % jern	
2	— — 25 - 25.9 . .
6	— — 26 - 26.9 . .
4	— — 27 - 27.9 . .
8	— — 28 - 28.9 . .
9	— — 29 - 29.9 . .
8	— — 30 - 30.9 . .
10	— — 31 - 31.9 . .
4	— — 32 - 32.9 . .
10	— — 33 - 33.9 . .
6	— — 34 - 34.9 . .
5	— — 35 - 35.9 . .
4	— — 37 - 37.9 . .
1	— — 38 - 38.9 . .
1	— — 39 - 39.9 . .
1	— — 40 - 40.9 . .

Gjennomsnittet for vedkommende leiested kan efter dette sættes til omkring 31 % jern. Denne bestemmelse gjælder kun i syre opløseligt jern, i magnetit-jernglans; hertil kommer en eller et par procent i silikater (hornblende osv.) indgaaende jern, hvad der ikke er tat hensyn til, idet dette jern gaar tabt ved den magnetiske separation.

At bestemme et leiesteds gjennomsnittlige jernprocent utkræver et meget omfattende og kostbart arbeide, med mange gjennemsnittsprøver av større kvantiteter utminert malm.

Forholdet mellem magnetit og jernglans er meget vekslende. — Enkelte forekomster, navnlig en hel del i Dunderlandsdalen og ved Næverhaugen, som først blev gjenstand for undersøkelse, fører overveiende meget jernglans og lidet magnetit. Herved ledes man først til den opfatning, at forekomsterne av denne type i sin almindelighet skulde føre overveiende jernglans, der ofte er utviklet som skjællet „jernglimmer“, og lidet magnetit. Dette har dog — heldigvis — vist sig ikke at være riktig.

Enkelte felter, som f. eks. i Tromsøundet, Sjaafjeldet og Melkedalen i Ofoten, ved Strand i Bogen i Ofoten, paa Dønnesø, i Eiteraadalen i Vefsen osv., inneholder dels kun magnetit og dels magnetit med saa liten tilblanding av jernglans, at denne økonomisk talt omtrent kan sættes ut av betraktning. Ogsaa i Dunderlandsdalen har man enkelte saadanne leiesteder.

Atter andetsteds, som f. eks. ved hovedforekomsterne i Salangen og i Bogen i Ofoten, er der overveiende meget magnetit ved siden av noget jernglans.

Ved andre forekomster igjen har man overveiende meget jernglans ved siden av forholdsvis litet magnetit. Saaledes regner man, at der i Dunderlandsdalen gjennomsnittlig foreligger 3 eller 2.5—3 gange saa meget jernglans som magnetit; dog er forholdet mellem de to jernertsmineraller, som vi senere skal omtale, meget vekslende inden de forskjellige leier i feltet.

Apatit- eller fosforprocenten i malmen av Dunderland—Salangen-typen er middels høi, nemlig ved de allerfleste forekomster i gjennomsnit 0.2 eller 0.2—0.25 % fosfor, undtagelsesvis ved nogle forekomster dog høiere, nemlig i gjennomsnit helt op til omkring 1 % fosfor.

Inden et og samme felt og selv inden de forskjellige partier av et og samme leiested eller av samme brud veksler fosforprocenten inden forholdsvis vide grænser, men tar man gjennomsnit av et større malmkvantum, vil man ved de fleste forekomster faa som resultat 0.2 eller 0.2—0.25 % fosfor.

For Dunderlandsdalens malme var indtil aar 1894 foretaget en mængde analyser, med resultat:

12 analyser viste mellem	0.083	og	0.099	% fosfor
13	—	—	0.100	— 0.149 —
21	—	—	0.150	— 0.199 —
25	—	—	0.200	— 0.249 —
11	—	—	0.250	— 0.299 —
9	—	—	0.300	— 0.349 —
5	—	—	0.350	— 0.399 —
1	—	—	0.45,	

med gennemsnit temmelig nøiagtig 0.2 % fosfor. Lignende resultat, med middel 0.2—0.25 %, har man ogsaa fundet ved driften i de senere aar.

For andre forekomster hitsættes et tilsvarende kort udrag av analyseresultaterne:

Fuglestrand, 7 analyser,	0.082—0.350	%,	middel ca. 0.2	% fosfor
Tomø, 6	—	0.151—0.350	—	— 0.25 —
Dønnesø, 4	—	0.073—0.240	—	— 0.18 —
Næverhøngen, 46	—	0.062—0.365	—	— 0.19 —
Bogen,			—	— 0.25 —
Salangen, 24	—	0.12—0.335	—	— 0.25 —

Høiere fosforprocent møtes i Dolstadaasen nær Mosjøen; 16 analyser herfra viser mellem 0.24 og 1.14 % fosfor, med middel ca. 0.5 % fosfor.

Endnu høiere fosforgehalt foreligger i Sjaafjeldet og Melkedalen i Ballangen, Ofoten; en række analyser holder mellem 0.9 og 1.4 % fosfor, med middel omkring 1 % fosfor.

I den vanlige skifrige, kvartsrige malm sitter apatiten i smaa krystaller — av diameter, parallel basis, oftest mellem 0.05 og 0.2 mm., og av noget større længde — som i henhold til mikroskopisk undersøkelse av en mængde præparater, fortrinsvis optræder inde i kvartsstriperne og kun underordnet inde i jernmalmstriperne. Naar man ved separation, og da navnlig ved den magnetiske, skiller bort det allermeste av kvartsen, blir man ogsaa for det allervæsentligste kvit de inde i kvartsen eller sammen med kvartsen sittende smaa apatitkrystaller.

Svovlprocenten er i det hele og store meget lav, nemlig i den vanlige skifrike, kvartsrike malm, i Dunderlandsdalen, Næverhaugen, osv., oftest kun 0.01—0.03, sjeldnere op til omkring 0.05 % svovl eller lidt derover. Ved enkelte forekomster — saavidt erfaring hittil rækker, navnlig ved de forekomster, hvor der optræder en hel del hornblende — er svovlprocenten dog noget højere, saaledes gennemsnitlig i Sjaafjeldet—Melkedalen omkring 0.1 %, i Salangen 0.1—0.15 % og fleresteds ved Bogen 0.1—0.2 %.

Manganprocenten er ved de fleste forekomster, og da specielt ved de vanlige forekomster med sterkt kvartsrik malm, yderst lav, oftest 0.15—0.4 %, sjeldnere 0.5—1 % MnO i raa malm. Ved andre forekomster, saaledes fleresteds i Haafjeldet og ellers i Ofoten, i Ibbestad osv. møter man derimot højere manganprocent, paa 3—5 % MnO og leilighetsvis derover, saaledes ved Osmark i Ofoten lokalt helt op til 14 % MnO. Det er særlig den granatrike malm, som i det hele og store karakteriseres ved den høje manganmængde.

Titanprocenten er praktisk talt lik nul, det vil sige, i regelen under 0.1 % titansyre. Et par analyser, som viser nogle faa tiendedele titansyre, er muligens ikke ganske paalidelige.

De ledsagende mineraler. Ved de allerfleste forekomster spiller kvarts den vigtigste rolle; derefter følger epidot, hornblende, magnesiaglimmer samt kalkspat, den sidste dog i sin almindelighed kun i minimal (mikroskopisk) mængde.

Ved andre forekomster, f. eks. paa adskillige steder i Haafjeldet, ved Osmark og enkelte andre steder paa nordsiden av Ofotfjorden, ved Generalhaugen i Salangen osv. er lyserød granat det vigtigste forurensende mineral; desuten optræder kvarts, hornblende, epidot, glimmer, undertiden ogsaa augit osv.

Atter andetsteds er jernertserne hovedsagelig opblandede med straalsten, hvortil kommer noget kvarts, granat, epidot osv.

I et par tidligere arbeider<sup>1</sup> har jeg sammenstillet en række fuldstændige analyser av malmen, fra en hel del av de her omhandlede felter. Disse analyser medtages dog ikke her, idet de allerfleste analyser ikke gjælder gjennemsnittsmalmen, men utplukket eller utskeidet rik malm. Analyserne er saaledes ikke fuldt ut instruktive.

Derimot skal vi, paa grundlag av de jernfattigste av de netop nævnte analyser — altsaa de analyser, som nærmest representerer gjennemsnittsmalmen, — beregne den midlere sammensætning av de „slagdannende bestanddele“ (o: malmanalyserne fratrukket jernoxyderne samt lidt av manganoxydet og resten beregnet paa 100 %).

Sammensætningen av de „slagdannende bestanddele“:

	Dunderlandsdalen	Fuglestrand	Tome	Næverhaugen
Kiselsyre (SiO <sub>2</sub> ) . . . . .	75—82	75	78—80	80
Lerjord (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	5—4	9.5	5—9	6
Manganoxydul (MnO) . . . . .	1.5—1	0.5	ca. 0.5	1
Kalk (CaO) . . . . .	15—10	10	6—10	9
Magnesia (MgO) . . . . .	3.5—3	5	2—3	4

Ved den vanlige malm maa man altsaa regne med „slag fra malmen“ paa ca. 75—80 % kiselsyre. Ved de malme, som betegnes ved stor tilblending dels av granat og dels av straalsten, ved siden av kvarts osv., vil selvfølgelig kiselsyreprocenten i „slaggen“ være adskillig lavere, dog sjelden under 55—60 %. Den høie kiselsyremængde er i metallurgisk henseende en meget

<sup>1</sup> Navnlig i de s. 8 citerede avhandlingar no. 16 og 19; i det første findes ogsaa en række analyser av fosfor, svovl, mangan osv.

stor ulempe, idet den, ved smeltning av skeidet — og ikke opberedet — malm paa de allerfleste steder vilde fornødig en meget stor kalktilsats, for at faa tilstrækkelig basisk slag.

Det er saaledes ikke alene av hensyn til den lave jernprocent, men ogsaa av hensyn til den høie kiselsyreprocent, at disse malme under nutids kommercielle betingelser i sin almindelighet er lidet skikket til direkte anvendelse som smeltemalm.

Leiestedernes mægtighet naar undertiden, som navnlig i Dunderlandsdalen, over en længde av flere hundrede m. op til 50 m. og derover. Ogsaa inden enkelte av de andre felter møter man ganske betydelig mægtighet, paa 25 m. og derover.

De fleste leiesteder har dog lavere mægtighet, paa dels noget under og dels noget over 10 m., og kun med enkelte partier av mægtighet 15 eller 15—20 m.

Inden den nævnte mægtighet er malmen, med oftest 30—36 % jern, dels ganske ren, og dels er der indleiet glimmerskifer eller glimmer-malm-skifer med 10—15 % jern. Hvor disse lag spiller liten rolle, vil det være det praktiske at la alt det utminerte gaa til opberedningen; ved noget større procent av „graaberg“ inde i leiestederne kan man sortere dette bort. Eksempelvis kan saaledes ved et brudd (utenfor Dunderlandsdalen), hvor der er utminert omkring et halvt hundrede tusen tons gods, regnes av alt det utskudte 80—85 % raamalm (opberedningsmalm) og 20—15 % bortplukket „graaberg“.

Ved rationel separationsmetode vil man ved de fleste av de her omhandlede felter kunne paaregne 1 ton slig å ca. 65 % jern (eller 63—67 % jern) av omkring 3 tons raamalm, — paa enkelte steder noget mere, paa andre steder noget mindre.

Som jeg i tidligere arbeider, se særlig nr. 17, 18 og 19, har utredet, anser jeg forekomsterne av Dunderland—Salangen-typen som oprindelige sedimenter, der ved den senere fjeldkjædefolding er blevne regionalmetamorfoserede.

Ulempene ved disse forekomster er hovedsagelig:

At de under nutids forhold i regelen ikke kan tilgodegjøres uten efter forutgaaende separation, hvilket medfører en

betydelig forøkelse av de løpende arbeidsutgifter, og ogsaa forutsætter kostbare anlæg, og derav følgende stor amortisationskonto.

Fordelene ved forekomsterne er paa den anden side:

At de mægtigste felter tillater masseproduktion;

at malmen inden de mægtigste og de middels mægtige leiesteder falder billig at bryde, nemlig pr. ton raamalm paa enkelte steder for kun 0.60—0.80 kr., og paa andre steder for 1 kr. eller op til  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{3}$  kr.;

og videre, at malmen i regelen er forholdsvis let eller billig at knuse.

Den i det efterfølgende leverte oversigt over *malmarealet* (resp. malmtversnittet) og over det *kvantum raamalm*, som kan uttages ved billig drift, er for enkelte forekomster temmelig nøiagtig, nemlig basert paa detaljert kartlægning i stor maalestok og derefter følgende kubisering. For andre forekomster maa man indtil videre indskrænke sig til et skjøn, støttet paa kun en del maalinger. — Atter andre steder savnes material selv til et approximativt skjøn.

Enkelte av de i aviser og rapporter fremlagte beregninger er aldeles misvisende. Eksempelvis nævnes, at et felt var av en utenlandsk bergingeniør beregnet at skulle holde 30 mill. tons raamalm; en senere utenlandsk bergingeniør fandt 5 mill. tons; ved detaljert maaling kom jeg derefter til resultat: med sikkerhet  $\frac{3}{4}$  mill. tons; sandsynligvis 1 mill. tons, og under gunstige forutsætninger  $1\frac{1}{2}$  mill.

Vi omtaler først de felter, som hittil har git anledning til større arbeide, nemlig Dunderlandsdalen, Salangen og Bogen i Ofoten.

### Dunderlandsdalen.

Den første geologiske beskrivelse som levertes av jernmalforekomsterne her, var i mit arbeide „Salten og Ranen“, 1890 (no. 18); den gang hadde man endnu ikke noget brugbart topografisk kart over dalen, og der var næsten ikke utført noget avrensknings- eller mineringsarbeide ved malmleierne; av disse grunde blev beskrivelsen temmelig ufuldstændig. — Videre henvises til mine ovenfor citerte arbeider no. 16, 17 og 19, samt til



en i Upsala, 1894 utgit forretningsbrochure „Minerais de fer de Dunderland“, med oversigtskart over de viktigste den gang kjendte forekomster.

Statens kontrakt (av 14de mai 1901) — som sælger av grundeierdom — med „The Edison Ore-Milling Syndicate“, der senere overdrog sine rettigheter til „Dunderland Iron Ore Co. Ld.“, findes indtat i St. prp. nr. 1, 1901—02, landbrugsdept., hovedpost VII, kap. 3, titl. 7.

Det malmførende distrikt i selve Dunderlandsdalen strækker sig fra omgivelserne av Vesteraali vest for Urtvand til et punkt benævnt Hatten ca. 4 kilom. nord for Dunderland, med avstand mellem de to yderpunkter ca. 20 kilomi. De fleste forekomster ligger paa nordsiden av dalen; desuten har man ogsaa nogle paa dalens sydside. — Videre har man et mindre malmførende distrikt længere vest paa nordsiden av Langvand og vest for Rødvasdalen, samt enkelte spredte forekomster paa forskjellige steder (se kart fig. 8).

Oversigtskarter, som vistnok nu er flere aar gamle, findes i mine ovenfor citerte arbeider, nr. 19 fra 1894 og nr. 16 fra 1902. Desuten henvises til gradavdelingskartene Svartisen og Ranen, som delvis er geologisk kartlagte; geologiske manuskriptkarter av disse to blade kan erholdes gjennom den Geologiske undersøgelse. Gradavdelingskartet Dunderlandsdalen er kun for en mindre del geologisk kartlagt.

Til opplysning om malmfelternes størrelse osv. begynner vi med en tabellarisk oversigt (s. 64 og 65) over de fleste av de større forekomster. Denne oversigt er sammenstillet efter opgaver meddelt av grubeselskabet „Dunderland Iron Ore Co.“, paa grundlag av detaljmaalinger foretat i tiden omkring aar 1900. — Det bemerkes, at jeg til forskjellige tider har hat anledning til at kontrollere i marken de for enkelte forekomster leverte detaljer; jeg føler mig overbevist om, at opgaverne i det hele og store er saavidt nøiagtige, som det er muligt, — men selvfølgelig kan der navnlig paa grund av jorrdækning hist og her ha indløbet visse unøiagtigheter.

De i disse to tabeller oppførte tal over længde, bredde, areal og tons raamalm, gjælder kun de partier, som kan tages ved dagbrudd, ned til beregnet dyb paa de forskjellige steder oftest mellem 30 m. og 60 m., altsaa til et forholdsvis beskedent dyb.

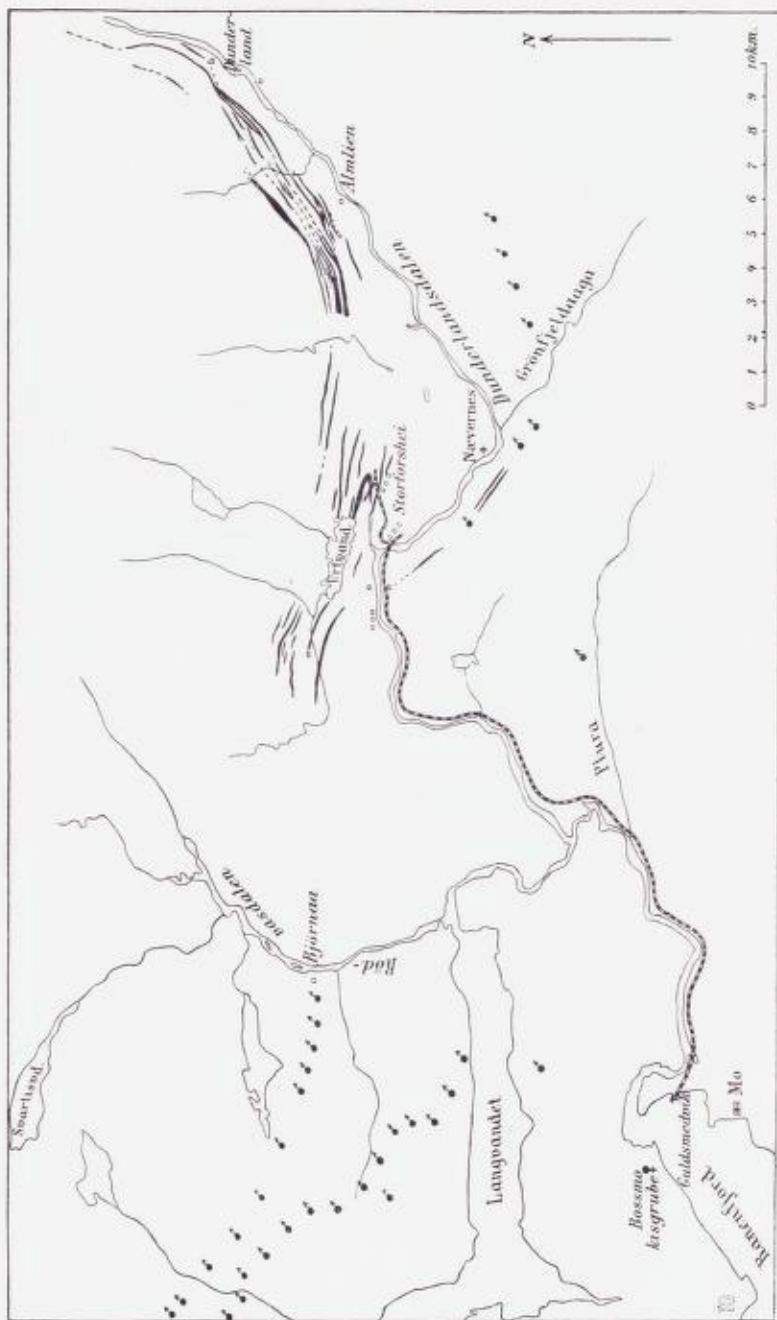


Fig. 8. Kart over jernmalme-felterne i Dunderlandsdalen med omgivelser. De fuldt optrukne tykke linjer betegner detaljert kartlagte jernmalmeier. Ved jerntegnet er desuten angit nogle ikke detaljert kartlagte forekomster.

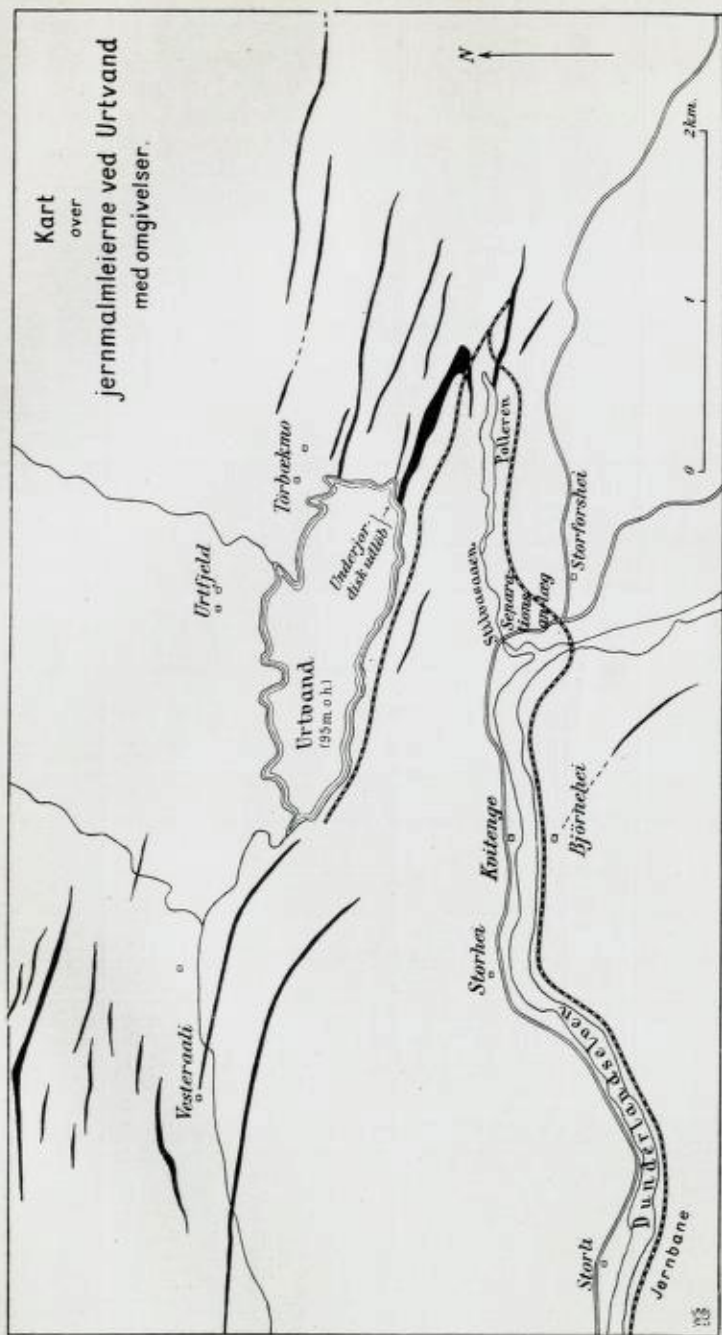


Fig 9.

## Vesteraali—Urtvand—Bjørnehei-felterne.

(I engelske fot)	Ved dagbruddrift							Forholdet mellem magnetit og jernglans
	Avbygning- længde, fot	Gjennemsnits- bredde, fot	Areal i kvadratfot	Gjennemsnitlig avbygningssdyb- fot	Tons raamalm pr. vertikal m.	Kvantum raamalm ved dagbrudd		
Vesteraali . . . . .	3 670	150	487 000	200	145 100	14 mill. tons	36 % magnetit : 64 % jernglans	
Finkaaetangel . . . . .	2 540	106	269 000	180	80 700	6 " "	11 " " : 89 " "	
Stensundtjern . . . . .	3 140	91	285 000	155	85 500	5.5 " "	52 " " : 48 " "	
Urtvand . . . . .	3 500	154	539 000	155	161 700	10 " "	58 " " : 42 " "	
Krutmeier. . . . .	500	65	32 000	50	9 600	0.2 " "	Alt magnetit	
Bjørnehei. . . . .	2 500	127	317 000	130	96 100	5.5 " "	36 % magnetit : 64 % jernglans	
Sum			1 929 000			41.2 mill. tons		

*Urtfeldmo (Lilleaen) — Strandjord — Nævernes-felterne.*

(I engelske fot)	Ved dagbruddrift						Forholdet mellem magnetit og jernglans
	Avbygnings- længde, fot	Gjennemsnits- bredde, fot	Areal i kvadratfot	Gjennemsnitlig avbygningssdyb- fot	Tons raamalm pr. vertikal m.	Kvantum raamalm ved dagbrudd	
Urtfeldmo H . . . . .	6 500	109	708 000	110	212 400	9.5 mill. tons	20% magn. : 80% jerngl.
— G . . . . .	1 155	282	325 000	125	97 500	5.0 " "	31 . " : 69 . "
— F <sub>1</sub> . . . . .	950	92	87 000	140	26 100	1.5 " "	21 . " : 79 . "
— F . . . . .	4 855	157	762 000	140	228 500	13.0 " "	32 . " : 68 . "
— E . . . . .	3 380	141	476 000	120	142 800	7.0 " "	23 . " : 77 . "
Strandjord H <sub>1</sub> . . . . .	1 970	93	183 000	70	54 900	1.5 " "	10 . " : 90 . "
— I . . . . .	3 900	164	639 000	100	191 700	8.0 " "	37 . " : 63 . "
— K . . . . .	1 240	103	127 000	70	38 100	1.0 " "	13 . " : 87 . "
Nævernes . . . . .	2 300	55	126 000	110	37 800	1.5 " "	" " : " "
			3 433 000			48.0 mill. tons	

De her opførte 15 projekterte dagbrudd gir et malmareal paa 5 362 000 engelske kvadratfod = 575 000 m<sup>2</sup>. Muligens burde man sætte det ekstra fattige leie I ved Strandjord ut av betragtning; herved vilde arealet formindskes til 4 723 000 kvadratfod = næsten nøiagtig 500 000 m<sup>2</sup>.

Foruten disse forekomster eier „Dunderland Iron Ore Co.“ ogsaa en del andre leiesteder med omtrent samme jernprocent som de her omhandlede og samtidig med saa stor længde og gjennemsnitlig tykkelse, at de kan avbygges ved dagbrudd. Hertil kommer, at der i Dunderlandsdalen ogsaa findes en del forekomster, som tilhører andre eiere. — I de nedenstaaende tabeller mangler bl. a. samtlige førekomster ved Dunderland gaard og ved Almli, paa en enkelt undtagelse nær ogsaa alle forekomsterne paa sydsiden av Dunderlandselven, og desuten samtlige forekomster i Langvand—Rødvasdal-distriktet. Medtages ogsaa disse felter, kan man skjønsmæssig opføre det malmareal, som kan utvindes ved dagbrud, til ca. 700 000 m<sup>2</sup>. Medtages ogsaa smalere forekomster, dog ikke forekomster, som er under 5 m. brede, — kommer man i sum op til med rundt tal 1 mill. m<sup>2</sup>. I denne forbindelse anføres, at jeg i 1894 anslog samtlige forekomster i Dunderlandsdalen medregnet Langvand—Rødvasdalen til ikke under 1 mill. m<sup>2</sup>; i den ovenfor citerte forretningsbrochure fra 1894 kalkulerede man 1 mill. m<sup>2</sup>, og ing. A. Hasselbom opførte i 1899 1 290 000 m<sup>2</sup>. De sidstnævnte tal har dog — i alle fald for den første menneskealder — kun teoretisk interesse; av praktisk betydning er for tiden det skjønsmæssige ziffer, ca. 700 000 m<sup>2</sup>, over malmarealet for de partier, som kan utvindes ved dagbrudd.

Ved de ovenfor omhandlede projekterte dagbrudd, som er detaljert kartlagte, kan ialt utvindes ved dagbrudd 41.2 + 48.0 = 89.2 mill. tons raamalm: fratrækkes leiet I, skulde man faa ca. 81 mill. tons. Lægges hertil det kvantum, som man kan faa ved de andre, endnu ikke fuldstændig kartlagte dagbrudd, skulde man ialt komme op til 100 — eller 100 à 110 — mill. tons raamalm, til avbygning ved dagbrudsdrift.

Inden malmareal ca. 700 000 m<sup>2</sup> for samtidig store og nogenlunde rike leier skulde man ved dybgrubedrift for hver m. fortsat vertikal avsynkning kunne paaregne ca. 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> mill. tons raalmalm, — altsaa for hver hundrede meter ca. 225 mill. tons. Dette tal har dog for tiden ikke nogen praktisk interesse, men anderledes kan forholdet stille sig om en eller flere menneskealdre.

— Til opplysning om raalmalmens gjennomsnittlige jernprocent hitsættes det resultat, som Dunderlandselskabets ingeniører kom til for ca. 8 aar siden, og hvilken tabel er mig officielt tilstillet fra verkets kontor. Tabellen er forøvrig ogsaa tidligere offentliggjort i mit arbeide no. 16, s. 19.

Antagen gjennomsnittlig jernprocent:

Vesteraali . . . . .	40.5 % jern	Urtfjeldmo	{	H . . . . .	38.9 % jern
Finkaataenget . . . . .	38.3 . "			G . . . . .	37.4 . "
Stensundtjern . . . . .	42.2 . "			F <sub>1</sub> . . . . .	40.4 . "
Urtvand . . . . .	41.2 . "			F . . . . .	39.6 . "
Krutmeier . . . . .	53.0 . "			E . . . . .	36.5 . "
Bjørnehei . . . . .	41.0 . "	Strandjord	{	H <sub>1</sub> . . . . .	36.5 . "
				I . . . . .	32.5 . "
				K . . . . .	41.4 . "
		Nævernæs . . . . .			40.6 . "

Sættes det forholdsvis lille leiested Krutmeier, med 53 % jern, og det fattige leiested I ut av betragtning, skulde de vanlige forekomster ifølge denne tabel føre 36.5—42.2, eller gjennomsnittlig ca. 39 % jern.

Erfaring har tilfulde lært mig, at det — selv om man anvender stor omhu — er overordentlig vanskelig at faa paalidelige gjennomsnittsprøver av forekomsterne av Dunderland—Salangen-typen kun ved nogen minering eller utmeisling. I regelen kommer man til noget for høit resultat. — Efter min mening gjælder dette ogsaa de sidstnævnte tal fra Dunderlandsdalen. Jeg støtter dette dels paa mit personlige judicium, og dels derpaa, at leiestedet ved Urtvand, som oprindelig var opført til gjennomsnittlig 41.2 % jern, ved drift i stor stil — nemlig ved finknus-

ning av noget over  $\frac{1}{8}$  mill. tons raamalm — har vist sig at levere knust raamalm med gjennemsnittlig ca. 36 % jern. De fleste analyser ligger mellem 34 og 38 % jern, med middel omkring 36 %. Dette gjælder syre-opløseligt jern (i magnetit og jernglans); hertil kommer en bagatel jern indgaaende i hornblende, glimmer osv.

Istedenfor gjennemsnittlig 39 % for alle de ovennævnte forekomster bør man vistnok kun regne med gjennemsnittlig 33—35 %, eller for enkelte leiesteder med saa meget som 36 %. — Hertil kommer et eller et par mindre leiesteder med noget rigere malm.

— Forholdet mellem magnetit og jernglans er meget vekslende. Enkelte forekomster fører kun eller næsten kun magnetit, uten jernglans; det vanlige er dog, at jernglansen er forherskende, men at der ved siden av jernglansen ogsaa optræder noget magnetit. Vistnok de fleste leier fører de to mineraler i forhold 1 magnetit til 4, 3 eller 2 jernglans, og kun ved nogle faa leiesteder har man mindst ligesaa meget magnetit som jernglans. Som gjennemsnit for det hele distrikt kan regnes omkring 3 eller 2.5—3 gange saa meget jernglans som magnetit. — I det hele og store er der forholdsvis mere magnetit ved leiestederne ved Urtvand—Vesteraali end høiere oppe i dalen, ved Dunderland gaard.

Selv inden et og samme leiested kan forholdet mellem de to jernerts-mineraler veksle i de forskjellige lag. Saaledes bestaar malmen i det hængende av Urtvand-leiestedet av magnetit med lidet jernglans, i det liggende derimot av omvendt meget jernglans og lidet magnetit; grænsen mellem de to lag er vistnok ikke aldeles skarp, men dog saavidt god, at den kan avsættes paa kart (se fig. 10). — Den del av dette leiested, som fører magnetit med litet jernglans, og i middel med ca. 36 % jern, er saa mægtig, at magnetit-raamalmen her kan avbygges ved dagbrudd for sig alene (se kart fig. 10). Man har saaledes adgang til for dette parti — samt for nogle andre leiesteder eller dele av leiesteder — at benytte de for magnetit-raamalm anvendbare, paa vaat vei arbeidende svenske magnetiske separationsmetoder.



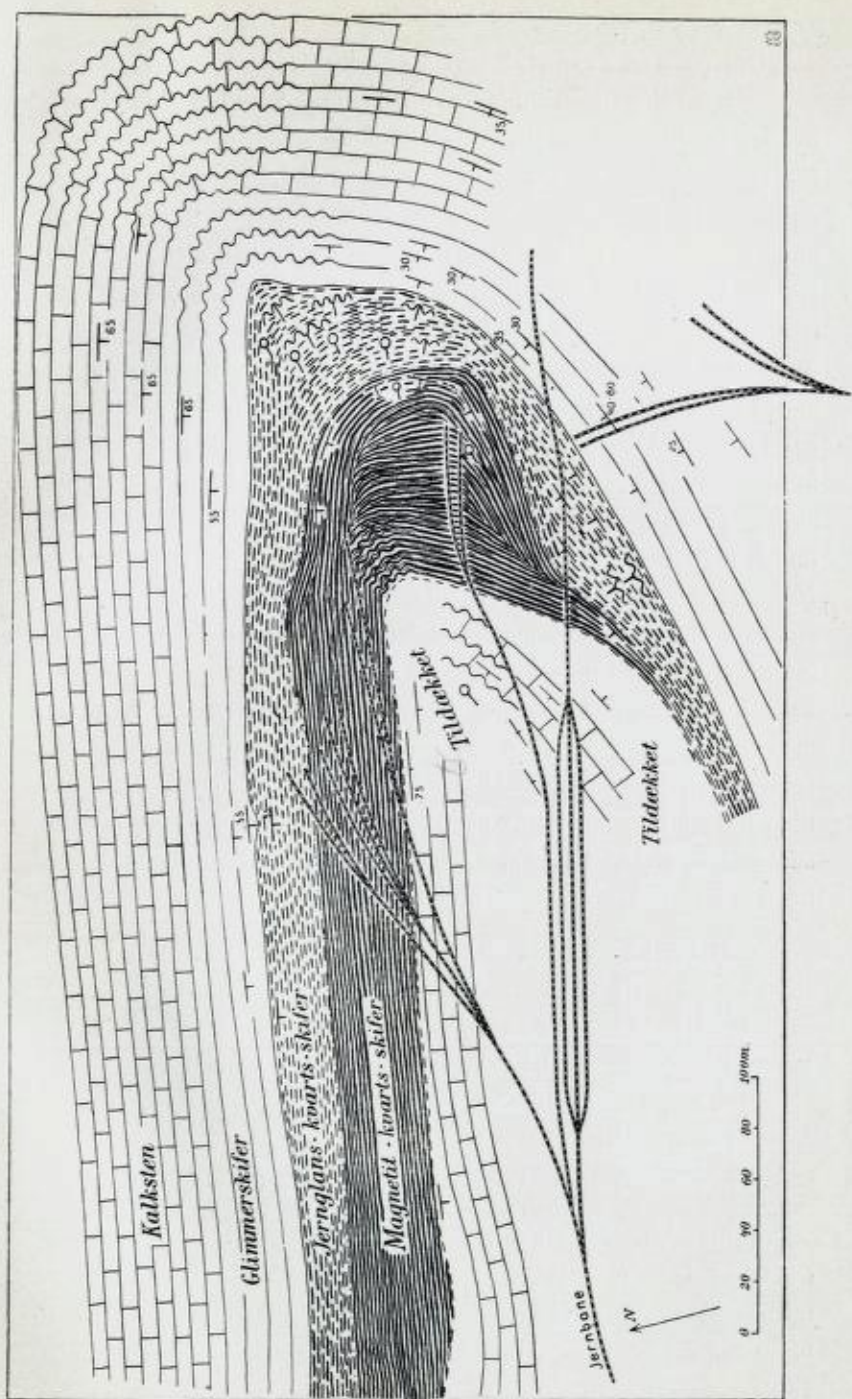


Fig. 10. Kart over den østre del af leiestedet ved Urtvand i Dunderlandsdalen.

Om procent av fosfor osv. se ovenfor, s. 56.

— Som allerede ovenfor omtalt, har Dunderlandsselskabet nylig bygget jernbane (normalsporet, 27 kilom. lang og færdig i 1904) fra Guldsmedvik til separationsverket ved Storfoshei, og herfra en kort sidebane av ca. 3 kilom.s længde frem til det netop omtalte leiested ved Urtvand. Malmen ender her mot øst (OSO) i en skarp bue (se fig. 10), hvilket beror derpaa, at malmen her danner en fold med *skraat*-staaende foldningsakse. I nærheten av ombøiningspunktet viser malmen — og den tilgrænsende skifer — en strækning samt sekundære foldningsakser med fald ca. 30° mot VSV. Lige ved ombøiningen — hvor foldens to ben støter sammen — er malmens horisontale bredde usedvanlig stor. Saadanne foldninger om *skraat* stillede foldningsakser møter man paa adskillige steder ved jernmalmene i det nordlige Norge, saaledes ved Madstukroken ved Næverhaugen og i stor stil ved den mange kilom. lange bue ved Haafjeldet i Ofoten (se kart fig. 7 i mit arbeide nr. 16).

Malmen ved Urtvandet — og paa mange andre steder i distriktet — hæver sig oftest som en ganske lav og litet markert ryg over det omgivende terræng; aarsaken hertil er, at malmen har større motstand mot denudationen end de omgivende bergarter. Netop i folden av Urtvandsleiet, hvor malmen er tykkest, hæver den sig høiest tilveirs, og danner her en liten kolle.

— Mineringen i denne forekomst begyndte saavidt i 1904—1905 og fortsatte til sommeren 1908. Der blev uttat:

1905 . . . .	21 472 m <sup>3</sup>	=	64 416 tons	raamalm
1906 . . . .	64 192 .	=	192 576 .	—
1907 . . . .	53 824 .	=	161 472 .	—
1908 (til juli) .	48 981 .	=	146 943 .	—
Sum		188 469 m <sup>3</sup>	=	565 407 tons raamalm

1 m<sup>3</sup> er regnet lig 3 tons. — Brytningen fra aar 1905 blev foreløbig lagt paa lager, idet den oprindelig antoges at være fattigere paa jern end brytningen fra de efterfølgende aar. Senere blev dog en del av brytningen fra 1905 sendt til separationsverket.

Ifølge vunden erfaring antages mineringen (med pneumatiske bormaskiner) medregnet losning paa jernbanevogn i bruddet og medregnet den et par kilom. lange jernbanetransport til knuse-riets kjæmpevalser, at skulle koste:

Ved daglig produktion	Kr. pr. ton raamalm
1 000 tons raamalm . . . . .	kr. 0.90
2 000 - - - . . . . .	- 0.82
3 000 - - - . . . . .	- 0.60
5 000 - - - . . . . .	- 0.60

Amortisation og generalutgifter er ikke medregnet. Videre maa tages med i betragtning, at man her løfter blokke av størrelse op til 8—10 tons med dampskuffer over i jernbanevognene, og at disse gigantblokke gaar direkte til maskinel knusning. Man indsparer herved „sktskytning“ eller „stenskytning“ (se s. 21), men øker knusningsutgifterne litt.

— Man har raamalm i overflødig mængde, og raamalmen kan leveres meget billig. Vanskeligheten ligger her som bekjendt i godsets videre behandling.

For driften av separationsverket m. m. er anlagt en dampcentral, paa 6 025 hestekræfter, ved Storforshei; desuten har man en dampcentral paa 2 750 hestekræfter ved Guldsmedvik.

Ved separationsverket ved Storforshei blev behandlet:

1906 . . . . .	14 928 m <sup>3</sup>	=	44 784 tons raamalm
1907 . . . . .	53 824 .	=	161 472 - -
1908 (til juli) {	48 981 .	=	146 943 - -
	4 382 .	=	13 146 - -

---

Sum 122 115 m<sup>3</sup> = 366 345 tons raamalm

Herav blev ialt producet:

84 189 tons briketter
3 353 - slig

---

Sum 87 542 tons briketter og slig.

Kvantum 3 353 tons slig rak man ikke at faa brikettert, før verkets stansning i juli 1908.

Man behøvede altsaa gjennemsnitlig 4.2 (eller 4.18) tons raamalm til 1 ton briket eller slig. I driftens første tid medgik endnu mere, men i den senere driftstid, da man hadde vundet bedre erfaring, lidt mindre. — Metaltabet i avfaldet var gjennemsnitlig regnet meget stort, og man utvandt i middel kun omkring halvparten av raamalmens jernindhold.

Briketterne holdt gjennemsnitlig 64—65 % jern (og sligen omkring 1 procent mere).

Den Edison'ske magnetiske separation (se s. 22 og 25) har — saaledes som verket her oprindeligen blev konstruert — ikke arbeidet tilfredsstillende. Jeg anser mig ikke berettiget til at gaa ind paa de tekniske detaljer, men maa fæste opmerksomheten ved, at Edison's separation — efter verkets hittilværende arrangement — har foranlediget en ulidelig støvplage og desuten medført et betydelig metaltap. — Rensningen for fosfor var ganske tilfredsstillende; det indgaaende gods holdt 0.12—0.32, middel 0.20 % fosfor, og den producerte slig omkring 0.04 %. — Erfaring har vist, at det allerfinest knuste gods holder mest fosfor, beroende paa, at apatiten sitter i ganske smaa krystaller, som springer løs for sig. I raamalm med 0.2 % fosfor kan fosforprocenten i det aller fineste sigtgoods stige til 0.55 %.

Jeg anser mig ikke berettiget til at omhandle de forskjellige forslag, som foreligger for omordning av separationen. Dog skal nævnes, at man i det ovenfor ved fig. 10 illustrerte leiested nær Urtvand, hvortil brytningen hittil har været indskrænket, har et meget stort forraad av magnetit-malm, førende ca. 36 % jern. Man kan saaledes for dette brud anlægge magnetisk separation efter de svenske arbeidsmetoder, f. eks. efter Grøndals.

Hittil har Dunderlandsselskabet alt ialt brugt kontant omkring 29 mill. kr. — Selskabets utgifter i Norge i 1906 utgjorde: løn til funktionærer kr. 132 456, arbeidsløn kr. 668 077, til kontrakter for bygninger osv. kr. 63 422, varer kjøbt i Norge kr. 309 084, fragt til norske skibe kr. 92 191, told kr. 38 083, assurance kr. 8 074, sum kr. 1 311 387. — I grundeieravgift til staten skal selskabet betale 3 øre pr. ton raamalm, dog ikke under kr. 5 000 aarlig.

— Da malmfeltet er saa betydelig, da man allerede har jernbanen færdig, og da raamalmen kan leveres meget billig, er det min tro, at driften vil bli gjenoptat, — men efter reform av separationen. Det sandsynlige er, at man her i fremtiden faar en produktion paa kanske omkring 300 000 tons koncentrat (slig eller briketter) aarlig, og holdende omkring 65 % jern og ca. 0.03 eller 0.04 % fosfor.

### Salangen.

(I den søndre del av Tromsø amt).

Hovedforekomsten her er ved *Storhaugen—Renhaugen* og separationsverk med brikettering anlægges ved Langnæsset ved havn ved Salangfjorden (Sagfjorden). Fra malmfeltet bygges nu en taugbane (6 735 m. lang; øvre taugbanestation 625 m. over havet; med en vinkelstation; største spænd paa lidt over 400 m., næststørste paa 290 m.; beregnet for transportevne ikke mindre end 100 — hundrede — tons pr. time) til separationsverket.

Ved *Storhaugen—Renhaugen* (med største høide resp. 657 og 670 m. o. h.) danner malmen hovedsagelig en fladt liggende mulde, inden et omraade av længde ca. 1 600 m. og bredde 300—400 m.; paa enkelte steder er dog lagstillingen noget mere komplicert. I det liggende for malmen i den flate mulde optræder granatglimmerskifer; og den midtre del av malmen er overløiet ved noget kalksten. Malmens mægtighet (vinkelret paa lagfladerne) veksler mellem ca. 10 m. og ca. 40 m., med gjennemsnit omkring 30 m., heri dog medregnet lidt skifer og kalksten og nogle granitgange. Av alt det utminerte fra selve malmleiestedet venter man at faa ca. 85 % raamalm, rest skifer, granitgang og ganske fattig malm-skifer.

Raamalmens gjennomsnitlige procent er ifølge 30 analyser anslaaet til 30 % jern (syreopløselig, altsaa jern i jernholdige silikater ikke medregnet; middel av de nævnte analyser = 30.3 %); efter bortplukning av det allerfattigste venter man at komme op til 32—33 % jern, og for enkelte partier til noget høiere procent. Gjennomsnitlig er der ca. 0.25 % fosfor, ca. 0.1—0.15 % svovl og 0.1—0.5 % mangan, lokalt dog noget mere mangan. — Mal-

men fører paa de allerfleste steder overveiende meget magnetit mot forholdsvis lidet jernglans; i regelen er tilblandingen av jernglans saa liten, at den praktisk talt næsten kan sættes ut av betragtning.

Man venter, at 1 ton slig, å ca. 65 % jern, skal kræve gjennomsnittlig 3 tons raamalm, for enkelte partier av leiestedet dog kun ca.  $2\frac{2}{3}$  tons. Jernglansen vil ved den magnetiske separation næsten i sin helhet gaa tabt.

Storhaug-Renhaug-mulden indeholder efter kubisering, paa grundlag av en række avgrøftninger og synkdrifter samt talrige diamantboringer, ca. 9 mill. m<sup>3</sup> malmleiested (iberegnet lidt skifer) = 7—8 mill. m.<sup>3</sup> raamalm = ca. 25 mill. tons raamalm, svarende til omkring 7—8 mill. tons slig å ca. 65 % jern. Dette kvantum kan tages ved dagbrudd.

Separationsverket, efter Grøndals system, opføres for aarlig behandling av ca. 600 000 tons raamalm = ca. 200 000 tons slig. Verket bygges i avdelinger. Foreløbig opsættes 4 kuglemøller, 4 rørmøller og 16 separatorer, med hvilket maskineri man antar at kunne producere 60 000—80 000 tons slig aarlig. Naar man har vundet detaljert erfaring, navnlig om forholdet mellem de forskjellige deles indbyrdes avvirkningsevne, skal resten utbygges. Det første aggregat skal være færdig til at sættes i gang ut paa høsten 1909; der skal saaledes ikke gaa lang tid hen, før man faar produktion herfra. — Der anlægges kraftstation med damptrubiner, foreløbig paa 3 000 hestekræfter. Der skal foreløbig bygges 2 Grøndal'ske briketovne (dobbeltoevne). Det hele anlæg sker for regning av et tysk selskab (to schlesiske jernverker i forening, se s. 16).

Umiddelbart ved Storhaugen optræder en mindre forekomst, *Leibivaama*, som er litet undersøkt, men som paa grund av den heldige beliggenhet antagelig vil bli avbygget i sammenhæng med Storhaugen.

Et par kilom. fra Storhaugen ligger *Generalhaugen* (med Obersthaugen, Nikolaihaugen osv.), ca. 300 m. o. h. og i ret linje ca. 4 kilom. fra fjorden. Der optræder her, inden en længde av ca. 1.5 kilom., flere, nemlig mindst 3—5 og ganske nær hin-

anden beliggende leiesteder av skifrig malm, karakterisert ved magnetit — praktisk talt uten jernglans — og granat, kvarts, hornblende, glimmer osv.; som ellers i regelen ved den granatrigé malmskifer er malmens manganmengde forholdsvis stor, nemlig paa flere procent (se s. 57).

Malmens gjennomsnittlige jernprocent antages her at utgjøre ca. 32—33  $\frac{0}{10}$ . Faldet er 20—25° nordlig ( $\sigma$ : ind under fjeldet). Mægtigheten gaar lokalt op til 10—15 m., men er paa de fleste steder under 10 m., i regelen kun nogle faa m. med sammenhengende malm, Malmtversnittet vinkelret paa feltet er, naar ogsaa nogenlunde smale dele av leiestedet medtages, beregnet til 30 000 m<sup>2</sup>. I dagbrudd kan man, naar ogsaa noget „overhæng“ ( $\sigma$ : overhængende berg i leiestedernes tag) utmineres, skjønsmæssig faa et par mill. tons raamalm. — Feltet er at betragte som et fremtidig reservefelt for Storhaugen—Renhaugen.

Lidt længere fra fjorden ligger Laukostjokka (Luokkastjokka) eller Grønli, ca. 9—10 kilom. fra fjorden, i høide ca. 600—800 m. over havet og ca. 3—4 kilom. nord for Storhaugen. Om disse felter, som jeg ikke kjender personlig, og som kun er meget tidet undersøgt, er mig meddelt, at malmen, med 30  $\frac{0}{10}$  jern, kan følges i flere kilom.s længde, vistnok fordelt paa flere nivaaer, og at mægtigheten lokalt gaar op til ca. 20 m. Ved billig drift antages her at kunne uttages mindst 4 mill. t. raamalm. — Det samlede malmtversnit for disse forekomster og for Generalhaugen sættes efter et rent foreløbig og temmelig usikkert skjøn til 100 000 m<sup>2</sup>.

### Bogen i Ofoten.

Ved Bergvik, Kleven, ytre og indre Lenvik, Lenvikmarken, Strand osv. nær bunden av Bogenbugten paa nordsiden av Ofotfjorden optræder en hel mængde malmleiesteder, de fleste med faldvinkel paa 35—50°, ved Strand dog med meget flatere fald, paa kun 5—10°. — Like ved fjorden har et svensk selskab, aktiebolaget „Ofotens malmfält“, for et par aar siden bygget et separationsverk, efter Frødings separationssystem; sommeren

1908 var her installert: 1 stenbygger (Blakes), sigt, 1 stenkruuser (Gates), 1 kuglemølle (Smidth, „kominor“), 6 Frødings forseparatorer, 1 spidskasse med sigt, 1 rørmølle og 6 Frødings slutseparatorer; desuten en sugegasmaskine paa 167 hestekræfter. Anlægget var ikke komplet, hvilket var en av de medvirkende aarsager til, at det foreløbig indstilledes i aug. 1908. I den stand, anlægget hadde, kunde det behandle 10—12 tons indgaaende gods pr. time = 200—230 tons pr. døgn; ved at indsætte en enkelt kuglemølle til, skulde produktionsevnen kunne økes til 16—18 tons indgaaende gods pr. time.

Man har hittil tat raamalmen ved haandboring (og ikke maskinboring) hovedsagelig fra et dagbrudd ved Bergviknæs eller Skrubhaugen, som ved jernbanespor (for hestekjørsel) av ca. 1 kilom.s længde er forbundet med separationsverket. — Malmen i dette brudd gaar lokalt op til mægtighet ca. 40 m. eller horisontal bredde ca. 50 m., heri dog medregnet noget skifer. Ved dagbruddsdrift har man her faat ca. 82 % raamalm og ca. 18 % skifer. — Inkl. sortering, ilastning i vogne ved bruddet og transport fra bruddet til separationsverket, hvilke tre poster tilsammen utgjør 35—40 øre pr. ton raamalm, har raamalmen levert ved opberedningsverket kostet kr. 1.40—1.50 pr. ton, i en maaned kun kr. 1.36; selve mineringen kan efter dette ved haandboring sættes til omkring 1 kr. eller høist kr. 1.10—1.20 pr. ton raamalm. — Denne holder i dette brudd gjennemsnitlig 30—31 % jern (syreopløselig), det allermeste indgaaende i magnetit, noget dog ogsaa i jernglans, hvilken sidste for en stor del gaar tabt ved separationen. — 100 tons raamalm fra dette brudd har gjennemsnitlig pr. maaned git 32.5—33.5, i middel 33 tons slig (beregnet som tør slig); og 4 skibslaster slig holdt (efter tørring) resp. 64.04, 63.82, 66.22 og 63.50 % jern samt 0.040, 0.036, 0.035 og 0.02 % fosfor. — Ved enkelte av de andre leiesteder, f. eks. ved Nordkap, hvor der praktisk talt kun foreligger magnetit uten eller blot med ganske lidet jernglans, synes jernprocenten at være lidt høiere; i alle fald fra enkelte brudd kan temmelig sikkert paaregnes noget under 3 tons raamalm pr. ton slig.



Ifølge en skitseret — og paa grund av overdækningen ikke i enkeltheterne nøiagtig — beregning utgjør malmtversnittet (lodret paa faldet) ved 14 leiesteder (tilhørende det ovennævnte selskab samt tildels ogsaa andre) paa østsiden av Strandvandet i sum 120 000 m<sup>2</sup>, ved samlet længde ca. 6.7 kilom., og følgelig med midlere mægtighet ca. 19 m. Og ved Strand er malmtversnittet av de fladt faldende leiesteder anslaaet til 13 000 m<sup>2</sup>, i samlet længde av 2 050 m., altsaa ved midlere mægtighet kun 6—7 m. Ialt skulde man saaledes her ha et malmtversnit paa ca. 133 000 m<sup>2</sup>. — Da en del herav gjælder dels smale og dels jernfattige, eller i hvert fald magnetitfattige partier av leiestedet, reducerer vi det skitserte overslag til 100 000 m<sup>2</sup>. — For hver m<sup>3</sup> leiested regnes 2.7 tons raamalm. Pr. m. avsænkning efter faldet skulde man altsaa faa ca. 270 000 tons raamalm = ca. 90 000 tons slig, à ca. 64 % jern. Man kan forutsætte, at der ved aaben skjæring (dagbrudd) kan avbygges gjennemsnitlig 25 m. regnet efter faldet, hvilket vil svare til ca. 6<sup>3</sup>/<sub>4</sub> mill. tons raamalm = ca. 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> mill. tons slig. Et tilsvarende kvantum vil kunne uttages ved grubedrift, efter pillar- eller bergfæste-system og med stollfordring, til forholdsvis lidet dyb. Man kan saaledes regne, at der her kan produceres for forholdsvis lav brytningsutgift 10 à 15 mill. tons raamalm, svarende til ca. 3<sup>1</sup>/<sub>3</sub> à 5 mill. tons slig. — Ved drift til større dyb vilde man kunne faa det dobbelte eller flerdobbelte kvantum, men med stigende brytningsutgitt.

Av det nævnte raamalmkvantum ligger ca. 60 % i avstand høist 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> kilom. fra det allerede byggede aurikningsverk, like ved havn.

— Vi skal herefter ganske kort omhandle de hittil bedst kjendte av de andre til Dunderland—Salangen-typen hørende forekomster, idet vi begynder i syd og gaar nordover.

*Eiteraadalen i Vefsen* (se kartblad Velfjorden). Beliggenhet i den nord—sydlig strygende Eiteraadal, i tre parallelle zoner; den ene langs dalens østside oftest i høide 50—100 m. over dalbunden; den anden midt i dalen; og den tredje paa dalens

vestside, oftest i høide 50—100 m. over dalbunden. Avstanden fra feltets nordende til Mosjøen ved Vefsenfjordens bund er ca. 25 kilom.

Selv har jeg ikke besøgt denne forekomst, og de opplysninger jeg har faaet indhentet om den, er noksaa sparsomme. — Feltets hele længde opgives til omkring 10 kilom., dog ikke med sammenhengende malm. Betragtes kun de partier, som er saa mægtige, at de kan avbygges ved dagbrudd eller paa anden billig vis, skal malmarealet efter enkelte opgaver kunne anslaaes til ca. 50 000 m<sup>2</sup>; medregnes ogsaa smalere malmpartier, skal man komme op i et malmareal paa noget over 200 000 m<sup>2</sup>.

Faldet er gjennemsnitlig 60—70° vestligt.

Malmen fører overveiende magnetit, og kun hist og her noget jernglans; den er hovedsagelig opblandet med hornblende, granat, epidot og relativt lidet kvarts. Apatitmængden eller fosforprocenten antages at være lidt større end i regelen ellers ved forekomsterne av Dunderland—Salangen-typen. — I mineralogisk henseende synes feltet, ifølge de indhentede opplysninger, til en vis grad at ligne forekomsten i Dolstadaasen nær Mosjøen. Feltet er først fundet for et par aar siden. Jernprocenten antages at være den vanlige, kanskje nærmest lidt over 30 %.

I *Dolstadaasen og Høgaasen* nær Mosjøen i Vefsen forefindes en lang og bred skiferzone, som fører malm, nemlig i Dolstadaasen magnetitmalm med straalsten, granat, epidot, kvarts osv. Denne slags malm (se s. 57) optræder i tynde striber, vekslende med grøn skifer uten malm. Ved forsøgsarbeide i begyndelsen av 1890-aarene viste det sig, at man pr. m<sup>3</sup> av leiestedet fik utskeidet kun mellem 0.5 og 1.25 ton saakaldet primamalm, med 50 eller lidt over 50 % jern (og i middel ca. 0.5 % fosfor. se s. 56); desuten faldt der en hel del sekundamalm. Forekomsten maatte i tilfælde nyttiggjøres ved *grov*-knusning med efterfølgende magnetisk separation. — I strøkets fortsættelse en eller et par kilom. SSO for Dolstadaasen findes i Høgaasen nogle lag av den vanlige nordlandske type, med hovedsagelig jernglans (se de ovenfor citerte arbeider, nr. 19, s. 47 og nr. 16, s. 14).

Noget længere mot øst, i det saakaldte „Markenfeltet“, ca. 5 kilom. øst for Mosjøen, findes jernmalmleier, hvis areal opgives til ca. 11 000 m<sup>2</sup>. Malmen opgives at holde over 30 0/0, paa enkelte steder mindst 40 0/0.

Ved Almdalssæteren, næsten 20 kilom. ret øst for Mosjøen, er nylig paavist jernmalmskifer av den vanlige type, nemlig i et nord—syd-strykende lag SSO for sæteren.

Ved *Fuglestrand*—Skravlaa paa vestsiden av Elsfjorden i Hemnæs (Sørranen) optræder en oftest 200—300 m., indtil 400 à 500 m. bred zone av hornblende- og epidotskifer, som er fulgt i en længde av ca. 5 kilom., og som paa talrige steder fører indsprængt litt jernerts, dels jernglans og dels magnetit; desuten møter man nogle separate malmlag, men smale og fattige. Forekomsten har til en vis grad likhet med Dolstadaasens. Der blev her utført et ganske omfattende forsøgsarbeide fra høsten 1894 til sommeren 1895; man satte sig som program at haandskeide malm med mindst 45 0/0 jern; man fik endel saadan malm, men denne faldt altfor kostbar i produktionsutgift. — Den malmførende zone er her i yderlig sterk grad gjennemsat av tildels meget mægtige granitgange, endog av smaa granitfelter; over visse strøg er der næsten ligesaa meget granit som skiferbergart.

Ifølge undersøkelser i de senere aar fortsætter det ovenfor nævnte malmdrag i retning mot SV, fra partiet vest for Nøktjern til Thebordet, Lillefjeldet og ned til Sortbækken, vest for Drevandet. Avstanden fra sidstnævnte sted til Svinnaen nær Fuglestrand er ca. 14 km.

Ved *Seljeli* og Hægli med omgivelser paa østsiden av Elsfjorden findes et felt av den vanlige type, opblandet hovedsagelig med kvarts; paa enkelte steder foreligger her typisk jernglimmerskifer, lignende den malmskifer, som er karakteristisk for mange av Dunderlandsforekomsterne. Opgave over størrelsen av feltet ved Seljeli med omgivelser mangler — kun, at jernglimmerskiferen etsteds er maalt til mægtighet 17 m. (Se de ovenfor citerte arbeider nr. 22, s. 173, nr. 16. s. 14; videre en brochyre av *H. T. Newbigin* „On Silicious Iron-Ores of Northern Nor-

way“; i North of England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. 2nd April 1898).

I de senere aar har man ogsaa paavist jernmalm — dels magnetit og dels jernglans — med det vanlige jernindhold (omkring 30 %) i flere drag nogle kilom. søndenfor Elsfjorden; nemlig: Vest for dalen, i en zone av omkring 1 kilom.s længde, fra vest for gaarden Davemoen og herfra i retning mot SV. Desuten paa dalens østside, øst for gaardene Kobhaugen og Stormoen og herfra sydover henimot Osen ved Lukt vandet, ialt i en længde av omkring 3 kilom.

I den nordre del av *Dønnesø* (ved Ranenfjordens munding) findes flere forekomster, nemlig ved Sørøvaagen og Risøen—Rølvaag, alle optrædende paa „strandfladen“ kun nogle faa m. over havets vandstand. Mægtigheten maales paa forskjellige steder til mellem 3 og 6 m. De fleste av forekomsterne synes at være fattige, med omkring 30 % jern. Noget høiere jernprocent møtes paa Risøen, hvor malmen hovedsagelig er grovkornig magnetit, opblandet med kvarts, granat, epidot osv. Ved besøg paa stedet (1900) anslog jeg leiestedets gjennomsnitlige gehalt uten skeidning til ca. 40 %; mægtigheten paa det sted, hvor der var minert, maales til 3 à 4 m., og med bergkompass fulgtes malmen i en længde av lidt over 150 m. Som tallene utviser, handles der her kun om smaa forekomster (se avhandling nr. 16, s. 14). — Paa andre steder paa øerne langt ute i skjærgaarden i Søndre Helgeland har jeg paa mine geologiske reiser paavist den geologiske horisont, hvor de her omhandlede malme hører hjemme, men kun med yderst tynde malmstriper; alle de „malm-lag“, som jeg fandt, var saa tynde, at der ikke kunde være tale om drift.

Ved gaarden Forsland paa *Tomø* (nær Ranenfjordens munding) optræder der to nær ved hinanden beliggende malmlag, det nedre ved gruben (høide ca. 90 m. o. h. og avstand til fjorden ca.  $\frac{1}{4}$  kilom.) av mægtighet ca. 5 m., og det øvre av mindre mægtighet; fald  $20^\circ$  mot vest (ind under fjeldet). Der blev her

arbeidet en del fra nov. 1894 til juli 1895. — Malmleiet ved gruben fører jernglans med lidet magnetit, desuten kvarts, epidot osv. (se s. 57, 58); den midlere jernprocent uten skeidning er anslaaet til noget under 40 %. Forekomsten er fulgt i flere hundrede m.s længde (se nr. 20, s. 173 og nr. 16, s. 14).

I *Beieren* kjendes nogle jernmalforekomster ved Øines, Breivik og Arstad. Nylig er ogsaa paavist nogle forekomster ved Eggesvik i *Beieren* og ved Urskar og Sølvik i *Bodin* mellem *Beieren*- og *Saltfjorden*.

#### *Næverhaugen* i Skjærstad, Salten.

Der henvises til avh. nr. 21, 22 og til nr. 18, s. 13—26 med tillæg eller resumé i nr. 19, s. 42 og nr. 16, s. 16. — Prof. A. W. Stelzner, *Das Eisenerzfeld von Næverhaugen*, Berlin 1891. — *Berging. Kr. Huldts*, beskrivelse i det svenske Teknisk tidsskrift, 1901, nr. 12. — Forretningsbrochure, *Om Næverhaugens jernmalmelet*, Norrköping 1896.

Ved *Næverhaugen* med Hummelvand, Halsvand, Halshaugen osv. optræder et malmdrag av ca. 8 kilom.s længde. — Malmen er en vanlig „randig torrsten“ — førende jernglans med forholdsvis lidet magnetit, videre kvarts med lidt hornblende, epidot, kalkspat — av kornig struktur, og ikke finskjællet som hos jernglimmerskiferen, der er karakteristisk for saa mange forekomster i *Dunderlandsdalen* og andetsteds i *Nordlands* og *Tromsø* amter. — Malmtykkelsen er paa enkelte steder ganske lav, paa 0.5—1.5 m, men svulmer paa andre steder op til 10 m. eller lidt derover. — Det mægtigste og vigtigste parti findes ved *Madstukrogen*, hvor malmen oppe i dagen optræder i en bue, omtrent som ved *Urtvand* i *Dunderlandsdalen* (se fig. 10). Malmens horizontale bredde ved *Madstukrogen* maalt i dagen paa enkelte steder til 15 m., paa andre kun 8—10 m.; faldet er ca. 60—70°; mægtigheten altsaa omkring  $\frac{3}{4}$  av de opførte tal. — Malmarealet nær ved *Madstukrogen* er anslaaet til ca. 6 700 m<sup>2</sup>; medregnes ogsaa de andre forekomster, er det hele malmareal kalkylert til ca. 12 500 m<sup>2</sup>. — *Madstukrogen* ligger i en aasryg, som hæver sig ca. 150 m. over det omgivende, lave terræng; avstanden til havn utgjør ca. 11.5 kilom. Der er ved *Madstukrogen* anlagt en stoll (ikke grundstoll),

hvorfra er foretat adskillig opfaringsarbeide. — Ned til nivaæet av Grønlivand, hvor der er adgang til at gaa ind med en grundstoll, er kvantum raamalm beregnet til ca.  $3\frac{1}{2}$  mill. tons; og raamalmens gjennemsnitlige jernprocent kan skjønsmæssig sættes til samme høide som ved Urtvand i Dunderlandsdalen, altsaa til ca. 36 %; om fosforprocent osv. se s. 56. — Ifølge erfaring ved et lidet prøve-opberedningsverk nær Madstukrogen er malmen herfra temmelig let eller billig at knuse; og jernglansmalmen her er gjennemsnitlig regnet noget mere grøvkornig end i Dunderlandsdalen, hvilket vil være en fordel ved opberedningen.

*Ofoten.* Om forekomsterne paa begge sider av den ytre og midtre del av Ofoten henvises til en foreløbig beskrivelse i mit ovenfor citerte arbeide nr. 16 fra 1902, hvor der s. 32 er medtat et geologisk oversigtskart.

Paa nordsiden av Ofotfjorden ligger det allerede ovenfor omhandlede felt ved *Bogen* (se s. 75—77) samt en række andre, dog saavidt hittil vites kun mindre forekomster, bl. a. i et drag Sommervik til Osmark, ved Segelnæs (Væggen) og i den indre del av Harjangen. Ved Osmark optræder en sterkt manganrik malm, med helt op til 10—11 % mangan (se avh. nr. 16, s. 15 og en avh. av *R. Støren*, „Manganholdig magnetit fra Osmark nær Liland i Ofoten“, i *Nyt Mag. f. Naturv.*, b. 41, 1903).

I *Haafjeldet* med omgivelser paa sydsiden av Ofotfjorden, mellem Ballangen og Tjeldebotten, danner lagene en stor bue, hvorom henvises til det netop omtalte geologiske oversigtskart i avh. nr. 16. Fra Hestvik—Nordgaard ved Ofotfjorden stryker lagene (kalksten, glimmerskifer med jernmalmskifer) i en længde av ca. 8 kilom. mot V  $30^\circ$  S; saa dreier stroget nær det egentlige Haafjeldfelt om til VSV, V, VNV, NV, N og NNO, og fortsætter derefter temmelig regelmæssig mot N  $30^\circ$  O i en længde av 6—7 kilom. frem til Ofotfjorden ved Aspemoen og Pundsviknesset. I den først omtalte gren er faldet ca.  $70^\circ$  mot N  $30^\circ$  V, og i den sidst omtalte gren ca.  $45\text{—}60^\circ$  mot  $0^\circ 30'$  S;

i buen selv er faldet temmelig fladt, i den midtre del kun ca. 10—20° mot NO. Lagene danner her en stor mulde, med foldningsakse stupende temmelig steilt mot NO (kfr. s. 70).

Den geologiske horisont, paa hvilken malmleierne her hører hjemme, har en betydelig længde; først ca. 8 kilom. fra Hestvik—Nordgaard ved Ofotfjorden til selve Haafjeldfeltet, derefter et par kilom. ved dette felt, og tilslut 6—7 kilom. frem til Pundsviknesset ved Ofotfjorden. Paa de fleste steder inden den malmførende geologiske horisont er dog malmen yderst sparsom, og den her gjengivne oversigt over lagstillingen har hovedsakelig geologisk interesse.

Malmleierne i den først omtalte gren er nær Ofotfjorden ved Hestvik ganske smale og meget urene.

Noget renere og tykkere blir malmleierne omkring 1 kilom. fra fjorden, hvor man kan følge mindst to malmparalleller, som er adskilt fra hinanden ved skifer av ofte kun et par m.s tykkelse. Hver enkelt av de to paralleller utviser jevnlig mægtighet paa 5—6 m. eller noget derover, og de kan følges i mindst et par kilom.s længde.

I selve buen ved Haafjeld (i en høide av omkring 450 m. o. h.) optræder flere, leilighetsvis op til 5 flattliggende malmleier, som er adskilt fra hinanden ved skifer eller kalksten av nogle faa m.s tykkelse; hvert enkelt av leierne naar mægtighet, maalt vinkelret mot faldet, op til 5—6 m. og derover. Da faldet her er saa flatt, blir malmens horisontale bredde adskillig større.

I grenen fra Haafjeldbuen til Pundsvik møter man igjen flere malmleier, av mægtighet op til 5—6 m. eller noget derover.

Malmen er en blanding av magnetit og jernglans, — snart med overveiende magnetit, og snart med overveiende jernglans. — Raamalmen antages at holde omkring 35 eller kanske tildels 35—40 % jern, desuten jevnlig noget mangan. Eksempelvis nævnes en gjennemsnittsanalyse av raamalm med 39.06 % jern og 4.47 mangan (Mn); andre analyser viser 1—2.3 % mangan. Fosforprocenten er den vanlige, nemlig 0.2—0.3 % P. Den manganrike malm er ofte for en væsentlig del opblandet med granat (se s. 57).

Paa flere steder kan her uttages ganske store kvantiteter ved dagbrudd og navnlig ved egentlig grubedrift, over stollnivaa, men kun i litet dype gruber. — Der foreligger for dette felt ikke nogen nøiagtig beregning over malmareal eller malmtversnit.

*Sjaafjeldet og Melkedalen* i Ballangen, Ofoten, paa syd-siden av Ofotfjorden. Avstanden fra bunden av Ballangsbugten til det centrale parti av Sjaafjeldfeltet er ca. 8 kilom. og fra Forsaa ved Edfjorden til det centrale parti av Melkedalsfeltet ca. 6 kilom. — I de avdækkede partier er konstateret malmtversnit (lodret faldet, som utgjør ca.  $45^\circ$ ), i Sjaafjeldet ca. 23 000 m<sup>2</sup> i en længde av 3 100 m. og i Melkedalen ca. 12 000 m<sup>2</sup> i en længde av 1000 m.; sum altsaa ca. 35 000 m<sup>2</sup>. Hertil kommer for de hittil ikke avdækkede partier et med noget mindre nøiagtighet beregnet tillæg, for Sjaafjeldet av ca. 27 800 m<sup>2</sup> og for Melkedalen av ca. 24 000 m<sup>2</sup>, tilsammen 51 700 m<sup>2</sup>. Sum altsaa for det hele felt ca. 86 800 m<sup>2</sup>.

Malmen er magnetit, saavitt hittil kjendt uten ledsagelse av jernglans. Den midlere jernprocent synes at være 30—31  $\%$ . — Fosforprocenten er høiere end ellers; en række analyser viser 0.9—1.4  $\%$ , med middel omkring 1  $\%$  fosfor. Svovlprocenten er omkring 0.1  $\%$ ; manganprocenten 0.15—0.2  $\%$  Mn; titanprocenten 0.06 og 0.11  $\%$  TiO<sub>2</sub> (Ifølge opgave av berging. E. Stoltz).

I *Fagernæsfjeldet* inden Narvik bys grænser optræder nogle jernmalmleier av den vanlige nordlandske type. Feltet strækker sig mellem gaarden Kleiva ved Narvikbugten og Sletvikstrand ved Rombakfjorden, i en længde av et par kilom. Ifølge opgivende skal malmen føre magnetit, uten jernglans; jernprocenten opgives at være den vanlige, nemlig omkring 30  $\%$ .

I *Gratangen* og i *Lavangen* — i den sydligste del av Tromsø amt, henimot grænsen mot Ofoten i Nordlands amt — er jernmalmleier paavist paa flere steder. De her indtil sommeren 1908 fundne leier skal ifølge mundtlig indhentede oplysninger være forholdsvis litet mægtige.

*Salangen*-feltet er omtalt ovenfor (s. 73—75).



Paa *Rolløen* i Ibbestad optræder malmleier av den vanlige type paa flere nær hinanden beliggende nivaaer; de vigtigste forekomster opgives at ligge i Skriversfjeldet, i afstand 2—3 kilom. fra havn nær Ibbestad kirke. Faldet er flatt, ofte kun 5°, sjeldnere op til 20°. — Ifølge meddelelse fra berging. *W. v. Post* er her blotlagt omkring 5.6 mill. tons raalmalm, hvorav 2.8 mill. tons med magnetit og likesaa meget med jernglans. Jernprocenten veksler mellem 25.5 og 33.3 %. Middeltallet ved de større forekomster er omkring 32 % jern, dertil 0.122—0.252 % fosfor og 0.005—0.132 % svovl. — Anrikningsforsøk efter Grøndals metode har git gott resultat; 5 prøver med indgaaende gods 31.3—33.2 % jern, 0.226—0.252 % fosfor og 0.011—0.132 % svovl leverte saaledes ved knusning i kuglekværn (til ½ mm. og derunder) 68.5—70.8 % jern, 0.015—0.026 % fosfor og litet svovl. Til 1 ton slig antages at skulle medgaa 2.7 tons indgaaende gods eller 3 tons brutt berg.

Paa *Andorgø*, likeledes i Ibbestad præstegjæld, er kjendt nogle smale malmleier av den vanlige type, med mægtighet 5—6 m., og høit tilfjelds. Efter mottagne oplysninger er de hittil kjendte forekomster temmelig smaa.

Ogsaa paa *Dyrø*, i Tranø præstegjæld, findes en del malmleier, som opgives at være temmelig smale.

*Sørreisenfeltet*, i Sørreisen anneks med tilstøtende del av Tranø hovedsogn, nær Reisenfjorden og Solbergfjorden. Malmen fører magnetit, paa de fleste steder uten eller blot med ganske ubetydelig jernglans; kun ved nogle faa forekomster foreligger der mere rikelig jernglans. Faldet er i regelen temmelig flatt, oftest paa 30—45°. — Der er her en række forekomster:

Kjærringen; magnetit uten hittil paavist jernglans; fald 35°; beliggenhet ganske nær Reisenfjorden, i høide fra nær stranden til 135 m. o. h.; længde 600 m. og mægtighet op til 30 m. — Storhaugen; magnetit uten hittil paavist jernglans; fald 20—40°; afstand 3—3½ kilom. fra fjorden; høide 350—450 m. o. h.; længde 1000 m. og mægtighet op til 30 m. — Espenes; magnetit, dog jernglans fundet paa et sted; fald 20—40°; længden

opgives til 6000 m., med midlere mægtighet ca. 20 m. — Bjørkevikfløiet—Svartebergene; magnetit; steilere fald end ved de ovennævnte forekomster; afstand ca. 6 kilom. fra fjorden; høide 400—700 m. o. h.; længde ca. 2000 m. — Rengjærhaugen; magnetit i veksel med noget jernglans; fald 30°; hittil litet undersøkt; ca. 4 kilom. fra fjorden. — Lahaugen; magnetit; temmelig flatt fald; hittil litet undersøgt; ca. 3½ kilom. fra fjorden. — Desuten er der flere andre, hittil lidet undersøkte forekomster.

Malmtversnittet (lodret faldet) av 16 forskjellige leiesteder er maalt til 245 000 m<sup>2</sup>, med en samlet længde av 10 400 m. og følgelig med en gjennomsnitlig mægtighet av ca. 23 m. — Ved denne beregning er leiesteder med mægtighet under 10 m. ikke tat med i betragtning.

Det utminerte av leiestederne antages gjennomsnitlig at holde 30% jern, men kan ved sortering bringes op til litt høiere procent. Dels av denne grund og dels, fordi der paa de fleste steder her ikke foreligger noget jernglans, antages det, at 1 ton slig her gjennomsnitlig ikke skal behøve fuldt saa meget som 3 tons raalmalm. — Det opgives, at brytningsutgiften ved de større fremtidige brudd her vil stille sig særlig lav. Der er inden dette felt, som jeg ikke har besøgt, i de senere aar foretat ganske betydelige undersøgelsesarbeider. Ovenstaaende er utdrag av en forretningsbrochure, med beretning navnlig av berging. *A. Silje-strøm*. — Ifølge senere mottagen meddelelse er sommeren 1909 ved Bjørga, kun et par hundrede m. fra fjorden, en tidligere litet paaagtet forekomst blit nærmere undersøkt. Leiet her har betydelig utstrækning og mægtighet op til 30 m. Baade her og i Storhaugen opgives den gjennomsnitlige jernprocent at være noget høiere end ovenfor anført.

I *Tromsøsundet* præstegjæld, i fjeldryggen mellem Tromsøsundet og Ramfjorden, er i de allersidste aar fundet en del malmleier, de fleste omkring Møllendalsakselen i høide mellem 450 og 650 m. o. h., og i ret linje 3—5 kilom. fra nærmeste fjord. Desuten er der enkelte forekomster noget nærmere fjordene, i

vest Tromsøsundet og i øst Ramfjorden. — Der er her flere forekomster med mægtighed, regnet vinkelret paa lagflaterne, paa 10—15 m. og op til 15—20 m. Faldet er i regelen temmelig flatt, oftest kun mellem 20 og 40°. I alle fald enkelte av forekomsterne her kan følges i en længde av  $1\frac{1}{2}$ —2 kilom.; de fleste er dog betydelig kortere. — Ved dagbruksdrift og billig grubedrift til ganske litet dyp kan man her efter en rent foreløbig kalkyle, — som ikke er støttet til detaljert kartlægning — utta mindst et par mill. m<sup>3</sup> raamalm, hvis gjennemsnitlige jernprocent foreløbig blev anslaat til ca. 35 % jern.

Ved avgroftninger osv. samt detaljeret kartlægning efter mit besøk paa stedet sommeren 1908 skal man ifølge mottagen meddelelse ha paavist et ganske betydelig malmareal, og dette felt maa regnes blandt de større av de til den her omhandlede type hørende forekomster. — Tolv gjennemsnittsprøver fra feltet viser i middel 35 % jern; og to prøver 0.195 og 0.308 % fosfor. — Leierne her fører saavitt hittil vites kun magnetit og ikke jernglans, hvad er av betydning for opberedningen. Ved magnetiske separationsforsøk paa vaat vei er godtgjort, at malmen let lar sig opberede.

Nogle faa kilom. længere mot syd, mellem Sandviken og Hundberget nær Ramfjordnes ved indløpet til Ramfjorden fra Tromsøsundet, er i den allersidste tid fundet endel jernmalmsforekomster; disse har antagelig samme karakter som de litt længere nord paa halvøen beliggende, omkring Møllendalsakselen.

### **Lofoten og Vesteraalen** *med tilgrænsende distrikter.*

Lofoten og Vesteraalen er hovedsagelig bygget av:

- a) grundfjeldsbergarter, navnlig presset granit, og
- b) yngre eruptiver, som tilsammen danner en „petrografisk provins“, med en utallighet av forskjellige bergarter, nemlig monzonit (en slags augitsyenit), banatit, granit, gabbro (i mange forskjellige varieteter), labradorsten, peridotit, osv. osv.

I de senere aar er Lofoten—Vesteraalen delvis blit geologisk kartlagt i maalestok 1:100 000; arbeidet hermed er dog endnu ikke avsluttet, og det vil fremdeles kræve adskillig tid, navnlig fordi det yngre eruptivfelt tildels er opstykket i en utallighet av smaafelter, med vekslende bergarter.

I en række bergarter — saavel i grundfjeldets pressede granit som i flere av de yngre eruptiver — er her i de senere aar fundet en hel del jernmalforekomster, og hver enkelt malmførende bergart karakteriseres ved en bestemt type — eller bestemte typer — av jernmalm, av vekslende karakter. Navnlig er her repræsenteret de i indledningen (s. 3—4) kortelig omhandlede grupper I, II, III og VI, hvilken sidste igjen falder i flere underavdelinger.

*Forekomster av titanfri eller næsten titanfri jernmalm.*

A. Med haandskeide-malm, holdende omkring 55 % jern.

1. I presset granit (gruppe II).

Ved *Smorten—Jørendal—Jendal* paa begge sider av Sundklakstrømmen — *Smorten* paa Vestvaagø og de to andre paa *Gimsø* — optræder inden et drag av ca. 5 kilom.s længde og 2—3 kilom.s bredde en mængde temmelig smaa og uregelmæssige malmpartier, i sterkt presset granit, med enkelte skifrike, hornblenderike og mere basiske led. Man kan regne mindst 10 middels store enkeltforekomster og en utallighet av smaaforekomster; men selv de middels store forekomster er sjelden mere end 30—40 m. lange, og kun nogle faa m. brede. Litt drift begyndte her i 1903 og fortsatte til sommeren 1908, da arbeidet stansedes. Ialt blev i denne tid uttat omkring 28 000 tons jernmalm, nemlig magnetitmalm med hovedsakelig 55 til 60 % jern, 0.03—0.05 % fosfor, vekslende svovlprocent (fra 0.03 til 1 %), og efter en enkelt analyse med ca. 0.2 % titansyre.

Efter mit kjendskab til disse forekomster anser jeg det som umulig, at der her kan bli nogen varig drift (se forøvrig mit arbeide nr. 24).

Ved *Madmoderen* paa Østvaagø — beliggende i ret linje ca. 18 kilom. NO for Smorten — har man et i geologisk henseende analogt felt med to forekomster, ved „Jernhammeren“ i høide 280 m. og ved „Bækken“ 180 m. o. h., og i avstand ca. 2 kilom. fra Vatnfjord gaard. — Forekomsterne ligger i granit med gneis og kan betegnes som stokformige linseforekomster. Hovedmalmen er fulgt i dagen i længde ca. 40 m. og bredde op til 10 m., og staaende med fald paa 45—55°. Man har ikke tilstrækkelig kjendskap til malmens forhold mot dypet. Av brutt berg paaregnes ca. 2.5 tons malm pr. m<sup>3</sup>. En mængde analyser av malmen veksler mellem 47 og 66 % jern, 0.03 og 1.5 % svovl, 0.00 og 0.05 % fosfor, med gjennemsnit omkring 54 % jern, 0.4 % svovl og 0.027 % fosfor, og praktisk talt uten titan. „Forekomsten er endnu for litet undersøkt, til at man for tiden kan opgi noget malmkvantum, men er der færdig til avbygning ca. 30 000 tons malm“. Ovenstaaende detaljer stammer fra officiel meddelelse av grubens ingeniør til bergmesterembedet; selv har jeg ikke været paa stedet, men jeg har fra mange hold faaet oplysning om forekomsten. Alle meddelelser gaar ut paa, at den malmlinse — eller de malmlinser — som her foreligger, kun viser temmelig smaa dimensioner i dagen og i det hittil opfarede grubeparti.

Der er her i de senere aar foretat meget omfattende anlæg, med bygning av jernbane, lastekai osv., til utgift ifølge diverse meddelelser mindst 1 mill. kr., for regning av utenlandsk selskap. Man gik her den omvendte vei av den rigtige: først foretoges meget kostbare anlæg, og bagefter begyndte man med nærmere studium av forekomsten, som viste sig ikke at svare til forventningerne. — I 1907 blev brutt ca. 8 000 tons malm, desuten noget i begyndelsen av 1908, men senere i dette aar indstilledes arbeidet.

I geologisk henseende lignende forekomster, av rik eller middels rik jernmalm er endvidere kjendt:

ved *Eggum*—Unstad paa Vestvaagø (omtales som liten);

ved *Limstranden* paa Vestvaagø (liten);

ved *Følstad* paa østsiden av Østnæsfjorden paa Østvaagø

(ved Følstad ifølge mine egne undersøkelser kun yderlig smaa forekomster, i geologisk henseende av utpræget likhet med Solbergfeltet ved Næs jernverk ved Tvedestrand, se s. 3, gruppe II).

I begyndelsen av 1900-aarene blev arbeidet paa en i geologisk henseende nogenlunde lignende forekomst ved Skaar paa *Kvædø* i Kvædfjord — ved Hindø i Tromsø stift nær grænsen mot Vesteraalen, — hvor der i 1902 blev uttat 1000 og i 1903 6 400 tons; derefter indstilledes bedriften, som ikke rentabel.

Ved *Efjorden* i Lødingen, paa fastlandet i Nordlands amt, blev for nogle aar siden uttat ca. 3000 tons jernmalm med ca. 55 % jern fra en liten forekomst i presset granit.

I forbindelse med ovenstaaende forekomster nævnes ogsaa:

**Meløvær** grube i Bjarkø prestegjæld, beliggende paa den lille ø Meløvær 8 kilom. nord for Bjarkø kirke (straks nord for Vesteraalen).

Der optræder her i en bugt klods ved stranden en magnetitforekomst, som ved grubedrift er opfaret i 80—90 m.s længde og mægtighet lokalt op til 12—15 m. Malmarealet er omkring 1000 m<sup>2</sup> (ifølge en opgave 800 à 900 m<sup>2</sup>, ifølge en anden opgave 1200 m<sup>2</sup>). Grubens største dyb er ca. 70 m. Den staar med fald ca. 75°, men drar sig meget sterkt i felt. Pr. ton brutt gods faaes gjennemsnitlig 60 % malm med 54 % jern og max. 0.2 % svovl samt 20 % malm med 55 % jern og 1—2 % svovl. Arbeide begyndte her sommeren 1903<sup>1</sup>, og har senere paagaet

<sup>1</sup> Paa en reise sommeren 1903 kom jeg til Meløvær, hvor der like ved stranden stak op lidt jernmalm paa et enkelt sted, i 3—4 m.s længde og et par m.s bredde, og kun 1—2 m. over hoivandstand. Forevrigt var det utgaaende fuldstændig dækket av fjæregrus. Den lille jernmalmklump var tidligere anmeldt, men man hadde ikke fæstet sig noget ved den. — Ved magnetometrisk undersøgelse, som kun krævede ca. 3 timers arbeide, paaviste jeg, at forekomsten maatte være ca. 100 m. lang, og tilstrækkelig mægtig for drift. Jeg foreslog derfor, at man skulde gaa igang med arbeide. Støttet til den av mig i al fart optagne magnetometriske kartskitse gjorde jeg det rent skjønsmæssige overslag, at man skulde kunne ta ut omkring 100 000 tons malm, eller maal omtrent av denne størrelse.

Jeg nævner ovenstaaende for at indprente at magnetometer (Tiberg) bør høre med i en reisende geologs eller bergmands daglige utrustning.

med ca. 40 mand, og i de senere aar med produktion 10 000—15 000 tons malm aarlig (se s. 13). Ialt er her indtil utgangen av 1909 brutt og eksportert ca. 70 000 tons jernmalm, med gjennomsnitlig ca. 54 % jern, max. 0.2 % svovl og 0.02 % fosfor, uten titan. Desuten er lagt paa lager en del tusind tons malm med omtrent samme jernprocent, men med 1—2 % svovl. — Produktionsutgifterne utgjør 5—6 kr. pr. ton skeidet malm, heri dog amortisation av de forøvrig smaa anlæg og generalutgifter ikke medtat.

Malmarealet i 50 m.s dyb er omtrent som i dagen, og malmen vil utvilsomt — trods den yderst sterke dragning i felt, under havets nivaa — fortsætte til ikke saa ganske litet dyp. Med sikkerhet er konstatert mindst 50 000 tons; sandsynligvis vil man her endnu kunne faa mindst 100 000 tons, muligens endog 200 000 tons malm.

Paa *Bjarkø* hovedø optræder, inden et felt av omkring 1 km.s længde og nær havn, nogle stokformige malmpartier, førende magnetit med hornblende, pyroxen, granat osv. Man kan her skeide ut noget malm med 50—54 % jern, men hovedmassen av det brutte gods er anrikningsmalm med adskillig lavere jernprocent. Hver enkelt av de malmførende stokke har mægtighet op til 10—15 m. og den to- eller tre-dobbelte længde (se prof. *Sjøgrens* avh., nr. 25). — Der blev her for et par aar siden foretat ganske betydelige anlæg (av sporbane, lastekai osv.), og paabegyndt grubedrift, med noget arbeide i 1906 og litt større arbeide i 1907, i hvilket aar der blev brutt 6500 tons jernmalm, hvorav 1850 tons eksportertes. Arbeidet indstilledes i 1908. — Ved besøk paa stedet i 1903 kom jeg til det resultat, at jeg ikke kunde tilraade kapitalanvendelse for at sætte feltet i drift.

## 2. I monzonit (gruppe III).

Paa begge sider av Raftsundet — fra Aarsteinen, Store-Molla og den midtre del av Øihellesundet i syd og forbi Hanø til omegnen av Kvitnes i nord — optræder et meget stort, nemlig omkring 40 kilom. langt og fleresteds omkring 20 kilom.

bredt felt av monzonit, som paa mange steder fører magmatiske utsondringer av jernmalm. Nær denne findes i alle fald undertiden, saaledes som ved Kaljord, enkelte mindre partier av gabbrobergart (norit). — Mikroskopisk undersøgelse av malmen fra Kaljord og et par andre steder viser typisk magnetitpyroxenit. — Medens de i genetisk henseende tilsvarende utsondringer i gabbro og labradorsten saavidt hittil kjendt uten undtagelse karakteriseres ved en nævneværdig procent av titansyre, betegnes eiendommelig nok de her omhandlede forekomster i monzonit kun ved et ganske lavt indhold av titansyre, nemlig at dømme efter de foreliggende analyser oftest under 1 %  $\text{TiO}_2$ .

Ved *Kaljord* i Hadsel prestegjæld, paa vestsiden av Hindøen, forefindes en hel række linseformige malmpartier inden en zone av et par kilom.s længde og omkring en kilom.s bredde. De største av disse malmlinser viser i strøg en længde av 40—50 m. og tykkelse lokalt op til 5 m.; de fleste malmlinser er dog adskillig mindre. Ialt er arbeidet paa mindst 10 forskjellige linser, hvorav de største antages at kunne levere 5 000 tons eller kanske noget derover. Linserne ligger i vekslende høide, op til omkring 400 m. over havet, og med afstand fra lastekai mindre end 1 kilom. Den skeidede malm holder ca. 57 % jern, 0.025 % fosfor og vekslende svovlprocent, i gjennemsnit omkring 0.5 %, samt kun ganske litet titansyre. — Der blev her før et par aar siden bygget lastekai samt transportbaner til flere av malmpartierne. Grubedrift begyndte i 1906 (se s. 13), og der blev indtil arbeidets stansning i 1908 uttat omkring 20 000 tons malm. — Ved besøk paa stedet sommeren 1907, da der var brutt ca. 12 000 tons malm, gjorde jeg op det skjøn, at man her i sum neppe kunde faa mere end 50 000 tons malm, eller maalt omtrent av denne størrelse.

Ved *Sommerset*, nogle kilom. fra Kaljord, har man en lignende forekomst, nemlig to parallelle malmlinser, liggende 5—6 m. fra hinanden, og av samlet malmareal ca. 200  $\text{m}^2$ ; 230 m. o. h.; der er her utskidet et par tusind tons malm med ca. 48 % jern, ca. 0.01 % fosfor, og litet svovl.



En i geologisk henseende tilsvarende forekomst optræder ogsaa i Norddalen i *Lunkanfjorden*, i ret linje 4 kilom. O—OSO for Kaljordfeltet. Denne forekomst ligger i afstand 2.4 kilom. fra fjordens bund, og i høide 240 m. o. h.; øvre stoll i høide 217 m. o. h. Der er her klods ved siden av hinanden to malm-paralleller av længde 68 m. og samlet malmareal ca. 680 m<sup>2</sup> (fraregnet indkilet „graaberg“). Malmen holder 53—54 % jern, og litet svovl og fosfor. Ifølge kubicering kan her uttages over den øvre stoll ca. 35 000 tons malm; desuten er der adgang til nogenlunde korte stoller i noget lavere niveau. Der er mulighed for her at utta omkring 100 000 tons malm, eller kanske noget derover.

I nærheten, lidt høiere tilfjelds, ligger to andre malmlinser, som opgives til areal hver paa ca. 200—250 m<sup>2</sup>.

B. Med opberedningsmalm, holdende omkring 30 % jern (og tilhørende den geologiske gruppe I).

Paa Hindøen optræder — i presset granit, som temmelig sikkert er av arkæisk alder — en utallighet av forekomster førende kvartsrandet jernmalm, navnlig inden distriktet Fiskefjorden-Blokken (Sortland prestegjæld) — Kjengsnæs i Gullsfjorden (Kvædfjord prestegjæld) — Vestpoltind i Øksfjorden (Lødingen prestegjæld). Avstanden i luftlinje er, mellem Vestpoltind og Fiskefjorden ca. 12 kilom., og mellem Vestpoltind og Kjengsnæs ca. 24 kilom. Analoge forekomster findes antagelig ogsaa utenfor det ved ovennævnte lokaliteter avgrænsede territorium.

I geologisk henseende viser disse Hindøforekomster en utpræget likhet med Sydvarangerfeltet, navnlig med hensyn til optræden i granit og malmens kvartsranding, hvilken sidste i utpræget grad er betegnende for de allerfleste av de her omhandlede Hindøforekomster (dog med undtagelse av Kjengsnæsmalmen). Ogsaa Hindøforekomsterne er hist og her, om end sjelden, gjennemsatte av granitgange. Desuten sætter fleresteds store kiler av granit ind i malmen (se f. eks. fig. 36, 37 og 38 i Zeits. f. prakt. Geol. 1907, s. 88). — Om forekomsternes geo-

logiske karakter henvises til nærmere beskrivelse i de to ovenfor citerte arbeider nr. 24 (*Vogt*, 1907) og nr. 25 (*Sjøgren*, 1908).

I teknisk henseende er der den væsentlige forskjell, at Hindøforekomsterne ikke paa langt nær naar saa store dimensioner som i Sydvaranger. Medens den største sammenhengende malm, ved Bjørnevand i Sydvaranger har malmareal ca. 240 000 m<sup>2</sup>, gaar den største sammenhengende — eller næsten sammenhengende — malm, som indtil sommeren 1907 var kjendt paa Hindøen, nemlig etsteds i Vestpoltind, neppe over 10 000—12 000 m<sup>2</sup>. — I Sydvaranger fører i alle fald den overveiende del av malmen omkring 35 % jern; paa Hindøen maa man derimot i det hele og store, om end med visse undtagelser, regne med noget fattigere malm, nemlig med i middel kun omkring 30 % jern. — I Sydvaranger foreligger saavidt hittil kjendt kun magnetit uten jernglans; ved de her omhandlede forekomster paa Hindøen derimot optræder i regelen magnetit og jernglans i midlere blanding; paa enkelte steder synes der at være noget mere jernglans end magnetit, paa andre omvendt noget mere magnetit end jernglans; og forekomster med kun magnetit hører paa Hindøen til undtagelserne (eks. Kjengsnæs, som ogsaa paa anden vis adskiller sig noget fra den vanlige, kvartsrandede Hindø-type). — I Sydvaranger er raamalmens manganprocent ubetydelig; det samme gjælder ogsaa mange, og vistnok de fleste, geologisk lignende forekomster paa Hindøen. Men paa den anden side betegnes enkelte forekomster her ved en ganske høi manganprocent; saaledes viser 15 analyser av raamalm fra Vestpoltind-feltet mellem 1.14 og 12.60, gjennomsnittlig 4 % mangan (Mn), ved siden av gjennomsnittlig 30—32 % jern. — Sydvaranger raamalm holder en ganske lav fosforprocent, paa ca. 0.04 % P; paa Hindøen derimot møter man i regelen adskillig høiere fosforprocent. Saaledes i Vestpoltind:

5	analyser med	0.010—0.098 % P	
9	—	0.11—0.19	· ·
6	—	0.22—0.27	· ·
4	—	0.33—0.39	· ·
6	—	0.41—0.45	· ·
6	—	0.51—0.84	· ·

med gjennomsnit omkring 0.3 % fosfor (P).

I Fiskefjorden er fosforprocenten omtrent av samme gjennomsnittlige høide.

Svovlprocenten er paa Hindoforekomsterne i regelen temmelig lav, nemlig i regelen mindre end 0.05 %; undertiden dog høiere, saaledes ved Kjengsnæs, hvor raamalmen gjennomsnittlig holder ca. 0.5 % svovl (men paa den anden side oftest kun 0.01—0.025 % fosfor).

Titanprocenten er uten undtagelse yderst lav; nogle analyser fra forskjellige steder viser 0.05—0.3 %  $\text{TiO}_2$ , op til ca. 0.5 %  $\text{TiO}_2$  (de sidstnævnte analyser er kanske ikke fuldt paa-lidelige).

Til nærmere oplysning medtages nogle fuldstændige eller næsten fuldstændige analyser, dels av malm og dels av ved prøveopberedning utvundet slig.

	Malm				Separert malmslig	
	Fiskefjorden		Vestpoltind, Øksfjorden		Fiskefjord	Øksfjord
	Nr. 1 a	Nr. 2	Nr. 3 a	Nr. 4	Nr. 1 b	Nr. 3 b
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .		42.63		65.74		
$\text{FeO}$ . . . . .		20.18		0.27		
$\text{SiO}_2$ . . . . .	50.28	30.05	32.40	14.16	4.92	5.0
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	4.81	2.41		1.51	0.80	
$\text{MnO}$ . . . . .	0.22	0.17	6.36	8.93	0.06	4.09
$\text{MgO}$ . . . . .	3.08	1.62		1.59	0.82	
$\text{CaO}$ . . . . .	2.02	2.13	7.75	6.25	0.57	2.0
$\text{TiO}_2$ . . . . .	0.25	0.33		0.04	0.26	
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0.55	0.23	0.612	0.96	0.07	0.131
S . . . . .	0.36	0.10	0.029	0.022	0.077	0.023
Cu . . . . .	0.01				Sp.	
Sum		99.85		99.47		
Fe . . . . .	27.88	45.54	31.63	46.23	66.89	61.76
P . . . . .	0.24	0.10	0.268	0.421	0.03	0.058

Nr. 1 a. Ordinær, dog kanske noget særlig jernfattig raamalm fra Fiskefjorden. Nr. 2, skeidet malm fra Fiskefjorden. Nr. 3 a, ordinær raamalm fra Vestpoltind. Nr. 4, skeidet malm, fra Storstollgangen, Vestpoltind.

Analyserne nr. 2 og 4 trykt i *Sjøgrens* avh., nr. 25; de andre analyser meddelt fra vedkommende selskaber. — Nr. 1 b, magnetisk utseparert slig, ved en prøvevaskning, efter Frødings metode av nr. 1 a. Nr. 3 b, ved mekanisk opberedning (paa „skakbord“ efter knusning til max. 0.5 mm. kornstørrelse) erholdt slig av jernglansmalm, nr. 3 a.

Det største felt, som indtil sommeren 1907 var kjendt av den her omhandlede malmtpe paa Hindøen, var i

*Vestpoltind* nær bunden av Øksfjorden, paa fjordens østside. — Man hadde her sommeren 1907 nærmere undersøkt tre større og temmelig steilt staaende malme, nemlig:

	Længde	Skjønsmæssig anslaaet malmareal
Storgangen ca. 300 m. o. h.	ca. 300 m.	ca. 6 000 m <sup>2</sup>
Svartmalmgangen, ca. 500 m. o. h.	- 200 -	- 4 000 -
Høitindmalmen, ca. 750—800 m. o. h.	- 600 -	- 10 000 -
	Sum	ca. 20 000 m <sup>2</sup>

Opgaverne over malmarealet er efter en av mig skjønsmæssig foretagen kalkyle, som ikke var støttet til detaljert kartlægning, men som kun viser omtrentlig, med hvad slags maal man her har at regne.

Avstanden fra de tre forekomster til paatænkt plads for anlæg nær havn, veksler mellem 1 og 3 kilom.

Enkelte striper inde i malmpartierne holder 40 % eller lidt over 40 % jern, andre dele, navnlig nær malmens grænse mot graniten derimot kun omkring 20 %. Som gjennemsnit kan sættes ca. 30 % jern (+ 4 % mangan), idet det forutsættes, at de allerfattigste dele — som ikke er medregnet i det ovennævnte malmareal — ikke utmineres.

Avbygningen kan her ikke — eller kun i ganske ringe utstrækning — foregaa ved dagbrudd, men maa ske ved ordinær grubedrift, over stollniveaa. Man kan utta store mængder 30 %'s raamalm for middels lav brytningspris; temmelig sikkert kan ialt av saadan raamalm regnes mindst 5 mill. tons, kanskje betydelig større kvantum. Det teknisk-økonomiske spøragsmaal gjælder her ikke først og fremst malmens kvantitet, men dens opberedningsbetingelser.

Nær bunden av *Fiskefjorden* findes en hel del lignende forekomster, men mindre (se kart og profil i Zeits. f. prakt. Geol. 1907, s. 87—88). Mægtigheten ved den største forekomst gaar lokalt op til ca. 25 m., og ialt kan her regnes: mindst  $\frac{3}{4}$  mill. tons, antagelig omkring 1 mill. og kanske  $1\frac{1}{2}$  mill. tons raamalm, til utminering over stollnivaa.

Sommeren 1905 besøgte jeg en mængde andre, men mindre forekomster av samme type mellem *Fiskefjorden* og *Sigerfjorden*.

Den ovenfor nævnte forekomst ved *Kjengsnæs* er ikke synderlig stor.

I henhold til forskjellige meddelelser er der paa *Hindøen* i de allersidste aar fundet en hel del nye forekomster, hovedsagelig av samme type som *Øksfjord—Fiskefjorden*. Sikre oplysninger om størrelsen av disse nye forekomster har jeg ikke kunnet faa.

Ogsaa i gneisgranitfeltet i den sydøstre del av *Langøen* i *Vesteraalen* findes nogle lignende forekomster av kvartsblandet opberedningsmalm. Den største her hittil kjendte forekomst av denne type er, ifølge bergkand. *S. Foslie*, ved *Lahaugen*, ca. 3 kilom. fra havn nær *Sildpollen* i *Eidsfjorden*; flere nogenlunde nær hinanden beliggende malmpartier viser malmareal resp. ca. 1100, ca. 1100, ca. 280, ca. 100, ca. 100 m<sup>2</sup> og derunder; effektiv sum 2500 eller høist 3000 m<sup>2</sup>; malmen holder gjennemsnitlig ca. 36 % jern; et par analyser viser 0.5—0.7 % fosfor. — Meget mindre forekomster av samme type findes ved *Sortland—Steiro* (her 4 malmlinser med samlet areal ca. 500 à 550 m<sup>2</sup> og førende malm med gjennemsnitlig ca. 34 % jern) og ved *Valfjordheia*, mellem *Sildpollen* og *Sortland* (to malmlinser med samlet areal ca. 225 m<sup>2</sup>).

Paa *Langøen* optræder ogsaa flere forekomster av titanholdig jernmalm, hvorom mere nedenfor.

Ved *Kasfjorden* paa *Hindøen*, ca. 12 kilom. ONO for *Harstad*, er i den allersidste tid (1908 og 1909) paavist jernmalmsforekomster, nemlig baade paa den sydvestre og den nordøstre side av fjordens indre del, i høide fra 400 til 500 m. o. h.

og i avstand et par kilom. fra fjorden. — Ifølge mottagen meddelelse optræder malmen like ved kalksten, og i nærheten av gneisgranit osv. Hvilken geologisk type, malmen tilhører, er ikke avgjort. Malmen er magnetit (uten jernglans) og opblandet med hornblende, epidot, granat osv. Der foreligger dels middels rik malm og dels vanlig operedningsmalm, den sidste i stor mængde og bekvemt beliggende for drift; men sikre tal kan ikke meddeles, da der kun er foretat faa avgrøftninger.

*Forekomster av titanholdig jernmalm.*

i gabbro, labradorsten osv.

I Lofoten—Vesteraalen kjendes en hel del felter førende titanjernmalm (gruppe VI) med lav og middels lav titansyreprocent (op til 10 %  $\text{TiO}_2$ ), derimot ikke nogen forekomst av ilmenit (gruppe V) med særdeles høi titansyreprocent, som 25—40 %  $\text{TiO}_2$ .

Et meget stort felt av titanjernmalm findes ved **Selvaag** i Bø prestegjæld paa utsiden av Langøen, nemlig paa vestsiden av Malnesfjorden, 5—6 kilom. indenfor mundingen av fjorden og likesaa langt fra handelsstedet Hovden.

Malmen, som i korthet kan betegnes som en magnetitdiallagit, optræder som basisk utsondring inde i et 30 kilom.<sup>2</sup> stort felt av gabbro, som utgjør næsten den hele halvø mellem Malnesfjorden og Aasanfjorden. Gabbroen er av litt vekslende petrografisk sammensætning. Forherskende synes at være en olivin- og hypersthenførende diallag-gabbro, undertiden med ganske meget olivin, men andetsteds med litet olivin og hypersthen; desuten foreligger ordinær gabbro (diallag-gabbro), uten olivin eller hypersthen. Paa flere steder bl. a. nær ved gaarden Selvaag, optræder desuten partier av sterkt olivinrik bergart (peridotit osv.; se herom mit arbeide nr. 12, særlig avsnittet i Zeits. f. pr. Geol. 1900, s. 233—235). Malmutsondringerne ligger i fjeldskraaningen et litet stykke fra fjorden eller stranden, hvor der er tilstrækkelig plads for anlæg, samt en betrygget havn.

Man kan holde ut fra hinanden to — eller mindst to — isolerte malmpartier; fra sydenden av det sydligste til nordenden av det nordligste malmparti er der i ret linje en avstand av 1100 til 1150 m. — Nordpartiet ligger i avstand fra 700 til 1000 m. fra fjordlinjen og i høide fra 75—245 m. o. h.; og sydpartiet i omtrent samme avstand fra fjorden og i høide fra 90 til 350 m. o. h. — Avstanden fra malmpartiernes nedre grænse til plads for eventuelle anlæg er kun  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  kilom.

Dette felt besøgte jeg sommeren 1895, da der kun var foretat lidt avgrøftning osv. paa et par steder; malmens utgaaende var for en stor del tildækket, saa malmens grænser den gang ikke kunde bestemmes nøiagtig. Senere har man foretat en del flere avgrøftninger samt noget minering, og der er optat et detaljkart i maalestok 1:2000.

Ifølge dette kart skal det nordligste malmparti vise dimensioner i dagen: største længde 550 m, største bredde 250 m., samt malmareal næsten nøiagtig 100 000 m<sup>2</sup> (eller 101 000 m<sup>2</sup>). Og det sydlige malmparti: største længde 500 m, største bredde 200 m, og areal 68 000 m; inden malmarealet ligger dog efter kartet et opstikkende parti gabbro, av areal 4000 m<sup>2</sup>, saa malmarealet skulde indskrænkes til 64 000 m<sup>2</sup>. — Ifølge kartet skulde saaledes malmarealet for begge partier utgjøre ikke mindre end ca. 160 000 m<sup>2</sup> (eller 165 000 m<sup>2</sup>).

Herom er dog at bemerke, at der vistnok inden dette malmareal, særlig for det søndre malmpartis vedkommende, optræder nogle partier dels av gabbro og dels av middels jernertsrike mellemed mellem gabbro og magnetitdiallagit; jeg antar, at vedkommende kartlægger ikke hadde opmerksomheten tilstrækkelig henvendt herpaa. Jeg gaar saaledes ut fra, at det ovenfor beregnede areal ca. 160 000 m<sup>2</sup> i virkeligheten maa formindskes en del.

Trods denne reduktion — eller formodede reduktion — kan det med sikkerhet paastaaes, at malmarealet er meget betydeligt. — Ved mit besøk i 1895 var malmen i det nordlige parti avgravet paa saa mange steder i en længde av 130 m. og bredde av 50—60 m., at jeg gik ut fra, at malmen her overalt var

553 V 86m

sammenhængende; desuten var malmen avgrøftet ved lange røsker ogsaa paa flere andre steder.

I henhold til de foreliggende undersøgelser antar jeg, at der her handles om et samlet effektivt malmareal paa omkring 100 000 m<sup>2</sup>, — om noget mere eller noget mindre kan først avgjøres ved fremtidige undersøkelser.

Raamalmen kan her afbygges i betydelig kvantitet til meget lav brytningspris, ved dagbruddsdrift og med ganske kort transport til eventuelle anlæg like ved havn. Regnes arealet til 100 000 m<sup>2</sup> og dagbruddenes dyb sættes til gennemsnitlig 50 m, skulde dette svare til 5 mill. m<sup>3</sup> eller 15 mill. tons raalmalm, at utta kun ved dagbruddsdrift. Dette gir i alle fald en tilnærmet forestilling om de maal, man her maa regne med; men ogsaa denne beregning trænger revision, navnlig med hensyn til den rolle, som de fattige partier spiller inden malmfelterne.

Malmen fra Selvaag er ifølge mikroskopisk undersøgelse en magnetitdiallagit, av noget vekslende mineralogisk og kemisk sammensætning. I de foreliggende mikroskopiske præparater indgaar konstant, foruten overveiende magnetit (eller titanomagnetit) og diallag, noget spinel (grøn pleonast), nemlig efter skjøn en eller et par procent spinel. Olivin er meget vanlig, men er neppe nogetsteds i saa rikelig mængde som diallagen. Hist og her sees noget hypersthen og noget hornblende, den sidste av brun farve (og saaledes temmelig sikkert titanholdig); desuten findes litt glimmer, dog kun i yderst ringe mængde. — I flere præparater mangler plagioklas fuldstændig; i andre sees et par procent plagioklas, og desuten findes der petrografiske overgangsled mellem ytterleddet plagioklasfri magnetitdiallagit paa den ene side, og ordinær gabbro paa den anden side.

I de fleste præparater av magnetitdiallagiten kunde apatit ikke paavises; men i et enkelt præparat fandtes en hel ansamling av smaa apatitkrystaller. Apatiten maa altsaa være yderst ujevnt fordelt, hvad ogsaa bekræftes ved de kemiske analyser. — Lidt kis (svovlkis og magnetkis) sees stadig, men i temmelig ringe mængde.



Nogle gjennemsnittsprøver av plagioklasfri og saaledes relativt jernrik magnetitdiallagit viser 40—44 % jern, og man kan ut-sortere i alle fald noget av malmen med saavidt høi jernprocent. Men vil man arbeide efter program, billig dagbruddsdrift og efterfølgende magnetisk separation, maa man ogsaa medta den fattigere malm; og da vil den gjennomsnittlige jernprocent temmelig sikkert ikke bli saa høi som 40 % (medregnet jernindhold i malmens silikatminerale). Sandsynligvis vil raamalmen gjennemsnillig holde omkring 32—35 % jern og omkring 4 % titansyre.

En del fosforbestemmelser i mindre gjennemsnittsprøver viser: 0.032, 0.037, 0.042, 0.106, 0.281, 0.32 og 1.32 % fosfor — altsaa en sterkt vekslende procent. — Svovlprocenten i raamalmen anslaaes skjønsmæssig til ca. 0.1—0.2 % eller kanske noget derover. — De „slaggdannende bestanddele“ viser, at domme efter malmens mineralogiske sammensætning, omkring 40—45 %  $\text{SiO}_2$ , 10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 20—25 %  $\text{MgO}$ , 10—20 %  $\text{CaO}$  og nogle %  $\text{TiO}_2$ .

— Selvaagfeltet er vistnok det største felt, som hittil er kjendt i vort land av titanjernmalm med samtidig nogenlunde lav titanprocent og middels jernprocent. De lokale betingelser for drift, grundlagt paa magnetisk separation, er særdeles gunstige.

Ved *Hjelsand* paa Skogsø i Øksnes, fremdeles ved utsiden av Langøen, findes ogsaa en titanjernforekomst, dog meget mindre end ved Selvaag, og optrædende i en anden gabbrotype (hornblendegabbro). Forekomsten ligger ca. 250 m. o. h., i ret linje høist 1 kilom. fra havn. Malmarealet angives til 6 à 800  $\text{m}^2$ . Malmen her er noget rikere paa jern, nemlig med ca. 53 % jern, hertil noget over 4 % titansyre og en eller et par procent svovl. Der er her forsøksvis utminert tusind eller kanske et par tusind tons jernmalm.

I labradorstenfeltet paa Flakstøden i Lofoten optræder nogle smaa forekomster av titanjernmalm, navnlig i *Andopen-*dalen. Malmen er her hovedsagelig titanomagnetitpinellit.

med henimot 60 % jern og omkring 10 % titansyre (se analyserne nr. 6, s. 28); etsteds findes ogsaa noget titanomagnetitdiallagit. — Forekomsterne er som nævnt ganske smaa — den største noget over 30 m. lang, 3—4.5 m. bred, med malmareal omkring 100 m<sup>2</sup>; — og det kvantum malm, som her i sum kan uttages, kan ikke regnes med maal som hundrede tusind tons, men kun med maal som titusind eller nogle faa titusinder. — I økonomisk henseende er disse forekomster uten nævneværdig betydning; derimot byder de paa adskillig geologisk interesse, bl. a. fordi der her — som ved Selvaag (se s. 98) — optræder to rækker av magmatiske utsondringsprodukter, den ene karakterisert ved titanjernmalm og den anden ved magnesia-jernsilikat, navnlig olivin (se Zeits. f. prakt. Geol. 1900, s. 233—236).

Nogle andre i labradorstenfeltet paa Flakstadøen indtil sommeren 1906 fundne malmutsondringer var saa smaa, at man hvert sted blot kunde faa nogle faa tons malm.

Ogsaa andetsteds i Lofoten og Vesteraalen findes nogle forekomster av titanholdig jernmalm.

I forbindelse med det nordlige Norges jernmalforekomster omtales ogsaa

### **Eksporten av Kirunamalm fra Narvik.**

Denne eksport, som begyndte, da Ofotbanen blev færdig (novbr. 1902), utgjorde:

i 1903 . . . . .	786 210 tons
- 04 . . . . .	1 182 422 .
- 05 . . . . .	1 493 370 .
- 06 . . . . .	1 649 948 .
- 07 . . . . .	1 401 375 .
- 08 . . . . .	1 517 827 .
- 09 . . . . .	1 570 676 .

(derav i sidste aar 62 252 tons fra Tuolluvaara, resten fra Kiiruna-vaara).

Eksporten skal yderligere stige, nemlig ifølge den av den svenske stat vedtagne plan, til:

i 1910 . . . . .	2 mill. tons
- 1914 . . . . .	3 - -
- 1917 og senere. . . . .	3.3 - -

Malmen fra Kiirunavaara og Luossavaara er ganske usedvanlig jernrik; den største del av malmen holder desuten en betydelig mængde apatit. Handelsvaren fører i regelen ikke mindre end 97—98 % jernertsmineral (magnetit, underordnet jernglans) og apatit i sum; hertil: 1—2 %  $\text{SiO}_2$ , 0.15—0.8 %  $\text{TiO}_2$ , 0.2—1 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0.4—1.2 %  $\text{MgO}$ , 0.15—0.5 %  $\text{MnO}$ , 0.015—0.05 % S. — I apatiten indgaar som bekjendt en hel del kalk, nemlig for hver % fosfor ca. 3 %  $\text{CaO}$ .

Malmen deles i forskjellige klasser, nemlig:

A-malm; mindre end 0.05 % P; ca. 68 % Fe	
B- - ; maksimum 0.10 - - - 68 - -	
C- - maksimum 0.60 - - - 66 - -	
D- - 0.75—ca. 2.5 - - - 66—60 - -	
F- - 2—3 - - -	} 60—55 - -
G- - mere end 2.5 - - -	

Hovedmalmen er D-malm, med omkring 1.5 % fosfor og 63 % jern.

Av „Tillægsoverenskomst“ av 26de juni og 9de juli 1908 mellem Den norske Stat og Luossavaara—Kiirunavaara Aktiebolag om malmtransport paa Ofofbanen utover de ved kontrakten av 1898 bestemte 1 200 000 tons“ hitsættes følgende:

§ 6. Norske jernverk skal ha ret til at faa kjøpt malm til eget bruk inden landet fra bolaget til pris, der ikke maa overstige, hvad bolaget i gjennemsnit opnaar av andre for tilsvarende, i aarets løp solgt malm, levert i Narvik. Dog kan til norske jernverker ikke forlanges avgit mere end 10 — ti — pct. av det samlede kvantum, der eksporteres over Narvik, og dette kun forutsat, at et saadant kvantum ved begjæringens fremsættelse er usolgt.

## Jernmalforekomster i det trondhjemske.

I det trondhjemske — søndre og nordre Trondhjems amt med tilgrænsende parti av „kisdistriktet“ i den nordre del av Hedemarkens amt — kjente man tidligere kun et forholdvis litet antal jernmalforekomster, og der var her i ældre dage ikke nogen grube, der leverte saa meget som 40 000 tons jernmalm. Men i de senere aar har man netop i det trondhjemske, paa nordsiden av Trondhjemsfjorden, gjort betydelige fund, — og her foreligger *de betydeligste felter av titanfri skeidemalm, som hittil er kjendt i vort land.*

### **Jernmalfelterne i Beitstaden—Aafjorden**

(paa nordsiden av den indre del av Trondhjemsfjorden og herfra vestover til Aafjorden; enkelte forekomster ogsaa i Værran).

Disse forekomster er fundne i de allersidste aar, nemlig — naar tidligere uvæsentlige skjærpninger sættes ut av betragtning — malmen i Malmo i 1906 og de længere vest beliggende forekomster endnu senere, hovedsakelig i 1908 og 1909. Ved Malmo grube begyndte drift høsten 1906, med samlet produktion et snes tusind tons indtil utgangen av 1909. Ved de andre felter har man endnu kun naadd at foreta forberedende arbeider, hovedsakelig avrøskninger, diamantboringer og optagelse av magnetometriske karter.

### Kart over jernmalforekomsterne i Beitstaden—Aafjorden.

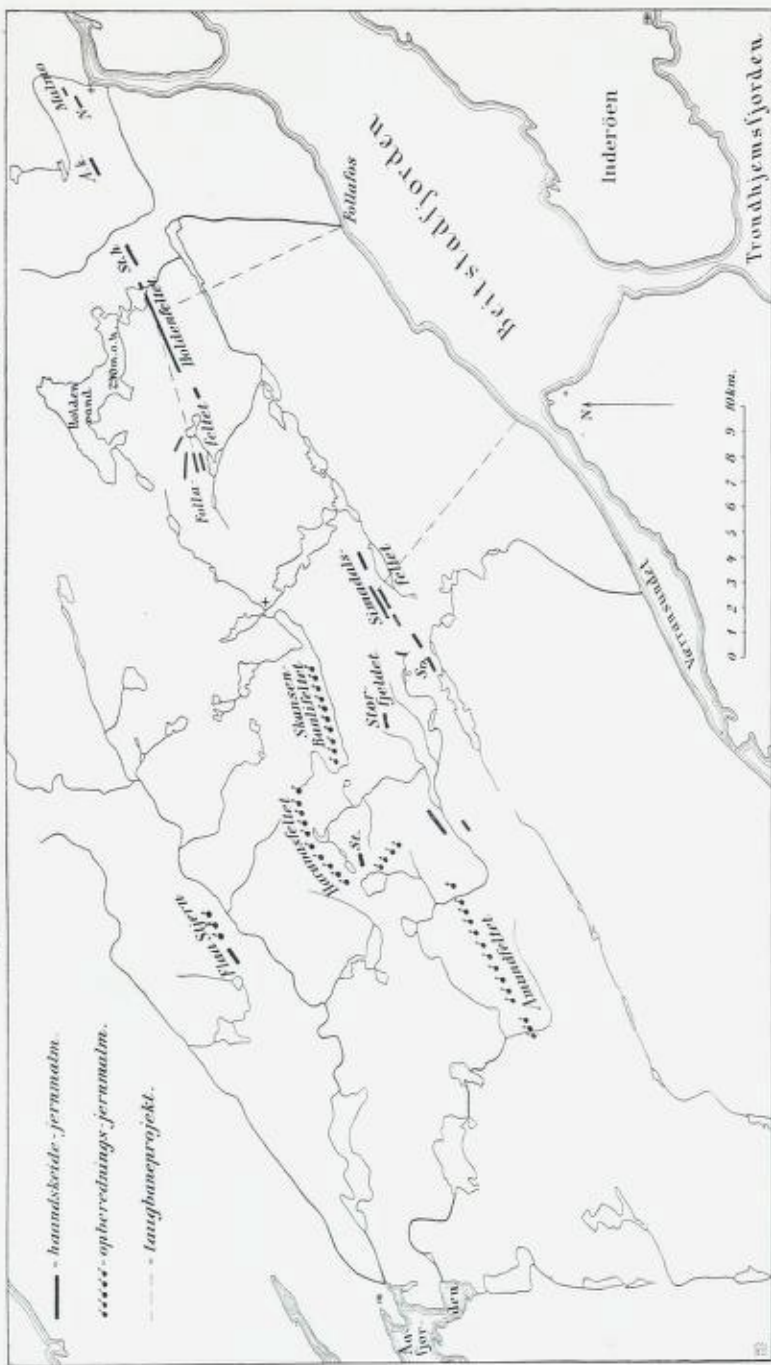


Fig. 11. N. = Nygruben. Ak. = Auekampen. Sth. = Storhangen. Sv. = Sukkenovafjellet. St. = Storfjellet.

Som det fremgaar ved sammenligning mellem det topografiske kart fig. 11, hvor jernmalforekomsterne er avsat, og de geologiske karter, særlig rektangelkarterne Stenkjær, Levanger og Skjørn, hører disse malme hjemme i Trondhemsskiferne (og ikke i grundfjeldet). Jernmalforekomsterne, som vi i korthet betegner som Beitstadforekomsterne, viser i geologisk henseende adskillig likhet med de trondhjemske kistforekomster:

1. Begge slags forekomster tilhører de trondhjemske skifere.
2. Begge slags forekomster optræder i alle fald i det væsentlige konkordant med de omgivende skifere.
3. Ogsaa i nærheten av jernmalforekomsterne er flere-steds paavist gabbrobergarter.

4. Mellem de to arter av forekomster findes der overgangsled. — Inde i typiske kistdistrikter har man saaledes flere-steds paavist jernmalforekomster; eksempelvis nævnes, at ved Mok—Gulstad (ca. 30 kilom. øst for Stenkjær) optræder der inden et ca. 2 kilom. langt drag en hel mængde, naar smaat og stort medregnes omkring et snes kis- eller kobbermalforekomster og desuten en enkelt forekomst førende overveiende magnetit og kun ganske litet kis. — Endog midt inde i typiske kistgruber støter man leilighetsvis paa meget betydelige kvantiteter av magnetitmalm, saaledes f. eks. ved Røstvungen grube, hvor man foruten kis med 45 % svovl og 3.5 % kobber har et parti av kisholdig magnetitmalm, der kan maales med maal som titusind tons eller tal tilnærmelsesvis av denne høide. — Og hvad Beitstadforekomsterne angaar, saa karakteriseres disse i regelen, om end ikke altid, ved en ganske høi tilblending av kis, navnlig svovlkis, der undertiden ledsages av litt kobberkis. Saaledes bestaar den uskeidede malm ved Malmo grube med rundt tal av ca. 70 % magnetit, 5 % svovlkis, 25 % silikatmineraller (hornblende, kvarts osv.) og litt kalkspat.

Av disse grunde anser jeg Beitstadforekomsterne som en slags „facies“ av de trondhjemske kistforekomster, idet ernkisen er erstattet hovedsakelig ved oxydisk jernerts, magnetit (se gruppe IV, s. 4).

Flere av jernmalmsforekomsterne — muligens de fleste, kanskje endog alle — optræder i nærheten av kalklag.

Dalene i distriktet er dels typiske strøkdale, i retning VSV —ONO, og dels tverdiale, i retning N—S.

Om malmenes sammensætning henvises til følgende analyser, som velvilligen er mig meddelt, nr. 1 av Nordiske grubekom-pagni, og de andre av konsul G. O. Ørn.

(Se tabellen s. 108).

Middel av gjennemsnittsanalyser fra forskjellige felter:

	% jern	% fosfor	% svovl
Østre Holdenfelt (9 analyser)	56.11	0.14	0.67
Vestre — (4 — )	61.2	0.113	0.217
Vestre Follafelt (7 — )	51.39	0.146	2.64
Østre — (7 — )	56.69	0.054	1.31
Nordre — (2 — )	53	0.06	2.8

Teknisk talt foreligger der paa de fleste steder skeidemalm; desuten findes længst mot vest ogsaa nogle felter med anrikningsmalm.

Jernertsmineralet er magnetit, uten — eller i alle fald praktisk talt uten — jernglans.

De ledsagende mineraler er hovedsakelig hornblende og kvarts, med litt kalkspat osv.

De „slaggdannende bestanddele“ holder gjennomsnitlig 50—55 %  $\text{SiO}_2$ .

Titansyre mangler praktisk talt fullstændig i disse malme.

Fosforprocenten er ved enkelte forekomster under 0.05, undertiden endog under 0.03 %; ved andre forekomster mellem 0.05 og 0.10, atter andetsteds mellem 0.1 og 0.2 eller 0.3 %, leilighetsvis ogsaa noget over 0.3 %.

Svovlprocenten — stammende fra svovlkis, der muligens hist og her kan være tilblandet litt magnetkis (?) samt undertiden spor av kobberkis — er, som allerede ovenfor omtalt, gjennomsnitlig regnet meget høi.

Ved enkelte forekomster holder malmen gjennomsnitlig omkring eller henimot 3 — tre — % svovl, ved andre derimot

## Skeidemalm.

Nr.	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe	P	S
1 <sup>1</sup>	74.62			10.09	2.85	0.23	5.94	2.28	0.17	54.05	0.08	ca. 2.5
2 a	76.81	8.70		8.14	1.83	1.32	1.33	0.91	0.039	61.71	0.017	0.027
2 b	75.85		3.83	9.60	3.08	1.21	4.94	1.16	0.70	57.89	0.188	0.104
2 c	77.30		1.28	14.18	1.60	0.39	3.49	1.51	0.060	55.02	0.026	0.074
2 d <sup>2</sup>	65.79		0.85	14.92	6.20	0.12	6.98	2.26	0.056	48.33	0.024	0.194
3 a	76.74		1.16	12.24	3.98	0.24	1.51	1.07	0.195	56.47	0.086	0.046
3 b	83.60	1.86		7.68	1.56	0.22	0.98	2.09	0.497	61.74	0.245	0.18
4	56.78		8.32	16.57	0.21	1.17	9.71	1.97	0.361	47.59	0.157	3.36
5	76.74		1.16	12.24	3.98	0.24	1.51	1.07	0.195	56.47	0.086	0.046
6	74.15		1.09	8.04	8.26	0.17	1.68	0.71	0.118	57.52	0.052	3.40

## Anrikningsmalm.

7	50.37		2.34	13.16	4.81	1.12	4.29	1.50	1.48	38.30	0.648	0.197
---	-------	--	------	-------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

Nr. 1. Gjennemsnittsanalyse fra Malmo grube. <sup>1</sup> Med 0.12% TiO<sub>2</sub>, 0.02% Cu; 0.00% Zn. — Nr. 2 a–d, gjennemsnittsprover fra forskjellige steder i østre Holdenfelt. <sup>2</sup> 2 d med 2.12% CO<sub>2</sub>. — Nr. 3 a, b, likesaa fra det vestre Holdenfelt. — Nr. 4, 5, 6 fra Follafelt, henholdsvis det vestre, det østre og det nordre. — Nr. 7. Gjennemsnittsanalyse av anrikningsmalm fra Skansenfeltet.



mindre svovl, saaledes ved endel forekomster gjennemsnitlig under 0.2 %.

Ved de fleste og vigtigste av de her omhandlede forekomster optræder nogenlunde rik malm, som uten nævneværdig skeidning kan bringes op til omkring 55 % jern. Ved enkelte gruber kan man vistnok paaregne malm med noget over 55 %, op til 58 eller kanske endog 60 %, ved andre derimot mellem 50 og 55 %.

Malmprocenten av brutt berg utgjør ved Malmo grube, ifølge den ved driften vundne erfaring, mellem 80 og 90 %. For de andre forekomster har man ved den nedenfor omhandlede kalkyle over malmforraad sat malmprocenten til 70 %, hvad vistnok for de fleste forekomster er ganske forsiktig regnet.

Hertil kommer i distriktets vestre del nogle felter med anrikningsmalm.

Malmene er paa enkelte steder, som f. eks. ved Malmo grube, av stokformig natur, med ganske god mægtighed, paa 6—8 m. eller undertiden op til 10—14 m. — Det vanlige er dog, at malmene er mere plateformige, nemlig med god utstrækning i længden, men til gjengjæld av mindre mægtighet, jevnlig kun paa 1.5—2 m. De mange forekomster paa under 0.75—1 m. har man praktisk talt ved kalkylerne sat ut av betragtning.

Den eneste grube, som hittil er sat igang inden det her omhandlede distrikt, er

*Malmo* grube, i Malmo anneks, Beitstaden. Forekomsten her er ikke av de største inden distriktet, men den har den fordel, at den ligger under meget gode transportbetingelser. At driften begyndte netop her, berodde forøvrig paa den tilfældighet, at malmen her blev fundet først. — Gruben ligger ca. 1 kilom. nord for Malmo kirke; den nuværende laveste stoll i hoide 114 m. o. h.; der er fra stollen bygget taugbane, 995 m. lang til lasteplads ved en bugt av Trondhjemsfjorden. Strøget er O 30° N; faldet 75—80° mot S 30° O; feltstupningen (dragningen i felt) ca. 30°(!) mot V 30° S. Malmens længde i et og samme horisontalsnit utgjør ca. 90 m. (eller 90—100 m.); den horison-

tale tykkelse er op til 11 m., oftest 6—7 m., ved enderne dog mindre. Malmarealet er ca. 600 m<sup>2</sup>.

Der er her bleven uttat, i 1907 ca. 3000 t., i 1908 ca. 10 000 t., i 1909 ca. 6 500 t. malm; desuten er en del malm lagt paa lager.

Ved skeidning faar man noget over 80 % malm, med omkring 55 (eller 54) % jern, og henimot 20 % graaberg, som forøvrig ikke holder ikke saa ganske litet malm. — Malmen blev en tid skeidet i to sorter, a) med garantert maksimum 3 % svovl og i regelen med 2—2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> % svovl; b) med endnu mere svovl, helt op til 4—5 % svovl (og 55 % jern). Senere har man slaat praktisk talt al malm sammen til en sort, med omkring 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> % svovl. Kisprocenten er vekslende i de forskjellige partier av gruben; i det hængende har man saaledes malm med kun ca. 0.1 % svovl.

I nærheten, nemlig i retning mot SV — og paa litt høiere stratigrafisk nivaa — ligger Nygruben, i høide 135—140 m. over Malmo grubes nuværende stoll, og horisontalt regnet 410 m. fra denne stollmunding. Ved Nygruben, hvor der kun er foretat litt arbeide hist og her i dagen, er malmens længde mindst ca. 100—110 m.; tykkelsen saavidt det kunde avgjøres i den tildækkede mark, oftest 3, sjelden 4 m.; malmarealet altsaa skjønsmæssig ca. 350 m<sup>2</sup> eller kanske noget derover.

Over den nuværende stoll ved Malmo gjenstod sommeren 1908, da jeg besøgte forekomsten, ca. 50 000 tons malm. Malmbeholdningen i Malmo grube mellem denne stoll og en paa-tænkt grundstoll 50 m. lavere ned anslaaes til ca. 600 m<sup>2</sup> × 50 m. × 3 tons pr. m<sup>3</sup>. = 90 000 tons. Ned til samme grundstoll kan man i Nygruben regne 60 000 tons eller noget derover. — Videre er der sandsynlighet for, at man kan fortsætte driften til endnu større dyb.

I sum for begge nær hinanden liggende forekomster kan temmelig sikkert regnes mindst 200 000 tons malm; og der er mulighet for, at man kan faa et adskillig større kvantum.

De vigtigste længere mot vest (eller VSV) beliggende forekomster førende skeidemalm er:

Aunekammen, ca. 4 kilom. vest for Malmo kirke;

Storhaugen, 7—8 kilom. vest for Malmo kirke;

Østre og vestre Holdenfelt, henholdsvis 290—350 og 350—500 m. o. h. og beliggende noget søndenfor Holdenvandet.

Follafeltet (østre, vestre og nordre) ved Sandvandet og Grundtjern, i høide 430—500 m. o. h. Alle disse ligger i Beitstaden.

Simadalsfeltet, ca. 500 m. o. h., paa nordsiden av Simadalsvandet i Værran.

Videre nævnes Sækkenovafeltet, Storfjeldfeltet og Storlifeltet, i Aafjorden. I dette prestegjæld ligger ogsaa flere forekomster med anrikningsmalm.

Av alle her opregnede forekomster har jeg kun befaret Holdenfeltet, og mit besøk her var ganske kort, idet jeg vilde utsætte med et mere detaljert studium, indtil malmene i sin almindelighet var mere blotlagte. — De nedenfor meddelte data støtter sig paa en rapport av berging. V. *Carlgren*, omhandlende de konsul *Ørn* tilhørende forekomster vest for elven fra Holdenvandet og Follaelven; de øst for dette skille beliggende forekomster tilhører Nordiske grubekompagni.

Paa grundlag av de hittil foretagne undersøkelser anslaaes malmarealet av skeidemalmsforekomsterne til:

	Malmareal
Østre Holdenfelt . . . . .	6 844 m <sup>2</sup>
Vestre — . . . . .	2 500 -
— — med fortsættelse	750 -
Vestre Follafelt . . . . .	7 500 -
Østre — . . . . .	2 600 -
Nordre — . . . . .	2 000 -
Øvre Simadal . . . . .	3 000 -
Nedre — . . . . .	8 000 à 10 000 -

Sum for alle disse forekomster er, naar der avrundes til nærmeste hele hundrede . . . . 33 200—35 200 m<sup>2</sup>.

Hertil kommer Storhaugen, som opgives at være et ganske stort felt, samt diverse andre forekomster, der dog hittil kun er ganske litet undersøgt.

Foreløbig og skjønsmæssig anslaaes samtlige forekomster (med skeidemalm) til malmareal 35 000 m<sup>2</sup> i sum.

Regnes forsøgsvis kun 2 — to — tons malm pr. m<sup>3</sup>, skulde man pr. m. vertikal avsænkning faa alt i alt ca. 70 000 tons malm, med gjennemsnitlig omkring 55 % jern (og dels med maks. 0.2, dels med maks. 3 % svovl).

De fleste av disse forekomster har ganske betydelig længde-utstrækning. Man maa saaledes i det hele og store kunne regne med god utholdenhet ogsaa mot dypet. — Faldet er paa de fleste steder ganske steilt (60° eller derover); ved Follafeltet har man dog tildels flatere fald.

Man kan med sikkerhet gjøre regning paa, at forekomsterne gjennemsnitlig vil fortsætte til dyb 100 m. eller noget derover. Efter al sandsynlighed vil forekomsterne gjennemsnitlig fortsætte til dyb 200 m. eller noget derover, og man har grund til at vente, at i alle fald de vigtigste felter i fremtiden lar sig av bygge til dyb 300 m. eller derover.

*Malmforraadet kan saaledes skjønsmæssig anslaaes til:*

<i>med sikkerhet</i>		7.5 mill. tons,
<i>sandsynligvis</i>	<i>mindst 15</i>	" "
<i>kanske</i>	20	" " eller derover.

Fremtidige detaljundersøkelser vil vistnok til en viss grad modifisere disse tal, som kun rent foreløbig angir, med hvad slags maal Beitstadforekomsterne maa maales.

Brytningsbetingelserne ved hovedgruberne er ganske gunstige, og malmen kan leveres temmelig billig paa grubebakken.

Transporten vil enklest ske ved taugbaner frem til Beitstadsfjorden.

Taugbane fra Holdenfeltet til Follafos (ved fjorden) vil bli ca. 9 km. lang. — Frem til Follafeltet utkræves fortsættelse av denne taugbane i en længde av ca. 6 km, altsaa med samlet transportlængde ca. 15 km.

Fra Simadalen utkræves taugbane av længde 9—10 km til nærmeste punkt ved Beitstadsfjorden, nær indløpet til Værransundet.

Videre anføres, at Follafoselven er reguleret for 24 000 hestekræfter.

Man kan her i nær fremtid vente en meget betydelig bedrift. For den malm, som skal gaa til eksport, nedsættes vistnok værdien ved den betydelige svovlprocent; enkelte gruber leverer dog malm med kun forholdsvis lav svovlprocent, — og dersom der anlægges elektrisk smeltning, vil svovlet ikke virke saa særlig sterkt generende.

Det vigtigste av de hittil kjendte felter av anrikningsmalm er ved Skansen—Baarlifeltet i Aafjorden, med afstand i luftlinje 15 km fra Værransundet. Arealet anslaaes til 10 000 m<sup>2</sup>, og raamalmens gjennemsnittlige jernprocent utgjør omkring 38 % (se forøvrig analyse nr. 7, s. 108). Lignende malm findes ogsaa i Haravassnovafeltet, Amundsfeltet og Stjernefeltet.

I ældre dage havde man i det trondhjemske et ganske litet jernverk, nemlig *Mostadmarken* i Malvik herred, ved Trondhjemsfjorden ca. 20 kilom. øst for Trondhjem. Det blev drevet 1657—1675; 1689—1695; gjenoptat i 1758, og saa, om end med flere avbrydelser, drevet til 1870. — Verkets produktion i aarene 1851—70 utgjorde i sum ikke mere end ca. 1300 tons rujern. Fra den ældre tid foreligger delvis produktionsstatistik for nogle aar (1764, 1767, 1781, 1791, 1792), med gjennemsnitlig utbringende i disse aar 100—150 tons rujern aarlig. Alt ialt har verket, at dømme efter de ældre, om end sparsomme, beretninger ikke producet saa meget som 12 500 tons rujern; kanske nærmest omkring 10 000 tons, men selv dette er muligens for høit regnet. Det vil si, det malmkvantum, som verket forsmeltede, kan i sum ikke sættes til mere end 25—30 000 tons, i hvert fald ikke til saa meget som 40 000 tons.

Verkets hovedgrube var *Grønli* grube i Leksdalen almenning, hvor der optræder en „finskifrig jernglimmer, tildels blandet

med glimmerskifer. Rundt gruben er flere skjærp, men intet av nogen betydning“ (citat av *Hellands* amtsbeskrivelse). Desuten fik verket noget malm fra Hitteren, samt, som ovenfor (s. 54) nævnt, ogsaa litt fra nogle forekomster ved Langvand i Mo i Ranen.

De paa *Hitteren* og paa øer like ved Hitteren optrædende forekomster opgives at være temmelig smaa.

Ved enkelte av *kis- eller kobbermalforekomsterne* i det trondhjemske distrikt optræder som, ovenfor s. 106 omtalt, noget magnetjernsten; såaledes f. eks. ved et skjærp ved Mok—Gulstad øst for Stenkjær, ved Grønskar grube nær Kjøli allerøverst i Guldalen, og ved Røstvungen grube i Tønset. Der kunde ogsaa opregnes en del andre forekomster. Alle de hittil kjendte forekomster av magnetjernsten ved disse kisforekomster er dog ubetydelige. Ved Røstvungen kan man muligens, naar man her faar taugbane og opberedningsverk færdig, utvinde som biprodukt, ved siden av kobberholdig svovlkis, et litet kvantum jernmalm. Dette vil dog i økonomisk henseende være av rent underordnet betydning.

Overhovedet karakteriseres omgivelserne av Merakerbanen, Rørosbanen og den fremtidige Dovrebane, hvor der er saa talrige kis- og kobbermalforekomster, saavitt hittil kjendt ved en paafaldende fattigdom paa jernmalforekomster av nævneværdig størrelse.

## Forekomster af jernmalm, hovedsagelig titanholdig jernmalm paa Vestlandet.

(Nordmøre til Lindesnæs).

De allerfleste forekomster her fører titansyre, — nogle kun i forholdsvis ringe mængde, saa malmen kan betragtes som jernmalm; andre, og da navnlig de velkjendte felter ved Ekersund og Soggendal, derimot holder med rundt tal 40 % titansyre, saa malmens værdi hovedsagelig betinges af titanindholdet. — Paa enkelte steder, navnlig ved Hardangerfjordens munding, optræder ogsaa titanfri jernmalm.

Forekomsterne kan til en vis grad deles i grupper, med fælles geologiske og mineralogisk-kemiske egenskaber.

### Forekomsterne ved Rødsand ved Tingvoldfjorden (Nordmøre) og ved Langfjorden i Romsdalen.<sup>1</sup>

Disse forekomster, likesom ogsaa de nedenfor omhandlede i Lesje og paa Søndmøre, tilhører det „Romsdalske grundfjeld“.

Den ved Rødsand-Langfjorden herskende bergart er en rød gneisgranit, som danner et felt — mellem Fane fjorden og Langfjorden, med fortsættelse østover til Rødsand, muligens ogsaa videre østover til Meisingset ved Surendalsfjorden — av ca. 50 kilom.'s længde og ca. 10 kilom.'s bredde; feltets hovedretning

<sup>1</sup> Der henvises til en geologisk avhandling av mig, „Ueber die Rødsand Titaneisenerzlagertätten“, som er under trykning i Zeitschrift für praktische Geologie (sandsynligvis i februarheftet for 1910).



## Kart over jernmalforekomster paa Vestlandet.

Rb = Raasberg.

L = Lindaas. R = Rado.

A = Arne.

G = Gravdal. J = Jernsmauget.

- Titanfri jernmalm.
- Titanholdig jernmalm.
- Titanjernsten (ilmenit).

B = Bjordal.

K = Koldal. Ky = Kyland.  
St = Storgangen. Bl = Blaafjeld.  
L = Laksedal.

Fig. 12.



er VSV—ONO. Inden denne gneisgranit (eller granit) optræder paa adskillige steder nogle mindre partier av pressede gabbrobergarter (flasergabbro, tildels ogsaa amfibolitskifer), og inde i disse pressede gabbrobergarter igjen optræder titanholdig jernmalm, av nogenlunde konstant kemisk karakter.

I geologisk henseende byder dette felt ganske stor interesse: Inde i en næsten granitisk magma er der paa adskillige steder bleven utsondret gabbroidale magmaer, og inden disse igjen er titanjernmalmen dannet ved nye magmatiske differentiationsprocesser. — Til sammenligning tar vi de ovenfor under gruppe I og II (se s. 39, 88 og 93) omhandlede forekomster av Sydvaranger—Fiskefjord-typen og av Solberg—Lyngrot-typen; ogsaa disse optræder inde i store granitfelter, men malmen ligger her direkte i granit, og den fører ikke noget eller kun spor titansyre. — Baade Rødsand-forekomsterne og Sydvaranger—Solberg-forekomsterne er efter min opfatning dannet ved magmatiske differentiationsprocesser i granitiske magmaer. For Rødsand-forekomsternes vedkommende er der først dannet en gabbroidal delmagma, og inden denne igjen er malmen (med en del procent titansyre) blit utskilt. Sydvaranger—Solberg-forekomsterne derimot synes at være utskilte direkte av den granitiske magma, uten at ha passert noget gabbroidalt mellemstadium.

Forekomsterne ved Rødsand med Heindalen, Rødsæter, Gusjaas osv. fører dels rik malm med ca. 50 % jern og ca. 8 % titansyre, og dels fattigere malm.

Sammensætningen fremgaar av følgende analyser:

	Rødsand							Gusjaas
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	
Jern . . . . .	52.20	51.20	51.00	49.1— 50.7	51.2	49.3	46.44	50.42
Titansyre . . . . .	8.20	6.90	6.50	ca. 8	6.9	9.03	8.21	6.40
Svovl . . . . .		1.00	1.10			0.81	1.02	0.72
Fosfor . . . . .		0.01	0.01			0.017	0.014	

	Heindalen								
	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Nr. 14	Nr. 15	Nr. 16	Nr. 17
Fe. . . . .	52.68					44.66	35.85	27.65	21.33
TiO <sub>2</sub> . . . . .	7.37	7.21	6.81	6.60	6.30	7.08	6.20	4.90	4.32
S . . . . .	0.81					0.95			
P . . . . .						0.013	0.023	0.042	

Nr. 1, se den fuldstændige analyse nr. 7, s. 28 (med 7.30 % SiO<sub>2</sub>, 6.93 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.83 % CaO, 2.91 % MgO). Nr. 2—5 skibslastanalyser; fra bruddet lige ved fjorden. Nr. 7 fra brudd H. — Heindalen; nr. 9 av rik malm; nr. 15—17 av fattig, sterkt hornblenderik malm.

Malmen fra Rødsand fører „titanomagnetit“ og hornblende, desuten noget granat (i vekslende mængde, fra ca. 1 til ca. 5—10 %) og litt biotit, den sidste dog kun i meget sparsom mængde. Hertil kommer som høist karakteristisk bestanddel mineralet *korund*, som er paavist i alle de undersøgte mikroskopiske præparater, i regelen i mængde mellem 1 og 2 %. Korunden optræder i smaa individer, de fleste paa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  mm., enkelte paa op til 1 $\frac{1}{2}$  mm. I teknisk henseende — med hensyn til malmens haardhet for boring og knusning — er korunden uten betydning.

Korunden optræder i kort-soileformige krystaller, begrænset av OR, R og  $\infty$ R2. Undertiden sees tvillinglameller. Krystallerne er farveløse, dog undertiden med et skjær i det lyseblaa. Lysbrytningen er meget sterk (betydelig sterkere end for Canadabalsam). Krystallerne er optisk negative. Ved behandling med saltsyre og senere flussyre plus svovlsyre isolertes korund med lidt kis; det erholdte middels grovkornige produkt finknustes og leverte efter behandling med saltsyre og salpetersyre aldeles ren korund. Denne viste efter oplutning med HNaSO<sub>4</sub> ikke spor av titansyre; ca. 0.1 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; rest Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. — Korundens krystallisation begynde tidligere end krystallisationen av „titanomagnetiten“ og silikaterne. — Spinel mangler fuldstændig i malmen. — Korund er tidligere paavist i titanjernmalmutsondringen i gabbro (eller norit) fra nogle lokaliteter i De Forenede Stater (se Z. f. prakt. Geol., 1900, s. 372) og i jernmalm i presset granit fra Baronen ved Gellivare (se Hintze, Handb. d. Min., s. 1557).

Ifølge analyse nr. 7, s. 28, holder malmen næsten 7 % lerjord; den væsentligste del herav indgaar i silikaterne (hornblende, granat med litt biotit).

Malmen fra disse forekomster lar sig med lethed separere; herom henvises til s. 31 og 32, hvor prøverne C er fra Heindalen og D fra Rødsand.

Ved *Rødsand* findes like ved fjorden et felt av presset gabbro, av længde omkring 250 m. og bredde ca. 150—180 m., hvortil kommer en smalere fortsættelse i et par hundrede m.s længde. Inde i dette lille gabbrofelt ligger flere malmlinser, hvorav de tre største, beliggende dels klods ved fjorden og dels i avstand ca. 160 m. og ca. 50 m. fra fjorden, maaltet til malmareal henholdsvis ca. 525 m<sup>2</sup>, 400—450 m<sup>2</sup> og ca. 700 m<sup>2</sup>; desuten er der en række andre linser, dog hovedsakelig med fattigere malm. — Hertil kommer et par isolerte felter lidt længre fra fjorden, tildels 400—500 m. fra fjorden, høide o. h. 200—400 m. og avstand i ret linje fra viken umiddelbart indenfor Rødsandbruddet 500—800 m. — Alt i alt kan malmarealet for de fem største malmlinser, som ved skeidning kan gi pr. m<sup>3</sup> 2½—3 tons malm à 50 % jern, anslaaes til 2500 m<sup>2</sup>, eller tal i alle fald omtrentlig av denne størrelse.

Ved det brudd, som ligger klods ved fjorden og klods ved lastebryggen, er ved smaadrift i de senere aartier uttat i sum ca. 25 000 à 30 000 tons malm, med gjennemsnitlig 50—51 % jern og ca. 8 % titansyre; denne malm er eksportert til engelske masovne. Malmen har frit ombord i de løpende utgifter kun kostet høist 3 kr. pr. ton, men betalingen for malmen har, paa grund av titan- og svovlindholdet været daarlig. — Ved de tre ovennævnte brudd dels klods ved fjorden og dels i avstand 50 til 160 m. fra fjorden kan ned til paatænkt grundstoll nogle m. over fjordens nivaa regnes 150 000 à 200 000 tons skeidemalm med 50 % jern og 8 % titansyre, og desuten ca. 50 000 tons fattigere operedningsmalm. Hertil kommer de andre malmlinser i lidt større avstand fra fjorden; desuten kan der være en mulighet for, at avbygge enkelte av malmlinserne ogsaa under fjordens nivaa. I sum kan det hele felt anslaaes at kunne levere, for en nogenlunde lav brytningspris kanske ¼ mill. tons skeidemalm, og muligens det dobbelte beløp, dersom man for denne malm kan tillate brytningspris saa høi som 5 à 6 kr. pr.

ton. Hertil kommer et mindre kvantum av middels fattig og et stort kvantum av meget fattig opberedningsmalm.

Heindalen ligger ca.  $2\frac{1}{2}$  kilom. fra Langfjorden og ca. 300 m. over fjorden. Der findes her nogenlunde store partier med temmelig fattig opberedningsmalm (se anal. nr. 15—17 s. 118), men kun ganske smaa partier med 50 %'s malm.

Gusjaa-malmen ligger ca.  $1\frac{3}{4}$  kilom. indenfor bunden av Osvandet og i høide ca. 225 m. over vandet, som er ca. 4 kilom. langt, og som ligger ca. 1 kilom. fra bunden av Fanefjorden. — Der optræder ganske nær ved hinanden to malmlinser, hver paa ca. 250 m<sup>2</sup> og altsaa i sum paa ca. 500 m<sup>2</sup>. Om malmens sammensætning se analyse nr. 8, s. 117. — Rødsæter er en mindre forekomst,  $3-3\frac{1}{2}$  kilom. indenfor Heindalen.

Paa kartet fig. 12 betegner de to jerntegn mellem Sundalsfjorden og Surendalsfjorden et par forekomster nær Meisingset; og de tre jerntegn mellem bunden av Langfjorden og bunden av Fanefjorden angir beliggenheten av Heindalen, Rødsæter og Gusjaas.

Her skal ganske kort omtales de

#### Gamle jernmalmgruber i Lesje.

Disse leverte i ældre dage malm til Lesje (Lessøe) jernverk, som blev optat i 1659 og fik privilegier den 19de nov. 1660; verket blev, om end med avbrytelser, drevet til slutningen av det 18de aarh., med hensygnende drift efter aar 1780. Som det fremgaar av nogle spredte opgaver over verkets produktion i enkelte aar samt av oversigt over den tiende, som de forskjellige jernverk hadde at utrede, var Lesjeverket et av landets mindre eller mindste verk. Sætter vi verkets aarlige produktion til 150 tons jern gjennemsnitlig i 100 aar, skulde totalproduktionen ha beløpet sig til 15 000 tons jern, svarende til omkring 35 000 tons jernmalm. Der er her snarere regnet for høit end for lavt.

Verket fik sin malm fra nogle gruber paa nordsiden av Lesjeskogens vand, nemlig: Skinnargruben i avstand ca.  $1\frac{1}{2}$  km

fra vandet, Fjeldgruben ca. 4 km. fra vandet, Vindgruben og Langstudulgruben noget nærmere mot vandet og Grubbakgruben, nogenlunde nær vandet. — Ifølge bergkand. C. Bugge, som besøgte disse gruber i 1907, optræder malmen i labradorsten, hvorav sluttes, at malmen maa være titanholdig. Forekomsterne syntes at være smaa, og det samlede malmareal blev skjønsmæssig anslaaet til kun 500 m<sup>2</sup> eller maal omtrent av denne størrelse. Nøiagtige opgaver kunde dog ikke leveres, da gruberne er utilgjængelige, og der tildels vokser stor skog paa de gamle berghalde.

Ved *Haanaadalstinden*, ca. 22 km vest for Stueflaten, skal efter opgivende findes en malmforekomst (titanholdig?), der omtales som ganske stor, men som ligger under vanskelige transportbetingelser, selv naar Romsdalsbanen blir færdig.

#### Solnørdal—Søholt i Skodje—Ørskoug.

Forekomsten Søholt (ogsaa benævnt Ørskoug og Lie eller Lia grube) ligger paa sydsiden av Vetafjeldet (Liafjeldet), næsten ret op for Søholt i Ørskoug, i høide ca. 275 m. o. h. og afstand i ret linje kun ca. 1/2 kilom fra fjorden. Forekomsten Solnørdal i Skodje ligger paa nordsiden av det samme fjeld, omkring 1 1/2 kilom VNV for Søholt-malmen, og i ret linje 2—2 1/2 kilom. fra havn.

Begge forekomster optræder inde i forholdsvis smaa felter av gabbrobergart, nemlig olivinhyperit med uralitgabbro og gabbroskifer. — Strøket er beggesteds O—V eller VNV—OSO; men faldet er forskjelligt: ved Søholt oftest fra 35° til 65° mot nord, ved Solnørdal derimot noget steilere, oftest 50—70°, mot syd. Gabbrofeltets tykkelse er ved Søholt omkring 200 m. og ved Solnørdal noget mere. Malmen optræder beggesteds som en lang schliereformig gang i den midtre del av gabbrobergarten. I begge felter foreligger dels rik malm, med omkring 50 % jern og omkring 14 % titansyse, og dels fattigere malm.

Ved Solnørdal er den rike malm en karakteristisk titanomagnetit-spinellit<sup>1</sup>, bestaaende av „titanomagnetit“ med noget spinel, hypersthen, som er forholdsvis jernfattig, og granat. Analyse nr. 5 paa s. 28 er en fuldsændig analyse av denne malm. Spinellen holder ifølge en ældre analyse (Zeits. f. prakt. Geol., 1900, s. 237) av mig: 61.8 %  $Al_2O_3$ , 4.6 %  $Fe_2O_3$ , 18.1 % FeO, 1.05 % MnO og 14.75 % MgO. Skjønsmessig fører den vanlige rike malm ca. 6—7 % spinel, i regelen omkring 3—5 % hypersthen samt oftest lidet granat; i fattigere malmpartier er granaten undertiden tilstede i ganske stor mængde. Malmen, som i dagen tildels er forvitret til grus, holder noget kis, men kun forsvindende litet apatit eller fosforsyre. — Den rike malm fra Søholt grube ligner i det væsentlige Solnørdalmalmen; dog er malmen fra Søholt noget mere finkornig; den holder mindre mængde av spinel, men paa den anden side noget biotit og hornblende.

Fire ældre analyser av rik malm dels fra Solnørdal og dels fra Søholt viser mellem 12 og  $15\frac{1}{2}$  (15.41) % titansyre og to nye analyser 13.5 og 15.0 %; gjennemsnittet av alle seks analyser er omkring 14 % titansyre. — Jernprocenten i den vanlige rike malm er 50 % eller undertiden litt derover, op til omkring 53 %. Som gjennemsnit kan for rik malm antagelig regnes, for Solnørdal ca. 52 % og for Søholt ca. 50 % jern.

Malmen baade fra Solnørdal og fra Søholt lar sig magnetisk separere; dog utkræves der, særlig for den temmelig finkornige malm fra Søholt, ganske sterk finknusning for at faa bragt titansyreprocenten i sligen nogenlunde lavt ned.

— Ved Søholt blev i tiden omkring 1870, for engelsk regning, foretat adskillig arbeide; der byggedes bremsebane ned til havn ved fjorden, og der eksportertes nogle skibslaster. Senere har driften hvilet. — Paa den rike malm arbeidet man ved to kun ca. 50 m. fra hinanden beliggende brudd; malmgangen er her i 68 m.s længde avrenset eller opfaret med mid-

<sup>1</sup> Om titanomagnetit-spinellit fra denne og andre norske lokaliteter henvises til en teoretisk studie av mig „Ueber das Spinell: Magnetit-Eutektikum“, som nu trykkes i Kristiania Videnskabselskab (1910).

lere mægtighet (maalt vinkelret paa faldet) av 8 m., men ved begge ender staar malmen med ordinær mægtighet, saa længden av det rike parti maa være større. Man kan temmelig sikkert sætte længden av den rike malm her til mindst 110 m., som ved mægtighet = 8 m. giver malmtversnit (vinkelret paa faldet) = ca. 900 m<sup>2</sup>, hvilket svarer til malmareal (horisontalt) = 1250 m<sup>2</sup>. Inden dette parti kan regnes 3.5 tons pr. m<sup>3</sup>; pr. m. vertikal avsænkning skulde man altsaa kunne faa omkring 4500 tons malm, eller tal omtrent av denne størrelse. — I strokets fortsættelse 220 m. vest for det vestligste av de to brudd paa rik malm findes en ny avrensning i dagen; her sees malm av ca. 15 m.s mægtighet, men hovedsakelig ganske fattig malm, kun med enkelte tynde striper av rik malm. Et kort stykke længere mot vest sees igjen nogenlunde rik, men forholdsvis smal malm i dagen. Gangdraget har ialt en længde av mindst 1/2 kilom.; sammenhengende rik malm av tilstrækkelig mægtighet er dog hittil kun paavist i og nær ved de to ovenfor nævnte brudd. Det er muligt at arealet for den rene og mægtige malm er regnet for lavt; tildækningen av ur og skog er saa stor, at man kun kan faa sikre maal i og nær ved bruddene. — Brytningsutgifterne, medregnet transport til havn, vil ved denne forekomst bli temmelig lave. Der er bekvem adgang til stoll i forskjellig høide under malmens utgaaende i dagen.

*Solnørdal*-forekomsten optræder i en meget brat fjeldskraaning, i høide fra ca. 325 m. til ca. 375 m. over havet. Der var her, indtil mit besøk paa stedet 1ste juli 1909, ikke foretat det ringeste arbeide, hverken ved avgrøftning eller minering; malmens længde og mægtighet kunde saaledes ikke bestemmes med fuld sikkerhet. Ved mit besøk maalte jeg længden av sammenhengende rik malm til mindst 320 m. (sandsynligvis mindst 340 m.), og malmtversnittet (vinkelret paa faldet) av rik malm inden denne længde til med sikkerhet mindst 2840 m<sup>2</sup>, sandsynligvis mindst 3920 m<sup>2</sup>. Hermed stemmer en beregning av bergkand. *S. Foslie*, fra 1908, paa 3500 m<sup>2</sup> for malmtversnittet. Ut paa sommeren 1909 blev der foretat nogle avrøskninger osv.; malmen blev herved fulgt i længde 355 eller 365 m., og malm-

tversnittet maales til 5203 eller med rundt tal 5000 m<sup>2</sup> (av bergstuderende *S. K. Høegh-Omdal*). Regnes, hvad er noksaa forsigtig, 3.25 tons rik malm pr. m<sup>2</sup>, skulde man for hver m. efter faldet faa ca. 16 250 tons, eller pr. m. vertikal avsænkning omkring 17 500 tons malm. — Da malmgangen i dagen har en længde av over 300 m., maa man kunne paaregne god utholdenhet ogsaa mot dypet. Der er adgang til at gaa ind med stoll i forskjellig dyp, nemlig til mindst ca. 150 m. under malmgangens midlere utgaaende i dagen. — Malmen kan uttages meget billig, i brede strosser og over stollnivaa, men bl. a. av hensyn til stensprang og skred neppe i dagbrudd, og der handles her om en betydelig forekomst. Med sikkerhet maa her kunne regnes mindst 1 mill. tons, sandsynligvis mindst 2 mill., og muligens — ogsaa fortsættelse under grundstoll medtat — 3, 4 eller 5 mill. tons.

I nærheten findes ogsaa andre, men saavidt vites mindre forekomster.

Solnørdal-feltet fører den største *sammenhengende* malm med ganske høi jernprocent (50—52 %), som hittil er paavist paa Vestlandet.

### I Tafjorden

er kjendt flere titanjernmalforekomster. — Den vigtigste av disse er ved

*Øien* i nedre Røddal, NV for gaarden Øien, oppe paa fjeldplataaet like ved skrænten, hvor fjeldet styrter ret ned mot dalen; ca. 350 m. over dalbunden, ca. 600 m. o. h. og i ret linje ca. 4 kilom. fra Tafjordens bund. — Malmen optræder i et litet gabbrofelt, som ikke er stort større end selve malmarealet. Temmelig kompakt og samlet malm opgives til malmareal mindst 1000 m<sup>2</sup>, sandsynligvis en del derover. Mikroskopisk undersøkelse viser „titanomagnetit“ med noget plagioklas (dekomponert) og hornblende. Nogle høsten 1909 utførte analyser gav:

% jern	42.68	46.96	49.02
- titansyre	9.81		9.75



Denne forekomst er først nærmere undersøkt høsten 1909, og efter opgivende med ganske godt resultat. Malmen kan brytes nogenlunde billig, og den lar sig let magnetisk separere.

I *øvre Røddal* optræder jernmalmutsondringer inde i et litet, — ca.  $\frac{1}{2}$  kilom. langt og ca. 100 m. bredt — felt av olivin-gabbro, men malmen er fattig og kvantiteten ikke stor. Mikroskopisk undersøkelse av en prøve herfra viser titanomagnetit-olivinit, med frisk olivin, lidt diallag, en del biotit og forbausende meget apatit.

Nær bunden av Tafjorden blev der for omkring firti aar siden arbeidet — for engelsk regning — paa nogle titanjern-malmforekomster, beliggende i en meget steil fjeldskraaning paa fjordens vestside og i høide ca. 300 m. o. h. Der findes her ved „Kvithamrene“ nogle malmlinser — optrædende inde i en sterkt stripet, rød gneisbergart, uten basiske bergarter like ved malmen, — men linserne er smaa, oftest kun 1 m. tykke. Den største skal ha været paa ca. 2 m., men malmen blev her for størstedelen utminert.

Ogsaa ved „Kammen“ (statens skjærp) paa den anden side av fjorden findes en malmlinse, som dog opgives at være rent ubetydelig, nemlig kun paa ca. 60 tons.

Ifølge analyse av Patterson, England, fra aar 1869 holdt denne malm:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
24.11	40.36	16.87	3.26	9.40	0.40
MgO	CaO	S	P	Vand	Jern
5.03	0.78	0.01	0.00	0.04	48.27

Ogsaa i *Søkelven* findes forekomster av titanholdig jernmalm, men felterne her har mig bekjendt ikke været besøkt av fagmænd.

Ved *Fiskaa* i Vanelven optræder titanholdig jernmalm i forbindelse med labradorsten. Der blev herfra sendt malm til

det i slutten av det 18de aarh. anlagte lille jernverk ved Osen, omkring 1 kilom. indenfor bunden av Fanefjorden i Romsdalen. At dømme efter de ved ruinen av den gamle masovn liggende slagghauge — av mørk, titanrik slag — maa verket i alle fald ha været i drift en del aar paa rad. Hermed stemmer ogsaa de historiske oplysninger om dette gamle verk.

Ved verkets gamle brygge ved munden av Oselven ligger der lidt malm, som temmelig sikkert er fra Fiskaa. Særlig merkes en titanomagnetitolivinit, med aldeles frisk, temmelig jernfattig olivin og desuten med noget spinel og rhombisk, temmelig jernfattig pyroxen. I prøve av rik malm sees ogsaa spinel, desuten et dekomponert silikatmineral (olivin?).

**Forekomsterne paa sydsiden av Dalsfjorden i Søndfjord.**  
(i Askevold prestegjæld og den tilstøtende del av Hyllestad).

Beskrivelsen av disse felter og av de nedenfor følgende felter ved Løland osv. i den ytre del av Sogn er hovedsakelig utdrag av en reiseberetning til Den geologiske undersøgelse, av bergkand. *S. Foslie* (1908).

*Sördalen* nær Hellevik i Askevold, beliggende paa sydsiden av Gjølangerfjorden, med transport først paa et vand ca. en kilom. langt og derefter paa jernbanespor ca. 0.2 kilom. ned til havn.

Der optræder her (25 m. o. h.) umiddelbart ved et litet eklogit- eller gabbrofelt et linseformig malmparti, førende malm med omkring 50—52 % jern og omkring 15—18 % titansyre. Malmen, der er at opfatte som en basisk utsondring av eklogiten (eller gabhroen), er en titanomagnetit-spinellit (se analyse nr. 4, s. 28), førende ca. 6—8 % spinell og i de rene varieteter kun nogle ganske faa procent silikat, nemlig glimmer, granat osv.; rest „titanomagnetit“ ((se beskrivelse av *T. Dahll*, Universitetsprogram, 1864 og av *W. Petersson*, Geol. Fören. Förh., B. XVII, 1895, s. 97). — Malmlinsens længde i dagen er ca. 75 m. og mægtigheten i det paabegyndte brudd 4—5 m.; malmarealet er ca. 350 m<sup>2</sup>. Det opgives, at man ved den paabegyndte grube-

drift har paavist noget større mægtighet nogle m. under dagen. Av det utskutte faar man pr. m<sup>3</sup> ca. 3 tons malm, med 50 eller litt over 50 % jern og 15—18 % titansyre; desuten falder der en del sekundamalm.

I nærheten blev i slutten av det 18de aarh. (ca. 1775) anlagt et litet jernverk, „Saurdals jernverk“, hvor der dog kun blev foretat smeltning, av den sterkt titanholdige malm, en eller et par gange. — I 1870-aarene blev der fra forekomsten eksportert litt malm til engelske masovne, og i slutten av 1907 blev forekomsten paany optat, med tanke paa eksport; driften varede dog kun en kort tid.

I det tilstøtende distrikt optræder utstrakte felter av malm-impregneret kloritskifer, bl. a. i en zone av 2 kilom.s længde langs foten av Loneheiene, nær gaarden *Hellevik*, og med en mægtighet ofte paa 15—20 m. Fleresteds har man inde i impregnationszonen ogsaa rene malmlinser, der kan naa 1—2 m.s tykkelse. Paa enkelte av disse smaa malmlinser blev der arbeidet litt i gamle dage. Ogsaa denne malm er titanholdig.

Lignende forekomst, men mindre, har man ogsaa nær gaarden Gjølanger, paa østsiden av Gjølangerfjorden.

*Sellevoldsfeltet* paa nordsiden av Skifjorden, som er en gren av Aafjorden, fører nogenlunde lignende impregnation av titanholdig malm, men impregnationen er her noget rikere. Ogsaa her har man endel isolerte malmlinser, med næsten ren malm, men hver enkelt linse er av smaa dimensioner. Ved et laboratorieforsøk med den bedre impregnationsmalm erholdtes 1 vegtsdel slig å 70 % jern av 3½ vegtsdele raamalm. Arealet av denne bedre impregnationsmalm kan sættes til ca. 2500 m<sup>2</sup>; desuten optræder en mægtig zone av endnu fattigere malm, av flere hundrede m.s længde og op til over 40 m.s bredde.

Der medtages her nogle analyser av malmene fra Søndfjord og fra den ytre del av Sogn.

Analyse av Gjølangermalmen, utført av *Edw. Riley*, London.

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36.63	} Metallisk jern er 46.95
FeO	27.41	
SiO <sub>2</sub>	4.67	
TiO <sub>2</sub>	15.43	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.91	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.98	
MnO	0.50	
MgO	6.62	
H <sub>2</sub> O	0.60	
S	0.018	

Sum 99.77

Av P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO og CO<sub>2</sub> fandtes kun spor, og av As intet.

Analyser av malmen fra Sellevold og fra Løland og Lavikdalen, de sidste i Sogn.

	Sellevold		Løland		Lavikdalen
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
Fe . . . . .	59.25	46.62	56.91	54.31	56.39
TiO <sub>2</sub> . . . . .	8.04	15.78	14.23	6.97	11.68
S . . . . .	0.27	0.21	0.70		0.95
P . . . . .	0.067	0.028	Spor	Spor	0.011
Uopl. . . . .	2.85	19.63			10.69

Nr. 1 fra Dyttinghaugen, nr. 2 fra toppen av Tipheien; begge ved dr. *O. N. Heidenreich*. Nr. 3, engelsk analyse; nr. 4 ved kemiker *Lillevold*, Bergen, nr. 5 ved dr. *Heidenreich*.

Lølandsfeltet paa nordsiden av den ytre del av Sognefjorden.

(i Hyllestad og Lavik prestegjæld).

Inden et felt av forholdsvis litet presset gabbro — av ca. 12 kilom.s længde og op til omkring 1 kilom.s bredde — findes en hel del utsondringer av titanholdig malm. Dels foreligger der middels rik malmimpregnation i gabbroen og dels partier av rikere malm. Malmarealet kan sættes til, ved Ytre Løland ca. 500 m<sup>2</sup>, ved Indre Løland ca. 800 m<sup>2</sup> og ved Raasberg (Rb. paa kart fig. 12) ca. 700 m<sup>2</sup>, sum altsaa for disse tre fore-

komster omkring 2000 m<sup>2</sup>. Dette areal gjælder hovedsagelig rik opberedningsmalm, men delvis ogsaa partier av forholdsvis ren malm. Desuten har man vidtstrakte felter av fattige malmimpregnationer.

### I „Bergensfeltet“,

nemlig i en bue forløpende 10—40 kilom. NNV, N, NO, O og S for Bergen, findes i labradorsten en hel del forekomster av ilmenit og titanomagnetit, i geologisk henseende tilhørende gruppe V og VI. Saavidt hittil kjendt er alle disse forekomster ganske smaa. De er beskrevne av *C. F. Kolderup* i hans arbeide „Die Labradorfelse usw. in dem Bergensgebiete“ (Bergens museums aarvog, 1903), særlig i avsnittet „Titaneisenerzausscheidungen in den Labradorfelsen“, s. 60—66. Efter dette arbeide, fuldstændiggjort ved velvillige meddelelser av dr. *Kolderup*, skal opregnes de hittil kjendte forekomster:

1. Længst mot nord, i Lindaas; nogle ganske smaa malmpartier.
2. I Manger paa Radø; bl. a. nær gaarden Seilfald et 20 m. langt og 2—3 m. bredt malmparti, som i sin tid foranlediget et mindre forsøksarbeide; desuten paa et par andre steder, ved Mangereide og Næsvand.
3. Nær Askevold paa Radø; malmen fra Soltvedt holder 30.19 %, fra Askeland 23.76 og fra Lyseknappen 23.27 % titansyre.
4. Ved Alværstrømmen flere smaaforekomster, den største paa Store Tveitø.
5. Vest for Espetveit paa Holsenø; smaa partier av fattig malm.
6. I nærheten av Arne ligger oppe i fjeldryggen vest for strøket Arne fabrikk—Kvamstrøm en del mindre forekomster av titanjern, der tildels er sterkt opblandet med granat og pyroxen; en av forekomsterne kan efter opgivende følges i længde 30—40 m., en anden i længde ca. 16 m.; bredden er i dagen 1—2 m.
7. Forekomster av samme type findes i høiden like øst for Espeiland, ca. 6 kilom. syd for Arne.
8. Nogle ganske smaa forekomster av titanjern er ogsaa fundet ved Lønningen i Fane.

Ifølge meddelelse av berging. *O. A. Bachke* kjender man ved Arne med omgivelser (se ovenfor under nr. 6) en hel mængde

mindre linser av titanholdig, men tildels jernrik malm. Der opgives følgende maal paa linserne: 50 m.s længde med mægtighet 1.3 m.; 40 m.s længde med mægtighet op til 1.7 m.; 15 m.s længde og mægtighet 1 m. (malm herfra holder 12 % titansyre); tre efter hinanden [beliggende linser, i høide 160 m. o. h. og nær lasteplads, av samlet utstrækning 150 m. og anslaaet i sum til 12 000 tons malm.

Ved Espeland (se under [nr. 7) maaltet den største malm-linse, med jernrik malm, til længde 45 m. og mægtighet op til 2 m.

Enkelte av [disse forekomster er avsatte paa kart fig. 12; L = Lindaas; R = Radø; A = Arne.

#### Baugstø i Skaanevik,

ganske nær [fjorden, mellem Matrefjorden og Aakrefjorden. — Inde i et ca. 6 km. langt og ca. 3 kilom. bredt gabbrofelt optræder nogle utsondringer av titanjernmalm. Paa en av forekomsterne blev for ca. 40 aar siden drevet et dagbrudd. „Gabbroen i bruddets sider holder næsten halvdelen titanjern. Midt i bruddet staar ren jernerts med omtrent 4 m.s mægtighet. I leiestedets længderetning kan forekomsten følges i 10 m., da den bedækkes. Bruddet ligger nogle hundrede fot over havet meget nær fjorden“ (citat efter *Helland*, nr. 3). — Malmen fører baade ilmenit og magnetit, desuten efter tilsendte prøver noget granat, hornblende osv. De to analyser nr. 3 a og 3 b paa s. 28 viser 31—34 % titansyre og 44.5—47.5 % jern; en tredje analyse opgives til 24.8 % titansyre og 43.9 % jern. Ifølge alle tre analyser maa malmen her holde en usædvanlig høi titanmængde.

#### Forekomster av titanfri jernmalm i Ølve og andre steder i Hardanger.

Der henvises til *A. Hellands* beskrivelse, no. 3, fra aar 1871, og *H. Reusch's* beskrivelse, no. 4, fra aar 1888 (med kart over Jernsmaugets gruber, s. 178).

I nogle kisforekomster ved den ytre del av Hardangerfjorden optræder der noget magnetjernsten, og paa enkelte steder spiller dette ertsmineral den vigtigste rolle. Midt inde i kislejret faar man saaledes leilighedsvis jernmalforekomster, i geologisk henseende tilhørende den s. 4 under no. IV omhandlede forekomstgruppe; ogsaa henvises til bemærkningerne s. 106.

Den jernmalforekomst ved den ytre del av Hardangerfjorden, som hittil har været anset som den største, er ved *Jernsmauget* (J paa kartet fig. 12) i Ølve, i ret linje ca. 1.5 kilom. fra havn. Der var her lidt grubedrift i 1860-aarene. Malmen blev ifølge grubekartet avbygget i længde ca. 40 m. og til ca. 25 m.s dyp under en kort stoll. „Jernleiet opnaadde sin største tykkelse, 10 til 12 m., i midten og kilte ut i strøkretningen. Paa bunden er den største tykkelse 6 m. Indved grænseflaterne blev leiet overalt opblandet med svovlkis og ertsen av den grund meget uren. I de avbyggede partier er jernertsen foruten med skifer kun opblandet med ubetydelig kvarts“. I grubens midtre del fik man jernalm med ganske lav svovlprocent. Selve leiestedet fortsætter i strøkretningen utenfor grubens længde. — I omegnen av gruben skal paa flere steder magnetjernsten være paavist.

I *Gravdal* (G paa kartet fig. 12) i Strandebarm er der en eller et par forekomster av jernglimmer, men de omtales som smaa. Et par analyser, sandsynligvis av stufprøver, viser 53—59 % jern.

Fra forskjellige steder paa halvøen mellem Sandnæsfjorden og Hølefjorden, ved bunden av denne fjord og herfra over til *Bjardal* (B paa kartet fig. 12) — beliggende 10 km. ONO for den øvre ende av Ørsdalsvandet, NO for Ekersund — har jeg i aarenes løb faat indsendt prøver av jernglans (og rødjernsten), optrædende i typiske brecciegange med kvarts som det vigtigste gangmineral. Efter de oplysninger, jeg har faat om disse forekomster, har neppe nogen av dem teknisk betydning.

### Forekomsterne av titanjernsten hovedsagelig med 38—40 % titansyre ved Ekersund—Soggendal.

Disse forekomster opptrer i labradorsten, der danner et meget stort felt mellom Ogne ved Jæderens sydkant i vest og Hitterøen utenfor Flekkefjord i øst; nogle faa og smaa forekomster ligger ogsaa i norit eller kvartsnorit, som i geologisk henseende er nær forbunden med labradorstenen.

Forekomsterne er av klumpformig eller uregelmæssig plateformig natur, som vanlig ved de magmatiske utsondringer. I de s. 7—8 citerte arbeider nr. 6, 12 og 13 finder man en utredning av feltets geologiske karakter samt karter over forekomsternes beliggenhet og detaljbeskrivelse av de viktigste forekomster.

Disse kan deles i to grupper:

1. Forekomster av næsten ren titanjernsten (ilmenit), kun med liten tilblending av fremmede mineraler, navnlig labradorfeldspat og hypersthen. Eks. Blaa fjeld ca. 7 kilom. fra Rægefjord og Kyland—Koldal (med Ankerhusgruben) 6—12 kilom. øst for Ekersund.
2. Som bergartgange („ilmenitnorit“) opptrædende forekomster av titanjernsten (ilmenit) sammen med en hel del labradorfeldspat og hypersthen, i forhold oftest ikke fuldt halvparten ertsmineral til lidt over halvparten andre mineraler, nemlig labradorfeldspat og hypersthen, med lidt spinel osv. Eks. Storgangen ca. 6 kilom. fra Rægefjord.

Paa kartet fig. 12 er avsat de viktigste forekomster; K = Koldal; Ky = Kyland; St = Storgangen; Bl = Blaa fjeld; L = Laksedal.

— Vi begynner med at sammenstille en række analyser, hovedsagelig ældre analyser, som tidligere er meddelte dels i mine arbeider (nr. 6, 12) og dels i *Kolderups* arbeide (nr. 13).



	TiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Sum	Fe
1	51.30	39.83	8.87					0.40						100.40	37.19
2	46.92	33.95	14.18		0.77*	0.53		4.40						100.75	36.33
3	46.78	34.12	14.06		0.78*	0.60		4.35						100.69	36.38
4	46.31	32.43	12.03					5.14							33.64
5	45.77	39.51	14.10					1.14						100.52	40.60
6	45.29														41.24
7	45.22	42.69	12.40											100.31	40.77
8	44.05	34.17	18.71					3.04						99.97	39.67
9	43.78	32.31	20.03					3.34						100.06	39.15
10	43.29	29.77	23.61	0.34				1.22	0.51					98.71	39.68
11	43.24	27.91	28.66											99.81	41.77
12	41.67				1.50										39.0
13	41.11	29.05	25.95					1.94	0.49	*				99.13	40.76
14	39.16	27.32	29.25	0.12			0.21	2.31	0.96					99.33	41.72
15	39.0														46.7
16	38.0								0.08						47.58
17	41.96	31.16	22.22		0.60		0.28	3.16	0.55			0.015	Spor	99.45	39.79
18	34.50	27.00	29.00					4.07	2.00			1.27	0.29	99.13	41.30
19	39.20	30.00	18.59		5.70	2.59	0.60	2.80						99.78	36.35
20	37.52														
21	39.62														
22	32.9														ca. 45
23	16.94	15.63	67.63											100.20	59.50
Storgangen 24	18.49	24.52	2.36		31.59	8.54		10.70	2.25	1.03	0.15	0.02		99.65	20.72

Analyser av  
skieldet malm

Nr. 1—16, analyser av ren eller næsten ren titanjernsten (ilmenit).

Nr. 1, 5, *Rammelsberg*. Mineralchemie. — Nr. 2, 3 av *R. Støren*, se *Vogt*, Z. f. pr. Geol. 1901, s. 183. \* betyder uopløst, nemlig ca. 0.3 % spinel (!), 0.3 % hypersthen, 0.2 % magnesiaglimmer; Blaafjeld. — Nr. 4, av daværende bergstuderende *C. O. B. Damm*; fra Blaafjeld. — Nr. 6; ifølge bergmester *T. Dahll*; fra Frøiklev pr. Soggdal. — Nr. 7; ifølge bergmester *T. Dahll*; fra Storgangen (maa gjælde utplukket ren ilmenit). — Nr. 8, 9; av daværende bergstuderende *E. Looft*; fra Kyland pr. Ekersund. — Nr. 10, 13, 14; gamle analyser av *Mosander*; fra aar 1830; \* nr. 13 med 0.58 % CeO og YO. — Nr. 11; gammel analyse; av *Kobell*. — Nr. 12; ifølge bergmester *Dahll*; fra Blaafjeld. — Nr. 15; ifølge bergmester *Dahll*; fra Ankershus pr. Ekersund. — Nr. 16; ifølge *Kolderup*; fra Laksedal pr. Soggdal.

Nr. 17—21; gjennemsnittsanalyser av skeidet malm.

Nr. 17—18; av dr. *A. Tamm*; fra Ankershusfeltet ved Ekersund; fra begyndelsen av 1870-aarene; i nr. 17 svovl, knapt spor; kobber, ikke spor. — Nr. 19; engelsk gjennemsnittsanalyse, se Z. f. pr. Geol. 1901, s. 14. — Nr. 20 og 21, gjennemsnittsprøver av to skibslaster, paa resp. 101 og 362 tons, fra de senere aar av malm fra Blaafjeld.

Nr. 22, fra Laksedal; er den ovenfor s. 32 som nr. F opførte analyse. Denne prøve indeholder ifølge magnetisk separation (se s. 32) ved siden av ilmenit ogsaa endel magnetit, saa man kan utseparere ca. femteparten av godset med 68.1 % jern og kun 1.75 % titansyre. Muligens er den relativt titansyrefattige malm, med under ca. 45 % titansyre, ogsaa fra andre forekomster tilblandet litt magnetit.

Nr. 23. Ifølge bergmester *Dahll*; fra Aarstad pr. Soggdal.

Nr. 24. Ilmenitnorit fra Storgangen; ifølge *Kolderup*.

Mineralet titanjernsten (ilmenit) fra disse malmforekomster holder ifølge analyserne oftest mellem 40 og 47 % titansyre (TiO<sub>2</sub>) og mellem 36 og 43 % jern, — samt nogle faa procent MgO, indgaaende som Mg TiO<sub>3</sub> i ilmenitens konstitution. Gjennemsnittlig holder den rene ilmenit fra Blaafjeld og fra Ekersundgruberne ca. 43 % titansyre og ca. 40—41 % jern. — Her maa dog tages med i betragtning, at ilmeniten fra Blaafjeld og Kyland—Koldal muligens, paa samme vis som tilfældet er med prøve nr. 22 fra Laksedal, kan være tilblandet en bagatel magnetit. Det er saaledes mulig, at titansyre-procenten i den kemisk rene ilmenit gjennemsnittlig er noget høiere end ca. 43 %.

Den fra de vanlige forekomster, som Blaafjeld og Kyland—Koldal, av nogenlunde ren titanjernsten leverte haandskeidede malm vil i regelen være forurenset med nogle ganske faa pct. labradorfeldspat og hypersthen; herved sænkes procenterne til oftest 38—40 % titansyre og 37—39 % jern; kun undtagelsesvis

er jernprocenten i handelsvaren lidt høiere. — Analyserne nr. 17, 19—21 repræsenterer den vanlige handelsvare, som fra Blaa fjeld og Kyland—Koldal i almindelighed kan leveres med høiere titanprocent end nr. 18.

— Fra Ankerhusgruben i nærheten av Ekersund blev i ældre dage, for omkring hundrede aar siden, sendt nogle prøveladninger til et par av de gamle østlandske jernverk (Larvik, Moss). Større drift for eksport til England fandt sted ved Blaa fjeld fra midten av 1860- til midten av 1870-aarene (ca. 1865—1875); der byggedes en 7—8 kilom. lang jernbane fra Rægefjord til Blaa fjeld, hvor ialt blev uttat lidt over 80 000 tons. Samtidig, ca. 1870—1875, blev brudt en del malm ogsaa fra Ankerhusgruben eller -gruberne ved Ekersund (i 1872 4 500 tons; i 1875 3 400 tons), saa den samlede eksport til England i denne tid kan sættes til ca. 90 000 tons. I den senere tid er nu og da avsendt nogle hundrede tons eller et enkelt aar kanske tusen tons; den samlede hittil stedfundne brytning inden disse gruber utgjør saaledes næsten 100 000 tons.

Ved driften av Blaa fjeldgruberne blev pr. arbeider pr. aar i slutten av 1860-aarene, da man endnu arbeidede med krudt, producet, i 1866—67 185 tons og i 1868 181 tons haandskeidet malm, — altsaa et ganske betydelig kvantum. — For aaret 1870, da der ved Blaa fjeld blev producet 15 765 tons, opgives utgifterne pr. ton malm, levert i fartøi i Rægefjord til:

Minering og fordring . . . . .	kr. 2.20
Grubematerialer (sprængstof osv.) . . . . .	1.00
Skeidning . . . . .	0.90
Transport ved jernbane og lastning . . . . .	1.15
Administration . . . . .	0.30
Forskjellige utgifter . . . . .	0.65
	<hr/>
	Sum kr. 6.20

Ved drift paa mindst nogle tusen tons pr. aar kan grubeutgifterne under nutids forholde anslaaes til 5—6 kr. pr. aar, hvortil kommer hestekjørsel fra Blaa fjeld til Rægefjord, ca. 3—3 $\frac{1}{2}$

krone pr. ton. Kunde man faa en større drift, vilde utgifterne formindskes noget.

— Ved Blaa fjeld er der en hel række forskjellige gange; derav: Øvre Blaa fjeld gang, med utstrækning saavel i strok som i fald (ca.  $30^\circ$ ) mindst 100 m. og med mægtighet fra ca.  $1\frac{1}{2}$  til ca. 6 m., middel ca. 3 m.; ved den i tiden omkring 1870 stedfundne drift fik man 2— $2\frac{1}{4}$  tons haandskeidet malm pr.  $m^3$ . — Mellem-Blaa fjeld grube; en uregelmæssig, fleresteds 10 m. tyk malmklump, som i feltretningen blev uren mot siderne. — Plattformgruben eller Nedre Blaa fjeld grube. Desuten findes flere andre mindre malmklumper (Lied, Raset, Ny Raset osv.) i og ved Blaa fjeldet. — Ved den tidligere drift fandt brytningen hovedsakelig sted i Øvre og Nedre Blaa fjeld grube.

Av andre forekomster med nogenlunde ren titanjernsten i omgivelserne av Rægefjord—Soggendal nævnes:

Laksedal, indenfor bunden av Jøsingfjorden; ren malm av omkring 400 m.s længde og mægtighet lokalt op til 6 m.; oftest dog kun et par m. (se analyserne nr. 16 og 22). Bøstølen, mindre end Laksedal mellem Soggendal og Aaensire; desuten er der en hel del andre.

Ved Kyland—Koldal i Ekersund- eller St. Olaf-feltet, ca. 6—12 kilom. øst for Ekersund, har man en hel række dels klump- og dels gangformige partier av temmelig ren titanjernsten, som følger efter hinanden i en længde av omkring 5 kilom. — Kyland grube: længde mindst 50 m.; meget uregelmæssig klump, av tykkelse op til 11 m. — Ankerhus grube: 65 m. lang; næsten ganske ren malm; oftest 2—3 m. bred, leilighetsvis svulmende op til ca. 12 m. — Desuten en hel række andre, mindre klumper.

Av anden geologisk og teknisk karakter er forekomsterne av ilmenitnorit, med Storgangen øst for Rægefjord, ca. 3 kilom. fra Blaa fjeld, som typisk representant. — Denne „bergartgang“ er ca. 3 kilom. lang, og har desuten en utløper ca. 1 kilom. lang. Hovedgangens tykkelse veksler mellem ca. 30 og ca. 70 m., og kan gjennemsnittlig sættes til ca. 50 m.; gangens areal utgjør efter forskjellige beregninger fra 125 000 til 160 000  $m^2$  Skjøns-

mæssig holder gangen (se analyse nr. 22) gjennemsnitlig ca. 40 % titanjernsten; rest hypersthen og labradorfeldspat. Titanjernstenen maatte her i tilfælde utvindes ved opberedning, som vilde falde forholdsvis let, da „malmbergarten“ er temmelig grovkornig. Regnes forsigtigvis kun 1 ton opberedet malm pr. m<sup>3</sup>, og sættes arealet til 150 000 m<sup>2</sup>, skulde man pr. m. vertikal avsænkning faa 150 000 tons opberedet malm. Til mindst 20—30 m.s dyb kunde raamalmen utmineres ved billig dagbrudd. — I en zone langs gangens liggende er malmen renere, saa man her kan faa en del malm ved haandskeidning, uten opberedning.

Desuten er der flere, om end mindre, nogenlunde analoge gange, som Flordalen og Florklev, Bakke—Ørritsland osv.

Foruten de ovennævnte har man ogsaa et par forekomster av jernrikere malm, saaledes ved Aarstad (analyse nr. 23) og ved Hauge (med ca. 48 % jern), — begge i nærheten av Rægefjord, men begge efter opgivende ganske smaa.

— Den skeidede — eller fra Storgangen i tilfælde hovedsagelig opberedede — malm holder oftest kun ca. 37—39 eller 40 % jern, altsaa en lav jernprocent. Da hertil kommer, at malmen ikke kan leveres særlig billig — idet 1 ton jernindhold i malmen, frit levert i havn eller ved metallurgisk anlæg ved kysten, kun undtagelsesvis vil komme paa under 18 à 20 kr. — og da den overordentlig høie titansyreprocent vil virke generende paa jernets reduktion, kan det neppe tænkes, at disse forekomster under nutids forhold kan faa økonomisk betydning udelukkende for jernindholdets skyld. Den anvendelse malmen fik i 1860- og 1870-aarene ved engelske masovne, beroede paa urigtige forestillinger om titanets indflydelse ved masovnsmeltningen. — Skal disse malme faa nogen bruk, maa det være først og fremst for titan-indholdet.

Dette er her ganske usedvanlig høit, idet den skeidede malm baade fra Blaa fjeld- og fra Ekersund-forekomsterne gjennemsnitlig holder næsten 40 % titansyre ( $40\% \text{ TiO}_2 = 24\% \text{ Ti}$ , metallisk titan). Malmen har forsøksvis faat lidt avsætning til titan-termit og til elektrotermisk fremstilling av ferrotitan (eller ferro-silicium-titan), samt som nogenlunde ildfast material til

ovnsforing ved visse smelteovne. I de senere aartier har dog avsætningen kun utgjort gjennemsnitlig hundrede eller nogle faa hundrede tons aarlig. I fremtiden kan muligens haabes paa noget større avsætning, hvis man i større stil faar bruk for titan eller dets forbindelser; ikke mindst tænkes her paa anvendelsen til fremstilling av ferro-silicium-titan.

Verdens aarlige forbruk av ren titansyre, fremstillet av rutil ( $\text{TiO}_2$ ), utgjorde for nogle aar siden omkring et halvt hundrede tons, og er i de senere aar steget til et par hundrede tons. — I rutil-handelsvare koster 1 ton titansyre nu ca. 500—700 kr., medens 1 ton titansyre indgaaende i titanjernsten fra Ekersund—Soggendal kan leveres for under 50 kr., ved drift av nævneværdig størrelse vistnok endog for høist 25 kr. Hertil kommer utgifterne ved malmens kemiske eller metallurgiske behandling.

Efter et skitseret overslag kan forekomsterne av nogenlunde ren titanjernsten inden det her omhandlede felt levere mindst  $\frac{1}{2}$  mill. tons malm, med 38—40 % titansyre og 36—39 % jern; og skulde man i fremtiden faa bruk for endnu mere, kan man i Storgangen ved dagbruddsdrift samt opberedning producere flere mill. tons.

I Europa er hittil ikke kjendt nogen forekomst, som med hensyn samtidig til malmfelternes størrelse, malmens høie titanprocent og malmens produktionsomkostninger kan sidestilles med Ekersund—Soggendal. Faar man i fremtiden betydelig anvendelse for titanjernsten med særdeles høi titanprocent, vil raamaterialet billigst og bekvemmost kunne hentes fra Ekersund—Soggendal.

## Jernmalforekomster paa Sørlandet og Østlandet.

Det uten sammenligning viktigste grubefelt her i ældre dage var

### Arendalsfeltet,

hvorfra de fleste av landets mange smaa jernverk tidligere hentede den væsentligste del av sin malm. Grubedriften begyndte her saa langt tilbake som i slutten av det 16de aarh., men kan først ved midten av det 17de aarh. ha naadd nogen nævneværdig høide. Efterhvert som jernverkernes produktion utvidedes, navnlig i midten og slutten av det 18de aarh., maa ogsaa grubedriften ved Arendal ha tiltat, og enkelte gruber her hadde allerede i tiden omkring aar 1800 naadd et dyb paa noget over 100 m., hvilket dengang ansaaes som et meget betydelig dyb for en jernmalgrube. Men da jernverkerne — paa en enkelt undtagelse (Næs jernverk) nær — blev nedlagte i 1860- og 1870-aarene, delte gruberne samme skjæbne. Efter midten av 1870-aarene har kun en enkelt grube, nemlig Klodeberg, som har levert malm til Næs jernverk, været i uavbrudt eller næsten uavbrudt drift, dog saaledes, at man ikke har brutt mere end omkring tusind tons om aaret, eller et par tusind tons hvert andet aar. Kun for et par aar siden (1905—07) var driften større, idet man da ogsaa arbeidet gruben paa eksport. Desuten har der i de senere aartier et par gange, senest 1905—07, været noget arbeide ved Braastad grubefelt (Antoinette—Gyldenløve grube). Hovedgruben ved Solberg i

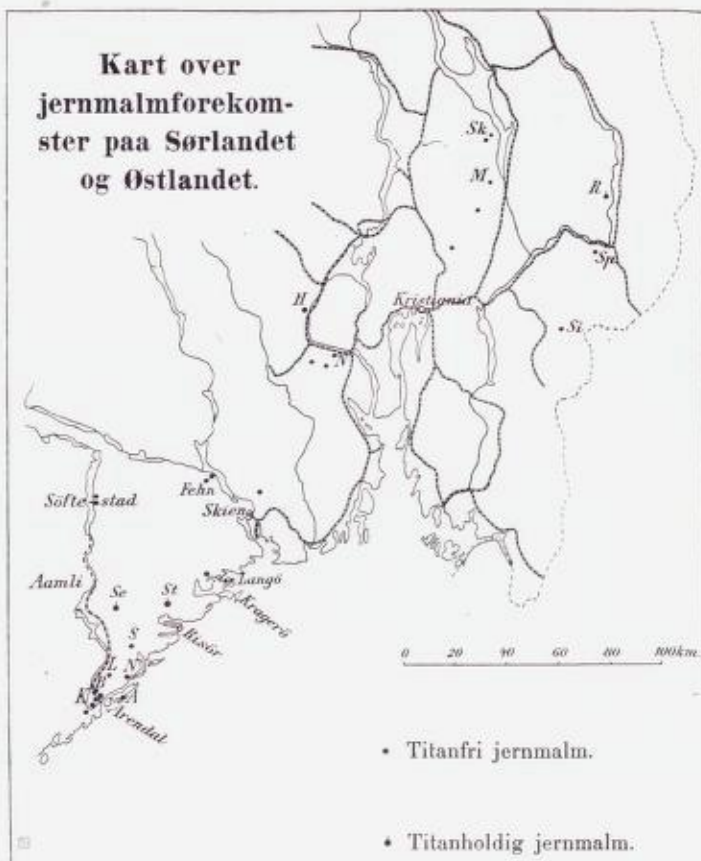


Fig. 13.

Ved Arendal er kun nogle av de talrige gruber avsatte, K = Klodeberg. B = Braastad. A = Alve. N = Næskilen.  
 L = Lyngrot. S = Solberg ved Næs jernverk.  
 Se = Selaas. St = Staalkjærn.  
 N = Narverud. H = Hassel.  
 M = Mistberget. Sk = Skreia.  
 Sp = Spetalen. Si = Sitskogen. R = Ramsheia.

Paa dette kart er talrige forlængst nedlagte smaa gruber ikke medtagne; særlig gjælder dette mange gamle smaa gruber langs Kristianiafeltets eruptiver.



Øiestad nær Arendal (ikke at forveksle med Solberg i Holt ved Næs) blev for et par aar siden lænset for vand; der har nu og da været arbeidet lidt ogsaa i et par av de andre gruber (Torbjørnsbo, Tingtvedt), og sommeren 1909 er Aslak grube med bundpartiet av Mørefjær grube, som er Næskilens hovedgrube, bleven lænset for vand. Arbeide er dog endnu ikke paabegyndt, — og Arendalsgruberne har ligget næsten fuldstændig nede i de sidste 40 aar.

*Om den hittil stedfundne malmproduktion.* Detaljert statistik foreligger kun for tiden efter 1850 (se s. 12).

Forbruk af Arendalsmalm indenlands 1851—1907 ca. 292 000 tons  
Eksport — — — 1906—1907 . 24 000 .

De gamle jernverks samlede produktion av rujern utgjorde i tiden 1780—1850 ca. 512 500 tons og før 1780 antagelig omkring 640 000 tons; herav stammede henholdsvis omkring 70 og 65 % fra Arendalsfeltet; sættes malmens gennemsnitlige rujernsutbytte til  $37\frac{1}{2}$  %, skulde der altsaa i disse to tidsrum være uttat henholdsvis ca. 955 000 og ca. 1 110 000 tons jernmalm fra Arendalsgruberne (se mit arbeide „De gamle norske jernverk“, s. 61—72). — Arendalsfeltet skulde saaledes ialt ha levert ca. 2 390 000 tons eller med rundt tal  $2\frac{1}{3}$  mill. tons jernmalm.

I dette tal kan der godt være en feil paa  $\frac{1}{3}$  mill. tons eller kanske lidt derover; summationen vil dog i de grove drag være nogenlunde korrekt.

Historiske oplysninger om grubernes drift i ældre dage findes navnlig i det ovenfor citerte arbeide nr. 26, hvor der er henvisning til en række gamle beretninger tildels fra slutten av det 18de aarh., samt i nr. 1, 27, 28, 29, 30, 32, 33 og 34.

— Kun for et faatal av de gamle nu næsten alle vandfyldte gruber, foreligger der ordentlige karter; og bergmester-beretningerne om gruberne er i det hele og store meget knappe. Naar jeg i det følgende omhandler Arendalsgruberne mere udførlig end forholdsvis for de andre grubefelter, er aarsaken dertil, at jeg benytter anledningen til at offentliggjøre en del av det teknisk-

økonomiske material, som jeg i aarenes løb, hovedsagelig for 20—25 aar siden, indsamlede om disse gruber. — Bergkand. Kvalheim har assistert mig ved afskrift av bergmesterarkivet.

— Forekomsterne i Arendalsfeltet, hvilken betegnelse her benyttes i noget utvidet betydning, kan i mineralogisk-geologisk og dermed ogsaa i metallurgisk henseende deles i to hovedgrupper:

a. „Skarnberg“-*malmene* (se nr. VII, s. 4—5), nemlig Næskilen, Alvekilen (Alveland og Alveholmen) med Lofstad og Voksnes paa Tromøen, Langsev—Barbu, Torbjørnsbo, Solberg i Øiestad, Braastad, Aamholt, Klodeberg—Kjenli, Høiaas, Seldal, Nødebro, Lærestvedt, Tingtvedt, med afstand mellem den førstnævnte og den sidstnævnte ca. 17 kilom. I fortsættelsen av strøglinjen, paa den anden side av Fevig—Grimstads granitfelt, ligger Molland og Lien smaa gruber eller skjærp i Landvik.

b. Forekomster av tildels usedvanlig *jernrik malm i presset granit* (se nr. II, s. 3), navnlig fleresteds ved Lyngrot i Froland (i luftlinje ca. 9 kilom. fra Arendal), ved Solberg i Holt nær Næs jernverk og paa andre steder særlig mellem Lyngrot og Solberg.

De fleste av de førstnævnte gruber ligger under særdeles gode transportbetingelser, saaledes Næskilen like ved havn, Langsev i utkanten av Arendal by, Torbjørnsbo nær Arendal bys grænse, Klodeberg ca. 0.9 kilom. fra Nidelven (trafikabel for prammer) eller 1.8 kilom. luftlinje (projektert taugbanelinje) fra havn; Braastad umiddelbart ved Arendal—Aamli-banen, ca. 5 kilom. fra banens endepunkt.

Forekomster av skarnbergtypen (nr. VII) har man ogsaa i Bredbergaasen med omgivelser 1—2 kilom. søndenfor Nævestad-fjorden i den østre del av Holt.

Videre nævnes Olstadforekomsten indenfor Redalsvandet, vest for Grimstad.

Alle de her omhandlede malme er titanfri.

Samtlige forekomster maa, efter europæisk maalestok, siges at være smaa, og malmen har i regelen en temmelig lav jernprocent, men paa den anden side er malmen fra skarnbergfore-

komsterne i metallurgisk henseende av fortrinlig beskaffenhed, forsaavidt angaar slagg-sammensætningen og den lave fosfor- og svovlprocent. Da hertil kommer, at malmen ved de bedst situerte — men ikke ved alle — gruber kan leveres for lav brytningspris, og da de fleste gruber ligger under særdeles gode transportbetingelser, berettiger de allerbedste av Arendalsgruberne til drift, om end ikke til drift i særdeles stor skala.

Ved *skarnbergforekomsterne* er jernertsen magnetit uten jernglans, hvilket sidste mineral her fuldstændig mangler. Da magnetiten er middels grovkornig, vil magnetisk separation falde forholdsvis let. Kun en mindre del av jernindholdet sitter i silikater. Den Arendske kokkolith indeholder saaledes gjennemsnitlig kun 5—7% jernoxyder = 4—5% metallisk jern.

Magnetiten er opblandet hovedsakelig med augit (navnlig den saakaldte kokkolith), granat (hovedsakelig saakaldt kolofonit), epidot, hornblende, kalkspat, glimmer (sjelden), skapolith (i meget ringe mængde), serpentin og klorit, spinel (stadig at se i mikroskopiske præparater, dog i yderst ringe mængde, undtagelsesvis ogsaa fundet i større krystaller), hvortil undertiden kommer diverse andre mineraler, som kvarts, feldspat, turmalin, datholith, babingtonit, rhodonit, titanit, zeolither, grafit, de sidste dog kun i sparsom mængde, desuten apatit og kis.

Om *skarnbergforekomsternes geologi* skal gives en kort oversigt.

Som omhandlet navnlig av *Th. Kjerulf* og *T. Dahll* (nr. 1, s. 7) i 1861, optræder forekomsterne i grundfjeldsbergarter. Av disse nævnes særskilt en presset rød, paa kalifeldspat rik granit (gneisgranit), som optræder i en mængde mindre felter; videre foreligger hornblende- og plagioklasrike skifrike bergarter, som ifølge flere paa det metallurgiske laboratorium nylig foretagne analyser i kemisk henseende viser en gabbro-sammensætning, og diverse graa gneisbergarter av temmelig vekslende sammensætning. I alle fald de to førstnævnte, skifrike bergarter er eruptiver; og sandsynligvis er det hele felt bygget av grundfjelds-eruptiver. — Upresset eller svagt presset gabbro, baade norit og olivingabbro (olivinhyperit) optræder paa nogle faa steder, men

spiller kvantitativt en uvæsentlig rolle. De talrige granitpegmatitgange er tilstrækkelig kjendt. — Kvartsit eller kvartsskifer findes ikke i nærheten av skarnbergforekomsterne (men vistnok i Froland, nord for Lyngrot); den bergart, som *Kjerulf og Dahll* i 1861 f. eks. ved Næskilen, Langsev og Torbjørnsbo betegnede som kvartsit, er i virkeligheten en granit (av normal granit-sammensætning; ifølge flere analyser med 74 %  $\text{SiO}_2$ ).

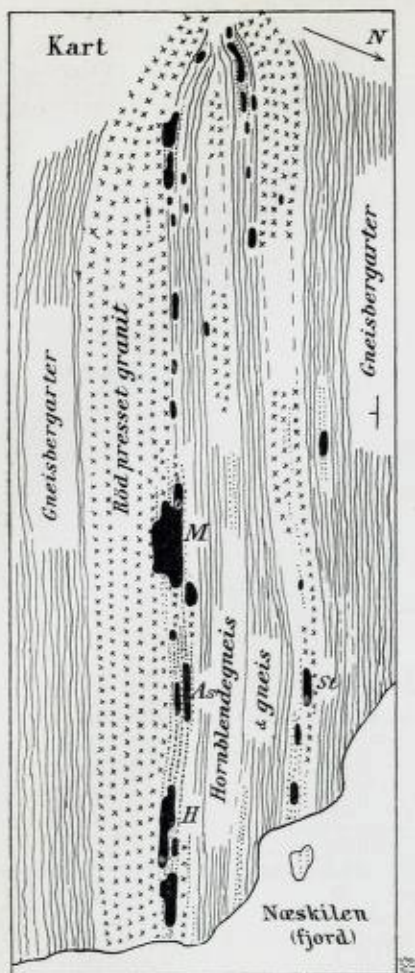
Jernmalm-leiestederne optræder i det væsentlige konkordant med de omgivende skifrike bergarter; tildels av denne grund ledes jeg for et snes aar siden til den opfatning, at forekomsterne skulde være sedimentære. Senere undersøkelser paa stedet har dog forlængst lært mig, at saa ikke er tilfælde. Navnlig fæstes opmærksomheten ved følgende.

Jernmalmen med tilhørende mineraler forekommer inde i forskjellige av de skifrike bergarter, nemlig i de graa gneisbergarter, i de pressede basiske bergarter av gabbro-sammensætning og tilmed inde i den røde pressede granit. Malmdannelsen er saaledes yngre end den yngste av disse eruptiver, men paa den anden side er malmen ældre end granitpegmatitgangene.

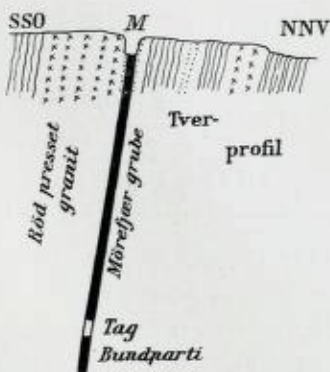
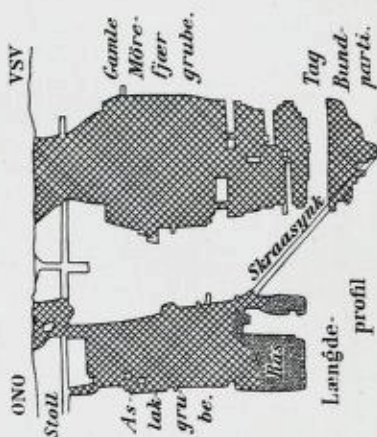
Ved de fleste forekomster er malmen skifrig og bestaaende av parallelle „lag“; ved Torbjørnsbo grube, hvor der har været mineret noget i de allersidste aar, derimot bestaar leiestedet av en magnetit-skarnberg-breccie, med brudstykker av skarnberg sammenkittet av eller gjennemsat av magnetitaarer.

I nærheten av gruberne sees ofte lange, men smale partier av uren kalkspat, opblandet med noget augit, skapolith, magnetit osv. og optrædende langs skifrihetsplanerne av de krystalline skifere. Disse kalkspatpartier indeholder ofte brudstykker av de krystalline skifere; der foreligger saaledes her ikke omvandlede kalkstenssedimenter, men ogsaa kalkspaten i de tilsynelatende lag er en yngre dannelse.

Genetisk sammenhørende er: 1. magnetit; 2. augit, granat, hornblende, epidot osv.; 3. kalkspat. — Disse er alle sammen av yngre dannelse. Det stofflige material er tilført de foreliggende ældre bergarter. Paa enkelte steder er avsat overveiende magnetit, paa andre steder næsten kun granat, atter paa andre



**Kart over Næskilen gruber med længdeprofil over Mørefjær—Aslak og tverprofil over Mørefjær grube.**



Punkteret = skarnberg.  
Sort paa kartet = grube-  
aapninger.  
M = Gamle Mørefjær.  
A = Gamle Aslak.  
H = Havgruben.  
St = Staalgruben.

Se ogsaa kart med pro-  
filer i Kjerulfs og Dahills  
arbejde fra 1861.

Fig. 14.

steder næsten kun augit, igjen paa andre steder næsten kun kalkspat, — og atter igjen de forskjellige mineraler i mere eller mindre midlere blanding.

Den stofflige tilførsel karakteriseres hovedsagelig ved Fe (med noget Mn), Ca og Mg, medens omvendt Na og K næsten fuldstændig mangler; Al spiller kun en temmelig underordnet rolle. Hertil kommer noget Si ( $\text{SiO}_2$  i silikaterne) og noget  $\text{CO}_2$ . Denne kombination antyder(?), at tilførselen skedde ved  $\text{H}_2\text{O}$ - og  $\text{CO}_2$ -holdige opløsninger (muligens over vandets kritiske temperatur).

Forekomsterne karakteriseres baade i mineralogisk og strukturel henseende ved en utpræget likhet med de vanlige kontaktforekomster. Dette kunde forklares ved en senere kontaktmetamorfose av allerede foreliggende material. Den sandsynlige forklaring er dog, at mineralernes avsætning foregik under fysisk-kemiske betingelser svarende til dem, som er herskende ved dannelsen av de vanlige kontaktforekomster.

De Arendske skarnbergforekomster optræder alle i nærheten av den røde, pressede granit, enkelte, som f. eks. Næskilen og Braastad, endog for en væsentlig del umiddelbart langs grænsen mellem granit og omgivende skifere (se fig. 14). — Det er saaledes det sandsynlige, at forekomsterne er dannet ved kontaktmetamorfe processer, i forbindelse med graniteruption.

Malmenes dimensioner er gjennemgaaende større i vertikalretningen (efter faldet) end i horisontalretningen (efter strøget). Eksempelvis er saaledes malmstokken ved Mørefjær grube i Næskilen 75—80 m. lang i strøg, men fulgt mot dypet, efter faldet (ca.  $82^\circ$ ) hittil i en længde av 226 m., med malm over hele grubens bund, saa forekomstens dyppgaaende maa være adskillig større. — Ogsaa malmenes relativt store dimensioner i vertikalretningen er et moment, som kan forklares ved epigenetisk dannelse ved kontaktmetamorfe processer efter graniteruption.

Til opplysning om skarnbergmalmenes *kemiske sammensætning* medtages en række malmanalyser.

	$\text{Fe}_2\text{O}_4$ (jernoxyd- oxydul)	$\text{SiO}_2$ (kiselasyre)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (terford)	MnO (mangan- oxydul)	CaO (kalk)	MgO (magnesia)	$\text{P}_2\text{O}_5$ (fosforsyre)	S (Svovl)	Glødnings- stap (vand)	$\text{CO}_2$ (kulsyre)	Sum	Fe (jern)	P (fosfor)
Klodeberg - Kjenli	1	10.26	1.10	2.48	8.40	6.70	0.080	0.082		2.69	98.05	48.9	0.035
	2	11.30	1.30	1.95	9.20	6.90	0.060	0.049				48.0	0.026
	3	10.88	2.75	1.87	8.38	5.38	0.018	0.020				47.83	0.008
	4	12.00	1.30	2.64	10.95	5.35	0.049					47.5	0.021
	5	13.60	3.20	2.14	10.40	7.93	0.025	0.038	4.00 <sup>1</sup>			101.04	0.011
	6	15.60	1.84	1.93	10.60	7.92	0.057	0.010	3.50 <sup>1</sup>			99.31	0.025
	Sk. 7	19.80	3.27	2.37	14.20	11.17	0.055	0.043			2.90	100.01	0.024
	K.T. 8	11.0		2.06	9.74	6.40	0.041					46.5	0.018
	(Kj. 9	9.75		1.71	2.68	12.89	7.64	0.082			3.40	98.09	43.40
Braastad	10	5.32	1.20	0.46	4.08	1.56	0.028	0.017			100.47	63.6	0.012
	11	7.54	1.30	0.50	5.80	1.25	0.112	0.010			180.21	60.6	0.049
	12	7.10	2.83	0.20	5.00	1.15	0.066	0.016		2	100.46	60.80	0.039
	13	12.80	2.74	0.46	8.00	2.45	0.029	0.006	1.40		99.07	51.56	0.013
	14	15.70	2.40	0.77	10.80	4.39	0.045	0.007	1.40		99.87	46.60	0.020
Torbjørnbo	15	11.50	3.75	0.87	7.20	2.46		0.032			99.37	53.29	0.018
	16	24.60	7.80	0.74	15.10	4.11	0.10	0.016	0.30		99.17	33.60	0.044
Langsev	17	23.28	2.76	0.78	10.93	4.08			3	0.30	102.92	44.02	
	18	26.71	3.11	1.20	16.92	12.80			3	2.69	101.11	27.29	
Voksnaes	19	17.76	3.61	5.63	7.94	10.67					97.14	37.32	

Jernet er i alle disse analyser opført som  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , hvad i det væsentlige træffer det rette; litt indgaar forøvrig som  $\text{FeO}$ , tildels ogsaa som  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , i silikatmineraller.

Nr. 1–9 fra Klodeberg–Kjenli-feltet; nr. 1–4 gennemsnitsanalyser av skibslaster fra Klodeberg hovedgrube 1905–07; nr. 5, ældre gennemsnitsanalyse av dr. A. Tamm, Stockholm 1875, fra Klodeberg hovedgrube; nr. 6, fra tiden ca. 1880; nr. 7, gennemsnit av sekundamalm fra Klodeberg hovedgrube; nr. 8, gennemsnit fra Karl–Theodor skakt eller synk, mellem Klodeberg og Kjenli; nr. 9, fra Kjenli grube, av prof. P. Waage, 1875. – <sup>1</sup> Glødtap = for den væsentligste del  $\text{CO}_2$ .

Nr. 10–14, fra Braastad (Gyldenløve–Antoinette); nr. 10–11 gennemsnitsanalyser av to skibslaster 1905–07; nr. 12–14, ældre analyser av dr. A. Tamm, 1875. <sup>2</sup> med 0.05% titansyre.

Nr. 15–16, fra Torbjørnsbo; nr. 15 gennemsnitsanalyse av skeidet primamalm, fra 1905–07; nr. 16, av Tamm.

Nr. 17–18 fra Langsev gruber; nr. 17 fra Vasgruben; nr. 18 fra Langsev hovedgrube (malmen nr. 17 opblandet med hornblende og noget granat, kalkspat; nr. 18 med granat og noget kalkspat). <sup>3</sup> i nr. 17 0.41 og i nr. 18 0.12% alkalier.

Nr. 19, fra Voksnæs paa Tromøen.

De tre sidste er gamle analyser, som jeg for ca. 30 aar siden har faaet avskrift av ved Egelands jernverk. Analyserne nr. 1–4, 7–8, 10–11 og 15 er meddelt av aktieselskabet Norsk Malmeksport, 1907.

Videre medtages nogle analyser av masovnslagg, fra Egelands jernverk, ved smeltning kun eller hovedsakelig av Arendalsmalm.

	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	S	Sum
No. 20	45.27	0.70	7.95	1.07	5.24	29.47	8.72		98.42
- 21	43.80		7.32	1.69	3.49	28.15	15.62	0.10	100.17
- 22	43.80		9.91		0.56	27.67	16.96		100.00

Nr. 20 fra 1854, ved beskikning: 21 lisp. fra Langsev hovedgrube, 5 lisp. fra Vasgruben ved Langsev,  $2\frac{1}{2}$  lisp. fra Staalkjærn grube nær Egeland; den sidste malm er titanholdig (med ca. 8%  $\text{TiO}_2$ ); derav titanprocenten i slaggen. – Nr. 21 fra 1876, ved beskikning: 80% Klodeberg, 10% Kjenli; 10% Langsev. – Nr. 22 fra 1881, ved malm fra Klodeberg samt lidt fra Kjenli.

Malmanalyserne fra Klodeberg angir følgende sammensætning av de slaggdannende bestanddele, idet forudsættes, at halvparten av malmens manganindhold blir utreduert i rujernet:

$\text{SiO}_2$	. . . . .	37–41%	middel 39%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	. . . . .	5–9	7
$\text{MnO}$	. . . . .	2.5–4	3
$\text{CaO}$	. . . . .	29–34	30
$\text{MgO}$	. . . . .	19–23	21

Slagg av denne sammensætning er baade letsmeltelig og tyndtflytende.



*Jernprocenten* i malmen fra skarnbergforekomsserne er ved de fleste gruber forholdsvis lav.

Den grube, som kan levere den rikeste malm, er Braastad, hvor man ved haandskeidning kan faa den væsentligste del av malmen med omkring 60 % jern (se analyserne nr. 10—12); desuten falder her noget sekundamalm med ca. 50 % jern samt noget anrikningsmalm.

De mest detaljerte opplysninger foreligger fra Klodeberg hovedgrube. Ved bortskeidning av kun ca. 10 % graaberg levere malmen (fattig og rik i blanding) ved smeltning ved Egelands og Næs jernverker i tiden efter 1875 42—45 % rujern, svarende til ca. 41—43 % jernindhold i malmen. — Da man for et par aar siden drev gruben paa eksport, skeidedes av alt det utskutte 55—60 % som eksportmalm og 35—30 % som sekundamalm; rest ca. 10 % graaberg. Eksportmalmen holdt i en række skibslaster 43—48.9 %, gjennemsnittlig 45—46 % jern; og sekundamalmen 33—35 % jern. Fra regnet 10 % graaberg levere alt det utskutte ca. 41 % jern. — Man har her i sin magt at skeide op til 48—49 % jern, men da vil man naturligvis faa mere sekundamalm, til magnetisk separation.

Kjenli grube holder efter ældre opgaver ca. 2 % lavere jernprocent end Klodeberg, ved samme skeidningsforhold.

Fra Tingvedt grube uttog jeg for et snes aar siden gjennemsnittsprøve av skeidet malm, holdende ca 52 % jern.

Malmen fra Alvekilen paa Tromsø skal ifølge meget gamle beretninger — og efter mundtlige utsagn, som jeg hørte som student — ha været rikere end den fra Klodeberg, Næskilen, Langsev osv., men ikke saa rik som malmen fra Braastad.

Malmen fra Solberg i Øiestad opgives til lidt høiere jernprocent end fra Klodeberg.

Malmen fra Næskilen (Mørefjær og Aslak) er mig for 25—30 aar siden av gamle stigere og arbeidere opgit til omtrent samme procent som den fra Klodeberg; hermed stemmer ogsaa nogle meget gamle analyser.

Ved Torbjørnsbo kan det utminerte gods vistnok, paa grund av leiestedets store mægtighet, leveres billigt, men det er saavidt

fattigt, at det praktisk talt i sin helhet maa underkastes magnetisk separation; ved haandskeidning kan man her erfaringsmæssig kun faa en bagatel malm med saavidt høi jernprocent som 50  $\frac{0}{0}$ .

Ved alle de ovennævnte gruber — Braastad dog undtat — maa man være forberedt paa anlæg av magnetiske separationsverk, for den fattige del av malmen. Man kan ved hovedgruberne, som f. eks. Klodeberg—Kjenli og Næskilen, regne med en større kvantitet haandskeidemalm, med 46—49  $\frac{0}{0}$  jern, og desuten med magnetisk separert slig med ca. 65—67  $\frac{0}{0}$  jern.

*Kraft* opgir (1838, se literaturfortegnelse nr. 33) følgende vægt pr. tønde (= 0.247 m<sup>3</sup>) malm fra de forskjellige gruber; i parentes sætter jeg, efter det kjendskap, jeg har til driften i gamle dage, procenten i den dengang erholdte malm.

Solberg ved Næs. . . . .	4 $\frac{1}{4}$ skippund	(ca. 66 $\frac{0}{0}$ )
Braastad. . . . .	4 —	(ca. 60 $\frac{0}{0}$ )
Solberg ved Arendal . . .	3 $\frac{3}{10}$ —	
Klodeberg, omtrent. . . .	3 —	(ca. 40—43 $\frac{0}{0}$ )
Torbjørnsbo { omtrent . . .	3 —	
{ en grube . . .	3 $\frac{1}{2}$ —	
Ulve grube, Langsev kun	3 —	
1 skippund = 320 pund = 159.4 kg.		

Malmen fra Solberg i Holt og fra Lyngrot indtar en ren særstilling, idet der her handles om jernrike malme (se ovenfor under II, s. 3) av ganske anden karakter end ved de andre gruber.

*Fosforprocenten* er ved skarnbergmalmene gjennemgaaende ganske lav.

Saaledes viser 55 gjennemsnittsanalyser av malm fra Klodeberg grube:

1 analyse under 0.010 $\frac{0}{0}$ fosfor (0.008 $\frac{0}{0}$ )
6 analyser mellem 0.011 og 0.015 $\frac{0}{0}$ fosfor
9 — — 0.016 - 0.020 - "
9 — — 0.021 - 0.025 - "
14 — — 0.026 - 0.030 - "
11 — — 0.031 - 0.035 - "
5 — — 0.036 - 0.058 - "

Gjennemsnittet er ca 0.027  $\frac{0}{0}$  fosfor.

Fosforindholdet skyldes apatit, som i alle fald til en viss grad optræder i for øiet synbare krystaller av blaa farve (moroxit); noget herav kan bortskilles ved skeidning.

Lignende lav fosforprocent møter man ogsaa i malmene fra Solberg, Torbjørnsbo, Langsev, Næskilen osv. (se analyserne nr. 15—18). Fra Solberg ved Arendal har jeg avskrift av analyser: 0.016, 0.018, 0.022 % fosfor, og fra Torbjørnsbo: 0.018, 0.025, 0.044 % fosfor.

Ved Braastad grube (Antoinette—Gyldenløve) derimot er, hvad længst har været kjendt, fosforindholdet noget større; dette bekræftes ogsaa ved følgende, hovedsakelig fra 1905—07 stammende analyser:

7 analyser mellem 0.011 og 0.020 % fosfor	
5	— — 0.021 - 0.030 - "
7	— — 0.031 - 0.040 - "
11	— — 0.041 - 0.050 - "
10	— — 0.051 - 0.060 - "
7	— — 0.061 - 0.070 - "
4	— — 0.071 - 0.080 - "
2	— — 0.081 - 0.090 - "
3	— — 0.101 - 0.110 - "
1	— — 0.111 - 0.120 - "
1	— — 0.123

Gjennemsnittet er 0.051—0.055 % fosfor.

Malmen fra Solberg i Holt skal efter traditionen ha holdt litt mere fosfor end den fra Langsev og Klødeberg, og omtrent saa meget som malmen fra Braastad.

Paa enkelte steder i Lyngrotfeltet optræder apatit-jernmalm, etsteds, nemlig ved den saakaldte Næsverksgrube (beliggende ca.  $\frac{1}{3}$  km. vest for hovedgruben), med apatit endog i knyttnevestore blokke. Der kan være tale om at drive den sidstnævnte forekomst hovedsakelig ikke for jernmalmen, men for apatitens skyld. — Ved Lyngrot hovedgrube var fosforindholdet saavidt stort, at malmen herfra kun var skikket til smeltning av støperijern, og ikke til videre bearbeidelse paa stangjern.

Malmens *svovlindhold* er gjennemgaaende lav; se analyserne s. 147. — Om malmenes *manganindhold*, se de samme analyser. — Malmene holder litt zinkblende, dog i yderlig ringe mængde; ved masovnsdrift faar man litt zinkoxydavsats i ovenns øvre del, dog ikke i generende grad. — Saavel skarnberg-malmene som Solberg—Lyngrot-malmene er fri for titan.

*Statistik fra grubernes senere driftstid.*

Fra nogle av de sidste aar, da de fleste av gruberne ved Arendal (og paa Langøen ved Kragerø) endnu var i nogetlunde jevn drift, hitsættes efter bergmester-protokollerne en statistik over produceret tønder malm og over antal arbejdere.

	Produceret tønder malm						Antal arbejdere						
	1861	1862	1863	1864	1865	1867	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867
Klodeberg . . . . .	6117	5070	2000	830	4670	1138	27	21	11	?	19	5	
Kjenli . . . . .	2558						13						
Braastad (G.-A.) . . . . .	4080	3300	414	2171	2015	490	31	31	5	(15?)	12	4	
Solberg-Øiestad . . . . .	2568	1414	1585	1666	1591	1662	18	10 <sup>1/2</sup>	12	(12)	10 <sup>1/2</sup>	10 <sup>1/2</sup>	9
Torbjørnsbo . . . . .	4140	4160	2492	4850	1672	410	29	23	15 <sup>1/2</sup>	(25)	12	5 <sup>1/2</sup>	
Langsev . . . . .	6394	5564	5152	4951	5550	5732	26	24	31	28	35	32	36
Næskilen . . . . .	(350)	3408	6043	6208	5522	5676	(24)	(30)	28	25	22	23	(22 <sup>1/2</sup> )
Solberg-Næs . . . . .	306	207	163	117	105	135	6	2	5	5	5	5	5
Langø { Grevinde Wedel . . . . .	1945	1200	1193	630	1168	1112	11	7	8	6	8	8	8
{ Fru Anker . . . . .	6905	6398	5472	4982	3697	4236	39	28	25	17	23	38	12

1 tønde malm, med ca. 42% jern, veiede ifølge gjennomsnittsvæinger for 30 aar siden, ved Klodeberg 0.59—0.60 tons samme vægt kan ogsaa regnes for Solberg-Øiestad, Langsev, Næskilen og Langøgruberne. For den fattigere malm ved Torbjørnsbo regnes pr. tønde 0.55 tons, og for den rikere malm fra Braastad (Gyldenløve—Antoinette) 0.65 tons.

Pr. arbeider pr. aar fik man saaledes i den første del av 1860-aarene gjennemsnittlig:

Næskilen ca.	240—250 tønder	=	ca. 145 tons malm
Klodeberg	- 225—230	— = -	135 - - (à 42 % jern)
Langsev	- 150—200	— = -	90—120 tons malm
Torbjørnsbo ca.	165	— = -	90 tons malm
Braastad	- 125	— = -	80 - - (à ca. 60 % jern)
Langøgrubene	- 210	— = -	125 - -

For en del av 1850- og 60-aarene foreligger en lignende beretning for Solberg i Øiestad og for nogle av Fehnsgruberne:

Solberg—Øiestad	ca. 150 tønder malm	=	ca. 90 tons
Enkelte av Fehnsgruberne	203	- - = -	120 -

Under nutids driftsforhold vil arbeidernes ydelsesevne naturligvis være betydelig større.

*Om forekomsternes størrelse, grubernes dyp, malmareal, produktionsevne osv.*

Inden hvert enkelt til skarnberggruppen hørende felt, som f. eks. Næskilen, Braastad osv., optræder der en række linse- eller stokformige malmpartier av meget vekslende dimensioner. Det er kun de relativt store av disse malmpartier, som kan byde interesse for fremtiden.

Samtlige skarnberggruber ved Arendal staar med fald omtrent mod SO. Faldvinkelen er ved:

Gyldenløve-Antoinette ved Braastad	ca.	58°
Klodeberg hovedgrube	. . . . .	ca. 62—65°
Aslak-Mørefjær ved Næskilen	. . . . .	ca. 80—82°

Ved de fleste av de andre gruber er faldet paa omkring 70—75°.

Om malmareal osv. foreligger der kun fra Klodeberg grube ganske detaljerede oplysninger. — Hovedgruben er her 95 m. vertikal dyp, hvortil kommer en synk paa 8 m., saa grubens største dyp er 103 m. — I hovedgrubens bundparti maalte jeg

sommeren 1907 malmens længde til 84 m. og malmarealet til 675 m<sup>2</sup>; under en ekskursion med bergstuderende mai 1909 maales malmens længde til 80—85 m. og arealet for den vanlige malm til 656 m<sup>2</sup> (eller ca. 650 m<sup>2</sup>), hvortil kom et tillæg paa 100—150 m<sup>2</sup> av noget fattigere malm. Den midlere tykkelse av den vanlige malm er 8 m., og den største tykkelse (horisontalt regnet) 13 m. Medregnet flere ganske nærliggende malmpartier, nemlig en ny ved forsøksarbeide fra hovedgrubens bund (og ca. 14 m. fra hovedgruben) paavist malm i det liggende, videre Karl-Theodor-malmen og de kun ca. 120 m. fra Klodeberg hovedgrube beliggende Kjenligruben, kan det samlede malmareal for Klodeberg-Kjenli-gruberne anslaaes til ca. 1500 m<sup>2</sup>. — Kjenligruben, som blev nedlagt i 1876, er temmelig nøiagtig 100 m. dype; længden i bunden av østre Kjenli grube opgives til næsten 60 m.; desuten findes her en nærliggende malmparallel. — I Klodeberg grube (Kjenli ikke medregnet) blev i aarene 1851—1907 produceret 95—100 000 tons malm; hertil kommer produktionen før 1850. Alt ialt har Klodeberg-Kjenli-gruberne produceret antagelig omkring 250 000 eller kanske 300 000 tons malm. — For Klodeberg-Kjenli kan for hver meter vertikal avsænkning paaregnes 4500 tons prima- og sekundamalm med ca 40 % jern, som kan levere ca. 2500 tons skeidemalm à 46—48 % jern og ca. 2000 tons anrikningsmalm, som igjen antages at levere ca. 1000 tons slig à 65 % jern. Sum altsaa for hver meter vertikal avsænkning ca. 3500 tons malm og slig, med gjennomsnitlig ca. 53 % jern. Forholdet mellem skeidemalm og anrikningsmalm kan selvfølgelig omreguleres, saa man kan faa malm og slig med lidt høiere jernprocent end her opført.

Hovedgrubens malm har hittil stadig utvidet sig i mægtighet mot dypet, hvilket viser, at der efter al sandsynlighet maa være et betydeligt stykke til malmens utkiling mot dypet. Hertil kommer det nys fundne nye malmparti i det liggende, i ca. 90 m.s dyp, som hittil staar praktisk talt urørt, idet det kun er opfaret med en ort. Man kan her temmelig sikkert gjøre regning paa en fremtidig avbygningshøide av mindst 100 m. Til 100 m.s fortsat avbygning vilde svare ca. 350 000 tons

malm og slig, à ca. 53 % jern. — Det sandsynlige er, at driften kan fortsætte til endnu større dyp, saa man kan faa antagelig  $\frac{1}{2}$  mill. tons malm og slig, eller under gunstige betingelser en del mere.

Klodeberg-Kjenli er efter min mening det vigtigste grube-felt inden Arendalsdistriktet, paa grund av grubernes produktionsevne og de lave grubeutgifter.

I *Næskilen* (se fig. 14) stod Mørefjær grube (Gamle Mørefjær) og Aslak grube (Gamle Aslak) i tidligere dage i stort ry, og her er produceret mere malm end ved nogen av de andre gruber ved Arendal. Avstanden fra paatænkt centralskakt ved Aslak grube til lasteplads ved havn er kun ca. 140 m. Avstanden mellem Aslak og Mørefjær gruber, som ligger paa samme linje, er ca. 60 m.

Mørefjær grube opgives av *Hausmann* i aar 1806 til dyp 180 m. I 1820-aarene fandt sted et stort ras, saa grubens bundparti blev utilgjængelig. — Arbeidet blev saa for en del forlagt til Aslak grube, som er ca. 175 m. dyp, men likeledes med ras i grubens bund, og til andre nærliggende gruber (bl. a. Staalgruben). — I begyndelsen av 1860-aarene drev man fra et punkt i ca. 140 m.s dyp i Aslak grubes SV'stre væg en skraasynk, med fald 45°, ind under Mørefjær grube, som stod fuld av vand. Man paatraf Mørefjær grubes leiested ca. 12 m. under den vandfyldte grubes dypeste punkt, og drev saa en ny grube paa Mørefjær grubes bundparti, til dyp ca. 34 m. Mørefjær grube har saaledes dyp (se længdeprofilet fig. 14):

den vandfyldte grube . . . . .	ca. 180 m.
tag (som er meget solid) mellem den vandfyldte	
grube og bundpartiet . . . . .	12 "
bundpartiets største dyp . . . . .	34 "

Sum ca. 226 m.

(andetsteds opgives 225 m.).

I dette bundparti blev fra mai 1862 til oktbr. 1867, da driften indstilledes, produceret 31 199 tønder = ca. 18 700 tons malm. — Ifølge en av *T. Dahll* i bergmesterprotokollen meddelt statistik blev i bundpartiet fra mai 1862 til novbr. 1866 utbrudt

318 kvadratlagter malmflate, som gav 26 801 tønder malm, altsaa pr. kvadratlagter 85.5 (eller rettere 84.3) tønde malm (= 50 à 51 tons). — Grubens strøklængde sattes til 36 lagter (= 72 m.); andetsteds opgives 37 lagter (= 74 m.) og den er nu maalt til 75 m. Pr. lagter avsænkning fik man altsaa 1800 eller 1836 tons malm, eller pr. m. avsænkning 900 tons eller lidt derover. Indtil dyp  $133\frac{1}{2}$  lagter = ca. 267 m. regnedes at gjenstaa 83 909 tønder malm, eller med rundt tal 50 000 tons.

Regnes  $3\frac{1}{3}$  tons malm pr.  $m^3$ , skulde malmarealet i bundpartiet utgjøre ca. 270  $m^2$ . — Den nedre grube er 75 m. lang; et snes m. over bunden er gruberummenes gjennemsnitlige tykkelse ca. 4 m., hvilket giver malmareal ca. 300  $m^2$ . Nede i grubens bund er malmen kun uttat med gjennemsnitlig bredde 2.43  $m^2$ , hvilket giver areal ca. 182  $m^2$ ; der staar dog fattigere malm igjen langs siderne, saa det virkelige malmareal er noget større. — Mørefjær grube drar sig ikke noget i felt, men gaar mot dypet nøiagtig følgende faldet. — Grubens længde er i bundpartiet næsten nøiagtig saa meget (75 m.) som høiere oppe i gruben (70—85 m., middel 75 m.).

Gamle Aslak grubes strøklængde er ca. 60—62 m., og arealet i grubens bundparti kan sættes til ca. 175  $m^2$ , hvortil svarer ca. 500 tons pr. m. avsænkning.

Fra en paatænkt centralskakt i Aslak grube kan man gaa med en ca. 70 m. lang feltort mot SV ind til Mørefjær grubes bundparti, videre med feltort paa ca. 75 m.'s længde ind under Havgruben—Stolgruben og med tverslag paa ca. 80 m. ind under Staalgruben, Disse gruber medregnet kan den samlede produktionsevne pr. meter vertikal avsænkning sættes til mindst 2000 tons, antagelig 2500 tons. — Malmen er temmelig nøiagtig av samme beskaffenhet som Klodebergmalmen.

Trods den vanskelige fordring — først i skraaskakt med fald  $45^\circ$  og senere i skakt i Aslak grube — fik man i 1860-aarene pr. arbeider pr. aar lidt større kvantum malm i Mørefjær grubes bundparti end ved Klodeberg grube (se s. 152—153); dette viser, at de løpende driftsutgifter ved Mørefjær grube vil stille sig forholdsvis lave.



Mørefjær grube har i ældre dage levert: til 180 m.'s dyp ca. 900 tons pr. m., gjør ca. 162 000 tons; hertil produktionen i bundpartiet, ca. 18 700 tons; gjør ca. 180 000 tons. — Aslak grube kan regnes at ha levert: 170 m. dyp à ca. 400 tons pr. m., = ca. 68 000 tons. — Mørefjær og Aslek har saaledes tillsammans producet ca.  $\frac{1}{4}$  mill. tons, og lægges hertil de andre gamle gruber ved Næskilen, kommer man op til ca.  $\frac{1}{3}$  mill. tons, eller tal omtrent av denne størrelse.

Inden *Braastadfeltet* er der, foruten Gyldenløve-Antoinette, en hel række gamle gruber, deriblandt:

Charlotte;	dyp	22 favne;	indstillet	1836
Skovgruben;	"	38 "	—	ca. 1843
Pumpegruben;	"	20 "		
Langgruben;	"	40 "		
Hesterumpen;	"	12—14 "	—	1802
Lille Langgrube;	"	36 "	—	1807
Hvalfisken;	"	10—11 "	—	1842
Trende Brødre;	"	13 "		i drit i 1842
Vestre Sugge;	"	12—16 "	—	1790
Kjetje;	"	12—13 "		
Mosseberg;	"	10—12 "	—	1794
Jenses grube;	"	ca. 15 "		

(1 favn = 6 fot = 1.88 m; sandsynligvis regnedes i lagter, = 2 m.).

Flere av gruberne i Braastadfeltet — likesom ogsaa andetsteds ved Arendal — blev i gamle dage indstillede, fordi man „traf kart“, d: granitgange, eller med andre ord, fordi malmen lokalt blev overskaaret av granitgange. Man havde i ældre dage ikke nogen klar forestilling om, at der herved kun handledes om gjennemsættende gange, der vistnok aldrig foranlediger forkastninger; og ved den primitive drift skyede man den ekstrautgift, som minering tvert gennem de oftest smale granitgange vilde medføre.

Gyldenløve-Antoinette i Braastadfeltet blev lænset for et par aar siden, og var ogsaa i kortvarig drift i tiden omkring 1880, desuten i stadig drift til lidt ut i 1870-aarene. Saavidt vides har ingen av de andre gruber her været bearbejdet siden 1840-aarene. — I Gyldenløve-Antoinette, av dyb ca. 80 m., hvor der er to malmparalleler, adskilt fra hinanden ved skifrig berg-

art av nogen faa m.s tykkelse, har hver enkelt av de to malm-partier i regelen en mægtighet af ca.  $1\frac{1}{2}$  m., med rik malm; undertiden gaar mægtigheten op til 3 m. eller 3—4 m. For de to gange kan tilsammen regnes omkring 400 t. malm à ca. 60 % jern pr. meter vertikal avsænkning; desuten falder der en del fattigere malm. Men da der er flere andre gruber, hvorav enkelte antages at være likesaa gode som Gyldenløve-Antoinette, er produktionsevnen for det hele felt adskillig større.

Ved *Torbjørnsbo* findes et stort dagbrud, 20—30 m. dybt, 115 m. langt og med areal i bunden ca. 1500 m<sup>2</sup>. Ialt kan, inden en længde av ca. 175 m., regnes 3 malmparalleller (hvorav den største skjærer dagbruddet under en spids vinkel), og det samlede malmareal kan anslaaes til ca. 2000 m<sup>2</sup>. Under dagbruddets bund har man diverse avsænkninger til dyp omkring 35 m. — Pr. meter vertikal afsænkning skulde man her kunne faa antagelig omkring 6000 tons gods, som dog er temmelig fattigt. Arbeidsmetoden maatte bestaa deri, at alt det udskudte først passerede en magnetisk skeidemaskine, hvorved blev udvundet separationsmalm med omkring 35 % jern; og dette maatte saa senere gaa til magnetisk separation. — Der foreligger ikke tilstrækkelig material til at bedømme, hvor meget malmslig man vilde faa pr. m<sup>3</sup> godsmasse. — Ialt er ved *Torbjørnsbo* i ældre dage, at dømme efter dagbruddets størrelse og forøvrigt efter grubekartet, uttat omkring 80 000 m<sup>3</sup>, som kan anslaaes at ha levert ca. 150 000 à 200 000 tons malm à ca. 35 % jern.

*Langsev* hovedgrube skal være ca. 140 m. dyp efter faldet; avbygningens horisontallængde var 188 fot = ca. 60 m. Vasgruben er ca. 90 m. dyp vertikal, og med horisontallængde op til 50 m.

*Solberg* i Øiestad; hovedgruben her, Grevinde Wedel, ca. 100 m. dyp, blev lænset for et par aar siden, og viste i grubens bund forholdsvis litet malm; derimot traf man malm paa flere parallelgange. Den nærliggende Heieraas grube opgives til dyp ca. 80 m.

*Alveland* grube, som skal være ca. 180 m. lang efter faldet eller ca. 120 m. vertikalt, og *Alveholmen* grube, som skal være ca. 140 m. (?) efter faldet, blev paa grund av det store dyp forlængst nedlagt; den første i 1831, den sidste mellem 1814 og 1820. Malmen opgives at være noget rigere end ved de fleste av de andre Arendalsgruber, dog ikke saa rik som ved *Braastad*.

*Lærestvedt* gruber, nedlagt i 1820-aarene (før 1826).

*Nødebro* grube; nedlagt 1825; fald  $65-70^\circ$ ; grubens dyp vertikalt  $34\frac{1}{2}$  favn eller lagter (= næsten 70 m.) og efter faldet  $39\frac{1}{2}$  favn eller lagter; grubens længde 12—14 favne (= ca. 25 m.); drevet paa to ganske nær hinanden liggende malmparaller, hver efter opgivende kun  $\frac{1}{2}$  m. tyk.

*Tingtvedt* grube; ca. 30 m. dyb; med malmareal paa et par hundrede m<sup>2</sup>.

Videre medtages de til gruppe II (s. 3) hørende forekomster.

*Lyngrot* hovedgrube („Frolands verks *Lyngrotgrube*“) skal være ca. 150 m. dyp; den blev nedlagt i 1850-aarenø, efter at malmen hadde tapt sig paa dypet. — Den nærliggende „*Næs verks Lyngrotgrube*“ opgives at være noget mere end 50 m. dyp; malmen her er tildels mægtig, men uren, og meget rik paa apatit (se ovenfor s. 151). — *Solberg* grube ved *Næs* jernverk er omkring 150 m. dyp under stollen; gruben indstilledes i 1860-aarene, efter flere aars hensygnende drift, hvorved avbyggedes den malm, man kjendte.

Ved den i ældre dage stedfunde drift har samtlige Arendalsgruber, medregnet *Lyngrot* og *Solberg* ved *Næs*, producirt omkring  $2\frac{1}{3}$  mill. malm, som gjennemsnitlig ved de ældre, meget primitive arbeidsmetoder (for skeidning, røstning og malmsmelting) anslaaes at ha utbragt ca.  $37\frac{1}{2}$  ‰ rujern (se s. 141). — Malmkvantumet fordelte sig paa følgende større grubefelter: *Næskilen*, *Alve*, *Langsev-Barbo*, *Torbjørnsbo*, *Solberg* i *Øiestad*, *Klodeberg-Kjenli*, *Lærestvedt*, *Braastad*, *Lyngrot*, *Solberg* i *Holt*,

— altsaa ialt 11 større grubefelter, hvortil kom en hel del mindre gruber (Nødebro, Tingvedt, Aamholdt, Voksnæs osv.).

Hvert enkelt av de større grubefelter kan følgelig regnes at ha levert gjennomsnitlig omkring 200 000 tons malm.

Hermed stemmer, at de to viktigste felter, Næskilen og Klodeberg-Kjenli, paa grundlag av en ganske anden beregningsmaate anslaaes at ha producet hittil henholdsvis ca.  $\frac{1}{3}$  mill. tons og ca.  $\frac{1}{4}$  eller kanskje  $\frac{3}{10}$  mill. tons malm.

Af de gamle gruber naadde

1 grube (Mørefjær) et vertikalt dyp paa lidt over 200 m.;

1 grube (Aslak) et dyp paa ca. 175 m.;

5 gruber (Alveland, Alveholmen, Langsev, Lyngrot, Solberg i Holt) et dyp paa omkring eller henimot 150 m.;

antagelig 7 (deriblandt 1 ved Klodeberg, 1 ved Kjenli, 1 ved Solberg i Øiestad, 1 ved Langsev, vistnok flere) et dyp paa omkring 100 m.;

der kunde vistnok opregnes mindst 10 gruber med dyp omkring 75 m.; og av gamle endnu mindre gruber findes der en utallighet.

De gruber, som har levert større bidrag til produktionen i ældre dage, kan sættes til gjennomsnitlig vertikalt dyp 100 m. eller lidt derover. Det vil sige, ved den ældre drift blev pr. m. vertikal avsænkning i sum for samtlige Arendalsgruber producet omkring 20 000 tons malm.

Hertil vil svare et samlet malmareal paa ca. 8000 m<sup>2</sup>, fordelt paa ca. 25 enkelte malmstokke av nævneværdig størrelse og desuten paa en mængde ganske smaa malmpartier.

Denne beregning av forekomsternes samlede malmareal er vistnok beheftet med adskillige feilkilder, men den vil i alle fald være tilnærmelsesvis rigtig.

For det viktigste grubefelt, Klodeberg-Kjenli, er malmarealet maalt til ca. 1500 m<sup>2</sup>; for Torbjørnsbo til ca. 2000 m<sup>2</sup>, hvorom dog er at bemærke, at der her falder store mængder av avfaldsgods, og for de to hovedgruber ved Næskilen til ca. 500 m<sup>2</sup>, hvortil kommer antagelig nogen hundrede m<sup>2</sup> for de andre gruber ved Næskilen. — En sammenligning mellem disse tre grube-

felter og de andre grubefelter ved Arendal viser, at det ovenfor ad statistisk vei fundne malmareal, ca. 8000 m<sup>2</sup>, for samtlige Arendalsgruber maa være nogenlunde træffende.

Af de mange gruber i Arendalsfeltet kan der i nutid og fremtid kun være tale om at gjenopta de allerbedste; her maa tages med i betragtning, at man ved moderne arbeidsmetoder — herunder magnetisk separation medregnet — kan tilgodegjøre malmen meget mere effektivt end tidligere. Utgaaende fra den ad statistisk vei foretagne beregning kan antages, at man ved de gruber, som overhode kan gjenoptages, i sum pr. m. vertikal avsænkning vil kunne faa omkring 15 000 tons malm og slig, med gjennemsnittlig lidt over 50 % jern. Dette tal, 15 000 tons, er dog muligens lidt vel høit regnet.

Til støtte for dette overslag anføres, at Klodeberg-Kjenli pr. m. vertikal avsænkning kan levere ca. 4500 tons prima- og sekunda-malm, svarende til ca. 3500 tons malm og slig med ca. 53 % jern. For Næskil-gruberne har vi ovenfor for hver meter beregnet 2000 eller 2500 tons; for Gyldenløve-Antoinette ved Braastad ca. 400 tons à 60 % jern og desuten en del fattigere malm; hertil kommer de mange andre gruber ved Braastad.

Angaaende forekomsternes vedvarenhet mot dypet anføres, at Mørefjær grube, som er 225 m. dyp, viser omtrent samme længde i hundpartiet som høiere oppe; og Klodeberg grube, som er 100 m. dyp, har hittil tiltat i mægtighet mot dypet til. Dels heraf og dels ifølge analogi med andre geologisk lignende forekomster maa man kunne gaa ut fra, at i alle fald de større forekomster ved Arendal vil vise en nogenlunde god utholdenhet mot dypet. Men enkelte, og navnlig de mindre forekomster vil antagelig kile sig ut paa forholdsviis litet dyp.

De større forekomster ved Arendal vil temmelig sikkert vedvare mindst 100 m. under grubernes nuværende bund, og flere av dem vil efter al sandsynlighet tillate en fortsat avbygning paa 150—200 m., enkelte kanskje til endnu større dyp.

Det vil sige, Arendalsgruberne fører for fremtidig avbygning et kvantum malm (og slig), som antagelig kan sættes til mindst 1½ mill. tons (med gjennemsnittlig lidt over 50 % jern);

sandsynligvis handles der om et kvantum paa 2 eller  $2\frac{1}{2}$  mill. tons, og under særlig gunstige driftsbetingelser i fremtiden kan muligens haapes paa et kvantum saa stort som 3 mill. tons.

*Grubeutgifter.* Ved den smaadrift, som fandt sted i Klodeberg hovedgrube 1880—1905, utgjorde de løpende grubeutgifter pr. ton malm à 42—44 % jern ca. kr. 250, hvortil kom stigerløn og andre generalutgifter. — Ved større drift, paa aarlig omkring et snes tusind tons malm og malmslig, anslaaes samtlige løpende utgifter (heri amortisation og forrentning av anlægskapital dog ikke medregnet) til ca. 4 kr. pr. ton primamalm à 46—48 % jern og til ca. 7 kr. pr. ton slig à ca. 65 % (forutsat, at man kan faa nogenlunde billig kraft, ved elektrisk overføring). — altsaa til 9 à 10 kr. pr. ton jernindhold. Medregnet amortisation og generalutgifter bør ved forstandig drift 1 ton jernindhold i malm og slig ved grubebakken ikke komme paa mere end kr. 12—13, eller ikke paa mere end kr. 13—15 levert ved havn (taugbane-estation) ved Arendal.

Ved Næskilen kan man (se s. 153 og 156) regne med omtrent samme løpende driftsutgifter som ved Klodeberg; amortisationskontoen maa dog ved Næskilen for grubedriftens vedkommende sættes noget høiere, men til gjengjæld indsparer man her transporten til havn.

Neppe ved nogen av de andre gruber kan man forutsætte saa lav driftsutgift som ved Klodeberg og Næskilen.

Navnlig ved Braastad kostede malmen i ældre dage adskillig mere end ved de andre gruber. Paa grundlag av den erfaring, man har gjort ved Gyldenløve-Autoinette i de senere aar, maa man for malmen her — frit levert ved gruben klods ved jernbanespor, 5 kilom. fra Arendal — regne i de løpende utgifter (uten amortisation)  $7\text{—}8\frac{1}{2}$  kr. pr. ton malm à ca. 60 % jern, altsaa pr. ton jernindhold i malmen 12—14 kr.

### **Langøgruberne ved Kragerø**

var i ældre dage de viktigste hertillands næst efter Arendalsgruberne.

Langøen bestaar næsten i sin helhet dels av upresset gabbro (olivinhyperit) og dels av amfibolit og amfibolitskifer, som ifølge

prof. *Brøgers* undersøkelser tilhører gabbroeruptionen. Amfibolitskiferen veksellagrer med kvartsskifer. Strøkretningen for begge bergarter danner paa Langøen en stor bue (se *Kjerulfs* og *Dahlls* geologiske kart i nr. 12, 1861).

Jernmalmen paa Langøen optræder efter visse drag i amfiboliten eller amfibolitskiferen, som langs efter jernmalmzonerne er opknuust til en breccie, av vældige dimensioner. Den væsentligste del av jernmalmen sitter paa steiltstaaende leieformige gange følgende skifrihetsplanerne av den mere eller mindre pressede amfibolit; desuten optræder litt jernmalm ogsaa paa de gangaarer, som sammenkitter amfibolit-breccien (se nr. 7).

Det vigtigste malmdrag paa Langøen betegnes ved de efter hinanden følgende gruber, opregnet fra VSV til ONO: Bjørnaas (ganske stor), Peder Wedel (liten), Fru Anker (den største), Fredrikke Kaas og Grev Wedel (begge smaa), Grevinde Wedel (stor), Karoline, Store Kaja, Vestre og Østre Kampenhaulug grube, Ældgamle grube, Snippegruben og Kaasgrube, med avstand mellem den første og den sidste ca. 1100 eller 1150 m. Om de andre malmdrag henvises til det instruktive kart i *Kjerulfs* og *Dahlls* avhandling. — Desuten findes baade paa Langøen og Gomøen nogle forekomster av titanholdig jernmalm inde i olivinhyperiten; disse har dog aldrig foranlediget noget nævneværdigt arbeide (se næste avsnit).

Saavidt vites begyndte grubedriften paa Langøen i tiden omkring midten av det 17de aarh.; arbeidet fortsatte gjennem det 18de aarh., og i det 19de aarh. indtil 1869, da de jernverk, som fik malm fra Langøen, indstilledes. — I den senere tid var alt arbeide koncentrert paa Fru Anker grube, der ansees som feltets hovedgrube, og Grevinde Wedel grube. Av de mange andre gruber nedlagdes den sidste, nemlig Høimyraas grube i ca. 1854. I tiden omkring aar 1800 arbeidedes bl. a. paa gruberne øst for Grevinde Wedel; en enkelt grube her betegnedes allerede den gang som „Ældgamle Grube“.

Man har statistik over produktionen for tiden efter aar 1790. Der blev alt i alt paa Langøen utbrutt:

1790—1830	210 482	tdr. malm (= ca. 126 000 tons)
1831—1869	218 025	- - (= - 131 000 - )
1790—1830	428 507	tdr. malm (= ca. 257 000 tons)

For tiden før aar 1790 kan den samlede produktion skjønsmæssig (se nr. 26, s. 68—69) anslaaes til omkring 200 000 tons. Langøgruberne har saaledes hittil i sum produceret omkring 450 000 tons malm, eller noget høit regnet med rundt tal  $\frac{1}{2}$  mill. tons.

I det ovenfor opregnede grubedrag er de østre gruber til og med Grevinde Wedel løst ved en forlængst inddrevet, kroket stoll (390 m. lang).

For et par aar siden blev der utminert ca. 3200 tons malm i Grevinde Wedel grube; og Fru Anker grube er sommeren 1909 lænset for vand. Fra denne grube er nylig bygget halvveis færdig en taugbane (ca. 950 m. lang) til lasteplads ved fjorden. — Grubeaabningerne ved Fru Anker og Grevinde Wedel gruber ligger i høide ca. 50 m. (resp. ca. 48 m. og ca. 52. m. over havet).

Malmens sammensætning fremgaar av følgende analyser.

	Fru Anker			Grevinde Wedel						Høi- myr- aas
	Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .	62.55	16.59	65.45	62.11	62.15	59.58	(62.7)	(64.4)	(68.0)	59.1 <sup>3</sup>
FeO. .	1.33		0.52	0.58		1.05				
SiO <sub>2</sub> .	18.99	17.20	18.00	11.51	10.78	16.90	11.64	8.20	12.50	31.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	0.76		2.20	0.59		1.60	1.85			
MnO .			Spor			Spor	Spor	0.01	Spor	0.2
MgO .	5.46		5.40	2.67		3.28	2.60	0.59	1.20	
CaO .	5.98	6.20	6.30	12.96	14.20	10.70	13.90	8.90	10.00	0.8
Na <sub>2</sub> O .	0.35			0.38						
K <sub>2</sub> O . .	0.19			0.19						
CO <sub>2</sub> . .	3.92	3.20	2.00	9.21	11.15	7.00	ca. 7 <sup>2</sup>		ca. 8 <sup>2</sup>	
TiO <sub>2</sub> .			Knapt spor			Knapt spor			Knapt spor	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .		0.12	0.078		Spor	0.071	0.069	0.078	0.062	0.09
S . . .		0.16	0.005		0.08	0.003	0.022	0.008	0.014	0.10
Cu . .	Spor		Ikke spor	Spor		Ikke spor				
FeS <sub>2</sub> <sup>1</sup> .	0.43			0.26						
Sum	99.66		99.97	100.76		100.86				



	Fru Anker			Grevinde Wedel						Høi- myr- aas 10
	Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fe . . .	46.53	44.6	47.80	45.76	45.0	43.96	45.4	46.6	49.2	43.9
P . . .		0.05	0.034		Spor	0.031	0.030	0.034	0.026	0.04
S . . .			0.005			0.005	0.022	0.008	0.014	

<sup>1</sup> Bestemmelseerne av svovlkis ( $\text{FeS}_2$ ) fra aar 1859 er temmelig sikkert uriktig. <sup>2</sup> Bestemt som rest.

Nr. 1 og 4 av prof. Münster, 1859. — Nr. 3 og 6 av Dr. A. Tamm, Stockholm, 1874 (fra hver av de to gruber blev uttat gjennemsnittsprøver av „nordranden“ og „sydranden“, og disse to prøver fra hver grube blev slaaet sammen til en enkelt analyseprøve). — Nr. 2, 5 og 10 af prof. Hiortdahl, 1874. Malmene fra Fru Anker og Grevinde Wedel fører ikke saa meget P og S, som de to analyser nr. 2 og 5 utviser. Ved nr. 10: <sup>3</sup> er  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ikke  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . — Nr. 7–9 fra driften i 1906–1907; nr. 7 og 8 er skibslastanalyser; nr. 9 analyse av en særskilt utsortert rik malm.

Ved driften i tidligere dage blev ved Fru Anker og Grevinde Wedel grube kun meget lidet bortskeidet. Berghaldene ved de to gruber er forholdsvis smaa, og næsten alt det utbrutte blev tat som malm. Denne holdt gjennemsnittlig for de to gruber henholdsvis ca. 45 og ca. 43 % jern. — Ved skeidning av en gjenliggende malmbeholdning fra Fru Anker grube blev for et par aar siden eksporteret 2072 tons malm med 45.45–47.64, gjennemsnittlig 47 % jern; og fra Grevinde Wedel blev for et par aar siden eksportert 3200 tons med 42.73–46.55, gjennemsnittlig næsten 45 %. — Ved nogenlunde skarp skeidning kan malmen fra begge gruber bringes op til 47–48 % jern (eller ved meget skarp skeidning til ca. 50 %), men da vil der naturligvis falde en del sekundamalm til anrikning.

Hovedgruberne paa Langøen fører magnetit, med kun yderst litet jernglans. — De fra mange mineralsamlinger kjendte store og vakre jernglanskrystaller fra Langøen stammer fra en liten forlængst drevet grube (Peder Anker grube).

Malmen fra Fru Anker grube fører noget og fra Grevinde Wedel grube ganske meget kalkspat; hertil kommer hornblende osv.

Malmene er gjennemgaaende rikere paa kalkspat langs „sydranden“ end langs „nordranden“. — Det er mulig at man ved Grevinde Wedel grube kan utseide næsten ren kalkspat-magnetit-malm med ca. 40 % jern, og anvendbar som kalktilsats-jernmalm.

47 fosforbestemmelser i jernmalme fra forskjellige gruber paa Langøen viste, ifølge analyse av dr. *Tamm*, 1874:

12	analyser,	mellem	0.001	og	0.01	%	fosfor
6	—	—	0.011	·	0.020	·	—
5	—	—	0.021	·	0.030	·	—
2	—	—	0.031	·	0.040	·	—
3	—	—	0.041	·	0.050	·	—
7	—	—	0.051	·	0.060	·	—
5	—	—	0.061	·	0.080	·	—
2	—	—	0.091	·	0.100	·	—

desuten 5 analyser fra diverse smaagruber eller smaaskjerp 0.13, 0.13, 0.14, 0.16 og 0.32 % fosfor.

For hovedgruberne kan fosforprocenten sættes til omkring 0.030 og svovlprocenten til oftest under 0.020.

Malmen fra hovedgruberne er praktisk talt fri for titansyre.

Ved Fru Anker, som staar næsten steilt, ligger den nederste etage i dyp 98 m. under dagen, og den dybeste synk er 110 (eller 111) m. under dagen. Gruben kan regnes at være avbygget til dyp 95 m. — Fra 1831 til 1868 producerte gruben 120 596 tønder = ca. 72 000 tons malm; og i aarene 1790 til 1830 leverte gruben sandsynligvis omkring fjerdeparten av den hele Langøproduktion, hvilket vil svare til ca. 30 000 tons. I tiden før 1790 var gruben vistnok i drift, men neppe avsænket til nævneværdig dyp. — Grubens samlede produktion hittil kan sættes til, sandsynligvis noget over 100 000 tons, men temmelig sikkert ikke saa meget som 150 000 tons. — Pr. m. vertikal avsænkning har gruben saaledes hittil producet mindst 1000 tons, sandsynligvis omkring 1250 tons, men neppe saa meget som 1500 tons.

Avbygningsfeltets horisontale længde er temmelig konstant 100 eller 105 m. — Gruben drar sig i felt ca. 10° mot øst. — I grubens bund maalte jeg (1909) malmarealet til ca. 425 m<sup>2</sup>,

med 5—6.5 m.s tykkelse i 30 m.s længde. — Næsten alt det utskutte er malm, og man kan temmelig sikkert regne effektivt mindst 3.3 tons skeidemalm pr. m<sup>3</sup>. Dette gjør 1400 tons malm pr. m. avsækning; og desuten noget opberedningsmalm. — Dette stemmer godt med den ovenfor ad statistisk vei fundne produktionsevne pr. m. — Gruben er i den nedre del gjennemgaaende litt mægtigere end høiere oppe i gruben.

Grevinde Wedel grube ligger 440 m. øst for Fru Anker, regnet fra grubeskakt til grubeskakt. Mellempartiet mellem de to gruber er 310 m. langt; her findes et par gamle smaagruber. Stollen ved Grevinde Wedel grube bærer ind i dyp 42 m., og grubens dypeste synk er ikke fuldt 60 m. under dagen. — Grubens længde i strøk er 95—100 m., og malmarealet i grubens bund maales til 400 m<sup>2</sup>; i 20 m.s længde i bunden gaar mægtigheten op til 7—8 m. — Pr. m. vertikal avsækning kan regnes 1200 tons skeidemalm, samt noget anrikningsmalm.

De to gruber sammenlagt kan saaledes regnes pr. m. avsækning at gi 2500 (2600) tons skeidemalm foruten noget sekundamalm. Ingen av gruberne viser nogen antydning til utkiling i dypet; og de er kun avbyggede til henholdsvis ca. 100 og ca. 50 m.s dyp. Man maa i disse to gruber kunne gjøre regning paa, temmelig sikkert mindst  $\frac{1}{4}$  mill. tons, sandsynligvis  $\frac{1}{2}$  mill. tons, og muligens en del derover.

Hertil kommer alle de talrike andre gruber paa øen. Fru Anker grube kan til dyb 100 m. anslaaes til at ha producirt hittil ca. 125 000 tons, og alle de andre gruber i sum hittil omkring 325 000 tons. De større av disse sidstnævnte gruber er avbyggede til et gjennemsnittlig dyp av omkring 50 m. — Ved den ældre drift skulde man saaledes ha faaet omkring 7500 tons (eller omkring 7750 tons) malm pr. m. vertikal avsækning. Hertil vil svare et samlet malmareal paa 2500 m<sup>2</sup> eller tal i alle fald tilnærmelsesvis av denne høide.

Det vil dog kun være de bedst situerte av Langøgruberne, som man i nutid og fremtid kan gjenopta. — For alle de gruber, som der kan være tale om at drive, kan rent skjønsmæssig regnes: malmkvantum, nogenlunde sikkert paavist, mindst  $\frac{1}{4}$

mill. tons; sandsynligt omkring  $\frac{3}{4}$ —1 mill. tons, og under gunstige betingelser noget over 1 mill. tons.

Ved Fru Anker og Grevinde Wedel grube kan de løpende driftsutgifter pr. ton malm anslaaes til samme høide eller en bagatel større høide end ved Klodeberg grube ved Arendal (se s. 153, cfr. ogsaa s. 162).

— Ogsaa paa andre steder i nærheten av Kragerø findes nogle gamle jernmalmgruber, som dog i ældre tider spillet en temmelig uvæsentlig rolle.

### Fehnsfeltet

i Høllen præstegjæld, et par kilom. sydøst for Ulefos, paa vestsiden av Norsjø, som staar i kanalforbindelse med Skiensfjorden.

Jernmalmen optræder her inde i et felt av en uren kalkstensbergart, som har en utstrækning av ca. 3 kilom. i længde og ca. 2 kilom. i bredde. Dette felt omgives av grundfjeld (gneisgranit), nemlig saaledes, at det er avgrænset ved meget store forkastninger. Muligens handles her om et meget dybt i grundfjeldet innsunket silurparti, som ved indgribende, navnlig kemiske omsætninger er blit fuldstændig omvandlet. — Litt jernmalm findes undertiden, saaledes f. eks. i nogle gamle smaa-gruber syd for Fehnsgruberne, paa brecciegange (forkastnings-spalter) ogsaa inde i den tilgrænsende gneisgranit.

Dels av denne grund, og dels, da malmen inde i kalkstenen optræder langs spaltegange, sluttet med fuld sikkerhet, at malmen er en yngre dannelse.

De drivværdige partier omgives av en sterkt uren, meget jernrik kalkstensbergart (benævnt „rødberg“), med 15—30 % jern. Der kan ofte paavises en gradvis overgang mellem de rike malmpartier og det saakaldte „rødberg“, og videre mellem „rødberget“ og den vanlige urene, men jernfattige kalksten. Forekomsterne er at betegne som metasomatiske (i ordets oprindelige betydning, se gruppe X, s. 5; der handles her ikke om kontaktmetasomatose).

Den praktiske erfaring har godtgjort, at man ved forsøksarbeide for at finde nye malmpartier, bør drive orter langs

efter visse spalter, hovedsakelig kalkspatgange; utsigten for at finde malm er størst, hvor to kalkspatgange skjærer hinanden. Ogsaa i saa henseende viser feltet de vanlige for metasomatiske jernmalforekomster karakteristiske egenskaber.

Malmfeltet gjennemsættes paa enkelte steder av yngre bergartgange tilhørende Kristianiafeltets eruptiver; malmdannelsen er saaledes ældre end i alle fald de sidste av Kristianiaeruptiverne.

Der findes her en utallighet av gamle grubeaapninger, dels ved Fehnsgruberne med nærmeste omgivelser, beliggende like ved Norsjø, og dels ved Rødhauggruberne, beliggende noget over 1 kilom. fra vandet. Desuten findes der en hel del smaagruber eller skjærp ogsaa spredt over andre partier inden kalkstensfeltet.

I ældre dage leverte gruberne malm til Ulefos (Hollen) jernverk, tildels ogsaa til nogle av de andre østlandske verk (Fossum, Eidsfos, Bærum, Moss). Fra begyndelsen av 1870-aarene til 1880 eller 81 arbeidedes gruberne paa eksport; saa laa driften nede til 1899, da den paany optoges, for eksport av malm.

Den samlede brytning efter aar 1836 utgjorde:

1836—71, til indenlands forsmeltning . . . . .	69 500 tons
1872—81, næsten i sin helhet til eksport . . . . .	103 700 .
1900—09 <sup>1</sup> , til eksport . . . . .	355 000 .

Sum ca. 528 000 tons

Angaaende statistiske detaljer for driftsperioden 1836—81 henvises til mit arbeide nr. 26, s. 75—76.

Opgaven for aarene 1836—71 gjælder kun de gruber, som blev drevet av Ulefos jernverk; samtidig hadde ogsaa andre av de østlandske jernverk drift paa enkelte gruber inden Fehnsfeltet (indtil ca. 1865) og producerte, 1836—65, kanske med et rundt tal 50 000 tons.

Før aar 1836 antages at være utbrudt ialt 100 000 tons eller noget derover. Feltet har saaledes hittil i sum producet mindst  $\frac{2}{3}$  mill., kanske nærmest mellem  $\frac{2}{3}$  og  $\frac{3}{4}$  mill. tons malm.

Malmens sammensætning fremgaar av følgende gjennemsniitsanalyser, idet ogsaa medtages en analyse (nr. 10) av „rødberget“:

<sup>1</sup> Se s. 13; i 1909 blev produceret 18 000 tons.

	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	FeS <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sum	Fe	P	S
1 . . . . .	66.22	1.02		10.19	1.96	8.48	3.69	6.03		1.52		100.22	47.85		0.81
2 . . . . .	75.70			3.15	1.74	6.77	1.90	<u>9.06</u> <sup>1</sup>		0.83	0.84	100.00	52.99	0.37	0.46
3 . . . . .	72.53			2.85	1.60	9.32	1.70	<u>10.91</u> <sup>1</sup>		0.32	0.84	100.00	50.77	0.37	0.18
4 . . . . .	71.01	2.67	1.49	5.10	2.20	6.44	1.41	5.02   2.78		0.53	0.83	99.48	51.96	0.36	0.28
5 . . . . .	79.1	1.4		9.8	5.6	1.3		<u>3.00</u>			0.32		56.0	0.14	0.14
6 . . . . .	53.05	21.26	1.05	8.55	2.05	9.61	2.67				0.94		53.57	0.41	0.31
7 . . . . .	51.57	25.67	1.18	7.76	4.50	6.60	2.44				0.99		56.07	0.43	0.29
8 . . . . .	66.07	13.00	0.16	9.05	4.37	4.20	2.49				0.56		56.36	0.24	0.16
9 . . . . .	64.09	15.28		10.68	0.71	9.74	0.90				0.67		56.75	0.29	1.19
10 . . . . .	31.9			4.15	2.65	28.65	5.4	<u>26.0</u>			1.25	100.00	22.3	0.55	

Nr 1, analyse fra aar 1859 av prof. E. B. Münster, av Berums jernverks malm fra Anne Kathrine grube i Fehnsfeltet; med 0.20 % K<sub>2</sub>O + 0.91 % Na<sub>2</sub>O. — Nr. 2 og 3, av eksportmalm; av P. Holmsen, se hans beskrivelse av Fehnsgruberne, i Bergmandslettertinger, nr. 48, december 1880. — Nr. 4; fra de senere aar. — Nr. 5, av røstet malm fra Lichtloch, af prof. Hiortdahl, 1875; No. 6—9 av røstet malm fra henholdsvis Bolla, Kaasa og Stie grube, af prof. Hiortdahl, 1869. — Nr. 10 av „rødberg“, se P. Holmsen.

<sup>1</sup> beregnet ved tab.

Analyserne av røstet malm viser lidt høiere jernprocent end end av urøstet, idet kulsyre og vand er drevet bort.

Malmen er rødjernsten med kun yderst litet magnetit, og den er opblandet hovedsakelig med kalkspat og kun underordnet med nogle silikatminerale. Videre findes noget svovlkis, litt zinkblende, undertiden ogsaa noget tungspat, det sidste mineral paa gange gjennem malmen. — Nogle gange av uren flusspat er paatrufne inden malmfeltet. — Malmen gir en meget basisk, kalkrik slagg, hvilket øker dens værdi.

Med haandskeidningen er kombinert et opberedningsverk (med setzmaskiner) for behandling av den fattige malm. Den dels ved skeidning og dels ved mekanisk opberedning vundne malm holder skibslastvis 48—53, gjennemsnitlig 50 % jern, samt oftest 0.4—0.7 % fosfor og nogle tiendels procent svovl.

Som gjennemsnit for aarene 1904—07 er ifølge den officielle statistik pr. arbeider (medregnet opsyn og alt arbeide i dagen) pr. aar productert 173 tons malm.

Pr. m<sup>3</sup> utbrutt gods regnes omkring to tons malm; skeidningen spiller en viktig rolle, og der utkræves megen ortsdrift for at opfare forekomsterne.

Gruberne ved Fehn nær Nordsjø er løst ved en stoll, som munder ut like ved vandet og i høide 12 m. over dette. Fra denne stoll gaar der grene til en hel række enkelte gruber. — De største malmgange avbygges i en længde av 80—100 m. — Den gjennemsnitlige mægtighet av de gange, hvor den væsentligste avbygning i de senere aar har fundet sted, angives i bergmesterindberetning til:

Søndre Bolla . . . . .	8 m.	Strandbæk . . . . .	5 m.
Røde Sidegang . . . . .	6 -	Lichtloch . . . . .	4 -
Kathrine . . . . .	6 -	Finnekrydset . . . . .	3 -
Bredgangen . . . . .	5 -	Karup . . . . .	2.9 -

Desuten er der en utallighet av andre malmgange inden Fehnsgrube-partiet nær Nordsjø, spredt over et areal av længde 800 m. og bredde 600 m.

Den ovenfor nævnte grundstoll bærer for de fleste gruber ind i dyp 60—80 m. under dagen. Under stollens plan er følgende gruber avsynket til dyp:

Bolla og Nebengangen (ogsaa kaldet Storgangen), dyp 111 m. (fjerde etage).

Hov, Finnekrydset, Strandbæk og Bredgangen, 70 m. (tredje etage).

Søndre Grindimellem, Nordre Grindimellem, Tvergangen 38 m. (anden etage).

Karup, 35 m. (ligger for sig).

Malmgangene staar med omtrent steilt fald.

De gruber som har været i arbeide efter driftens gjenoptagelse i 1899—1900, hadde i sum til utgangen av 1908 produsert ca. 338 000 tons malm; gruberne var herved avsænkede gjennomsnitlig ca. 70 m. Den gjennomsnitlige produktionsevne pr. m. vertikal avsænkning utgjorde altsaa 4500 à 5000 tons malm.

Den samlede hittil stedfundne produktion ved Fehnsgruberne (Rødhaugen her ikke medregnet) kan anslaaes til 600 000 tons. En enkelt grube har regnet fra dagen naaet et dyp paa ca. 190 m.; nogle gruber et dyp paa 120—150 m., en hel del et dyp paa 70—80 m. Ogsaa dette angir en produktionsevne av 4 à 5000 tons pr. m. vertikal avsænkning.

Hovedgruberne har i stollnivaaet et samlet malmareal av ca. 2000 m<sup>2</sup>, fordelt paa en hel række enkelte gruber. Regnes 2 tons malm pr. matematisk m<sup>3</sup>, skulde man faa 4000 tons pr. m. vertikal avsænkning. I denne sidste beregning er dog ikke alle gange i plan med stollen medtagne. — De paa forskjellige maater foretagne beregninger over produktionsevnen pr. m. avsænkning stemmer saaledes meget godt overens.

I selve Fehnsfeltet (nær Norsjø) kan for hver hundrede m. vertikal avsænkning regnes 400 000 eller 500 000 tons malm. Man kan gaa ut fra, at gruberne maa kunne avsænkes endnu mindst 100 m., svarende til en samlet produktion paa  $\frac{1}{2}$  mill. tons. Sandsynligvis vil i alle fald de større gruber inden feltet kunne tillate en fortsat avbygning paa 150—200 m., svarende



til en produktion paa ca.  $\frac{2}{3}$  til 1 mill. tons. Enkelte gruber vil kanske kunne tillate avbygning til endnu større dyp. Der kan saaledes være en mulighed for en fremtidig produktion paa noget over 1 mill. tons malm.

Hertil kommer en formentlig adskillig mindre malmreserve ved Rødhauggruberne.

### **Apatit-jernmalm ved Søftestad i Nissedal, Telemarken.**

Den efterfølgende beskrivelse støtter sig paa undersøkelser, som jeg foretok i 1894 — hvorom henvises til min brochyre „Nissedalens jernmalmfelt“ (se s. 7, nr. 9) — og senere i 1898, sidste gang sammen med den svenske grubeingeniør dr. *G. Nauckhoff*.

Malmfeltet optræder i en aasryg paa østsiden av Nisservandet, 1—1½ kilom. syd for kirken, og nær en nogenlunde tæt bebygget grænd. Malmens utgaaende ligger i høide fra 45—50 op til 100—103 m. over Nisservandet, og i afstand 250—350 m. fra vandet.

Længden av malmdraget regnet fra nogle m. syd for punkt XVII (her og i det efterfølgende benyttes punktnumrene paa karterne i min ovenfor citerede brochyre) til punkt I er i ret linje 525 m.

Søftestadforekomsten har en utpræget mineralogisk og geologisk likhet med Grängesbergforekomsterne i Mellem-Sverige, men de sidste er betydelig større.

Ved Søftestad kan man holde ut fra hinanden tre forskjellige malmpartier: a) den søndre gang (nr. XVII—VIII) i malmens utgaaende i dagen av længde 210 m.; derefter følger et strøk av ca. 80 m.s længde i dagen, med dels fattig og dels uren malm, som ikke kan avbygges; b) den nordre gang (fra nær nr. VI til mellem nr. II og III) av længde 120 m.; derefter kommer et malmtomt parti av ca. 90 m.s længde; og c) den isolerte korte malmlinse, nr. I. Faldet er vekslende, mellem ca. 30° og ca. 60—70° mot øst; i middel kan det sættes til ca. 45°.

I 1894 beregnede jeg malmarealet (horisontalt) for den søndre og den nordre gang til i sum 1280 m<sup>2</sup>, hvortil skulde komme 120 m<sup>2</sup> for nr. I. — I de efterfølgende aar blev foretat en del

avgrøftninger og mineringer, saa maalingen i 1898 kunde udføres med større sikkerhet. Det viste sig, at jeg i 1894 hadde antat malmen i den søndre og i den nordre gang etsteds noget for tynd, og et andet sted noget for tyk; de smaa fradrag og tillæg gik omtrent op i op, saa totalresultatet blev omtrent uforandret.

Længde	Midlere mægtighet	Malmtversnit (lodret paa faldet)	
Søndre gang			
210 m.	75 m.	4.5 m.	335 m <sup>2</sup>
	60 .	3.5 .	210 .
	60 .	2.5 .	150 .
	15 .	1.33 .	20 .
Nordre gang			
120 m.		240 m <sup>2</sup>	

Altsaa for disse 2 gange samlet malmtversnit (lodret paa faldet) = 955 m<sup>2</sup>, svarende til malmareal (horisontalt) = 1350 m<sup>2</sup>. Nr. I sættes ut av betragtning, idet den ved fortsat undersøkelse viste sig at være mindre end av mig i 1894 antat.

Til oplysning om malmens sammensætning hitsættes en række — 41 — analyser, nemlig dels gjennemsnittsprøver uttatt ved malmens utgaaende av 5 forskjellige bergmænd osv. til forskjellige tider og paa forskjellige steder, og dels nogle stufprøver eller mindre gjennemsnittsprøver, uttagne av en sjettede, og her trykt med petit.

Fe	49.9	50.5	50.9		55.1	56.2	56.5	56.6	56.8	56.8
P	0.16	3.09	0.66	3.49	1.96	2.34	3.04	2.77	2.42	2.41
Uopl.	25.7		26.0							4.0

Fe	57.0	57	57.3	57.4	57.5	57.7	58.4	58.6	58.8	59.1
P	2.56		1.05	2.50	2.68	0.77	2.38	1.83	2.50	
Uopl.	1.0		6.3	1.30	0.6		0.6		ca. 5	

Fe	59.4	59.5	59.6	60.5	61.1	61.7	62	62.9	63.0	63.5
P	0.13	2.36	2.50	2.00	1.77	1.68		2.09	1.69	1.62
Uopl.	5.0		0.9		1.8	0.8		1.7	1.1	

Fe	63.8	63.8	64.4	64.6	64.9	65.0	65.5	66	66.9	68.2	68.4
P	0.05	0.86	1.40	0.87	1.30	0.95	0.18		0.26	0.26	0.15
Uopl.	4.8		1.2	3.8		1.1				2.6	1.5

Malmen består av magnetit og jernglans — magnetit antagelig gjennemsnittlig i litt større mengde end jernglans — med oftest rikelig apatit, dertil noget kvarts med hornblende, glimmer, granat, epidot, feldspat, kalkspat, det sidste mineral dog kun i forsvindende mengde. Den ordinære kompakte malm holder ofte 98—99 % jernerts plus apatit, og kun 2—1 % fremmede bestanddele; disse stiger dog fleresteds til 5—6 %, sjelden derover. Ved drift i stor stil maa desuten paaregnes, at man leilighetsvis faar litt med av sidestenen. Regnes 6 % tilblandet silikat og like dele magnetit og jernglans, skulde malm med vekslende fosformængde holde:

Ved 1 % fosfor . . . .	62.75 % jern
” 1.5 - — . . . .	60.75 - ”
” 2 - — . . . .	59.0 - ”

Fosformængden stiger i enkelte stuffer helt op til 4 % P (22 % = apatit), og kan ifølge analyserne gjennemsnittlig anslaaes til omkring 1.75 % fosfor, hvortil svarer 59—60 % jern.

Hermed stemmer gjennemsnittet av de foreliggende analyser. Nærmest kan regnes med 59 % jern og 1.75 % fosfor.

Man kan utsortere noget malm med høiere fosfor- og lavere jernindhold og paa den anden side noget malm med lavere fosfor-, men høiere jernindhold. Fosforfattig malm kan her ikke paaregnes som handelsvare.

Malmen holder kun forsvindende mengde mangan (ca. 0.1 % MnO) og kun yderst litet svovl (ca. 0.025 %); ikke noget titan.

Malmen er inden den oven nævnte mægtighed paa enkelte steder næsten fri for skiferpartier, men paa andre steder spiller disse en ikke ganske uvæsentlig rolle; desuten overskjæres malmen av nogle granitgange. — Pr.  $m^3$  vil man temmelig sikkert gjennemsnitlig faa noget over 3 tons malm, antagelig omkring  $3\frac{1}{3}$  tons. Forsigtigvis gaar vi ved efterfølgende beregning kun ut fra 3 tons malm pr.  $m^3$ . Dette gir for hver meter vertikal avsænkning — saaledes som malmen viser sig i det utgaaende —  $1350 m^2 \text{ à } 3 \text{ tons pr. } m^3 = 4050$  eller med rundt tal 4000 tons.

Under forudsætning av, at malmen fortsætter med uforandret malmareal mot dypet, skulde der foreligge følgende malmkvantum:

- a) over paatænkt grundstoll, utmundende 6 m. over Nisservand og ganske nær lastekai, samt av længde frem til malmen ca. 300 m., ialt ca. 300 000 tons malm, derav ca. 140 000 tons over en paatænkt feltstoll fra litt under punkt nr. XVII, 48 m. over Nisservand, og ca. 160 000 tons mellem denne feltstoll og den paatænkte grundstoll.
- b) for hver 25 m. fortsat  $\frac{1}{3}$  avsænkning, under grundstollen — ca. 100 000 tons malm.

Der foreligger ikke nogen undersøkelse over malmens forhold paa dypet; man er i saa henseende kun henvist til analogi-slutning fra lignende forekomster. Erfaring fra denne slags forekomster tilsiger, at malmen sandsynligvis vil fortsætte med tilnærmelsesvis samme malmareal mot dypet, og til et nogenlunde stort dyb. Her er navnlig at ta med i betragtning, at den søndre og nordre gang, ved mægtighed kun sjelden under 2 m., har længde resp. 210 og 120 m., hvortil kommer noget tillæg i længde med malm av mægtighed kun omkring 1 m. Det sandsynlige er, at en forekomst av denne karakter fortsætter med normal mægtighed mere end 100 m., kanske endog mere end 200 m., under Nisservandets niveau. Regnes 100 m. under Nisservand, skulde man ialt faa ca. 700 000 tons malm, og regnes 200 m., skulde man ialt faa 1 100 000 tons malm.

Det sandsynlige resultat er, at man ved Søftestad ialt kan faa omkring  $\frac{3}{4}$  mill. tons jernmalm. I ugunstigste fald, nemlig hvis malmen skulde avsmalne mot dypet, kan man ikke regne med mere end  $\frac{1}{2}$  mill. tons jernmalm, og i gunstigste fald, nemlig hvis malmen fortsætter til betydelig dyb og desuten i det hele og store utvider sig mot dypet,  $1-1\frac{1}{4}$  mill. tons, kanske, hvis lykken er god, op til  $1\frac{1}{2}$  mill. tons.

Det naturlige er at planlægge driften for omkring 25 000 tons malm aarlig. Viser malmen gode dimensioner mot dypet, kan aarsproduktionen økes.

De løpende grubeutgifter (fraregnet renter og amortisation av anlægskapital) blev i 1898 for partiet (ca. 300 000 tons) over den paatænkte grundstoll like ved vandet kalkulert til  $3\frac{1}{2}$  kr. pr. ton, og for partiet under grundstollen til 4 kr. pr. ton malm. Denne utgiftsberegning maa naturligvis om nogle aar, naar driften kan paabegynde, undergaa fornøden revision.

Naar jernbanen Arendal—Aamli—Nisservand (Tveitsund) av længde fra Arendal til Tveitsund henved 92 kilom., blir færdig om nogle aar (muligens 1912 eller 1913), kan driften av Søftestad sættes igang. — Fra gruben til Tveitsund kan man ordne sig med pramtransport (av hensyn til islægning kun 9 maaneder pr. aar) og for utgift ca. kr. 0.50 pr. ton. Jernbanetransporten anslaaes til omkring kr. 2.00 pr. ton (= 2.17 øre pr. tonkilometer).

Malmens selvkostende (uten hensyn til amortisation osv.) levert i skib eller ved anlæg i Arendal skulde altsaa for den første driftstid, ifølge overslaget fra aar 1898, skjønsmæssig utgjøre pr. ton:

Grubeutgift . . . . .	ca. kr. 3.50
Vandtransport til Tveitsund . . . . .	0.50
Jernbanetransport. . . . .	2.00
Utgift i Arendal . . . . .	0.50
	<hr/>
	kr. 6.00

for malm med ca. 59 % jern og ca.  $1\frac{3}{4}$  % fosfor.

For den efterfølgende driftstid, under den paatænkte grundstoll, maa hertil lægges for den første tid ca.  $\frac{1}{2}$  kr. og senere kanske ca. 1 kr.

Under nuværende konjunkturer og driftsforhold vilde gruben lønne sig ganske godt, hvis jernbanen nu var færdig. Og der er ikke nogen grund til at anta, at konjunkturer og driftsforhold for malm av denne beskaffenhed skal undergaa nogen fuldstændig væsensforandring i det første snes aar eller i den første menneskealder.

Paa grund av den usedvanlig høie fosforprocent egner malmen sig særlig til thomasprocessen, men ikke særlig til indendlands elektrisk smeltning.

### **Forekomster av titanholdig jernmalm ved Nedenæs-Bratsberg-kysten**

og andetsteds østover (indtil vestsiden av Kristianiafjorden).

*Staalkjærn og Myrestø* gruber, i nærheten av Egelands jernverk i Gjerstad. Her optræder Bamleformationens kvartsskifer og hornblendeskifer, hvilken sidste ifølge prof. *Brøgers* undersøkelser tilhører gabbroruptivernes række. Hornblendeskiferen fører i visse strok en hel del titanomagnetit, som i ældre dage var gjenstand for grubedrift. Ved Staalkjærn grube, nogen km fra Egelands verk, foreligger vekslende skikt av magnetitfattige og magnetitrike partier, de sidste av et par m.'s mægtighet og leverende malm med ca. 50 % jern og ca. 8 % titansyre (en gammel analyse viser 8.30 %  $TiO_2$ ). Fra et ophold ved Egelands jernverk, hvor jeg jan. 1881 praktiserte ved masovnsmeltingen, erindrer jeg, at man her jevnlig tidligere hadde tilsat litt av Staalkjærnmalmen til den vanlige Arendalsmalm, der anvendtes som hovedmalm (se slagganalyse nr. 20, s. 148). Malmen ved Staalkjærn blev dels utmineret ved dagbrudd og dels ved vanlig grubedrift. — Ved Myrestø, kun ca.  $\frac{1}{4}$  km. fra Egelands verk, findes en lignende forekomst; man foretrak dog at ta det lille malmkvantum, som verket behøvet, fra den noget længere borte liggende Staalkjærn grube. — Videre nævnes Storemyr i Gjerstad, efter opgivende med 22—25 % titansyre og 37—39 % jern. — *Barmen* grube paa Barmenøen nær Risør; malmens mægtighet opgives til 6 m. og længden til 70 m.; forskjellige

prøver har vist 12—14 % titansyre og 49.6 % jern; 21.9 % titansyre og 37.2 % jern; malmen optræder i olivinhyperit. — Paa sydsiden av Sandnesfjorden. likeledes nær Risør, skal der ifølge opgivende være flere titanfri (!) felter med 42.5 % jern og 2.25 % svovl; et felt opgives til kompasdrag av 10—13½ m. bredde og 200 m. længde.

Ved Næs jernverk har man i de senere aar nu og da anvendt ved masovnsbeskikningen, ved siden av overveiende meget Klodeberg-malm, indtil en tiendepart malm med omkring 50 % jern og nogen procent titansyre, fra *Selaas* i Vegaardsheien.

I gabbro (olivinhyperit), som i geologisk henseende er nær knyttet til Bamleformationens hornblendeskifer, kjendes paa flere steder schliereformige utsonderinger av titanholdig jernmalm; saaledes baade paa *Gomø og Langø* paa begge sider av Langaaresund. Fra en lang schliereformig gang paa Gomø, med mægtighet lokalt op til et snes m. og beliggende kun ca. 1/3 km fra Langaaresund, blev i midten av 1870-aarene utskibet et par skibslaster, holdende i henhold til gamle notater av mig henimot 50 % jern og nogle procent titansyre. — Tilsvarende malm har man ogsaa paa den anden side av Langaaresund, ved Oxekastet og Gjeteraasen paa Langøen; malmen her er ganske sterkt blandet med silikater (hornblende og rhombisk pyroxen).

Nær Kilsfjorden ved Kragerø findes ogsaa flere jernmalmsforekomster, enkelte med og andre uten titansyre.

— Igabbron ær *Herrefjorden*, sydvest for Porsgrund, optræder malmutsondring, med ca. 6 % titansyre og i de rikere partier med lidt over 50 % jern.

— Ved Spisholdt omkring en km fra *Krekling* (ved Drammen—Kongsberg-banen) har man en titanjernmalm-utsondring, som eiendommelig karakteriseres ved en forbausende høi apatitmængde; jernprocenten er derimot lav (se Zeits. f. prakt. Geol., 1900, s. 371).

Alle de ovennævnte forekomster optrær i grundfjeld og er bundet til gabbrobergarter.

Av den geologisk karakter er en stor gang av saakaldt „Jacupirangit“, mellem *Kodal* og Laugendalen, NO for Larvik

(se *W. C. Brøgger*, *Nyt Mag. f. Naturv.* nr. 44, 1906, s. 128), gjennemsættende lardalit (nephelin-syenit). Denne gang fører forholdsvis litet titanjernerts, men særdeles meget apatit.

### **Østlandets kontaktjernmalforekomster langs Kristianiafeltets eruptiver**

(tilhørende den geologiske gruppe VIII, s. 5).

De saakaldte „kontaktforekomster“, hvorom henvises til avhandlingerne nr. 5 og 7 (s. 7), optræder hovedsagelig i kalkrike lag i silurformationen, men kun nær grænsen av Kristianiafeltets eruptivbergarter (granit, nordmarkit eller kvartssyenit osv.). Av saadanne forekomster har man et meget stort antal, navnlig:

i Skreia og andetsteds i Feiring, paa Mjøsens vestside;

i og ved Mistberget i Eidsvold;

syd og sydvest for Hurdalssjøens sydende;

flere steder i Hakedalen og Nitedalen;

et par steder i Asker og i Lier;

paa strækningen mellem Drammen og Ekerensjøens nordende, og mellem Drammen og Sandedalen (bl. a. ved Narverud, Aaserud, Korsegaard, Røkeberg, Saasen, Besseberg osv.);

i Gjerpendalen (Meisholt osv.) i nærheten av Skien.

Desuten findes en utallighet av rene miniaturoforekomster, som det er overflødig at opregne.

En hel del av de her omhandlede jernmalforekomster blev drevne i gamle dage og leverte malm til jernverkerne paa østlandet, særlig til jernverkerne:

Eidsvold (ca. 1624—ca. 1814), Hakedalen (ca. 1622—1868), Bærum (ca. 1614—1872), Dikemark (1697—ca. 1820), Hassel (1649—1854) og Eidsfos (1697—1878).

Eidsvoldsverket hentet sin malm hovedsakelig fra Skreia og Mistberget; masovnsdriften ved dette verk stanset allerede i tiden omkring aar 1814, og dette skyldtes vistnok for en væsentlig del malmenes temmelig daarlige beskaffenhet.



Eidsfos jernverk smeltede malm fra gruberne mellem Drammen og Ekern, hovedsagelig fra den nedenfor nævnte Narverud grube; undtagelsesvis tog verket ogsaa malm fra Arendal, Kragerø og Fehn.

Baade Hakedalens og Hassels jernverk fik malm tildels fra nær verkerne liggende gruber, men desuten — trods den lange og kostbare transport — i stor utstrækning ogsaa fra Arendal- og Kragerø-gruberne. Og i den senere driftstid gik Bærumverket kun med malm fra Arendal og Kragerø.

De gamle østlandske jernverks historie lærer os saaledes, at i alle fald de allerfleste av de her omhandlede gruber paa østlandet maa ha været noksaa tarvelige. Malmen var paa de fleste steder temmelig fattig paa jern, og desuten holdt malmen i regelen en generende tilblanding av kis, undtagelsesvis ogsaa av andre svovlertser. En fordel var paa den anden side, at malmen hovedsakelig var blandet med granat, augit, kalkspat osv., saa den gav en letsmeltelig slagg.

Efter det personlige kjendskap, jeg har til de her omhandlede forekomster, anser jeg det som meget litet sandsynlig, at de kan drives kun paa grundlag av haandskeidning. Men et andet spørsmaal er, hvorvidt drift er mulig paa grundlag av magnetisk separation, i alle fald for den fattige malms vedkommende. Selvfølgelig kan der kun være tale om at opta de allerbedste av kontaktforekomsterne, — og til disse allerbedste regnede man i ældre dage særlig nogle forekomster i omgivelserne av Drammen.

Som en av de vigtigste ansees

#### *Narverud grube,*

beliggende et stykke op i aasen paa sydsiden av Drammensdalen, 190 m. over havet eller dalbunden og i ret linje 900 m. fra jernbanen mellem Gulsbogen og Mjøndalen, samt 1700 m. fra den farbare Drammenselv.

Malmen optræder her i kalkrike, sterkt omvandlede skifere og i umiddelbar nærhet av granitgrænsen, nemlig dels klods ved graniten og dels i afstand ca. 10—20 m. fra graniten. Strøket

er Ø—V, og faldet er ganske flatt, dels næsten horisontalt og dels 10° eller noget derover, mot syd. Efter strøket ligger i rad og række nogle gamle gruber i en længde av 125 m., men malmfeltet er i virkeligheten adskillig længere; den paaviste længde i felt eller strøk opgives saaledes til ca. 800 m. Malmen sitter i klumper eller klatter inde i den hovedsakelig til granat med noget epidot osv. samt kalkspat omvandlede kalkskifer, og den malmførende zone har jevnlig en mægtighet paa 3—5 m.; som middel regnes 4 m. — Jernertsen er magnetit med uvæsentlig tilblanding av jernglans; hertil kommer noget svovlkis samt litt kobberkis, molybdænglans og spor av vismutglans.

Nogle uttagne prøver viser:

Jern	55.49	44.53	41.67	39.00
Kobber	0.54	0.05	0.05	0.07
Svovl	1.16	0.71	0.25	0.91
Fosfor	0.009	0.007	0.011	0.031
Titansye	Spor	Spor	0.17	0.49

Titansyren kan praktisk talt sættes ut av betragtning, og fosforindholdet er rent ubetydelig.

Ved haandskeidning kan man faa adskillig malm med ca. 45 % jern og litt malm med 50—55 %. Drift maatte dog i tilfælde grundlægges paa magnetisk separation, som her vilde falde forholdsvis enkel, da magnetiten for den væsentligste del sitter i nogenlunde større klumper og kun underordnet i fin impregnation. Laboratorieforsøk har godtgjort, at malmen er let at separere.

Av alt det utskutte kan en tredjedel regnes som vrakgods, og resten kan anslaaes at holde 35 % jern eller muligens litt mere. Av denne raamalm vil antagelig utkræves ca. 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> tons for at faa 1 ton slig med ca. 65 % jern. Urider disse forutsætninger skulde man pr. m<sup>3</sup> faa omkring 1.2 tons slig, — altsaa pr. m. avsænkning efter faldet ca. 5 tons slig for hver m. efter grubens strøk. De gamle gruber har strøklængde ca. 125 m.; for de gamle gruber skulde altsaa regnes ca. 750 tons slig — eller tal omtrent av denne størrelse — for hver m. avsænkning efter faldet. Men hertil kommer, at feltet opgives at være ad-

skillig længere (ca. 800 m.) end de gamle grubers længde i strøk. Inden den hele længde, ca. 800 m., er der dog antagelig flere malmtomme partier. — Ovenstaaende er uddrag av en befaringsberetning av bergkand. *F. Nannestad* fra 1909 og av mine notiser ved besøk paa stedet i 1881 og 1904.

— I den ovenfor citerte avhandling nr. 5 findes beskrivelse av nogle av de andre gamle gruber tilhørende kontaktforekomsterne. Ogsaa henvises til de historiske oplysninger i avhandling nr. 26, hvor den ældre literatur (bl. a. av *H. Strøm*, 1784, om Eker og av *C. M. Leganger*, 1792—93 om Eidsvolds jernverk med tilhørende gruber) findes citert.

Der medtages nogle gamle analyser av malmene fra Drammenskanten.

	Narverud	Aaserud nr. 1	Aaserud skjærp
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	58.08	83.3	68.13
FeO . . . . .	13.41		Spor
SiO <sub>2</sub> . . . . .	11.98	7.9	16.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	3.20	3.9	1.50
CaO . . . . .	8.51	4.6	10.91
MgO . . . . .	0.67		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.00	0.11	0.11
S . . . . .		0.04	0.14
FeS <sub>2</sub> . . . . .	4.29		
Glødetab . . .		1.7	3.99 <sup>1</sup>
Fe . . . . .	53.09	58.3	47.69
P . . . . .		0.05	0.05
S . . . . .	2.29	0.04	0.14

<sup>1</sup> Er kulsyre. Analyserne er utført av prof. *Th. Hiortdahl*, 1876.

### Jernmalforekomster i grundfjeldet paa Østlandet.

I *Buskerud* amt optræder flere av de i forrige avsnit omhandlede kontaktforekomster.

I grundfjeldet ligger bl. a. *Hassel* gruber, nær Skotselven jernbanestation, — hovedgruben et par kilom. nord for stationen

og med stoll mundende ut knapt et snes m. fra jernbanelinjen. Ifølge ældre geologiske notiser av mig er den herskende bergart gabbro og amfibolit eller amfibolitskifer, av lignende karakter som paa Langøen ved Kragerø (se s. 162—168). Ogsaa hvad malmforekomsten i geologisk henseende angaar, er der ganske stor likhet mellem Hassel og Langøen. Ved Hassel foreligger dels, saaledes ved de sydligste gange i Gjeiteryggen, brecciegange, og dels, som ved de nogle faa hundrede m. længere nord beliggende hovedgruber, leieformige gange, som efter undersøkelse i dagen ligner Fru Anker og Grevinde Wedel paa Langøen.

Hassel gruber var i ældre dage hovedgruberne for Hassel jernverk (1649—1854), som forøvrig ogsaa hentet noget malm fra andre omliggende gruber samt fra Arendal (Barbo). — Hasselverket var et av vort lands middels store jernverk; det svarede i aarene 1689, 1738—1743, 1744 og 1781 henholdsvis ca. 9, 5, 8 og 4% av jernverkernes samlede tiende og producerte i 1781, 1791 og 1792 omkring 5% av landets samlede rujernsmængde. Verkets totalproduktion kan saaledes anslaaes til omkring 60 000 à 70 000 tons jern (rujern), svarende til med rundt tal 150 000 tons forsmeltet malm. Herav skrev vistnok den væsentligste del sig fra Hassel-gruberne.

Malmen er fri for titan og kun med temmelig litet svovl og fosfor. — En væsentlig del av malmen holder forholdsvis lav jernprocent, saa opberedning her maatte være nødvendig.

For et par aar siden blev uttat ca. 1500 tons malm, men forøvrigt har gruberne ligget nede i over 50 aar. — Jeg har ikke material til at levere nærmere beskrivelse av gruberne.

Ogsaa paa fjeldstrækningen mellem Snarumselven og Sigdalselven findes nogle gamle jernmalmskjærp; *Th. Kjerulf* (lit. nr. 2, s. 7), nævner Kolsrud skjærp og Solum skjærp, begge i Sigdøl.

I *Smaalenenes amt* kjendes ikke nogen jernmalmsforekomst av nogenlunde størrelse. — Ubetydelig drift fandt i ældre dage sted ved nogen skjærp nær Kambo ved Moss, hvor der ifølge *Th. Kierulf* (lit. nr. 2, 1879) optræder „magnetjern ved granit“.

I *Akershus amt* ligger en hel del av de i forrige avsnit omhandlede „kontaktforekomster i Kristianiafeltet“, særlig i Feiring, Hurdalen, Eidsvold, Nannestad, Gjerdrum, Hakedalen og Nitedalen.

I grundfjeldet optræder nogle jernmalforekomster i *Sit-skogen*, nemlig gruberne Ørnekkollen, Hulkjern, Kjenstad samt Buenes skjærp. Disse ligger (se *Th. Kjerulf*, nr. 2) i gneis (eller gneisgranit?). Tilsendt prøve viser en vis likhet med Sydvarangertypen. Ifølge traditionen var der her litt drift i slutten av det 18de aarh.

*Hedemarkens amt.* Her blev i ældre dage drevet grube-drift paa nogle steder, og malmen forsmeltedes hovedsagelig ved Odalens jernverk. Dette blev anlagt i 1708 og drevet til ca. 1723; derpaa nedlagt, men gjenoptat i 1739, og det var saa stadig under drift, vistnok i temmelig liten stil og jevnlig med tap, til 1835. I begyndelsen av 1870-aarene byggedes ny masovn, hvor det arbeidedes 1873—77.

Verket fik sin malm hovedsagelig fra Spetalsgruberne (opdaget 1738), fra Traut- eller Trøftgruben i Sand sogn i Nordre Odalen og fra Ramsheiagruben i Brandval. I ældre dage bruktes ogsaa noget myrmalm, og i 1870-aarene indkjøpte man ogsaa noget svensk malm.

*Spetalen* jernmalmfelt ligger i Vinger, omkring  $\frac{1}{2}$  mils vei fra Kongsvinger og SO for Galterud jernbanestation. De fleste av de gamle gruber er samlet i en aasryg, benævnt Marikkollen, ca.  $1\frac{1}{2}$  km fra Galterud station; grubedraget fortsætter herfra videre mot SO, inden en zone ca. 3 km's længde og  $1\frac{1}{2}$  eller 2 km's bredde, til Bæreiavandet, ca. 5 km. fra Galterud.

Den herskende bergart er en svakt presset grundfjeldsgranit; og malmen optræder i steilstaaende linser og impregnationszoner inde i graniten, dog saaledes, at bergarten klods ved malmen oftest er sterkt skifrik og undertiden omvandlet.

Malmen er jernglans (uten magnetit), og den er ganske usedvanlig ren for svovl og fosfor, desuten fri for titan. Ved et

skjærp, „Krystallen“, er fundet martit (o: til jernoksyd omvandlet magnetit) liggende inde i jernglansen. Malmen ved hovedgruberne blev skeidet til ganske høi jernprocent.

Fra dette felt fik Odalsverket, efter aar 1783, vistnok hovedmassen av sin malm i ældre dage. Et par av gruberne, Hjemme-gruberne, blev ogsaa drevet en kortvarig stund i 1870-aarene (1873—77). Traditionen beretter om, at der skal staa god malm i bunden av hovedgruberne, og videre, at driften i ældre dage besvæertes ganske meget ved vandtilgang.

Ved Hjemmegruberne findes en lang række av dagaapninger liggende efter hinanden i en længde av noget over 200 m.; disse dagaapninger repræsenterer antagelig en del linseformigs malm-partier, som følger efter hinanden paa en bestemt ganglinje.

Nær Hjemmegruberne med Vaskerhullet og Gunnarskjærpet er drevet en stoll, som er ca. 160 m. lang (høsten 1909), men som endnu mangler ca. 45 m. frem til Vaskerhullet og hertil ca. 55 m. frem til Hjemmegruberne. Noget høiere oppe i aasen ligger Myrgruben og Storgruben, som ikke har været i drift siden Odalsverkets nedlæggelse i 1830-aarene. De sidst-nævnte gruber skal i ældre dage ha været de vigtigste, og de skal ogsaa være de dypeste inden feltet. Traditionen beretter om, at Storgruben pludselig blev forladt paa grund av vandindbrud. — Den dypeste grube i feltet opgives at være 70 m. dyp; desuten skal der være flere gruber med dyp ca. 25 m. (Ovenstaaende er uddrag av en beretning av bergkand. S. Fostlie, høsten 1909).

Odalens jernverk beskæftiget i 1764 ca. 100 arbejdere, og produktionen paa denne tid kan ifølge enkelte opgaver anslaaes til ca. 500 tons rujern aarlig. I 1781 producertes ca. 300 tons og i 1791 og 1792 — da de gamle norske jernverk hadde sin bedste tid — resp. ca. 512 og 324 tons rujern. I 1814—19, da man led under eftervirkningerne efter krigens tid, sank produktionen til 90—170 tons aarlig. — I henhold til disse og nogle andre spredte opgaver kan Odalsverkets samlede produktion anslaaes til omkring 25 000 à 30 000 tons rujern, neppe saa meget som 40 000 tons. Hertil vil svare omkring 60 000 eller høit

regnet 80 000 tons jernmalm, hvorav vistnok hovedmassen skrev sig fra Spetalsgruberne. Dette i forbindelse med det dyp, som gruberne her naaede, gir i alle fald en antydning til maalestok for grubernes produktionsevne for hver meter vertikal avsænkning.

— I det omliggende distrikt findes nogle malforekomster av nogenlunde samme karakter som Spetalen, saaledes ved Dulien nord for Aabogen station, ved Fuluhaugen ret over Glommen ved Galterud station, i Bjørnberget i syd for Sander station og ved Tupperud nordost for Skarnes station.

*Ramsheia* titanjernmalforekomst (tilhørende den geologiske gruppe nr. VI, s. 4) ligger i Brandval, paa vestsiden av Glommen. Der optræder her et ganske stort gabbrofelt, og inde i dette igjen forekommer steiltstaaende utsondringer av titanholdig jernmalm. Malmpartierne viser skarp grænse mot sidestenen, og naar mægtighet paa 4—5 m. eller lignende. Malmen holder en ganske høi jernprocent. Malmkvantumet opgives at være ganske stort. Analyse foreligger ikke. — Forekomsten blev i ældre dage drevet dels ved dagbrudd og dels ved vanlig grubedrift under Odals verk; malmen kjortes først ned til Glommen og færgedes saa til verket (ifølge reisenotiser av bergkand. S. Foslie, høsten 1909). — Jeg erindrer, at jeg ved Stockholms Bergskola i begyndelsen av 1880-aarene saa en analyse av slagge fra Odals jernverk, holdende litt over 3 % titansyre. Denne slagge maa være faldt av beskikning, hvor man hadde tilsat noget Ramsheia-malm.

I de centrale dele av landet kjendes kun et litet antal jernmalforekomster, og særlig karakteriseres Østerdalens sparagmitformation og høifjeldsformationerne paa strækningen fra Hardangervidda og nordover til Gudbrandsdalen (syd for Lesjeverket) og herfra videre til det trondhjemske, saavidt man hittil ved, ved at være praktisk talt tomme for jernmalm.

De gruber, som i ældre dage leverte malm til østlandets jernverk, laa, fraregnet nogle faa undtagelser, ganske nær ky-

sten. Dette skyldtes selvfølgelig for en væsentlig del trafik-hensyn, men det beroede utvilsomt ogsaa derpaa, at de centrale dele av det sydlige Norge neppe fører mange jernmalforekomster av nævneværdig størrelse.

En undtagelse danner Søftestad i Nissedal (s. 173—178); muligens gives ogsaa andre undtagelser. I denne forbindelse nævnes, at de fleste av de gamle, langt fra kysten beliggende og hovedsagelig for flere menneskealdere siden nedlagte jernmalgruber eller skjærp i de senere tider har været meget litet studert av fagmænd.

I forbindelse med Østlandets jernmalforekomster medtar vi et avsnit:

### **Om den sandsynlige fremtidige tilgang paa „purple-ore“ hertilands.**

Ved de norske kisforekomster, som hovedsakelig ligger i det nordlige Norge (Sulitjelma, Bossmo osv.) og i det Trondhjemske (Meldalen, Meraker, Ytterøen, Killingdal, Røros, Røstvangen, Foldalen osv.), enkelte ogsaa paa Vestlandet (særlig ved Hardangerfjordens munding og i Søndfjord), produceres „kis“, der oftest leveres med 42—49, gjennemsnittlig ca. 45 % svovl samt en i høi grad vekslende kobberprocent, fra kun en eller et par tiendedels procent kobber op til 4 % kobber.

Denne kis avrøstes først ved svovlsyrefabrikker, sulfitcellulosefabrikker osv. Ved benyttelse av stykkis bringes herved svovlprocenten i det avrøstede gods ned til oftest omkring 4 % svovl eller noget mere, naar kisen holder meget kobber og zink; ved benyttelse av saakaldet finkis (σ: opberedet eller knust kis) i moderne maskinelle røstovne opnaaes en sterkere avrøstning, nemlig for kobber- og zinkfattig kis ned til  $1\frac{1}{2}$ —2 % svovl, og for kobber- og zinkrik kis ned til 3—4 % svovl. — Naar det avrøstede gods er tilstrækkelig kobberholdigt, gaar det til ekstraktionsverk, hvor kobberindholdet for den allervæsentligste del utlutes, saa restgodset i regelen kun holder omkring 0.2 % kobber. Ved denne utlutningsproces fjernes ogsaa den væsent-



ligste del av røstgodsets svovlindhold, saaledes at den resulterende „purple-ore“ kun holder 0.1 % svovl eller noget derunder. — Kisens jernindhold blir ved dette røstnings- og utlutningsarbeide praktisk talt i sin helhet tilbake i godset, idet kun en ubetydelighet av jernet gaar tapt ved utlutningen.

Kis med 45 % svovl og 3 % kobber holder i regelen — nemlig naar jernkis-mineralet er svovlkis og ikke magnetkis — ca. 79 % svovlkis,  $\text{FeS}_2$ , og ca. 9 % kobberkis,  $\text{CuFeS}_2$ . Ved fullstendig avrøstning giver 100 vegtsdele svovlkis,  $\text{FeS}_2$ , 66,67 vegtsdele jernoxyd,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Og av kobberkisen utlutes kobberindholdet; svovlet gaar bort, og tilbake blir noget jernoxyd, nemlig av 9 vegtsdele kobberkis teoretisk beregnet ca. 4 vegtsdele jernoxyd. — Kis med 45 % svovl og 3 % kobber skulde altsaa ved fullstendig avrøstning give et vegtstap paa 31.3 %. Desuten maa tages med i betragtning, at kisens zinkindhold, som forøvrig er sterkt vekslende, til en viss grad fjernes ved ekstraksjonen, og en ubetydelighet tapes ogsaa av godsets jernindhold; ved de forskjellige transporter osv. lider man desuten noget mekanisk spildtap. Man regner derfor, at 100 vegtsdele kis ved avrøstning og ekstraksjon i praksis kun gir 60 eller et par og 60 % purple-ore. Utbyttet er selvfølgelig adskillig vekslende efter kisens sammensætning.

Paa grund av det kemiske vegtstap stiger jernprocenten i purple-ore'n ganske væsentlig, sammenlignet med jernprocenten i den oprindelige kis. — Av den vanlige kis med 45 % svovl og omkring 40 % jern faar man saaledes en purple-ore med omkring 62 % jern. Tilblanding av magnetkis øker purple-ore'ns jernprocent.

Denne purple-ore benyttes paa grund av det høie jernindhold som jernmalm.

En ulempe ved purple-ore'n er, at den er pulverformig, og at den desuten holder litt svovl og navnlig noget kobber, fra enkelte gruber ogsaa noget zink. Fosforindholdet derimot er gjennemgaaende aldeles ubetydelig, saaledes i Sulitjelma purple-ore med 62 % jern kun 0.008 % fosfor.

For et levere det endelige gods i stykform og for desuten end yderligere at formindske svovlindholdet, kan man — saaledes som det gjøres ved Helsingborg ekstraktionsverk — brikettere purple-ore'n ved den Grøndal'ske røstnings-briketteringsovn.

Den norske produktion av kis begynde i den første del av 1860-aarene og vekslede fra mitten av 1860-aarene til slutten av 1890-aarene mellem ca. 55 000 og ca. 85 000 tons aarlig; i de allersidste aar har der været et betydeligt opsving.

Til belysning herav medtar vi en oversigt over kisproduktionen i 5-aarige perioder fra 1861 til 1900 og for de enkelte senere aar, samt en mere detaljert statistikk for de senere aar, 1901—1909. Tallene for 1909, tildels ogsaa for 1908, er kun tilnærmelsesvis.

Den indenlandske kisproduktion, 1861—1909:

Gjennemsnittlig aarlig	}	1861—65 . . . . .	9 300 tons
		1866—70 . . . . .	72 000 "
		1871—75 . . . . .	83 000 "
		1876—80 . . . . .	54 000 "
		1881—85 . . . . .	67 000 "
		1886—90 . . . . .	62 000 "
		1891—95 . . . . .	57 000 "
		1896—1900 . . . . .	86 000 "
		1901 . . . . .	102 000 "
		1902 . . . . .	121 000 "
		1903 . . . . .	130 000 "
		1904 . . . . .	133 000 "
		1905 . . . . .	161 000 "
	1906 . . . . .	195 000 "	
	1907 . . . . .	235 000 "	
	1908 . . . . .	ca. 250 000 "	
	1909 . . . . .	ca. 285 000 "	

Det gjennomsnittlige indhold av svovl og kobber — samt zink — beløper sig tilnærmelsesvis ved de viktigste nuværende norske kisgruber til:

	% svovl	% kobber	% zink
Sulitjelma . . . . .	44—45	ca. 2.9	Lidet (ca. 1 0/0)
Foldal . . . . .	ca. 47	- 2	Lidet
Bossmo . . . . .	49—50	- 0.25	Næsten nul
Killingdal . . . . .	46—47	1.5—1.8	Et par 0/0
Røstvangen . . . . .	45—46	ca. 3.5	Under 1 0/0
Kongens grube, ( . . . . .	45	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —3	Et par 0/0
Røros ( . . . . .	43	2	Litt mere }
Meraker . . . . .	45	1.1	1.5
Stordø. . . . .	42	Lidet	Lidet

Ved den største kisproducent hertillands, Sulitjelma, skal bedriften fremdeles økes, og man agter om nogen aar at komme op i en kisproduktion paa ca. 150 000 tons aarlig. Videre er planlagt stor drift ved Løkkens grube i Meldalen, og ved flere av de andre gruber, navnlig paa Stordøen agtes driften i væsentlig grad utvidet. Man kommer saaledes i nogenlunde nær fremtid temmelig sikkert op i en aarlig indenlandsk kisproduktion paa 300 000—350 000 tons, kanskje endog derover. I denne forbindelse indskytes, at man ved de 8 største kisgruber — Sulitjelma-gruberne, Meldalsgruberne og Merakergruberne her regnet kun for en grube hver — i 1908 hadde forberedt til avbygning over grubernes dybeste punkt ialt ca. 4 mill. tons kis<sup>1</sup>, hvortil selvfølgelig kommer fortsættelsen til større dyp. — Enkelte gruber vil sent eller tidlig bli avbyggede, men dette vil i alle fald til en vis grad bli ophævet derved, at nye kisgruber kan bli optagne, særlig naar Dovrebanen om en række aar blir færdig.

Jeg finder forøvrig i denne forbindelse at burde indskytte den personlige bemerkning, at jeg efter mit gjennom mange aar erhvervede kjendskap til de norske kisforekomster ikke tror, at disse gjennom flere menneskealdere kan opretholde en produk-

<sup>1</sup> Denne beregning støtter sig til følgende: For gruber, som representerer omtrent halvparten av det nævnte kvantum, har jeg selv i de senere aar dels personlig utført og dels kontrollert beregningerne over det for avbygning forberedte kisforraad. For de andre gruber, av hvilke jeg kjender de fleste ganske godt, har jeg faat opplysninger, som jeg anser som paalidelige.

## Den indenlandske kisproduktion 1901—09.

	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
Sulitjelma . . . . .	30 800	59 430	68 489	63 917	72 849	97 518	101 819	ca. 100 000	ca. 110 000
Bossmo . . . . .	30 823	23 419	25 839	26 179	24 959	23 430	23 224	22 000	23 000
Andre i Tromsø stift . . . . .			653	653	896	1 130	1 059	1 000	5 000
Ytterøen . . . . .	1 230	1 000	1 583	1 800	1 100	4 304	4 100	5 000	5 000
Kjøli . . . . .	6 000	6 000	4 800	9 000	27 238	21 425	8 000	20 000	20 000
Killingdal . . . . .	21 030	17 592	13 869	14 769	11 580	16 200	26 582	11 919	10 000
Røros kisgrube . . . . .	6 975	10 142	12 390	11 133	12 095	13 915	12 369	15 600	17 400
Røstvangen . . . . .						4 490	1 049	15 600	71 000
Foldalen . . . . .				500	1 876	2 384	43 600	55 000	19 500
Meraker . . . . .	2 355	1 064	1 022	1 093	64	300	2 350	ca. 1 000	5 000
Meldalen . . . . .	902	1 000		164	1 600		488	1 500	1 600
Andre i Trondhjemske . . . . .	650						1 150		4 200
Svano . . . . .	540	670	300	1 275	1 200	300	2 760	2 525	
Stordo . . . . .	135	430	707	1 850	5 536	1 990	1 043	638	
Christiansgave, Ølve . . . . .	550	500	1 000	1 431		7 475	4 977		
Andre i S. Bergenhus . . . . .									
Karmoen . . . . .									
Sum	101 900	121 200	129 900	133 500	161 000	194 500	234 500	ca. 250 000	ca. 285 000
Ekspert av kis . . . . .	104 151	105 980	118 148	116 550	147 155	164 119	187 982	218 851	216 767
Indenlands forbrug av Sulitjelma-kis . . . . .		610	3 720	10 575	18 750	21 575	22 600	34 000	34 000
Ekspert av kisavbrand . . . . .			2 037	5 996	12 844	14 186	14 604	25 028	25 518

Til den her opførte eksport skal lægges et mindre kvantum, oftest kun omkring et tusind tons kis om aaret, i de senere aar dog noget mere, avsendt med Merakerbanen til Sverige (i 1908 og 1909 ca. 3 000 tons hvert aar). — Foruten Sulitjelma-kis er indenlands i de fleste aar ogsaa brugt et par tusind tons kis fra andre gruber.

tion paa saa meget som  $\frac{1}{3}$  mill. tons aarlig. Men mange gruber er nu installerte for meget stor produktion, — tilmed for saa stor produktion, at den aarlige avsynkning efter grubernes fald er meget betydelig — og man kan i alle fald for det nærmeste snes aar gjøre regning paa stor kisbrytning hertilands, selv om produktionen om en række aar skulde vise nedadgaående ziffre.

Det *indenlandske forbruk av kis* utgjorde indtil 1901 eller 1902 kun et par tusind tons aarlig, nemlig til et par mindre svovlsyrefabrikker. Men senere har forbruket steget sterkt, idet kisen — spesielt finkisen — har faat anvendelse ved en række sulfitcellulosefabrikker, hvor den avrøstes ved saakaldte Herreshofske kistrøstovne.

I 1908 var 7 norske sulfitcellulosefabrikker, samtlige beliggende paa Østlandet — nemlig paa begge sider av Kristianiafjorden — og 2 svovlsyrefabrikker beregnet paa et aarlig forbruk av 45 000 tons kis; paa grund av de daarlige tider utgjorde forbruket ved de 7 sulfitfabrikker dog kun 33 000 tons finkis, hvortil kom et par tusind tons stykkis ved svovlsyrefabrikkerne, sum saaledes temmelig nøiagtig 35 000 tons. 6 bestaaende og 3 under bygning værende norske sulfitfabrikker kan yderligere forbruke 27 000 tons kis, hvis de gaar over til dette system, som er den ældre benyttelse av italiensk svovl i høi grad overlegen i økonomisk henseende<sup>1</sup>. Og nye anlæg er paatænkte.

<sup>1</sup> Levert i sydnorsk havn betales kisen (i 1908—09) med ca. 33 øre pr. unit (procent) svovlindhold; forutsætningen herfor er, at grubeieren efter stedfunden avrøstning faar kisavbranden tilbake. Regnes kis med 45 % svovl og sættes tapet i røstegodset og ved rensningen av gaserne til en tiendedel, betales følgelig 1 ton nyttiggjort svovl i kisen med kr. 36.30. — 1 ton italiensk svovl har i norsk havn i de senere aar været betalt med ca. 85 kr. pr. ton.

Røstningerne, medregnet amortisation av de fornødne anlæg samt godstransporterne utgjør en del mere for kis end for italiensk svovl, men paa langt nær ikke saa meget som prisforskjellen beregnet pr. ton svovlindhold i italiensk svovl og i norsk kis. Sulfitfabrikkerne sparer ved anvendelse av kis omkring halvparten av det tidligere utlæg til svovl; og ved den nye arbeidsmetode er landets handelsballance bedret med ca.  $1\frac{1}{2}$  mill. kr. aarlig. Hvis alle fabrikker gik over til norsk kis, vilde handelsballancen yderligere bedres med 1 mill. kr.

Man kan saaledes gaa ut fra, at forbruket paa Østlandet om forholdsvis kort tid vil stige til mindst 50 000 tons norsk kis, sandsynligvis endog derover. Og dette vil — sent eller tidlig — som logisk konsekvens medføre anlæg av kobber-ekstraktionsverk et eller andet sted ved Kristianiafjorden.

I de senere aar har eksporten av kobberholdig kisavbrand — avrøstet ved norske sulfidfabrikker og derefter utskibet til utlandet (navnlig Helsingborg) — steget ganske betydelig (se utførselsstatistiken s. 192). — Naar der blir anlagt kobber-ekstraktionsverk paa Østlandet, vil dette verk temmelig sikkert komme til at producere aarlig mindst ca. 30 000 tons purple-ore med ca. 60 eller 62  $\frac{0}{0}$  jern, svarende til et jernindhold paa mindst ca. 18 000 tons. Sandsynligvis vil der handles om høiere tal.

Denne purple-ore er at betragte som billig og rik jernmalm, og der vil om en del aar vistnok bli spørsmal om at nyttiggjøre denne jernmalm indenlands.

---

## Jernmalmenes salgspris.

Jernmalmenes salgspris betinges først og fremst av jernprocenten, men avhænger desuten av en hel række andre faktorer, navnlig:

1. procenten av fosfor, svovl, mangan og titansyre;
2. sammensætningen av de slaggdannende bestanddele ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  osv.);
3. malmens mineralogiske og mekaniske natur; slig (koncentrat) betinger lavere pris end stykmalm eller briketter, og for stykmalmen kommer procenten av „muld“ eller pulver med i betragtning.

Malmene sælges i utlandet gjerne efter en grundpris pr. ton for bestemt *jern*procent, f. eks. 50, 55 eller 60 %, og derefter med en viss skala for hver procent jern over eller under standardprocenten. Denne skala sættes gjerne til 0.30 à 0.40 M. (tysk Reichsmark) eller 3—5 d (pence) for hver procent jern. Eksempel: salgspris 14 M. pr. ton malm cif. ved 50 % jern, og skala  $\pm 0.40$  M. for hver procent jern over eller under 50 %; malmen holder 51.5 % jern; altsaa salgspris =  $14 \text{ M.} + 1.5 \times 0.40 \text{ M.} = 14.60 \text{ M.}$

En mindre *mangan*procent utøver ikke nogen indflydelse paa jernmalmens pris; litt større manganprocent, som f. eks. 6—10 %, øker derimot prisen. Naar skalaen pr. procent jern er 0.30 M., utgjør den tilsvarende skala pr. procent mangan ca. 0.60 M.

For *fosforfattig* malm („bessemermalm“) er det en stor fordel, jo lavere fosforindholdet er, og særlig stiger malmens pris, naar fosforprocenten ligger under 0.04  $\%$ . For saadan malm stipuleres grundpris undertiden ved f. eks. 0.035  $\%$  fosfor, og saa tillæg eller fradrag f. eks.  $\frac{1}{2}$  pence pr. ton for hver 0.001  $\%$  fosfor under eller over 0.035  $\%$ .

Omvendt er det for fosforrik malm („thomasmalm“), helst med mindst 0.8  $\%$  fosfor en fordel, jo høiere fosforprocenten er. Sættes grundprisen til f. eks. 60  $\%$  jern og 1  $\%$  fosfor, har man skala f. eks. 0.15 M. for hver 0.1  $\%$  fosfor over eller under 1  $\%$  fosfor.

Fosforfattig malm betinger ved samme jernprocent adskillig bedre pris end fosforrik malm; saaledes er betalingen for svensk malm med samme jernprocent (ca. 63  $\%$  jern) gjerne  $3\frac{1}{2}$  M. høiere, naar malmen kun holder 0.02  $\%$  fosfor, end naar den holder 1  $\%$  fosfor.

Malme med midlere fosforprocent betinger lavere pris. Ved 0.06—0.1  $\%$  fosfor faar man nogen formindskelse i prisen, sammenlignet med A-malm med maks. 0.05  $\%$ ; og ved malme med 0.2—0.6  $\%$  fosfor endnu noget lavere pris.

*Svovl* nedsætter værdien. I bedst kurs staar malme med kun en bagatel svovl, som 0.01—0.04  $\%$ ; allerede 0.1—0.2  $\%$  svovl bevirker nogen reduktion i prisen. Tidligere ansaaes malm med et par procent svovl som næsten usælgelig; enkelte utenlandsk jernverk har dog i de senere aar kjøpt malm med helt op til  $2\frac{1}{2}$ —3  $\%$  svovl, men for betydelig avdrag i prisen. Eksempel herpaa gives i det følgende.

De paa verdensmarkedet gaaende spanske og svenske malme er praktisk talt *titanfri*. Kiruna-malmen holder dog 0.2—0.7  $\%$  titansyre, hvad er uten betydning for malmens værdi. Et par procent titansyre tar man heller ikke hensyn til, men ved høiere titansyremængde synker prisen, og titanførende malm, med 7—10  $\%$  eller endnu mere titansyre, er det meget vanskelig at faa avsat til utenlandske jernverk, og kun for daarlig pris. Der sælges saa litet av titanholdig jernmalm, at der ikke har utviklet sig nogen norm for værdien av disse malme. Et enkelt eksempel nævnes nedenfor.



Malm med 40 % jern og 40 % titansyre kan ikke betegnes som jernmalm, men som *titan*-jernmalm. Avsætningen av denne slags malm har i de senere aar været ubetydelig — sjelden saa meget som tusen tons aarlig — saa der ikke har oparbeidet sig nogen bestemt markedspris.

De allerfleste malme maa ved masovnssmeltingen, for at man kan faa tilstrækkelig basisk eller kalkrik slagg, tilsættes kalksten, og jo mere *kiselsyre* malmen holder, des større blir kalktilsatsen, des mere økes følgelig masovnsutgiften. Av denne grund har kalkrike, „basiske“ malm større værdi end kiselsyre-rike, „sure“ malme. Forskjellen mellem de to ytterled — ren kalkmalm og ren kiselsyremalm — kan ved samme jernprocent (f. eks. 50 eller 55 %) gaa til adskillige M. eller sh. pr. ton. Malm med kun f. eks. 46 % jern og opblandet hovedsakelig med kvarts er praktisk talt usælgelig, mens 46 %'s malm opblandet med kalkspat-granat osv. og samtidig med ganske lavt fosforindhold betinger nogenlunde brukbar pris.

Den viktigste malmeksport, som i de senere tider har fundet sted, er fra Bilbao, hvorfra aarligaars utskibes ca. 5 mill. tons, og endvidere fra de svenske gruber Kiirunavaara (over Narvik som havn), Gellivare (over Luleå) og Grängesberg (over Oxelösund).

*Fosforfattige malme.* — *Bilbao*-eksporten omfatter flere malmsorter, hovedsakelig „Rubio“, desuten „Campanil“ og røstet spatjernsten, saakaldt „Carbonato“. Rubio-malmen utgjør den væsentligste del av eksporten. Den gjennomsnittlige sammensætning av de forskjellige malmsorter er:

	Jern	Mangan	Kiselsyre (SiO <sub>2</sub> )	Fosfor	Svovl
Rubio I . . . . .	52	1	9	0.020	0.025
Rubio II { fosforfattig . .	50	1	11	0.020	} 0.040
{ med mere P . . . .	50	1	12	0.050	
Rubio III . . . . .	45	0.8	20	0.020	0.050
Campanil I . . . . .	49–50	0.9	9	0.020	} 0.015
Campanil II . . . . .	46	0.9	15	0.025	
Carbonato I . . . . .	55	1	8	0.015	0.25–0.40
Carbonato II . . . . .	50	1	9	0.015	0.50–0.70

Den midlere jernprocent i den hele eksport kan sættes til næsten nøiagtig 50 %, i hvert fald ikke til over 51—52 %.

Salgsprisen for „Best Bilbao Rubio Ore“, cif. Middlesborough har i de senere aar utgjort, ifølge de ukentlige noteringer i „The Iron & Coal Trades Review)<sup>1</sup>:

	Lavest	Høiest	Middel
1902 . . . . .	15 sh.	16 sh. 3 d.	ca. 15 sh 8 d.
1903 . . . . .	14 - 9 d.	16 - 9 -	- 15 - 8
1904 . . . . .	14 - 6 -	15 - 6 -	- 15 -
1905 . . . . .	15 -	20 - 9 -	- 16 - 9 -
1906 . . . . .	19 - 6 -	24 -	- 20 - 9 -
1907 . . . . .	16 - 6 -	24 - 6 -	- 20 - 6 -
1908 . . . . .	14 - 9 -	17 - 6 -	- 15 - 9 -
1909 . . . . .	15 - 10 -	17 - 3 -	- 16 - 6 -

Denne pris gjælder pr. engelsk ton<sup>2</sup> (= 1016 kg.) for 50 % jern, med skala helt op til  $\pm 6$  d. pr. % jern over eller under 50 % jern, og videre med skala  $\pm 1\frac{1}{2}$  d. for hver pct. kisel-syre over eller under 8 % SiO<sub>2</sub>.

Videre henvises til nogle opgaver nedenfor, s. 201 og 202.

Den eksceptionelt høje konjunktur for Bilbaomalmen varte fra septbr. 1905 til novbr. 1907. Under vanlige konjunkturer kan for 50 %'s og samtidig fosfor- og svovlfattig Bilbaomalm regnes omkring 15 $\frac{1}{2}$  sh. eller 14 kr. pr. ton, levert i Middlesborough.

Salgsprisen fob. Bilbao opgives i konsulathberetningerne og andetsteds til:

<sup>1</sup> En del av de i det følgende anførte noteringer, skyldes meddelelser, indhentede gennem norske konsulater i utlandet ved „Norges opplysningskontor for næringsveiene“.

<sup>2</sup> Her og i det følgende regnes oftest med engelsk ton, som er 1.6 % større end metrisk ton.

	1904	1905	1906	1907	1908 og 1909
Rubio superior . . . . .	9 sh. 6 d.—9 sh. 9 d.	9 sh. 6 d.—9 sh. 9 d.	10 sh.	17 sh.	11 sh.
Rubio inferior . . . . .	8 . . . . . 8 .	8 . . . . . 8 .	9 . . . . . 9 .	14 . . . . . 14 .	10 . . . . . 10 .
Campanil I . . . . .	10 . 6 .—11 .	10 . 6 .—11 .	12 . . . . . 12 .	17 . . . . . 17 .	12—13 . . . . . 12—13 .
Carbonato superior . . . . .	11 . 6 .—12 .	11 . 6 .—12 .	14 . 6 d.—16 .	17 . . . . . 17 .	13 . . . . . 13 .
Carbonato inferior . . . . .	10 . . . . . 10 .	10 . . . . . 10 .	12 . . . . . 12 .	15 . 6 d.—10 . 3 .	12 . . . . . 12 .

*Fragten fra Bilbao utgjorde:*

	1904	1905 <sup>1</sup>	1906 <sup>1</sup>	1907	1908
				Høiest	Lavest
Rotterdam . . . . .	4 sh. 6 d.—5 sh. 2 d.	5 sh.	5 sh. 2 d.	6 sh.	—4 sh. 3 d.
Middlesborough . . . . .	4 . . . . . 4 .	4 . 9 d.	5 . 1/2 .	5 . 9 d.—4 . 1 1/2 .	3 . 6 .—4 . 3 d.
Newcastle on Tyne . . . . .	4 . . . . . 4 .	4 . 7 1/2 .	4 . 10 1/2 .	5 . 6 .—4 .	3 sh. 9 d.

<sup>1</sup> Gjennemsnittlig for aaret.

En rekke opplysninger for tiden 1882—1896 om pris og fragt — samt sammensætning — for Bilbao-malmene findes i en liten avhandling av mig „Bilbao jernmalmsfelt, navnlig om prisen paa jernmalmen“, i Norsk teknisk tidskrift, 1896.

Bilbao Rubio-malm holder vistnok kun omkring 50 % jern og den kræver desuten litt kalktilsats, men allikevel besitter denne malm ganske usedvanlig gode egenskaper; den er saaledes praktisk talt fri for fosfor og svovl, og endvidere utmerker den sig — fordi ertsmineralet er brunjernsten med spatjernsten — ved at være særlig let reducibel; dette sidste medfører baade besparelse i kulforbruk og økelse av masovnenes produktionsevne pr. døgn. — Malm av saadan mineralogisk karakter findes ikke i Norge. Man maa derfor gaa ut fra, at selv vort lands bedste 50 %'s malme ikke vil betinge fuldt saa høi pris i utlandet som Rubio-malm med 50 % jern.

Norsk fosforfattig og samtidig nogenlunde basisk malm, av *Arendal*- eller *Langø*-typerne (se analyserne s. 147 og 164) har i de senere aar i engelsk Østkysthavn eller i tysk Nordsjøhavn betinget omkring 13 eller kanskje 13½ sh. pr. ton, ved basis 48 % jern, og videre med garanteret maximum 0.035 % fosfor (eller avdrag ½ d. pr. ton for hver 0.001 % fosfor over 0.035) og samtidig med avdrag 1½ d. for hver pct. kiselsyre over 8 % SiO<sub>2</sub>. — Gaar vi ut fra 13 sh. ved 48 % jern og avdrag 4 d. for hver pct. jern, skulde følgelig malm med 46 % jern i engelsk havn betinge pris 12 sh. 4 d. Sættes fragt med tilhørende omkostninger til 4 sh. 4 d, blir salgsprisen i norsk havn 8 sh. = 7.25 kr.

*Kiruna*-malmen samt Gellivare- og Grängesberg-malmene.

Som omhandlet s. 103 omfatter Kiruna- eller Narvik-eksporten for den væsentligste del fosforrike malme (klasserne C, D, F, G) med hovedsakelig 61—63 % jern; desuten eksporteres noget A-malm, med op til 68—69 % jern og maximum 0.05 % fosfor. — Disse malme sælges fornemmelig ved fleraarige kontrakter til utlandets jernverk; dette medfører, at de officielle noteringer for disse malmsorter til en viss grad blir av nominel natur.

Salgsprisen pr. t. cif Middlesborough opgives til:

	Ved aarets slut						1908 Lavest—Høiest
	1903	1904	1905	1906	1907		
Bilbao Rubio, Best, 50% Fe	13 sh. 6 d.	15 sh. 6 d.	18 sh. 9 d. — 20 sh. 6 d.	22 sh. 3 d.	17 sh.	14 sh. 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> d. — 16 sh. 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> d.	
Svensk 60% Fe { fosforfri . . . . . halv fosforholdig . . . fosforholdig . . . . .	17 sh. 6 d.	16 sh. 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> d.	21 — 22 sh.	26 sh.			
		14 - 6 .	17 sh. 3 d.	22 . 6 d.	17 sh. 9 d.	16 sh — 17 sh. 3 d.	
		14 .	17 . 3 .	22 . 6 .		16 . — 17 .	

Grundpris for den svenske malm er overalt 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> jern.

Høsten 1909 forelaa følgende noteringer, cif. Middleborough:

Kiruna	A-malm (maks. 0.05 P)	22 sh.	pr. t.	} Ved basis 60 % jern.
	C "	18 - 6 d.	- - -	
	F "	18 - 6	- - -	
	G "	18 - 6	- - -	
Gellivare	A "	(maks. 0.05 P) 22	- - -	
	C "	18 - 6	- - -	
Grängesberg (med 1 % P)		18 - 6	- - -	
Best Bilbao Rubio (50 % jern)		17 - 6	- - -	

Basis for disse svenske malme er overalt 60 % jern; for den jernrike A-malm regnes tillæg 4 d for hver pct. jern over 60 %, og for de fosforrike malme 3 d. pr. pct. jern over eller under 60 %. De fosforrike malme sælges efter basis 1 % fosfor, med tillæg  $\pm$  1 sh. 6 d. for hver pct. fosfor (eller i Tyskland 0.15 Rm. for hver 0.1 % fosfor) over eller under 1 % fosfor.

Disse noteringer er dog hovedsakelig nominelle, og vistnok gjennemgaaende litt for høie.

Som gjennemsnittspriser frit ombord i Narvik kan antagelig regnes:

A-malm ved 68 % jern,	ca. 17 kr.
C " - 64 - " - 11 -	
D " - 62 - " - 11 -	

Priserne vil i høi grad være avhængige av konjunkturerne og endvidere av salgskvantumets størrelse og kontrakternes tidslængde.

*Svovlholdig jernmalm.* Der skai her sammenstilles nogle salg av norsk malm fra de senere aar, særlig 1908 og 1909. Prisen gjælder pr. ton i engelsk eller tysk Nordsjohavn.

1. Basis: 50 % jern, 0.025 % fosfor, 0.2 % svovl, 8 %  $\text{SiO}_2$ ; salgspris 13 M. med skala: 0.35 M. pr.  $\pm$  1 % jern over eller under 50 %; fradrag 0.40 M. for hver 0.005 % fosfor over 0.025 % fosfor; fradrag 0.10 M. for hver 0.1 % svovl over 0.2 % svovl; fradrag 0.15 M. for hver % kiselsyre over 8 %  $\text{SiO}_2$ .

2. Basis 50 % jern, 0.03 % fosfor, 0.5 % svovl; salgpris 12.75 M. med skala: 0.35 M. pr.  $\pm 1$  % jern over eller under 50 %; fradrag 0.10 M. for hver 0.1 % svovl over 0.5 % svovl; fradrag 0.40 M. for hver 0.005 % fosfor over 0.03 % fosfor.

3. Basis 50 % jern, omkring 0.05—0.08 % fosfor og garanteret maksimum 3 — tre — % svovl; malmen holdt i regelen  $2\frac{1}{2}$  % svovl. Forskjellige salg til 9 sh. 6 d., 10 sh. og 10 sh. 6 d.; og skala 4 d. pr.  $\pm 1$  % jern over eller under 50 %. — Regnes grundpris 10 sh., og malmen holder 54 % jern, skulde salgsprisen bli 10 sh. +  $4 \times 4$  d. = 11 sh. 4 d.; i fragt med tilhørende omkostninger antages at bortgaa 5 sh.; salgpris i norsk havn altsaa 6 sh. 4 d. =  $5\frac{3}{4}$  kr.

Av titanholdig jernmalm med 50 % jern, 8 % titansyre, 1 % svovl, men yderst litet fosfor har været solgt nogle skibslaster, for ca. 10 M. pr. ton cif. Rotterdam eller engelsk Østkysthavn og med skala 0.35 M. pr.  $\pm 1$  % jern over eller under 50 % jern. Salgsprisen i norsk havn har kun utgjort  $4\frac{1}{2}$ —5 M. eller sh.

*Ilmenitmalm* fra Sogndal har i de senere aar været solgt fob. Rægefjord for 20 kr. pr. ton, ved basis 38 % titansyre og med en liten skala for titansyren over eller under 38 %; jernprocenten er 38—40 %.

*Purple-ore* (se s. 188) med 62 % jern solgtes høsten 1909 i tysk Nordsjøhavn for ca. 14 M. og efter den Grøndal'ske metode briketteret purple-ore, likeledes med 62 % jern, for ca. 19 Rm. pr. t.; hertil kommer skala  $\pm 0.30$  M. pr. % jern over eller under 62 % jern.

*Jernmalmslig og briketter* har endnu ikke været avsat i saa stor stil paa verdensmarkedet, at der har oparbeidet sig faste priser. — Briketter med 65—67 % jern, kun omkring 0.020 % fosfor og en bagatel svovl, vil utvilsomt bli en meget eftersøgt vare — baade til masovn og til malmmartin, — paa grund av 1) den høie jernprocent, 2) den forsvindende mængde av fosfor og svovl, og 3) briketternes porøsitet og følgelig gode reducibilitet. Muligens vil man for solide briketter kunne paa-

regne 1 sh. høiere salgspris end for Kiruna A-malm med samme jernprocent.

Ifølge den officielle beretning, som blev avget av „Dunderland Iron Ore Co.“ i „The Financial Times“, for 1ste aug. 1908, var der ialt fra verkets anlæg i 1905—06 og indtil 30te juni 1908 blit solgt til England litt over 67 000 t. briketter, for pris vekslende mellem i den første tid 27 sh. 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> d. og paa slutten 18 sh. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> d. pr. t. cif. Den gjennemsnitlige salgspris utgjorde 24 sh. 9 d. — Man kan gaa ut fra, at briketterne holdt 64—65 % jern, og at den høie pris gjaldt salg under de usedvanlig høie malmkonjunkturer, i tiden fra høsten 1905 til høsten 1907. Vaaren og forsommeren 1908 indtraf et overordentlig stort prisfald paa Bilbaomalmen og følgelig ogsaa paa anden jernmalm, saa pris 18 sh. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> d. for Dunderlandsbriketterne maa gjælde for en fuldstændig baisse-konjunktur.

Slig med 66 % jern og yderst litet fosfor vil sandsynligvis i engelsk eller tysk havn under vanlige konjunkturer betinge ca. 18—19 sh., med nogen overpris, hvis fosforprocenten er under 0.025 % og sligen samtidig ikke er altfor finkornig. Man maa specielt for slig være forberedt paa ekstra sterke prisfluktuationer.

— Fragten pr. ton jernmalm fra Narvik til Rotterdam kan anslaaes til gjennemsnitlig 5 sh. à 5 sh. 3 d.

Hvor der handles om mindre aarlig eksport, maa regnes med forholdsvis noget høiere fragt, da man vil være nødt til at benytte litt mindre skibe, paa kun et par tusind tons, og da skibene maa ha litt længere lastetid. Under vanlige konjunkturer kan for mindre bedrifter regnes fragt til Middlesborough, fra det sydlige Norge ca. 4 sh. 6 d., fra det Trondhjemske ca. 5 sh. 3 d. og fra Nordland—Tromsø ca. 5 sh. 9 d. — Fra Lofoten eller Tromsøkanten er fragten ved mindre bedrifter gjerne 4—6 d. høiere end fra det Trondhjemske, og til Rotterdam er fragten ca. 3 d. høiere end til engelsk østkyst.

Konjunkturerne for jernmalm og skibsfragt fluktuerer efter konjunkturerne for jern og kul. Ved høi malmpris har man høi skibsfragt, og ved lav malmpris lav skibsfragt.



For oversigtens skyld skal vi forsøke at opstille nogle gjennemsnittspriser for forskjellige malmsorter cif. engelsk eller tysk Nordsjohavn. Fragten fra Norge sættes overalt til 5 sh., hvad vistnok er for høit for den sydlige, men kanske noget for lavt for den nordlige del av landet (og sikkert for lavt for Sydvaranger).

Pr. ton malm		Cif.-pris	Værdi i norsk havn
Basis 50 $\frac{0}{0}$ jern (stykmalm)	Bilbao Rubio . . . . .	15 $\frac{1}{2}$ sh.	
	Arendal—Lange . . . . .	14 $\frac{1}{2}$ -	9 $\frac{1}{2}$ sh.
	Middels basisk malm, 0.5 fosfor	14 -	9 -
	50 $\frac{0}{0}$ jern, 0.1 fosfor, 1 svovl .	12 $\frac{1}{2}$ -	7 $\frac{1}{2}$ -
	50 $\frac{0}{0}$ jern, litet fosfor, 2 svovl .	11 -	6 -
	50 $\frac{0}{0}$ jern, litet fosfor, 3 svovl .	10 $\frac{1}{3}$ -	5 $\frac{1}{3}$ -
	50 $\frac{0}{0}$ jern, 1 svovl, 8 titansyre .	10 -	5 -
Basis 60 $\frac{0}{0}$ jern (stykmalm)	Maks. 0.04 $\frac{0}{0}$ fosfor . . . . .	20 sh.	15 sh.
	1 $\frac{0}{0}$ fosfor . . . . .	16 $\frac{1}{2}$ -	11 $\frac{1}{2}$ -
	2 $\frac{0}{0}$ fosfor . . . . .	18 -	13 -
Basis 65 $\frac{0}{0}$ jern	Briketter . . . . .	22 sh.	17 sh.
	Slig . . . . .	18 -	13 -

Skibsfragt overalt = 5 sh.

Denne tabel vil utvilsomt være beheftet med enkelte smaafeil, og det er overhodet umulig at opstille sikker gjennemsnittspris for en vare, der er underkastet saa sterke fluktuationer. Naar jeg allikevel har indlatt mig paa denne oversigt, saa er det fornemmelig for at vise, hvor yderst vekslende salgsprisen for eksport vil være i norsk havn for de forskjellige slags malmsorter, nemlig fra kun ca. 5 kr. og op til 15—16 kr., eller under høie konjunkturer helt op til 20 kr.

## Oversigt.

Om de norske jernmalforekomsternes inddeling i grupper, med i alle fald til en vis grad fælles geologisk, mineralogisk og metallurgisk karakteristikk, henvises til afsnittet „Geologisk inddeling“, s. 3—7. Desuden er ved detaljbeskrivelsen av de enkelte forekomster indflettet nogen geologiske bemærkninger.

### **Den hittil stedfundne produktion av jernmalm hertilands (se særlig s. 9—17).**

Ved de gamle norske jernverk forsmeltedes, hovedsækkelig i tidsrummet fra 1620 til 1870 . . . omkring 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mill. t. malm.

Den samlede eksport 1861—1900

utgjorde næsten nøiagtig . . . . . 200 000 t. malm  
og 1901—1908 . . . . . 560 000 t. malm

I sum var altsaa indtil utgangen av 1908 produceret ca. 4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> mill. t. malm.

Herav utgjorde haandskeidet titanfri jernmalm (se tabellen s. 211) . . . . . omkring 4 mill. tons;

av titanfri slig og briketter (fra Dunderlandsdalen og Bogen i Ofoten) blev i 1906, 07 og 08 utskibet i sum . 94 000 tons;

av titanjernsten (ilmenitmalm) med 38—40 % titansyre og 38—40 % jern er utskibet . . . . . ca. 100 000 tons;

desuden er av titanholdig jernmalm i sum bleven brutt antagelig omkring 100 000 tons, hvorav omkring 40 000 tons er gaaet til eksport.

I de allersidste aar har den indenlandske produktion av jernmalm, der i 1880- og 90-aarene var sunket ned til en fuldstændig bagatel — kun tusind eller et par tusind tons aarlig — utgjort omkring 100 000 tons (malm, slig og briketter) aarlig (se s. 13—17). I nær fremtid ventes en betydelig økning. De overordentlig store anlæg i Sydvaranger (s. 38—49) og i Salangen (s. 73—75) skal efter programmet om kort tid komme i regulær drift; Dunderlandsfeltet (s. 60—73) vil sandsynligvis bli gjenoptat; i det nordlige Norge er ogsaa planlagt andre store foretagender paa opberedningsmalm, — og de store, i de allersidste aar opdagede forekomster av haandskeide-jernmalm i Beitstaden (s. 104—113) vil temmelig sikkert inden faa aar levere betydelig produktion. Lægges hertil de forholdsvis mindre bedrifter ved Arendal, Kragerø, Ulefos, Nissedal, Lofoten—Vesteraalen med tilgrænsende distrikt osv., vil den indenlandske produktion av haandskeide-jernmalm, slig og briketter inden faa aar sandsynligvis komme op til omkring 1 mill. tons om aaret.

### Jernmalmsforraadet.

#### A. *Det nordlige Norges opberedningsmalme (titanfrie).*

De mest utstrakte jernmalmsfelter, som hittil er paavist i vort land, er forekomsterne av *opberedningsmalm* i det nordlige Norge, dels av Sydvarangertypen og dels av Dunderland—Salangentypen.

Det samlede malmsareal (horizontalt regnet) — henholdsvis malmsversnit (efter strøket og vinkelret paa faldet) ved fladt fald — for disse forekomster (s. 38—98) anslaaes til:

#### *Malmsareal (henholdsvis malmsversnit).*

Sydvaranger . . . . .	ca. 1 250 000 m <sup>2</sup>
Dunderlandsdalen. . . . .	- 1 000 000 -
Salangen . . . . .	- 200 000 -
Sørreisen . . . . .	- 245 000 -
Bogen. . . . .	- 100 000 -
Sjaafjeld—Melkedal . . . . .	- 85 000 -

Eiteraadalen <sup>1</sup> . . . . .	ca.	75 000 m <sup>2</sup>
Øksfjorden paa Hindø . . . . .	-	20 000 .
Tromsøsundet, Dyrø, Rollø, Haafjeldet, Næverhaugen, Sørranen, Tomø, Donnesø, nær Mosjøen, paa Hindø. osv. osv. skjønsmæssig i sum antagelig . . . . .		250 000— 400 000 .
	Sum omkring	3 225 000—3 375 000 m <sup>2</sup>

eller med rundt tal  $3\frac{1}{3}$  mill. m<sup>2</sup>.

Dette tal har fortrinsvis geologisk interesse.

I teknisk og økonomisk henseende har man for tiden kun at ta hensyn til de forekomster, som samtidig er (1) tilstrækkelig lange, (2) tilstrækkelig mægtige og (3) tilstrækkelig rike paa jern, nemlig med mindst 30 % jern eller noget derover. Herved finder sted en ganske betydelig reduktion (se bl. a. s. 46 og 66), saa det totale effektive malmareal, henholdsvis malmtversnit, for opberedningsmalm formindskes til antagelig omkring  $2\frac{1}{4}$  à  $2\frac{1}{2}$  mill. m<sup>2</sup>.

Omkring den ene halvpart herav stammer fra forekomster med kun magnetit eller magnetit med forholdsvis litet jernglans, — og den anden halvpart fra forekomster med overveiende jernglans, ved siden av litet magnetit.

Det kvantum raamalm, som kan utmineres meget billig (se s. 21) — nemlig hovedsakelig i dagbrudd, for enkelte felters vedkommende desuten i litet dype gruber paa ganske mægtige leiesteder og over stollnivaa — anslaaes til:

*Forraad av opberedningsmalm, at utta hovedsakelig ved dagbrudd.*

Sydvaranger,	omkring 100	mill. t. med ca.	36	% jern
Dunderlandsdalen	— 110—120	" - " -	35	- "
Salangen	— 30	" - " -	31	- "
Bogen	— 15	" - " -	31	- "
De andre hittil kjendte forekomster				
i sum skjønsmæssig omkr.	75—100	" - " -	30—36	- "
	Sum omkring		330—365	mill. t.

<sup>1</sup> Opgaven for Eiteraadalen gjælder kun de forholdsvis mægtige malmpartier.

eller med rundt tal omkring 350 mill. t. raamalm, med hovedsakelig 30—36 % jern.

I denne summation vil der — navnlig for de „andre hittil kjendte forekomster“, som kun til en vis grad er kartlagte og kubicerter — være adskillig usikkerhet. Feilgrænsen kan muligens sættes til  $\pm 20\%$ .

Av kvantum *billig* raamalm, maalt med maal som 350 mill. t., fører omkring den ene halvdel magnetit uten eller kun med litet jernglans, og den anden halvdel overveiende jernglans.

Det er selvfølgelig dette kvantum av billig raamalm, som først vil bli gjenstand for avbygning.

Hertil kommer fortsættelsen av forekomsterne mot dypet til. Da i alle fald de viktigste av de her omhandlede forekomster karakteriseres ved en betydelig utstrækning i længde — ikke sjelden over 1 kilom., undertiden, som ved Bjørnevand i Sydvaranger, endog ca. 2.7 kilom. — har man ret til at gaa ut fra, at forekomsterne i det hele og store, om end selvfølgelig med lokale undtagelser, vil fortsætte til ganske betydelig dyp. Sættes det samlede effektive malmareal (henholdsvis for enkelte forekomster, malmtversnittet) til  $2\frac{1}{4}$  mill. m<sup>2</sup>, og regnes gjennemsnittlig  $3\frac{1}{3}$  t. raamalm effektivt pr. m<sup>2</sup>, skulde man for hver 100 m. fortsatt avsynkning faa med rundt tal 750 mill. t. raamalm (altsaa til 100 m.s dyp 750 mill. t. og til 200 m.s dyp 1500 mill. tons).

Under de nuværende tekniske og økonomiske betingelser har dette kvantum, saavidt jeg kan skjønne, ikke nogen værdi, idet raamalmen vilde bli for kostbar, saa opberedningen ikke vilde lønne sig. Men det er mulig, at der heri kan indtræde forandring engang i fremtiden.

Økonomiske og tekniske opgaver over opberedningsutgifterne er anførte s. 20—26.

#### B. Titanfri haandskeide-jernmalm, med hovedsakelig 50—55 % jern.

Det ved skeidningen faldende biprodukt av fattig malm vil i regelen maatte nyttiggjøres ved opberedning (som f. eks. ved Fehnsgruberne).

Der henvises til tabellen s. 211.

Opgaverne over malmforraadet er delt i tre avsnit:

a) „*sikkert*“, omfattende dels det forraad, som er opfaret, og dels det, som under de forhaandenværende geologiske forhold selv under ugunstige forudsætninger kan beregnes (se herom bl. a. s. 48, 112, 154, 161, 167, 172 og 176).

b) „*Sandsynligt*“, beregnet paa grundlag av grubernes produktionsevne pr. m. vertikal avsænkning under forudsætning av avsænkning til et dyp, som under de lokale forhold maa ansees som sandsynlig; dette dyp er i det hele og store antat temmelig forsigtig.

c) „*Under gunstige betingelser*“, idet der er forutsat avsænkning til noget større dyp end under b.

Der henvises om de forskjellige felter til:

*Sydvaranger*, særlig s. 48; opgaven gjælder kun forekomsterne av rik malm, og ikke den vanlige opberedningsmalm.

*Lofoten—Vesteraalen* med tilgrænsende distrikt, se s. 88—93; med de 7 felter tænkes paa: Smorten, Madmoderen, Sommerset, Kaljord, Lunkanfjord, Bjarkø og Meløvær.

*Beitstadfjorden—Aafjorden*, se s. 104—113; det bemerkes utrykkelig, at opgaverne for dette hittil litet undersøkte felt er foreløbige og til en vis grad skjønsmæssige.

*Arendal*, se s. 139—162.

*Langø*, se s. 162—168; opgaverne over malmareal, produktionsevne pr. m. avsænkning og malmforraad gjælder ikke alene de to hovedgruber (Fru Anker og Grevinde Wedel), men ogsaa de større av de andre gruber.

*Fehn*, se s. 168—173.

*Nissedal*, se s. 173—178.

Under rubrikken „andre hittil kjendte“ er rent skjønsmæssig sammenstillet en del andre hittil kjendte forekomster med titanfri haandskeidemalm, hvilke forekomster dog er litet undersøkte. Summationen over malmareal og malmforraad er for disse forekomster ifølge sakens natur temmelig usikker og kun beroende paa et løst skjøn.

Haandskeide-jernalm.

	Syd- varanger	Lofoten - Vesteraalen	Beitstaden - Aaffjorden	Arendal	Lango (Kragersø)	Fehn (Ulefos)	Nissedal	Andre hittil kjendte	Sum
Antal felter, henholdsvis hovedgruber	1 felt	7 felter	ca. 8 hoved- felter	ca. 20 gruber	2 hoved- gruber	1 felt	1 felt		
Hovedgru- bernes verti- kale dyp	Nul	20 - 70 m.	1 grube drevet	maks. 235 m. oftest 80 - 125 m	100 m 60 .	maks. 190 m, oftest 80 - 125 m	Nul		
Hittil samlet malm- produktion	Nul	125 000 t.	25 000 t.	ca. 2/3 mill. t.	ca. 450 000 t.	ca. 700 000 t.	Nul	ca. 1/2 mill. t. (?)	ca. 4 mill. t.
Malmareal	ca. 6000 m <sup>2</sup>	ca. 2500 m (?)	ca. 35000 m <sup>2</sup> (?)	ca. 8000 m <sup>2</sup>	ca. 2500 m <sup>2</sup>	ca. 2000 m <sup>2</sup>	1350 m <sup>2</sup>	2000 - 5000 m <sup>2</sup>	ca. 60 000 m <sup>2</sup>
Produktions- evne pr. m avsænkning	ca. 20 000 t.	ca. 70 000 t.	ca. 70 000 t.	ca. 15 000 t.	ca. 7500 t.	4000 - 5000 t.	4000 t.		
Malmens sammensætning (% Fe % P % S)	52 - 53 0.04 0.02	ca. 55 0.02 - 0.08	53 - 55 mest 0.05 - 0.1 0.2 - 2.5	42 - 58 0.02 - 0.05 0.01 - 0.05	48 0.03 0.01 - 0.05	50 0.5 0.1 - 0.5	59 1.75 0.025		
"Sikkerhed"	4 mill. t.	0.15 mill. t.	7.5 mill. t.	1.5 mill. t.	0.25 mill. t.	0.5 mill. t.	0.5 mill. t.	Litet	ca. 15 mill. t.
"Sand- synlig"	6 "	0.3 "	15 "	2.25 "	0.75 - 1 "	0.75 "	0.75 "	ca. 1 mill. (?)	ca. 27 "
"Under gunstige beting."	8 "	0.6 "	20 " eller derover	3 "	1 " eller noget derover	1 " eller noget derover	1.5 "	2 - 3 " (?)	37 - 40 "

Det samlede malmareal for de hittil kjendte forekomster av haandskeide-jernmalm beregnes til . . . . . ca. 60 000 m<sup>2</sup> og kvantum jernmalm anslaaes til:

„sikkert“ . . . . . omkring 15 mill. t.  
 „sandsynligt“ . . . . . 25—30 mill. t. (ca. 27 mill. t.)  
 „under gunstige betingelser“ 35—40 mill. t. (ca. 37—40 mill. t.)

Som det viktigste led i disse tal indgaar Beitstadfeltet, som hittil er litet undersøgt, saa opgaverne navnlig for dette felts vedkommende er adskillig usikre. Dette medfører, at den hele summation kun faar en tilnærmet karakter.

Som det næstviktigste felt følger forekomsterne av haandskeidemalm i Sydvaranger (hvor hovedforekomsterne fører opberedningsmalm), — og derefter kommer de gammelt kjendte felter ved Arendal, Kragerø og Ulefos, samt i Nissedal.

### C. Titanholdig jernmalm.

Naar denne malm er tilstrækkelig grovkornig, lar den sig ved magnetisk opberedning separere til titanfattig slig, med omkring en eller et par % titansyre og 65—68 % jern. Herom henvises til avsnittet s. 26—37, hvor ogsaa de økonomiske betingelser for separationen er omhandlet.

Av titanholdig jernmalm med saa meget som ca. 58—60 % jern, er, saavidt mig bekjendt, kun paavist et ganske litet felt (Andopen paa Flakstadøen i Lofoten, se s. 102).

Av forekomster med omkring 50 % jern har man derimot flere; av disse anføres følgende:

	% jern	% titansyre	Malmareal
Solnørdal (s. 123). . . . .	ca. 51	} 12—15	ca. 5000 m <sup>2</sup>
Ørskog (s. 122). . . . .	- 50		(mindst?) 1250 m <sup>2</sup>
Rødsand (s. 119). . . . .	- 50	8	ca. 2500 m <sup>2</sup> <sup>1</sup>
Øien, Taffjord (s. 124). . . . .	- 48	9	mindst 1000 m <sup>2</sup>
Sørdalen (s. 126). . . . .	- 50	15—18	ca. 350 m <sup>2</sup>
Hjelsand (s. 101). . . . .	- 53	ca. 5	ca. 700 m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fordelt paa 5 forskjellige malmlinser, mens malmarealet ved de andre forekomster gjælder en enkelt, sammenhengende malm.



Videre nævnes Stjernø i Finmarken (s. 50), forskjellige ikke ovenfor ikke opregnede forekomster paa Vestlandet (s. 115—130), Sørlandet (s. 178—180) og Østlandet (s. 187).

Den største hittil kjendte forekomst av titanholdig jernmalm med ca. 50 % jern er ved Solnørdal i Skodje paa Søndmøre.

Det samlede kvantum jernmalm med omkring 50 % jern og mellem 7 og 12—15 eller op til 18 % titansyre kan anslaaes til, „sikkert“ 5 mill. tons, „sandsynligvis“ omkring 10 mill. t. og „under gunstige betingelser“ maaske 15—20 mill. eller derover.

Hertil kommer de talrige forekomster av titanholdig jernmalm med lavere jernprocent, ned til et par og tredive % jern, hvilke forekomster under nutids betingelser ikke kan tilgodegjøres uten ved magnetisk separation. Det — saavidt mig bekjendt — største felt av saadan malm hertillands er ved Selvaag i Vesteraalen (se s. 98), hvor malmarealet anslaaes til omkring 100 000 m<sup>2</sup> (eller efter en opgave endog en del derover). Desuten kjendes en hel mængde andre forekomster spredt rundt om i landet, — saaledes paa Stjernø i Finmarken (se s. 50), mange steder paa Vestlandet (se s. 115—130), Sørlandet! (s. 178—180) og Østlandet (s. 187). Kun yderlig faa av disse forekomster, som har tiltrukket sig meget liten opmerksomhet i økonomisk henseende, er nærmere undersøkte ved kartlægning osv.

Regner man underet alle forekomster av titanholdig jernmalm med kun middels høi titanmængde og med mindst omkring 33 % jern — og medtages ogsaa de ovennævnte felter med omkring 50 % jern, vil man komme op til samlet areal temmelig sikkert mindst 150 000 m<sup>2</sup>, kanske 200 000 m<sup>2</sup> eller noget derover. Av disse forekomster kan ved magnetisk separation utvindes et betydelig kvantum slig, med lav titansyre og høi jernprocent. Det er umulig for tiden at opgi bestemte tal; temmelig sikkert handles der i sum om mindst 15—20 mill. tons slig, kanske endog derover. De titanholdige forekomster er dog, saavidt man hittil kjender dem, ikke av saa stor betydning som Sydvaranger og forekomsterne av Dunderland—Salangen-typen.

## D. Titanjernsten (ilmenit)

med omkring 38—40 % titansyre og 38—40 % jern findes ved Ekersund—Soggendal (se s. 132—138), hvor man ved haandskeidning kan faa „sikkert“  $\frac{1}{2}$  mill. t. og efter al sandsynlighed 1 mill. t. eller tal omtrent av denne størrelse. — Hertil kommer opberedningsmalm særlig ved Storgangen, hvor man ved billig dagbruddsdrift kan utminere raamalm svarende til mindst 3 mill. t. slig (med ca. 40 % titansyre og likesaa meget jern).

## E. „Purple-ore“ (kisavbrand, se s. 188).

Den indenlandske produktion av kis har i de senere aar steget betydelig (se s. 190) og utgjorde i 1909 ca. 285 000 tons; i nogenlunde nær fremtid kommer man vistnok op til 300 000—350 000 tons kis. Herav benytter nu omkring 40 000 tons indenlands, og forbruket, navnlig ved sulfittfabrikker paa Østlandet, vil efter al sandsynlighet inden faa aar stige til 50 000 tons eller derover. Dette indenlandske forbruk vil antagelig inden faa aar medføre anlæg av ekstraktionsverk paa Østlandet. Regnes dette at tilgodegjøre f. eks. 50 000 tons kis, vil hertil svare aarlig produktion av 30 000 tons purple-ore med litt over 60 % jern. — Dette kvantum maa regnes som et tillæg til jernmalmproduktionen.

Naar der handles om indenlandsk forsmeltning av jernmalm, maa ogsaa tages med i betragtning *eksporten over Narvik av svensk malm*, hvilken eksport inden faa aar skal økes til omkring 3 — tre — mill. tons aarlig (se s. 103).

Paa faa undtagelser nær ligger de hittil kjendte norske jernmalmprekomster ganske nær kyst eller fjord (se karterne s. 40, 52, 105, 116 og 140), de fleste i avstand høist 30 kilom. fra havn, og forbausende mange kun i avstand høist en eller nogle ganske faa kilom. fra havn.

*Vort lands vigtigste malmforekomster er først opdaget i de senere aartier, — de fleste i Nordland saaledes efter 1890, Sydvaranger praktisk talt først i ca. 1902 og Beitstad—Aafjord-felterne først i 1905 og endnu senere.*

*Dette berettiger til den antagelse, at der endnu maa være adskillige nyfund at vente.*

Alt-i-alt kjender man i vort land jernmalforekomster, som under de nuværende tekniske betingelser kan levere 150—175 tons malm (medregnet slig og briketter), svarende til et indhold av med rundt tal 100 mill. tons jern. Av dette kvantum utgjør den malm, der kan utvindes ved haandskeidning, samt den av kis utvundne purple-ore, kun omkring en femtepart. Uten sammenligning den væsentligste del skriver sig fra det nordlige Norges felter av opberedningsmalm førende raamalm med ca. 30—36 % jern, hvilken raamalm efter billig avbygning hovedsakelig i dagbrudd maa underkastes magnetisk separation.

Foruten det kvantum raamalm, som kan avbygges paa denne vis, gjenstaar paa større dyp et overordentlig betydelig forraad, nemlig for hver 100 m. avsænkning omkring 750 mill. tons raamalm, med 30—36 % malm. Paa grund av de økede grubeutgifter maa dette forraad under nutids forhold betegnes som værdiløst; det er dog mulig, at der heri kan indtræde forandring i fremtiden.

— Ovenstaaende oversigt over vort lands jernmalforraad er beheftet med adskillige mangler, hvilket for en væsentlig del beror derpaa, at en hel række av forekomsterne ikke er tilstrækkelig undersøkte og ikke engang kartlagte. Forhaabentlig vil man i de nærmest følgende aar faa en del detaljbeskrivelser, saa man om nogle aar kan gjøre op en meget mere indgaaende oversigt over landets jernmalforraad, end det nu har været mulig.

— Ved den internationale geologkongres, som skal afholdes til sommeren (1910) i Stockholm, vil bli fremlagt en oversigt over det jernmalmsforraad, som hittil er kjendt i alle de civiliserte lande paa vor jord. Bidraget for Norges vedkommende er levert av mig, og er et uddrag av den her givne fremstilling.

Først naar denne internationale oversigt er offentliggjort, kan man med fordel trække sammenligning mellem malmforraadet i vort land og i andre europæiske lande. Allerede nu kan dog paapekes, at vi ikke har saa store jernmalmsstilgange som f. eks. Sverige, Tyskland og Spanien. Men vort lands jernmalmsforraad er dog saa stort, at det bør bli en væsentlig faktor i vort lands næringsliv.

---

## Resumé.

In dem internationalen Bericht an dem Geologenkongress zu Stockholm, 1910, über die Eisenerzvorräte der civilisierten Länder, wird sich ein von mir verfasster Abschnitt über die Lagerstätten Norwegens finden; dieser Abschnitt ist ein Auszug der hier vorliegenden Abhandlung.

### Geologische Einteilung der norwegischen Erzlagerstätten.

(s. S. 3—7).

#### Magmatische Ausscheidungen (I—VI).

I. Von quarzgebändertem Erz in Granit oder Granitgneis. *Sydvaranger* (S. 38—49); sehr bedeutendes Gebiet, mit Magnetit, ohne Eisenglanz; gesamntes Erzareal ca. 1 250 000 m<sup>2</sup>, davon effektiv etwa 750 000 m<sup>2</sup> mit Erz von ca. 35 oder 36 % Eisen (Länge jedes einzelnen Vorkommens mindestens 300 m. und gleichzeitig Breite mindestens 25 m.) und dabei ca. 6000 m<sup>2</sup> mit 52—53 % Eisen. Ferner mehrere relativ kleine Vorkommen auf Hindö usw. in Lofoten—Vesteraalen (S. 93—97).

II. Eisenreiches Erz, an einigen Orten mit sehr viel Apatit; wie No. I in gepresstem Granit. Mehrere relativ kleine Vorkommen in Lofoten—Vesteraalen (S. 88—90, cfr. auch S. 90—91), ferner Lyngrot—Solberg bei Arendal—Tvedestrand (S. 142, 151, 159). Hier erwähnen wir auch Søftestad in *Nissedal*, mit 59 % Eisen und 1.75 % Phosphor (S. 173—178 und die Tabelle S. 211).

III. In Monzonit auf Hindö, Vesteraalen. Mehrere relativ kleine Vorkommen, mit 50—55 % Eisen und wenig Titansäure (1 % oder darunter, S. 91—93).

IV. Vorkommen von Eisenerz (hauptsächlich Magnetit) in den Gebieten der Kieslagerstätten und auch genetisch nahe mit den Kieslagerstätten verknüpft (über die Geologie s. S. 106 und S. 4). Bedeutende Felder in *Beitstaden—Aafjorden* (s. 104—113) auf der Nordseite des Trondhjemsfjords; in Summa schätzungsweise etwa 35 000 m<sup>2</sup> Erzareal, mit meist 53—55 % Eisen und häufig 2—3 % Schwefel, gelegentlich doch nur etwa 0.2 % Schwefel.

V—IV. Titan-Eisenerz-Aussonderungen in Gabbrogesteinen, Labradorfels usw. — V. Ilmenitvorkommen zu *Ekersund—Soggendal* (S. 132—138); handgeschiedenes Erz mit meist 38—40 % TiO<sub>2</sub> und 38—40 % Eisen; dabei Ilmenitnorit (Aufbereitungserz) mit etwa 40 % Ilmenit. — VI. Zahlreiche Vorkommen von Titanomagnetit (S. 26—37) beinahe über das ganze Land zerstreut (S. 50, 98—102, 115—130, 178—180, 187). — Im Gegensatz zu den Gruppen V—VI sind die Gruppen I—II, IV und VII—XIV praktisch gerechnet frei von Titansäure und III nur mit ganz wenig Titansäure.

VII. Durch Granat—Augitfels („Skarnberg“) charakterisierte Vorkommen im Grundgebirge, besonders bei *Arendal* (S. 139—162). Diese Vorkommen sind nach meiner Auffassung durch Kontaktmetamorphose, und zwar ziemlich sicher bei Granit, gebildet (S. 143—146).

VIII. Kontaktmetamorphe Vorkommen längs den Kristiania-Eruptivgesteinen; zahlreiche, meist aber ziemlich kleine Vorkommen (S. 180—183).

IX. Eisenerzgänge, teils Lager- und teils Brecciengänge, in Amphibolit (Gabbrogestein); namentlich auf *Langö* bei Kragerö (S. 162—168), dabei auch bei Hassel an der Drammen—Randsfjord Eisenbahn (S. 184).

X. Metasomatische Hämatitvorkommen in stark unreinem Kalkstein (vielleicht (?) in einer tief ins Grundgebirge eingesunkenen, eingreifend umgewandelten Schieferscholle) bei *Fehn* bei Ulefos (S. 168—173).

XI. Eisenglanz-Quarz-, bezw. Magnetit- Quarz-Lager in der regionalmetamorphosierten Glimmerschiefer Marmor-Gruppe des nördlichen Norwegens (S. 51—87). Zahlreiche Vorkommen, zwischen Vefsen ( $65\frac{1}{2}^{\circ}$  n. Br.) und Tromsösundet ( $69\frac{1}{2}^{\circ}$  n. Br.); s. die Karte S. 52. Diese Vorkommen, von dem sogenannten Dunderland—Salangen-Typus, fasse ich als umgewandelte Sedimente auf. Das rohe Erz führt meist 30—36 % Eisen, 0.2—0.25 % Phosphor und wenig Schwefel (s. S. 54—57, dabei S. 67—68, 73, 76 usw.). Das meist ausgedehnte Feld ist *Dunderlandstal* (S. 60—73), mit gesammtem Erzareal etwa 1 Mill. m<sup>2</sup>, davon effektiv etwa 700 000 m<sup>2</sup>, mit ungefähr 35 % Eisen. Ferner erwähnen wir *Salangen* (S. 73—75), *Bogen* in Ofoten (s. 75—77), Eiteraadal, Haafjeldet, Sjaafjeldet—Melkedalen, Tromsösundet usw. (S. 77—87).

XII. Aus dem bei den Kiesgruben producierten Kies fällt nach Röstung bezw. Röstung und Kupferextraktion, *purple-ore* mit meist ungefähr 62 % Eisen (s. S. 188—194).

Ohne wirtschaftliches Interesse sind die Vorkommen von

XIII. Toneisenstein in dem Jurafeld auf Andö und

XIV. Eisen- See- und Wiesenerze.

### Statistik über die bisherige Eisenerzproduktion

(s. S. 9—17, S. 206).

In früheren Zeiten, nämlich von ca. 1620 bis ca. 1870, gab es besonders im östlichen Teile des Landes (von Arendal bis zu der Umgebung von Kristiania) eine ganze Reihe (ca. 18) ausschliesslich mit Holzkohle betriebener Eisenwerke, die jetzt — jedoch mit einer Ausnahme (Näs) — schon seit mehreren Jahrzehnten eingestellt sind. Das Erz stammte hauptsächlich von Arendal, ferner von Kragerö, Fehn usw. (s. S. 11, 141, 163, 169).

Bei diesen Eisenwerken wurden verschmolzen

etwa  $3\frac{1}{2}$  Mill. t. Eisenerz

Die Verschiffung betrug	{	1861—1900 . . .	200 000 .	—
		1901—1908 . . .	560 000 .	—

Bis Ende 1908 waren somit im ganzen etwa  $4\frac{1}{4}$  Mill. t. Eisenerz produziert.

Dieses Quantum verteilt sich ungefähr folgendermassen: durch Hand geschiedene, titanfreie Erze (s. S. 211) etwa 4 Mill. t. titanfreier Schlieg und Briketten, Export von

Dunderlandstal und Bogen (S. 13—17, 71, —76) in 1906, 1907 und 1908 . . . . .	94 000 -
Ilmeniterz von Ekersund—Soggendal (38—40 TiO <sub>2</sub> , 38—40 Fe, s. S. 12, 13, 135, 214) namentlich 1864—1875 . . . . .	ca. 100 000 -
Titanhaltige Eisenerze . . . . .	etwa 100 000 -
darunter etwa 40 000 t. zu Export.	

In den späteren Jahren sind jährlich etwa 100 000 t. Erz, nebst Schlieg und Briketten verschifft worden (s. S. 15).

Bedeutende Anlagen zur Gewinnung der Aufbereitungserze in Sydvaranger (S. 38—49) und in Salangen (S. 73—75) sind jetzt im Bau begriffen, und zwar lautet das Programm für Sydvaranger auf eine jährliche Produktion von ca. 600 000 t. und für Salangen auf etwa 200 000 t. Schlieg und Briketten. In Sydvaranger führt das Erz nur Magnetit, ohne Eisenglanz, und in Salangen überwiegend Magnetit neben wenig Eisenglanz. In Dunderlandstal (S. 60—73) führen die meisten Lager überwiegend Eisenglanz neben wenig Magnetit, andere Lager jedoch andererseits beinahe nur Magnetit, ohne Eisenglanz. Bedeutende Anlagen wurden hier vor einigen Jahren gebaut, im Sommer 1908 aber eingestellt, weil Edisons auf trockenem Wege arbeitende magnetische Separation nicht gut funktionierte. Eine Rekonstruktion des Betriebes mag erwartet werden. — Berücksichtigen wir ferner die kürzlich entdeckten, ausgedehnten Vorkommen in Beitstaden (S. 104—113) und die relativ kleineren Betriebe zu Arendal, Kragerö, Fehn, Lofoten—Vesteraalen usw., darf angenommen werden, dass die gesamte Eisenerzförderung Norwegens innerhalb einigen Jahren auf etwa 1 Mill. t. handgeschiedenes Erz und Schlieg nebst Briketten steigen wird.

Angaben über die *Produktionskosten* für Eisenerz sind S. 17—26 zusammengestellt; über die *Aufbereitungskosten* s.



S: 20—25. Das Aufbereitungs-Roherz in Dunderlandstal, Sydvaranger, Bogen, Salangen usw. mag sehr billig, und zwar beinahe nur im Tagebau, gebrochen werden; die Kosten im Tagebau betragen erfahrungsmässig nur 0.70—1.00 Kr. pr. t., das Roherz frei in Wagen im Bruck geliefert. 1 t. Schlieg mit etwa 66 % Eisen verlangt meist 2.3—3 t. Roherz, an einigen Stellen etwas weniger, an anderen Stellen etwas mehr.

Die Titanomagnetit-erze lassen sich (s. S. 26—37), wenn das Erz genügend grobkörnig ist, durch magnetische Separation trennen in

- a) Magnetit-erz, mit nur 0.4—2 %  $\text{TiO}_2$  und 68—64 % Fe,
- b) Ilmenit nebst den Silikatmineralien.

Das früher als Titanomagnetit bezeichnete Mineral besteht in vielen Fällen, vielleicht sogar immer, aus einer mechanischen Mischung von Magnetit (ohne oder nur mit einem winzigen Titan-gehalt) und Ilmenit.

## Über die Eisenerzvorräte.

### A. Die Aufbereitungserze (titanfreie) im nördlichen Norwegen.

Das gesammte Erzareal — bezw. „Erzquerschnitt“ (nach dem Streichen, senkrecht zum Fallen, bei flachem Fallwinkel) — dieser Vorkommen mag auf etwa  $3\frac{1}{2}$  Mill.  $\text{m}^2$  veranschlagt werden (s. die Tabelle S. 207—208, ferner bezüglich Einzelheiten S. 46, 66, 73, 77, 78, 81, 84, 85, 86, 96 usw.).

Diese Angabe hat hauptsächlich geologisches Interesse.

Wirtschaftlich haben nur derjenigen Vorkommen Bedeutung, die gleichzeitig (1) genügend lang, (2) genügend mächtig und (3) genügend reich an Eisen (nämlich mit mindestens 30 oder einige 30 % Eisen) sind. Werden nur solche Vorkommen berücksichtigt, vermindert sich das Erzareal auf etwa  $2\frac{1}{4}$  bis  $2\frac{1}{2}$  Mill.  $\text{m}^2$  (s. S. 208, ferner u. a. S. 46 und 66).

Dasjenige Quantum Roherz, das sich sehr billig (s. S. 21) — nämlich hauptsächlich nur im Tagebau, für einige Felder auch in wenig tiefen Gruben auf mächtigen Lagerstätten und oberhalb des Stollniveaus — abbauen lässt, wird auf rund 350 Mill. t.

veranschlagt und zwar enthält dieses Quantum meist 30—36 ‰, im Durchschnitt für sämtliche Lagerstätten am nächsten ungefähr 34 ‰ Eisen (s. die Tabelle S. 208, ferner für Einzelheiten S. 46, 54, 66—68, 73, 76).

Ungefähr die eine Hälfte dieses Quantum stammt aus Roherzen mit Magnetit ohne oder nur mit ganz wenig Eisenglanz, und die andere Hälfte aus Roherzen mit überwiegend Eisenglanz neben etwas Magnetit.

Dem Vorrat rund 350 Mill. t. Roherz entsprechen etwa 120 Mill. t Schlieg.

Hierzu kommt der Vorrat von Roherz in noch grösserer Tiefe, und zwar für je 100 m gegen die Tiefe rund 750 Mill. t. Roherz, nämlich quarziges Erz mit meist 30—36 ‰ Eisen. Dieses Quantum hat, der höheren Produktionskosten wegen, unter den jetzigen technischen Bedingungen keinen Wert; es ist aber möglich, dass hierin zukünftig eine Veränderung eintreten mag.

#### B. *Titanfreie, durch Handscheidung zu gewinnende Eisenerze, mit meist 50—55 ‰ Eisen.*

Es wird auf die Tabelle S. 211 und betreffs der Einzelheiten auf die S. 210 citierten Beschreibungen hingewiesen.

Die Angaben über den Erzvorrat („Malmforraad“ unten S. 211) sind in drei Teilen getrennt:

„sicher“, umfassend teils denjenigen Vorrat, der aufgeschlossen ist, und teils denjenigen, der unter den örtlichen geologischen Verhältnissen selbst unter den ungünstigsten Voraussetzungen sich berechnen lässt;

„wahrscheinlich“, berechnet auf Grundlage der Produktionsfähigkeit der Gruben pro m vertikale Abteufung unter Voraussetzung einer Abteufung zu einer Tiefe, die zufolge der örtlichen geologischen Voraussetzungen aller Wahrscheinlichkeit nach zu erreichen ist;

„unter günstigen Bedingungen“, berechnet auf Grundlage der Produktionsfähigkeit der Gruben pro m vertikale Abteufung unter Voraussetzung einer noch etwas grösseren Tiefe als sub b.

Das totale Erzareal der hier besprochenen Vorkommen berechnet sich auf . . . . . etwa 60 000 m<sup>2</sup>,  
und der totale Erzvorrat wird veranschlagt auf:

„sicher“ . . . . . etwa 15 Mill. t.  
„wahrscheinlich“ . . . . . etwa 25—30 „ -  
„unter günstigen Bedingungen“ . . . . . „ 35—40 „ -

Das wichtigste Glied in diesen Werten bildet das Beitstadfeld (S. 104—113), das bisher sehr wenig erforscht ist; die Angaben gerade für dieses Hauptfeld — und damit auch für die ganze Summe — haben somit nur einen annähernden Charakter. Das nächst wichtigste Feld von handgeschiedenem Eisenerz ist zu Sydvaranger (S. 45, 47), wo das Haupterz nur durch Aufbereitung zu verwerten ist, und darnach folgen die längst bekannten Felder bei Arendal, Kragerö und Fehn sammt in Nissedal.

### C. Titanhaltige Eisenerze (s. S. 212).

Von solcher Erzen giebt es einige mit rund 50 % Eisen, neben ca. 5, 8, 9, 12—15 und 15—18 % Titansäure (s. die Tabelle S. 212). — Das insofern bisher bekannt meist ausgedehnte dieser Felder ist zu Solnördal (s. S. 121—124) in Söndmøre, mit Erzareal ca. 5000 m<sup>2</sup> und mit ca. 51 % Eisen neben 12—15 % Titansäure.

Der gesammte Vorrat der bisher bekannten titanhaltigen Eisenerze mit ungefähr 50 % Eisen beträgt schätzungsweise „sicher“ 5 Mill. t., „wahrscheinlich“ 10 Mill. t. und vielleicht darüber.

Dabei giebt es eine erhebliche Anzahl Felder von titanhaltigen Erzen mit niedrigem Eisenprocent, hinunter bis zu einigen dreissig % Eisen. Das insofern bisher bekannt wichtigste derselben ist zu Selvaag (S. 98—101) in Vesteraalen, mit einem Erzareal von etwa 100 000 m<sup>2</sup> und ganz nahe am Hafen. Dazu kommen eine Menge anderer Felder (s. S. 50, 115—130, 178—180 und 187).

Rechnen wir im ganzen sämtliche Felder von titanhaltigem Eisenerz mit nur mässig hoher Titanmenge und mindestens etwa 33 % Eisen — auch die oben besprochenen Felder mit ca. 50 % Eisen einbegriffen — erhalten wir ein Erzareal von mindestens 150 000 m<sup>2</sup>, vielleicht 200 000 m<sup>2</sup> oder etwas darüber. Von diesen Feldern lassen sich durch magnetische Separation eine bedeutende Menge Schlieg, mit wenig Titansäure und 64—68 % Eisen, erhalten. Es ist unmöglich hier eine sichere Zahl auszugeben; es dürfte sich aber alles in allem um mindestens 15—20 Mill. t. Schlieg handeln.

#### D. *Ilmeniterz*

im grossen geliefert mit ungefähr 38—40 % Titansäure und 38—40 % Eisen, findet sich zu Ekersund—Soggendal (s. S. 132—138), wo der Vorrat von handgeschiedenem Erz auf „sicher“  $\frac{1}{2}$  Mill. t. und „wahrscheinlich“ etwa 1 Mill. t. veranschlagt werden mag. Dazu kommt zu Storgangen ein Vorrat von Aufbereitungserz, das nach Abbau im Tagebau und darauf folgender Aufbereitung Roh-erz mindestens 3 Mill. t. Schlieg entsprechend, mit rund 40 % Titansäure und ebenso viel Eisen producieren könnte.

#### E. *Purple-ore* (s. 188).

Die norwegische Produktion von Kies ist in den späteren Jahren stark gestiegen (s. S. 190) und betrug in 1909 ca. 285 000 t.; innerhalb kurzer Zeit wird die Produktion ziemlich sicher eine Höhe von mindestens 300 000—350 000 t. erreichen. Von diesem Quantum wird jetzt, namentlich an Sulphitcellulosefabriken auf beiden Seiten des Kristianiafjords, ungefähr 40 000 t. jährlich verbraucht; und der inländische Konsum wird wahrscheinlich innerhalb kurzer Zeit steigen, auf 50 000 t. oder darüber. — Von 100 t. Kies darf man ungefähr 60 t. purple-ore mit meistens ca. 62 % Eisen rechnen.

Die bei weitem meisten der norwegischen Eisenerzvorkommen liegen ganz nahe der Küste oder der Fjorde, auffallend viele nur in ganz kurzem Abstand vom Hafen.

Die ausgedehntesten Lagerstätten im nördlichen Norwegen und in dem Trondhjemsgebiet sind — mit wenigen Ausnahmen — erst in den zwei letzten Jahrzehnten, mehrere gar in dem letzten Jahrzehnt, entdeckt worden. Dies berechtigt zu der Annahme, dass fortwährend neue Funde zu erwarten sind.

---

Alles in allem kennt man in Norwegen Eisenerzlagerstätten, die unter den jetzigen technischen Bedingungen rund etwa 150—175 Mill. t. Erz (nebst Schlieg und Briketten) liefern können. Vom diesem Quantum machen die durch Hand geschiedenen Erze nebst dem aus dem Kies enthaltenen purple-ore nur etwa ein Fünftel aus. Ohne Vergleich die Hauptmenge stammt aus den grossen Feldern im nördlichen Norwegen von quarzigem Erz mit meist 30—36 % Eisen, wo das Roherz nach sehr billigem Abbau namentlich im Tagebau aufbereitet werden muss. Ausser demjenigen Quantum Roherz, das sich in dieser Weise abbauen lässt, restiert noch ein Vorrat einem Quantum von rund 750 Mill. t. quarziges und mässig armes Roherz pro 100 m. vertikale Abteufung entsprechend. Dieser Vorrat hat unter den jetzigen technischen und ökonomischen Bedingungen keinen Wert; es wäre aber möglich, dass dies zukünftig sich verändern möchte.

---