

NORDLANDSBANEN  
Parsel Sunnan - Grong

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Nr. 85

JERNMALM OG JERNVERK

SÆRLIG OM ELEKTRISK  
JERNMALM-SMELTNING

AV

J. H. L. VOGT



KRISTIANIA 1918

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHAUG & CO.  
A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

NORGES STATSBANER  
HOVEDSTYRET

## Indholdsfortegnelse.

---

	Side
Oversigt over den norske jernmalmproduktion i de senere aar (1907—1916) . . . . .	1
Norges indførsel, utførsel og forbruk av jern . . . . .	8
Indførsel af stenkul og koks . . . . .	15
Om prisen paa rujern og jernmalm . . . . .	17
Arendalsgruberne . . . . .	30
Klodeberg . . . . .	31
Braastad . . . . .	50
Langøgruberne ved Kragerø . . . . .	55
Fehnsfeltet i Hollen . . . . .	76
Nissedalsforekomsterne . . . . .	93
Om purple-ore, specielt fra Fredriksstad ekstraktionsverk . . . . .	98
Rødsand paa Nordmøre . . . . .	100
Fosdalen ved Trondhjemsfjorden . . . . .	103
Melø grube i Tromsø amt . . . . .	105
Sydværanger . . . . .	107
Om de andre nordlandske forekomster (Bogen, Dunderlandsalen m. m.)	111
Kiruna-malm, via Narvik . . . . .	112
 Om elektrisk malmsmelting . . . . .	120
Om den elektriske malmsmelting i ovne efter Tinfos-typen . . . . .	121
Om den elektriske malmsmelting i ovne efter elektrometal-typen .	127
Om spørsmaalet trækul eller koks ved elektrometaltypen . . . . .	137
Elektrometaltypen eller Tinfostypen? . . . . .	152
Elektrometaltypen eller vanlig masovn? . . . . .	155
Nogen bemerkninger angaaende staal- og valsverk . . . . .	160
Om jernverk paa Sørlandet eller Østlandet? . . . . .	164
Masovn for støperirujern . . . . .	164
Staalverk med valsverk . . . . .	166
Produktionsutgifterne . . . . .	173
Om statens forhold til jernverkssaken . . . . .	179

---

## Oversigt over den norske jernmalmproduktion i de senere aar (1907—1916).

**A**ngaaende driften i tidligere dage henvises til mine arbeider: De gamle norske Jernverk (1908) og Norges Jernmalmforekomster<sup>1</sup> (1910).

Den hosstaaende tabel, som ogsaa omfatter utførselen av norsk jernmalm og utførselen av svensk jernmalm via Narvik, danner fortsættelsen av en tidligere tabel for aarene 1900—1908 i det netop citerte arbeide Norges Jernmalmforekomster, s. 13.

Det magnetiske separationsverk i *Dunderlandsdalen* (efter Edisons tør-veismetode) var i drift i 1906—08, men blev saa nedlagt. I 1910—12 blev kun foretaget nogen smaa forsøk. Det er sandsynlig, at driften blir gjenoptatt.

Separationsverket i *Salangen* var i drift i 1910—12, men blev saa nedlagt. Maskineriet er senere solgt.

Separationsverket i *Bogen*, *Ofoten* har i enkelte aar været i drift, i andre aar ikke. I 1917 blev driften gjenoptatt.

Gruberne ved *Arendal*, *Kragerø* og *Ulefos* og paa *Melø* i *Bjarkø* (Tromsø amt) leverer stykmalm (ved Ulefos ogsaa noget opredningsmalm ved setzmaskiner).

---

<sup>1</sup> Anden del av indberetningen fra Den elektrometallurgiske komité. Begge arbeider ogsaa utkomne som publikationer, henholdsvis 46 og 51, fra Den geologiske Undersøkelse.

*Den indenlandske produksjon av jernmalm.*

I ton à 1000 kg.	1907	1908	1909
Ved Arendal { Klodeberg .....	12 300		1 500
	Braastad.....	1 885	
Langø ved { Grevinde Wedel.....	3 600		
Kragerø { Fru Anker .....			
Fehn ved Ulefos.....	35 000	33 000	18 000
Rødsand, Nordmøre .....	3 000		
Fosdalen, Beitstaden .....	3 000	10 000	6 714
Melø, Bjarkø .....	12 000	14 000	9 441
Slig og bri- { Dunderlandsdalen .....	38 272	38 445	
ketter { Bogen, Ofoten .....	3 000	7 208	
	Salangen .....		700
	Sydværanger.....		
Diverse andre gruber (styk malm) .....	ca. 25 000	ca. 15 000	ca. 4 000
Sum...	137 000	118 000	40 000

*Utførsel av norsk jernmalm.*

Styk malm og koncentrat (slig) .....	98 143	74 355	38 934
Jernmalm briketter .....	34 450	36 070	
Sum...	133 000	110 425	39 000

*Utførsel av svensk jernmalm via Narvik.*

Utførsel via Narvik .....	1 401 000	1 518 000	1 570 000
---------------------------	-----------	-----------	-----------

1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916
2 125	19 000	21 677	10 900	12 400	15 215	21 000 3 000
150	1 190	7 939	2 937	6 018	6 123	3 772
2 594	6 302		4 229	2 335	5 033	5 762
21 500	21 645	21 800	21 758	19 000	27 405	21 650
	(slig) 4 000	5 000	7 443	8 500	9 841	3 185
8 373	9 500	24 645		(slig) 820	14 944	10 954
4 573	9 186	20 470	39 667	29 008	27 933	31 576
500	4 000	.202				
600	5 500		31 207			
24 391	26 500	44 500				
29 700	90 321	242 000	427 000	571 800	600 000	313 500
ca. 8 000	ca. 20 000	ca. 19 000	ca. 7 000	ca. 3 000	ca. 1 000	3 500
102 000	217 000	407 000	542 000	650 000	710 000	418 000

65 842	95 371	230 123	373 071	311 443	164 506	187 805
22 872	85 561	174 867	195 692	156 352	261 386	216 896
88 000	181 000	405 000	569 000	467 796	425 892	404 701

2 104 000	2 237 000	2 842 000	3 182 000	2 324 273	1 420 256	1 106 399
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Ved *Rødsand* grube, Nordmøre, produceres først nogle aar paa rad stykmalm (å ca. 50 pct. jern og 8 pct. titansyre); derpaa byggedes (1909—10) et magnetisk separationsverk, beregnet paa aarlig produktion ca. 12 000 à 15 000 ton slig. Den senere stedfundne produktion er næsten utelukkende slig med gjennemsnitlig 63,5—64 pct. jern og ca. 2,5 pct. titansyre (se herom nedenfor).

I *Fosdalen* i *Beitstaden* (ved bunden av Trondhjemsfjorden) levertes først nogle aar paa rad stykmalm (med ca. 52 pct. jern, men meget høi svovlprocent); derpaa byggedes (1913—14) et magnetisk separationsverk, beregnet paa aarlig at producere ca. 40 000 ton slig. Den her i de allersidste aar stedfundne produktion bestaar av slig, med ca. 66,5 pct. jern (ogsaa herom se nedenfor).

Den store stigning av den indenlandske jernmalmproduktion og av eksporten av jernmalm (slig, briketter, stykmalm) beror paa driften i *Sydvaranger*, hvorom henvises til nogen bemerkninger i det følgende. Likeledes indflettes nedenfor nogen bemerkninger om Kiruna- eller *Narvik-eksporten*.

Den samlede jernmalmbrytning i gamle dage — fra begyndelsen av det 17de aarhundrede til tiden omkring 1870 — for smelting ved vort lands mange, men smaa med trækul drevne jernverk, som tilsammen, selv da bedriften naadde sit maksimum, kun producerte henimot 10 000 ton rujern pr. aar, utgjorde :

Arendalsgruberne.....	omkring	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	mill. ton malm
Kragerøgruberne.....	henimot	1/2	" "
Fehn ved Ulefos.....	antagelig	1 <sup>5</sup> / <sub>6</sub> à 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	" "
Andre gruber.....	antagelig	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> à 1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	" "
Sum omkring...			3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> mill. ton malm <sup>2</sup>

Senere er av norske forekomster blit brutt, praktisk talt i sin helhet til eksport:

<sup>1</sup> Desuten i 1870-aarene eksportert 63 000 ton malm.

<sup>2</sup> Heraf utvandtes ialt omkring 1<sup>1</sup>/<sub>3</sub> mill. ton rujern.

Mindre gruber i Lofoten og Vesteraalen	Sydvaranger, 1910—16 .....	2 275 000 ton
	Melø i Bjarkø, Tromsø amt, 1904—16 ...	265 000 "
	Kvædfjord (Skaar), 1902—14 .....	54 000 "
	Kalfjord i Hassel, 1906—07 .....	15 000 "
	Lunkanfjord i Hassel, 1911—12 .....	13 000 "
	Madmoren i Gimsø, 1907—11 .....	21 000 "
	Smorten i Borge, 1903—11 .....	30 000 "
	Dunderlandsdalen, 1906—08 .....	88 000 "
Slig og briketter	Salangen, 1910—12 .....	96 000 "
	Bogen, Ofoten, 1907—13 .....	47 500 "
	—      aug.—dec. 1917.....	13 906 "
	Fosdalens i Beitstad, { 1907—12, stykmalm	66 192 "
	Trondhjemsfjorden { 1915—17, slig...	39 500 "
	Rødsand, Nordmøre { tidligere stykmalm .. ca.	30 000 "
	{ 1911—16, slig .....	40 000 "
Østlandet stykmalm	Klodeberg, Arendal, 1906—16 .....	120 000 "
	Lange, Kragerø, 1907—16 .....	55 000 "
	Fehn, Ulefoss <sup>1</sup> , 1900—16 .....	510 000 "

Hertil diverse gruber med liten drift. Søtestadforekomsten i Nissedal er endnu ikke kommet i normal produksjon.

Fra Narvik, hvor utskibningen begyndte i 1903, var indtil utgangen av 1914 alt-i-alt eksportert 22.3 mill. ton svensk jernmalm. Hertil kommer den noget avtagende eksport i 1915, 1916 og 1917.

Efter krigen kan paaregnes aarlig utførsel fra Narvik ca. 3½ mill. ton malm (stykmalm) og fra Sydvaranger 0.8—0.9 mill. ton malm (slig og briketter).

Her har man de to store malmleverandører, heri ogsaa medtat den svenske malm, med Narvik som utskibningshavn. Hertil kommer i fremtiden sandsynligvis flere felter med separationsmalm i Nordlands og Tromsø amter (Dunderlandsdalen, Bogen med flere).

Av forekomster som nu er i drift nævnes:

*Melø* i Bjarkø, Tromsø amt (stykmalm).

*Bogen* i Ofoten, med anlæg beregnet paa aarlig produktion ca. 50 000 à 60 000 ton jernrikt koncentrat.

<sup>1</sup> Ved Fehn ogsaa medtat færdig vasket malm.

*Fosdalen* i Beitstaden, Trondhjemsfjorden (slig, produktionsevne ca. 40 000 ton aarlig).

*Rødsand* ved Tingvoldfjorden (slig, beregnet paa aarlig 12 à 15 000 ton).

Og paa Sørlandet eller Østlandet:

Klodeberg og andre gruber ved *Arendal*.

Langøgruberne ved *Kragerø*.

Fehnsgruberne ved *Ulefos*.

Videre medtar vi:

Søftestad og Dale i *Nissedal* (begge med meget jernrik malm, den første fosforrik, den anden fosforgattig).

Desuten gives der en række andre forekomster, som i denne korte oversigt ikke skal omtales<sup>1</sup>.

Tilslut nævnes ogsaa *ekstraktionsverket ved Fredriksstad*, hvorfra efter krigen kan paaregnes først 35 à 40 00 og senere 55 000 ton purple-ore aarlig. Tar vi med i betragtning, at Klodeberg, Langø og Fehn i de senere aar (1911—15) til sammenlagt har producet 40 à 50 000 ton malm aarlig, saa vil det indsees, at man paa Sørlandet og Østlandet, naar ogsaa Nissedalsforekomsterne kommer i drift, nogenlunde snart, efterat krigen er avsluttet, efter al sandsynlighet vil faa en leverance paa omkring eller noget over 100 000 ton malm (iberegnet purple-ore) aarlig.

I det sidste aar (1913) før verdenskrigens begyndelse fordelede *utførselen til de forskjellige lande* af a) norsk jernmalm (dels stykmalm med slig og dels briketter) og b) av svensk jernmalm via Narvik, sig saaledes:

---

<sup>1</sup> Der henvises til mit tidligere arbeide *Norges Jernmalmforekomster* (1910).

Tons til	Eksport i 1913			
	Norsk jernmalm		Svensk jernmalm via Narvik	Sum
	Stykmalin og slig	Briketter		
Sverige, sjøverts.....	2	2 511	23 469	26 000
Tyskland.....	189 596	74 861	2 132 764	2 397 000
Holland.....	90 345		247 134	337 000
Belgien.....	300			
Storbritanien.....	92 827	118 319	382 084	593 000
Frankrike.....			42 757	43 000
De Forenede Stater, Amerika.			346 061	346 000
Kanada.....			7 180	7 000
Sum...	373 071	195 692	3 181 449	3 750 000

Fra norske havne utførtes i 1913  $3\frac{3}{4}$  mill. ton jernmalm, derav  $3\frac{1}{5}$  ton mill. svensk malm via Narvik og 570 000 ton norsk malm, hvorav det meste, nemlig noget over 400 000 ton, skrev sig fra Sydvaranger.

Av Kiruna- eller Narvikmalmen, hvorav det allermeste er thomasmalm, gik noget over  $\frac{2}{3}$  til Tyskland og kun  $\frac{1}{8}$  til England. Av den norske malmeksport, som — naar Fehns-malmen (og senere Søfstestadmalmen) fraregnes — næsten gjennemgaaende er meget fattig paa fosfor, gik derimot noget mere til Tyskland end til England.

Mens der fra norske havne i de senere aar (før verdenskrigen) utskibedes optil  $3\frac{3}{4}$  mill. ton malm, utgjorde det *indenlandske forbruk av jernmalm* (ved de elektriske mas-ovne ved Tinfos og Ulefos) kun:

Indenlandske forbruk av jernmalm<sup>1</sup>:

1913 .....	13 300 ton
1914 .....	14 950 "
1915 .....	19 850 "
1916 .....	omtrent det samme.

Og importen av „raat og halvforarbeidet jern“ samt av „jernvarer“ utgjorde:

Import av jern til Norge:

1912 .....	266 000 ton
1913 .....	264 000 "
1914 .....	272 000 "
1915 .....	367 000 "

Altsaa: Overordentlig betydelig eksport fra norske havne av malm (derav vistnok hovedmassen som transitvare fra Sverige).

Hittil yderlig liten indenlandske forædling av jernmalm.

Men meget betydelig import av jern (i de sidste aar før krigen til en samlet værdi av noget over 50 mill. kroner).

Det er en av de aller viktigste nationaløkonomiske opgaver at faa producert i alle fald en del jern indenlands.

### Norges indførsel, utførsel og forbruk av jern.

Vi begynder med nogle statistiske tabeller (sammenstillede efter Det Statistiske Centralbyraas publikationsrække, Norges Handel).

<sup>1</sup> Hertil en bagatel som tilsats ved to martinverk (Kristiania og Stavanger).

*Metaller, raa og halvforarbeidet.*

*Jern.*

Indførsel i ton	1900	1907	1910	1912	1913	1915
Rujern.....	20 844	23 345	28 034	29 908	30 682	39 669
Staal .....	2 085	1 592	3 203	4 239	3 197	1 645
Stang-, bolt- og baandjern .....	23 010	32 763	34 623	44 756	49 442	64 863
Jernplater .....	23 441	44 432	37 206	51 603	47 919	71 496
Jernplater, fortinnet, forzinket .....		3 326	19 682	32 922	28 240	41 198
Jernavfall .....				217	2 418	
Sum... .	69 381	105 459	122 758	163 645	161 897	218 873

*Metaller i arbeide.*

*Jernvarer.*

*Indførsel.*

Jernbaneskinner, tøbolter til sporveier o. s. v. . .	11 952	6 989	5 512	12 276	15 391	32 345
Hjul, aksler, bufferfjæder o. s. v. . . . .	2 462	3 002	3 676	3 283	2 651	
Tapper, skibskranier, rorrammer .....	19 650	20 777	28 935	27 178		
Tapper, vinkeljern, T-jern o. s. v. . . . .					48 304	
Rør, saavel støpte som trukne o. s. v. . . . .	9 813	11 851	29 966	17 907	22 587	
Jern- og staaltraad, strenger.....	4 874	8 440	12 913	15 779	15 149	20 472

## Indførsel (fortsættes).

Indførsel i ton	1900	1907	1910	1912	1913	1915
Jern- og staaltraad i arbeide, taug o. s. v. ....	928	2 165	2 879	3 437	3 360	2 680
Ownr, gryter, kjeler o. s. v. ....	1 577	1 680	3 501	4 111	3 534	
Skibsankere, drægger, kjettinger .....	2 653	2 131	2 591	2 479	2 260	
Hertil talrige smaposter.....						
Sum... .	48 973	59 598	68 777	102 515	102 063	147 794

*I oversigt, med avrundede tal. Vægt (ton).*

	Indførsel.					
Jern, raat og halvforarbeidet .....	69 400	105 500	122 750	163 600	162 000	219 000
Jernvarer .....	49 000	59 500	68 750	102 500	102 000	148 000
Sum i tons... .	118 000	165 000	191 000	266 000	264 000	357 000

*I oversigt, efter værdi i mill. kroner.*

	Indførsel.					
Jern, raat og halvforarbeidet .....	11	14	17.1	25.5	22.9	38.5
Jernvarer .....	13.6	18.4	18.3	29.9	33.5	44
Sum i mill. kroner... .	25	32	35	55	56	82

*Metaller, raa og halvforarbeidet. Norske varer.*

Utførel.

Utførel i ton	1900	1907	1910	1912	1913	1914	1915
Rujern og gammelt jern.....	8 141	4 652	13 455	16 889	26 917	14 586	
Gammelt jern, væsentlig blikavfald.....					1 306		12 961 <sup>1</sup>
Elektrojern .....							17 719
Gammelt jern, herunder blikavfald.....							
Stang, bolt og baandjern.....	135	7	5		45	17	
Staal.....	220	31	36	296	150	1 416	2 005
Sum i ton.....	8 498	4 690	13 497	17 185	28 418	16 019	32 685
Værdi i mill. kroner.....	0.5	0.25	0.6	0.8	1.3	1.3	5.0

*Metaller i arbeide. Norske varer. Jernvarer.*

Utførel.

Søm .....	3 223	2 122	2 104	922	769	870	1 394
Spiker og traadstif .....	2 420	3 757	4 774	4 367	3 204	2 934	4 382
Staalvarer .....		193	325	388	449	490	597
Hertil tilhørende smaaoster .....							
Sum i ton .....	5 822	6 784	8 498	7 415	5 851	6 071	7 590
Værdi i mill. kroner .....	1.8	1.8	2.3	2.1	1.8	2.2	3.0

*Utførte transitvarer.*

Jernavfald .....				31	1 821	30	13
------------------	--	--	--	----	-------	----	----

<sup>1</sup> Se avsnittet om den elektriske smelting ved Tinfos.

*Indførsel til Norge av raat og halvforarbeidet jern samt  
av jernvarer (i avrundede tal, ton).*

I ton	Raat og halv- forarbeidet jern	Jernvarer	Sum
Gjennemsnittlig aarlig			
1870—74			27 000
1875—79			45 000
1880—84			39 000
1885—89			53 000
1890—94			77 000
1895—99	69 000	44 000	113 000
1900—03	73 000	50 000	123 000
1903—06	89 000	54 000	143 000
1907—09	106 000	66 000	172 000
1910	123 000	69 000	191 000
1911	132 000	89 000	221 000
1912	164 000	103 000	266 000
1913	162 000	102 000	264 000
1914	156 000	116 000	272 000
1915	219 000	148 000	357 000

*Indførselen* som praktisk talt er identisk med forbruket har saaledes *hittil steget jevnt og regelmæssig* — og kun noksaa litet paavirket av gode og daarlige tider. Man maa folgelig kunne gaa ut fra fortsat, tilmed sterkt stigning av indførselen av jern, eller dersom man faar større indenlansk jern- og valsverk, av det indenlandske forbruk av jern. Et jern- og valsverk vil utvilsomt skape ny forædlingsindustri, altsaa virke til yderligere stigning av det indenlandske forbruk.

Indførselen av *rujern*, nemlig for den væsentligste del<sup>1</sup> støperirujern<sup>2</sup>, har steget:

Fra ca.	20 000	ton aarlig i tiden	1895—1906
til	" 24 000	" "	1907—1909
" "	29 000	" "	1910—1913

I de aller sidste aar (under krigen) har indførselen tildels været endnu noget større. Hertil kommer nogen indenlandsk produktion af støperirujern (se under avsnittet om elektromasovnene ved Tinfos og Ulefos).

Man kan saaledes efter krigen regne med et indenlansk forbruk av mindst 30 000 ton støperirujern aarlig.

Av vanlig *stangjern*<sup>3</sup> (med boltjern og baandjern) kan paaregnes et fremtidig forbruk av mindst 50 000 ton aarlig.

Av vanlige *jernplater*<sup>4</sup> forbruktes i de sidste aar før krigen 50 000 ton aarlig. Dersom skibsbyggerierne tar fart, vil forbruket netop paa dette omraade komme til at stige meget betydelig.

Kun av stangjern og jernplater, som kræver forholdsvis enkelt valsverk, vil man saaledes faa et forbruk av mindst 100 000 ton aarlig.

Hertil kommer bl. a. jern- og staaltraad med 15 000 à 20 000 ton aarlig.

Indførselen av fortinnede (og forsinkede) jernplater<sup>5</sup>, som omrent i sin helhet har gaat til hermetikfabrikerne, har steget

<sup>1</sup> Nogen faa tusen ton rujern (fosforfattig) er i de senere aar anvendt ved de indenlandske mindre staalverker (Kristiania, Strømmen, Stavanger, Næs).

<sup>2</sup> Næsten i sin helhet fra England og Skotland.

<sup>3</sup> Hovedsagelig fra Tyskland (med Belgien og Holland), ca. 15 pct. fra Sverige, men litet fra England.

<sup>4</sup> Hovedsagelig fra Tyskland (med Belgien og Holland), kun ca. 12 pct. fra England og en bagatel fra Sverige.

<sup>5</sup> Næsten udelukkende fra England og Skotland.

kolossalt i den senere tid. At leve saadan vare er en specialitet, som for et vordende norsk jernverk ikke staar i aller første række.

Vinkeljern og T-jern av meget store dimensioner forudsætter masseproduktion og desuten meget billig jern (navnlig thomasjern). Paa dette omraade vil det være vanskelig at konkurrere<sup>1</sup>.

Og hvad jernbaneskinner angaar, saa utkræves hertil et overordentlig stort valsverk, med gigantproduktion. Selv i Sverige — med dets betydelige jernindustri og med meget større nybygning af jernbaner end i vort land — mangler man for tiden valsverk for jernbaneskinner, som man følgelig indkjøper fra utlandet.

Selv under forudsætning af flere noksaa store jernverk hertillands maa man være forberet paa fortsat import fra utlandet av en række diverse jernvarer, herunder bl. a. jernbaneskinner.

Hvad *utførselen* angaar, fæster vi os derved, at man nu i en aarrække har eksportert en hel del „rujern og gammelt jern“, som for det væsentligste er „gammelt jern“ eller for at benytte den svenske betegnelse, skrot (klip, kut o. s. v. fra de mekaniske verksteder, desuden tilfældig opkjøpt jernavfald). Hertil kommer i den senere tid ogsaa en hel del avtinnet blikavfald<sup>2</sup>. I det sidste snes aar har denne eksport av skrot utgjort snart noget under og snart noget over 6 pct. i forhold til den hele jernimport, — eller snart noget under

<sup>1</sup> Der henvises til den billige salgspris for det tyske bærefjern, de saakaldte „Träger“ (se tabellen s. 18).

<sup>2</sup> I Stavanger har man en avtinningsfabrik (elektrolytisk) for blikavfaldet.

og snart noget over 7 pct. i forhold til importen av jern minus importen av rujern.

I de senere aar har denne eksport av „rujern og gammelt jern“, henholdsvis „gammelt jern, herunder blikavfald“, utgjort i tons:

1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915
11 429	13 455	12 569	16 889	28 223	14 586	17 719

Desuten er endel skrot (herunder avtinnet blikavfald fra Stavanger) — saavidt jeg vet mellem fem og ti tusen ton — i de senere aar blit benyttet som tilsats ved de indenlandske mindre staalverker, specielt ved Kristiania staalverk<sup>1</sup> (martin) og Stavanger staalverk (martin og elektro-staalovne) samt ved forskjellige fabrikker for ferrosilicium. Ekstraktionsverket ved Fredriksstad vil komme til at legge beslag paa noget skrot eller gammelt jern, i de første aar dog neppe saa meget som tusen ton aarlig.

### Indførselen av stenkul og koks

har i de senere aar utgjort:

Vekt i ton	1900	1907	1910	1912	1913	1915
Stenkul .....	1 614 162 <sup>2</sup>	1 984 000	2 263 000	2 277 000	2 759 000	
Koks (og cinders)	1 520 162	135 284 <sup>3</sup>	175 200	211 200	205 600	336 000

<sup>1</sup> Hertil kommer for den allersidste tid ogsaa det nye martinverk ved Kristiania Spikerverk.

<sup>2</sup> Opført som „stenkul og cinders“.

<sup>3</sup> Opført som „koks“.

Værdi i mill. kroner	1900	1907	1910	1912	1913	1915
Stenkul.....	35.2	27.4	27.4	41.4	41.7	91.9
Koks (og cinders).....		2.8	3.4	5.5	5.4	19.9

I 1915 var som bekjendt prisen paa stenkul og koks abnormt høi.

I 1913 fordele importen av koks (og cinders) sig saaledes paa de viktigste importsteder (i avrundede tal):

Kristiania .....	110 500	ton
Smaalensbyerne .....	9 000	"
Drammen .....	8 500	"
Horten—Arendal.....	17 000	"
Kristianssand .....	10 875	"
Stavanger .....	3 600	"
Bergen .....	11 600	"
Trondhjem .....	18 000	"
Nordland .....	12 000	"

Av importen av koks gaar saaledes med rundt tal halvparten til Kristiania, og omkring de tre fjerdedele til Sør- og Østlandets byer, her Kristiania medregnet.

Vort land indfører nu — og specielt til Østlandet — saa meget koks, at anlæg av koksverk staar paa dagsordenen, og det selv om der ikke blir bygget noget jernverk.

Det indskytes her, at der nylig er anlagt en vanlig koks-masovn ved Oxelösund (eksporthavnen for Grängesberg-malmen, noget søndenfor Stockholm) og i forbindelse dermed et kokseri. Masovnen er beregnet aarlig at producere 60 000 ton rujern (støperirujern), og koksverket er beregnet aarlig at konsumere 140 000 ton stenkul og levere 100 000 ton koks, derav 60 000 til masoven (= ca. 1 ton koks til 1 ton rujern) og 40 000 ton koks til salgs. Hertil kommer de vanlige biprodukter fra koksverket (se LEFFLERS avhandling i Jernkontorets Annaler 1915, s. 52—58).

For en eventuel vanlig koksmasovn i Norge vilde et koksverk være en vistnok uavviselig betingelse. — For elektromasovne hertillands (med forbruk ca. 350 kg. koks pr. ton rujern) vil koksverk være ønskelig, for at faa noget billigere koks. Men paa grund av det meget mindre koksforbruk vil et koksverk ikke være aldeles nødvendig for elektromasovne.

### Om prisen paa rujern og jernmalm.

Vi begynder med et par tabellariske oversigter, den første<sup>1</sup> omhandlende den gjennemsnitlige aarspris for tiden fra 1902 til 1911 (og første kvartal 1912) og den anden<sup>2</sup> omhandlende nogen maanedsnoteringer i de senere aar.

Bessemerrujern og det saakaldte „Hämatitroheisen“ (til kvalitetsstøperibruk) er samtidig fosforfattig og nogenlunde siliciumrikt rujern (Hämatitrujernet med mindst 1.8 pct. silicium, dog i regelen ikke i den grad fosforfattigt som det vanlige svenske kvalitetsrujern).

Det ordinære støperirujern (Giessereiroheisen No. I, III og Luxemburg III) holder en middels høi fosforprocent og samtidig en nogenlunde høi siliciumprocent, mindst 1.5 à 2 pct.

Thomasrujernet holder mindst 1.8 pct. fosfor, men kun omkring 0.5 pct. silicium.

Vi fæster opmerksomheten derved, at det *fosforfattige rujern* betinger høiere salgspris end det fosforrike, som thomasrujernet og det vanlige støperirujern. Det svenske kvalitetsrujern, med yderlig litet fosfor (tildels under 0.025 pct. fosfor<sup>3</sup>),

<sup>1</sup> Sammenstillet efter Stahl und Eisen, 1912, I, aprilheftet (med tabel helt tilbake til 1888) og Bergwirtschaftliche Mitteilungen, april 1910, for 1902 til 1909. For 1891 til 1902 er en tilsvarende tabel offentliggjort i Fortschritte der praktischen Geologie, Bd. I, S. 59.

<sup>2</sup> Efter kvartalsoversigterne i Stahl und Eisen.

<sup>3</sup> Ved salg av rujern til utlandet har enkelte svenske masovne garantert maks. 0.025, andre leilighetsvis maks. 0.020 pct. fosfor, og ved et verk, hvor jeg i sin tid var, garantertes endog maks. 0.018 pct. fosfor. Og prisen steg med avtagende indhold av fosfor.

*Gjennemsnittige aarsnoteringer.*

		Reichtsmark pr. ton	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Breslau, Ab Werk. Giesserei . . . . .		61.3	60.5	59.5	59.8	60.6	77.6	71.1	64.2				
Dortmund, Ab Werk	Thomas . . . . .	57.0	55.9	56.0	56.0	58.4	67.7	54.7		61.6	61.5		
	Bessemer . . . . .	74.0	74.0	68.0	62.0	65.6	88.0	77.8					
Hämmit . . . . .		65	67	67	68	83	86	77	61	67	71	74.5	
Düsseldorf, Ab Werk	Giesserei . . . . .	65.2	66.7	67.5	68.3	78.9	84.3	74.7	58.5				
	Luxemb. III . . . . .	48.7	51.8	52.0	54.8	66.2	71.2	53.5					
Ab Werk	Thomas Rohblöcke . . . . .	80	77.5	77.5	77.5	82.5	96.5	85	82.5	86.5	87.5	87.5	
	Träger . . . . .	104	105	105	105	115	125	115	110				
Westphalen	Grobblecke . . . . .	130	130	126	120	140	140	114	110	120	122	128	
	Kesselblecke . . . . .	160	150	150	130	150	150	124	118	128	132	138	
Rubio, 50 pct. jern, cif. Rotterdam . . . . .		15.5	15.5	15.4	15.6	18.8	19.5	16.0	16.1	20.2	19.1	18	
Braune Minette, 37-38 pct. jern. Ved grube		2.85	2.85	3.0	3.5	4.05	3.75	3.15	3.65	3.9	4.25	5	
Hochofen Koks, Westfahlen . . . . .		15	15	15	15	15.6	17.3	17.5	15.3	14.5	15.5	15.5	

*Maanedsnoteringer.*

		1912 Jan.	1912 Okt.	1913 Jan.	1913 Dec.	1914 Mars
Reichsmark pr. ton						
Ab Hütte	No. I .....	70.50	77	77.50	77.50	75.50
	Giesserei Roheisen „ III.....	67.50	74	74.50	74.50	70.50
	Hämatit ...	74.50	81	81.50	81.50	79.50
	Bessemerroheisen.....	74.50	81	81.50	81.50	79.50
Thomaseisen, Min. 1.5 pct. Mn, ab Luxemburg .....		51.50				
Luxemburg III, ab Luxemburg .....		53	61	64	64	61
Briey-Minette, 37—38 pct. Eisen ab Grube, Frachtbasis Homecout ..		3.90	4.65	4.85	4.75	4.85
Frei Schiff Ruhrtort	Bilbao, Rubio I, 50 pct. Fe, 10 pct. SiO <sub>2</sub> .....	18.75	20.50	20.25	17.00	17.25
	Santander, 50 pct. Fe, 8 pct. SiO <sub>2</sub> .....	19.00	19.25	19.00	16.00	15.90
	Südruss. Eisenerz, 60 pct. Fe, 8 pct. SiO <sub>2</sub> .....	23.25	25.00	25.00	24.50	23.75
	Grängesberg, 60 pct. Fe, 1 pct. P .....	20.25	20.50	20.50	21.50	21.00

betinger endnu høiere salgspris end det vanlige tyske og engelske Hämatitroheisen, med i regelen omkring 0.05—0.06 pct. fosfor.

Det tyske thomasrujern er et overmaade billig rujern, dels fordi man arbeider med forholdsvis billige malme — i Tyskland for en væsentlig del minettemalm, dog i Westphalen-Rhinprovinsen med en del tilsats av den kostbare svenske malm — og dels fordi man til masovnsmeltingen behøver litt mindre koks ved det siliciumfattige thomasrujern end ved de siliciumrikere rujernsorter, som Hämatitrujern, vanlig støperirujern og bessemerrujern.

Svingningerne i konjunkturerne kan i korthet refereres saaledes:

Yderlig daarlige priser i 1892 til 1896 (lavere end nogen-sinde senere).

Opadgaaende tider i 1897 til 1900.

Topkonjunktur i 1900.

Nedadgaaende i 1901.

Daarlige konjunkturer i 1902 til 1905, dog ikke i den grad daarlige som i 1892—96.

Opadgaaende i 1906.

Høikonjunktur i 1907, dog ikke saa høi som i 1900.

Nedadgaaende i 1908.

Nogenlunde stabilt i 1909 til 1912.

Litt stigning i 1913, og ganske liten nedgang i den første halvdel av 1914<sup>1</sup>.

Den jernrike svenske malm, hovedsagelig thomasmalm, fra Kiruna (Narvik), Gellivare (Luleå) og Grängesberg (Oxelö-sund) har været solgt frit i Ruhrhafen (ved Rhinen nær Essendistriktet) efter følgende skala<sup>2</sup>:

1. Fosforrik malm (vanlig D-malm): Basis 60 pct. jern og 1 pct. fosfor. 18—22 M. Dertil 40 Pf. for hver pct. jern over eller under 60 pct. og 10 Pf. for hver 0.1 pct. fosfor over eller under 1 pct.
2. Særlig fosforrik malm med 2½ pte. fosfor (G-malm): Basis 60 pet. jern og 1 pct. fosfor. 18—22 M. Dertil ± 40 Pf. pr. pct. jern ± 60 pct. og 20 Pf. for hver 0.1 pct. fosfor over 1 pct.
3. Fosforfattigere malm (C-malm) med i høiden 0.75 pct. fosfor: Basis 60 pct. jern. 18—22 M. Dertil ± 40 Pf. pr. pct. jern ± 60 pct. Ingen fosforskala.

<sup>1</sup> De abnorme konjunkturer under verdenskrigen omhandles ikke.

<sup>2</sup> Ifølge meddelelse (februar 1907) fra det bekjedte firma Possehl & Co., Lübeck, se P. KRUSCH, Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten, 1907, S. 197.

4. Særlig fosforfattig malm med garantert maksimum 0.05 pct. fosfor:  
Basis 60 pct. jern. 22—26 M. Dertil skala som ved no. 3.

For Narvik- eller Grängesbergmalmen henvises for de senere aar til tabellen s. 19.

Under forøvrig samme betingelser (samme pct. av jern, kiselsyre, svovl o. s. v.) betinger *fosforfattig jernmalm* — ved rik malm med maksimum ca. 0.05 pct. og ved fattig malm med maksimum 0.03 à 0.04 pct. fosfor — *høiere værdi end fosforrik malm*. Eksempelvis nævnes, at ved basis 60 pct. jern betales den svenske malm med ca. 4 M. mere pr. ton ved maksimum 0.05 pct. fosfor end ved høi fosforprocent (1 pct. Hertil kommer dog ekstratillæg for særlig høi fosforprocent). Og noteringerne frit Ruhrtor for fosforfattig sydrussisk malm med 60 pct. jern ligger omkring 3 M. høiere end for svensk malm likeledes med 60 pct. jern, men med 1 pct. fosfor, og det endskjønt den sydrussiske malm med 8 pct kiselsyre kræver en betydelig kalkstenstilsats, hvad ikke er tilfælde med den svenske malm.

Ved særlig fosforfattig malm stiger værdien end yderligere. Eksempelvis nævnes, at en norsk „selvgaaende“ malm for nogle aar siden (med utgangspunkt 60 sh. pr. ton „hematite pig“) solgtes for 16 sh. 6 d. frit Middelsborough ved basis 50 pct. jern og 0.025 pct. fosfor, med skala  $\pm$  4 d pr. pct. jern over eller under 50 pct. og med tillæg 1 d pr. 0.001 pct. fosfor under 0.025 pct. fosfor, men omvendt med fradrag 1 d pr. 0.001 pct. fosfor over 0.025 pct. fosfor, indtil maksimum 0.03 pct. fosfor. Ved kun 0.015 pct. i malmen vilde dette altsaa gi et tillæg paa 10 d pr. ton malm.

Denne ekstrabetaling for særlig fosforfattig — og samtidig særlig svovlfattig — malm kommer bl. a. Sydvaranger-malmen til gode.

Malm med litt høiere fosforprocent, som fra ca. 0.06 til ca. 0.6 pct. fosfor — hvilken malm hverken er skikket til rujern for sur eller for basisk bessemer, men til andre rujernssorter — betinger noget redusert salgspris.

Nævneværdig svovl nedsetter malmens salgsværdi. Noget mangan øker omvendt værdien, men det har noksaa liten interesse for de fleste norske gruber.

Videre nævnes malmens indhold av kiselsyre eller sammensætningen av de „slagdannende bestanddele“.

De aller fleste paa det internationale marked gaaende malme — herunder Bilbaomalmen — indeholder et overskud av kiselsyre og kræver saaledes ved masovnssmeltingen en større eller mindre tilsats av kalksten. Denne ekstrautgift — dels til indkjøp av kalkstenen og dels til noget øket forbruk av koks og av andre smelteutgifter — maa naturligvis i virkeligheten betales av malmene, o: naar kiselsyremængden stiger — eller stiger over en viss grænse — nedsettes malmens salgspris. Kiruna- eller Narvikmalmen har paa dette omraade den store fordel at den ikke kræver noget kalksten, tvertom indeholder de sterkt fosfor- eller apatitrike Kirunamalme (D og navnlig G) et fra apatiten stammende overskud av kalk, hvad naturligvis er en fordel.

Sterkt kalkrike malme, som f. eks. Fehnsmalmen, der til en viss grad kan anvendes som erstattende særskilt tilsats af kalksten, betinger noget øket salgsværdi.

Slig (koncentrat), som altid leveres med høi jernprocent (i regelen 63—68 pct., beregnet tørt) og med ganske lav fosforprocent, betinger lavere salgspris end stykmalm (og briketter) med samme jernprocent og samme tilblanding av fosfor, svovl, kiselsyre o. s. v. Under forøvrig samme sammensætning faar man for stykmalm (og briketter) under

vanlige konjunkturer omkring 4 sh. eller M. mere pr. ton end for slig. Dette tal kan dog variere noksaa meget. Videre maa tages med i betragtning, at sligen holder en del vand, gjerne 6 à 9 pct. vand (og purple-ore endog 20 pct. vand), hvilket øker fragten.

De indenlandske engelske og tyske malme<sup>1</sup> fører gjennemsnitlig kun omkring 35 pct. jern. Ved tilsats av rikere malm, navnlig fra Sverige, Norge og Spanien, opnaar man:

- a) Litt besparelse i koksforbruk pr. ton rujern.
- b) I regelen litt besparelse i kalkstenstilsats.
- c) Øket produktion pr. døgn, altsaa uten utvidelse av anleggget en større aarsproduktion, hvilket vil si en formindsket amortisation av den nedlagte kapital og desuten litt besparelse i andre generalomkostninger samt i arbeidsløn.

Ved en tidligere middels god konjunktur 72 sh. (eller M.) pr. ton „hematite pig“ (Hämatitroheisen) kan salgsprisen pr. ton Bilbao Rubio à 50 pct. jern levert f. eks i Middlesborough (eller Rotterdam) sættes til 18 sh. (eller M.) svarende til 36 sh. pr. ton jernindhold i malmen. Vi kan gaa ut fra, at der under forøvrig like betingelser (samme pct. av fosfor, svovl, mangan o. s. v. samt av de „slaggdannende bestanddele“), men med vekslende jernprocent

---

<sup>1</sup> Baade i Tyskland og i England stammede for tiden før krigen omkring 60 pct. av den hele rujernsproduktion fra indenlandske (hendholdsvis tysk og engelsk) malm og omkring 40 pct. fra importert malm (i England hovedsagelig fosforfattig malm fra Bilbao o. s. v. og i Tyskland hovedsagelig fosforrik malm fra Sverige). Baade den tyske og den engelske jernindustri er saaledes for den væsentligste del (60 pct. af det hele) basert paa billig indenlandsk malm, men med tilsats (for 40 pct. af det hele) af kostbarere importmalm.

35	40	45	50	55	60	65 pct. jern
kunde betales pr. ton jernindhold i malmen omkring						
29	32	34	36	37	38	39 sh.
Beregnet pr. ton malm levert i Middelsborough (Rotterdam)						
vilde da salgsprisen bli						
10.15	12.80	15.30	18	20.35	22.80	25.35 sh.

Den skala som her er valgt for betaling pr. ton jernindhold — fra 29 op til 39 sh. — for fosforfattig malm av vekslende jernindhold, kan være gjenstand for nogen modifikation, men den vil i hovedsaken træffe det rette. Muligens maa endog regnes med litt sterkere stigning av skalaen end her forutsat.

Den ovenstaaende generelle utredning gjelder ogsaa for fosforrik malm.

Saavel den tyske som den engelske jernindustri er for en væsentlig del (ca. 60 pct. av den hele rujernsproduktion) basert paa fattig, men billig indenlandsk malm. Og malmen er *billig* ikke alene beregnet pr. ton malm, men ogsaa *beregnet pr. ton jernindhold i malmen*.

Den viktigste tyske malm er den bekjedte minettemalm, som vistnok kun holder omkring 35 pct., tildels endog under 35 pct. jern, men som levert ved grube i Lothringen eller Luxemburg sælges til overmaade billig pris (se tabellen s. 18 og 19).

Masovnene i Lothringen og Luxemburg, som leverer omkring 30 pct. av Tysklands samlede produktion av rujern, arbeider saaledes med fattig, men med ganske *usedvanlig billig malm* beregning pr. ton jernindhold.

Ved transporten av minetten til Essen- eller Ruhrdistriktet (Westphalen-Rhinprovinsen), som leverer omkring 45 pct. av Tysklands samlede rujernsproduktion, økes minettens salgs-

værdi ganske væsentlig; men selv her faar man minetten til middels billig pris beregnet pr. ton jernindhold i malmen. Og her nyder man den fordel, at man disponerer over usedvanlig billig koks (se tabellen s. 18) og at man kan øke den gjennemsnitlige jernprocent i masovnsbesikningen ved tilsats av den jernrike om end kostbare importerte thomasmalm.

Regner vi gjennemsnitlig 5 sh. i fragt og andre omkostninger fra norsk havn til Middlesborough eller Rotterdam<sup>1</sup>, blir under de ovenfor forutsatte betingelser *malmens salgs-værdi i nærmeste norske utskibningshavn*:

ved 40	45	50	55	60	65 pct. jern
7.80	10.50	13	15.35	17.80	20.35 sh.

Disse prisopgaver — gjeldende ved en tidligere<sup>2</sup> middels god konjunktur for *fosfor- og svovlfattig* malm med endel kiselsyre — vil naturligvis kunne svenge adskillig baade op og ned, beroende dels paa konjunkturerne og dels paa malmens indhold av fosfor, svovl o. s. v. og dels paa det vekslende forhold mellem kiselsyre og kalk m. m. Videre spiller det nogen rolle enten gruben ligger i det sydlige Norge eller langt oppe i Tromsø stift.

Ovenstaaende skal kompletteres med nogle opgaver over stedfundne salg av norsk jernmalm.

A. Vaaren 1906 (middels gode konjunkturer).

Letsmeltelig fosfor- og svovlfattig malm (med ca 40 pct. SiO<sub>2</sub> i de slaggdannende bestanddele) og med 1.5 à 2 pct. mangan. Basis 47 pct. jern og 0.025 pct. fosfor. Salgspris østengelsk havn 14 sh. 6 d. ± 3 d. pr. pct. jern over eller under 47 pct. Fragt og kommission 4 sh. 6 d, altsaa fob. sydnorsk havn 10 sh.

<sup>1</sup> Rhinfragten fra Rotterdam til jernverkerne i Ruhrdistriktet er overordentlig billig.

<sup>2</sup> Her tages overalt kun hensyn til tiden før verdenskrigen.

Tilsvarende letsmeltelig malm, men med 0.050 pct. fosfor, basis 60 pct. jern, cif. østengelsk havn 18 sh., fragt m. m. 4 sh. 6 d, fob. sydnorsk havn 13 sh. 6 d.

B. 1911. Middels letsmeltelig fosforfattig malm (med ca. 50 pct.  $\text{SiO}_2$  i de slaggdannende bestanddele), men med litt mere svovl end vanlig, dog ikke med høi svovlprocent (maks. 0.2 pct. svovl). Basis 50 pct. jern og 0.025 pct. fosfor (tillæg 1 d. pr. ton pr. 0.001 pct. fosfor under 0.025 pct., fragt 1 d pr. 0.001 over 0.025 pct. med garantert maksimum 0.030 pct. fosfor).  $\pm 4$  d pr. pct. jern over eller under 50 pct. jern. Glidende skala etter noteringerne for hematite pig. Fragt m. m. tilsat av mig efter skjøn.

Pris pr. ton hematite pig	Malmens pris ved 50 pct. jern cif. Østengland	Fragt	Malmens pris fob. norsk havn
60 sh.	16 sh. 6 d	4 sh. 3 d	12 sh. 3 d
70 "	18 " 6 "	5 "	13 " 6 "
80 "	21 "	5 " 6 "	15 " 6 "

C. Meget letsmeltelig kalkrik malm (med ca. 27 pct.  $\text{SiO}_2$  i de slaggdannende bestanddele), men med ca. 0.5 pct. fosfor og omkring 0.3 pct. svovl, altsaa med en uheldig fosforprocent og en noget generende svovlprocent. Basis 50 pct. Levert i Ruhrort. Ved nogenlunde gode konjunkturer 16.25 M., ved daarlige konjunkturer 13.50 M. Fragaar skibs fart og Rhinfragt (hvilken sidste er overmaade billig) henholdsvis  $5.50 + 1.00 = 6.50$  M. og  $4.40 + 0.80 = 5.20$  M., salgspris fob. sydnorsk havn henholdsvis 9.75 M. og 8.30 M.

Fosforfattig og samtidig letsmeltelig malm (med maks. 0.025 eller 0.030 pct. fosfor) med 50 pct. jern har saaledes tidligere ved middels gode konjunkturer i sydnorsk havn betinget fra ca. 11 til ca.  $13\frac{1}{2}$  sh. eller fra næsten 10 og op til omkring 12 kroner pr. ton. For malm med mellem ca. 0.1 og 0.6 pct. fosfor maa regnes noget lavere værdi.

Av ovenstaaende fremgaar, at det (under normale konjunkturer) ikke kan lønne sig at eksportere malm med kun 40 pct. jern.

Ved 43—45 pct. jern stiller forholdet sig litt gunstigere, men limitten mellem salgspris og produktionspris ved saa

lav jernprocent blir saavidt liten, at fortjenesten blir meget begrænset, ved passende amortisation av anlæggene ofte endog nul eller tilmed negativ.

Først ved malm ved omkring 50 pct. jern blir der mulighet for en mere rentabel eksportbedrift, og ved endnu høiere jernprocent stiger malmens værdi i norsk havn meget betydelig.

For den vanlige fosforholdige Kirunamalm — altsaa A-malmen her ikke medregnet — kan den midlere salgspris cif. Middlesborough eller Rotterdam for de sidste aar før krigen ved basis 60 pct. jern sættes til ca. 20 sh. (eller M.) Gaar vi ut fra C-malm med 66 pct. jern, faar vi et tillæg paa 2 sh., gjør 22 sh. Fragten sættes til 5 sh. 6 d. Salgspris i Narvik altsaa 16 sh. 6 d eller med rundt tal 15 kroner.

Hermed stemmer en av Kirunaselskapet tidligere avgiven meddelelse, nemlig pris for Kiruna C-malm og D-malm i den sidste tid før krigen i Narvik ca. 14 à 15 M. pr. ton 60 procentig malm med tillæg 40 Pf. for hver pct. jern over 60 pct., gjør ved 65 pct. jern 16—17 M. pr. ton malm.

Frit levert i Narvik — eller ved eventuelt jernverk ved Narvik — svarer til 65 pct. jern og 16 M. pr. ton malm en betaling stor 24.60 M. eller kr. 22.10 pr. ton jernindhold i malmen.

*Belastet med fragt til sydnorsk havn stiller forholdet sig derimot betydelig ugunstigere.*

Avstanden fra Narvik utgjør:

Til Rotterdam .....	ca. 2 050 km.
“ Middlesborough .....	” 1 800 ”
“ bunden av Hardangerfjorden .....	” 1 300 ”
“ Kristianssand .....	” 1 525 ”
“ Arendal .....	” 1 600 ”
“ bunden av Lierfjorden .....	” 1 750 ”

Man faar samme indlastningstid i Narvik; litt kortere, tildels dog kun en bagatal kortere transportlængde til sydnorsk havn; men her neppe fuldt saa gode lossebetingelser som f. eks. i Rotterdam eller Middlesborough, hvor der aarlig importeres flere millioner tons malm. Enten man skiber til engelsk Nordsjøhavn eller til sydnorsk havn, blir fragten fra Narvik eller Sydvaranger næsten nøiagttig den samme. Det vil sige, *malm fra Narvik eller Sydvaranger vil i sydnorsk havn altid bli en kostbar malm.* Ved 65 procentig malm svarer en fragt paa 5 sh. pr. ton malm til en fordyrelse ca.  $7\frac{3}{4}$  sh. pr. ton jern, hvilket ekvivalerer omkring 10 pct. av rujernets salgspris. Og i fremtiden maa man vistnok forutsette adskillig høiere fragt end 5 sh.

Masovn i det *sydlige* Norge, basert paa *udelukkende eller næsten udelukkende anvendelse av Kiruna- eller Sydvarangermalm*, vil saaledes bli henvist til en temmelig *betydelig utgift for malmkontoen*<sup>1</sup>.

Økonomien vil derimot bedres dersom man kan benytte vistnok jernfattigere men til gjengjeld noget billigere sydnorsk malm, og kun bruke en viss kvantitet av den jernrikere men

---

<sup>1</sup> De tyske jernverk, specielt i Ruhrdistriktet, kan betale den jern- og fosforrike svenske malm til særlig høi pris, fordi den importerte malm kun benyttes som en *tilsatsmalm* for den indenrikske fattige men billige jernmalm (se s. 18 og 25). Hertil kommer at man i Ruhrdistriktet har usedvanlig billig koks (se s. 18).

Noget tilsvarende gjælder ogsaa den jernrike men yderlig fosfattige Sydvarangermalm, som for en stor del gaar til England. Det er misvisende at resonnera paa den vis, at fordi Tyskland og England kan kjøpe den jernrike Narvik- eller Sydvarangermalm til høi salgspris, beregnet pr. ton jernindhold i malmen, saa maa man med samme fordel kunne basere jernverk i det *sydlige* Norge (med omtrent samme fragttillæg som til Tyskland og England) paa utelukkende anvendelse av Narvik- eller Sydvarangermalm.

kostbarere malm fra det nordlige Norge for at øke den gjenemsnitlige jernprocent i den paasatte malm.

Dels av denne grund og dels fordi det viktigste forbruk av jern finder sted paa Østlandet, tar vi i det følgende fortrinsvis hensyn til betingelserne for et jernverk paa Østlandet (eller Sørlandet). Vi gjennemgaar derfor de herværende jernmalmforekomster nogenlunde utførlig, og indskrænker os for de andre forekomster kun til en oversikt over malmens sammensætning.

For det nordlige Norge byder Narvik — med nogenlunde billig malm beregnet pr. ton jernindhold og med billig returfragt for kul — de naturlige betingelser for anlæg av et større jernverk.

— De her sammenstillede oversigter over salgsprisen for rujern og for jernmalm refererer sig kun til de senere aar *før* verdenskrigen. *Under* krigen er konjunkturerne abnormt høie. *Efter* krigen, naar bl. a. krigsforsikringen for skibsfarten falder bort, maa forutsættes en betydelig nedgang i forhold til de nu herskende konjunkturer, paa skibsfarten, dermed ogsaa paa jernmalm, følgelig ogsaa paa rujern og staal, vistnok ogsaa paa kul (levert i England eller Tyskland) o. s. v.

*Man kan dog antagelig for en lang aarrække ikke regne med saa lav pris som før krigen.* Det procentiske forhold mellem prisen paa jernmalm og paa rujern (med staal) vil dog neppe bli i nævneværdig grad forskutt. Og forholdet mellem salgspris pr. ton jernindhold i rik Narvik- eller Sydvaranger malm levert i det sydlige Norge og salgsprisen pr. ton jernindhold i de fattigere malme fra Østlandet vil bli ialfald i det væsentligste uforandret, muligens endog forværret i disfavør av Narvik eller Sydvaranger paa grund av høiere skibsfragt end før krigen.

## Arendalsgruberne.

Der henvises til avsnittet om Arendal i „Norges Jernmalmforekomster“ (1910, s. 137—162) og til den historiske utredning „De gamle norske jernverk“ (navnlig s. 64—74). Se ogsaa KJERULFS og DAHLLS arbeide fra 1861.

Baade i geologisk og metallurgisk henseende maa vi holde ut fra hinanden:

- a) Arendalsforekomsterne (Næskilen, Alvekilen, Langsev-Barbu, Thorbjørnsbo, Solberg i Øiestad, Braastad, Klodeberg-Kjenli, Nødebro, Lærestvedt, Tingvedt o. s. v.)
- b) Forekomsterne av typen Lyngrot i Froland (i luftlinje 9 km. fra Arendal) og Solberg i Holt nær Næs jernverk.

*Arendalsforekomsterne* optræder sammen med saakaldt „skarnberg“ og ledsages af „skarnbergmineralerne“, som i geologisk henseende kan paralleliseres med kontaktmineralerne. Forekomsterne viser adskillig likhet med leiestederne av Dannemora-Persbergtypen i Mellem-Sverige<sup>1</sup>.

Som allerede omhandlet ovenfor (s. 4), leverte Arendalsgruberne i tidlige dage (fra ca. 1620 til ca. 1870) omkring to tredjedele av den malm, som blev smeltet hertillands ved de mange smaa med trækul drevne jernverk. Den samlede malmproduktion ved Arendalsgruberne i ældre dage kan anslaes til omkring 2 $\frac{1}{3}$  mill. ton. Men da de gamle jernverk — paa en eller et par undtagelser nær — blev nedlagte i slutten av 1860- og begyndelsen av 1870-aarene, stanset arbeidet i næsten alle gruber i Arendalsfeltet. Kun ved Næs jernverk

---

<sup>1</sup> Arendalsforekomsterne maa ansees dannede ved kontaktmetamorfe processer, sandsynligvis i forbindelse med eruption av granit (se Norges Jernmalmforekomster, s. 143—146 og BEYSCHLAG, KRUSCH, VOGT, Erzlagerstätten I, 2. Aufl., 1914, s. 410—413).

(i nogen aar med Egelands jernverk som filial) fortsatte man omend efter meget indskrænket maalestok, med drift av mas- ovnen. Malmen hertil hentedes praktisk talt i sin helhet fra Klodeberg grube<sup>1</sup>, som i 1870-aarene, da de fleste andre gruber omkring Arendal nedlagdes, ansaaes som en av de bedste eller rettere den bedste av samtlige herværende gruber. I de senere aar har Klodeberg været drevet for eksport. Noget malm er ogsaa blit smeltet ved de elektriske ovne ved Tinfos.

**Klodeberg grube.** (*Klodeberg-Kjenlifeltet i Øiestad*).

Man har her flere særskilte leiesteder (se fig. 1 a):

- a) Klodeberg hovedgrube som er den eneste der har været drevet i de senere aartier.
- b) I tverslag mot NV (altsaa i det liggende) for hoved- gruben er paavist en parallelgang benævnt Hesslers gang.
- c) Jordegruben paa en parallel i det hængende for hoved- gruben. I fortsættelsen av Jordegruben ligger Karl Theodor.
- d) Kjenli, i dagen paa to nær hinanden optrædende paral- leller.

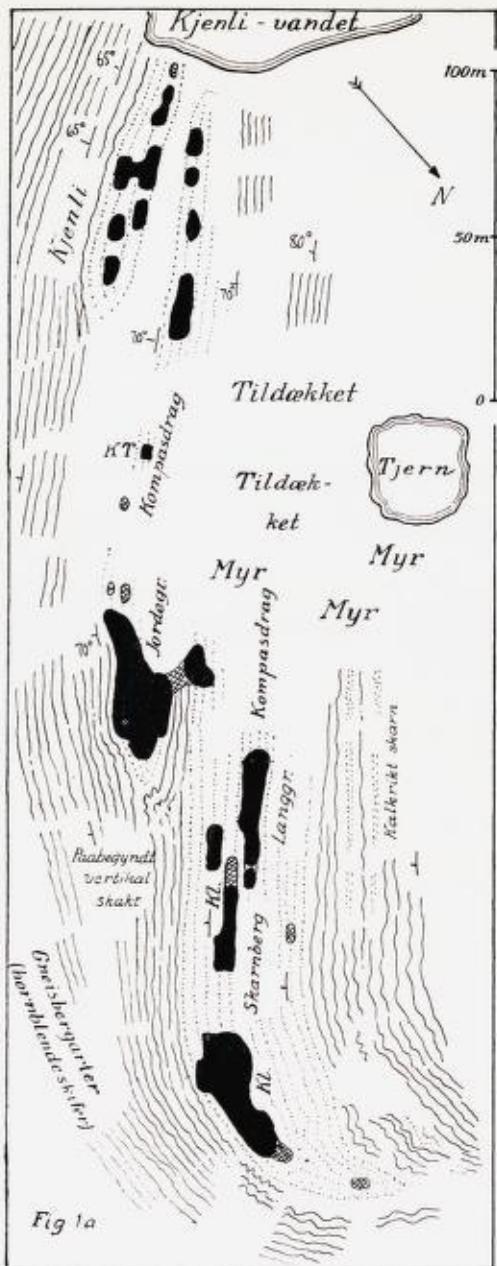
Ca. 150 m. NV for Kjenli optræder endvidere nogen smaaskjærp.

Faldet er overalt omkring  $65^{\circ}$  mot SØ. Strøket er tem- melig jevnt og regelmæssig, dog danner strøket for Klode- berg hovedgrube i grubens øvre og midtre del en bue.

Klodeberg grube staar med *fald* omkring  $65^{\circ}$  mot SØ og viser desuten en utpræget *dragning i felt* mot SV, saa midtaksen for gruben (se fig. 1 b) danner en vinkel paa ca.  $23^{\circ}$  med faldretningen.

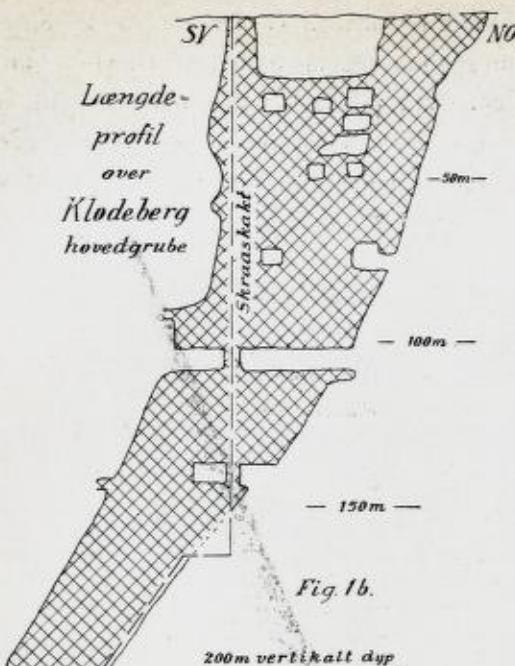
---

<sup>1</sup> Denne indkjøptes av Næs jernverk i slutten av 1870-aarene.



Kart over Klodeberg—Kjønligfeltet.

Prikket = Skarnberg, *KL* = Klodeberg hovedgrube, *KT* = Karl Theodor.



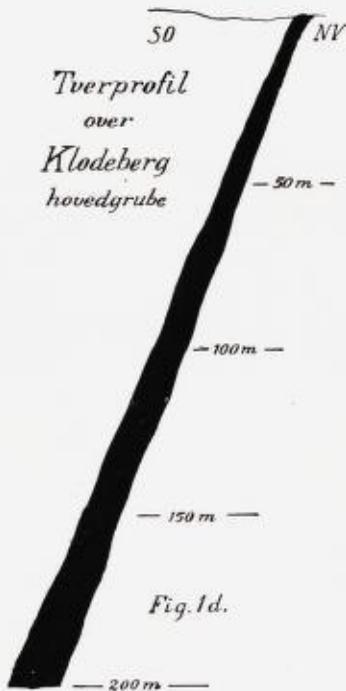
Malmstokken  
i vertikalt dyp 200 m

Fig. 1c.

Grubens horizontallængde (idet malm under ca. 2 meters tykkelse ved tilspidsningen i begge ender ikke medregnes) utgjør:

Dyp etter faldet.	Vertikalt dyp.	Længde.
Indtil ca. 100 m.	ca. 90 m.	ca. 65 m.
— " 110—130 "	" 100—117 "	" 60 "
— " 150 "	" 135 "	" 46 "
— " 170 "	" 153 "	" 40 "
— " 190 "	" 171 "	" 35 "
— " 225 "	" 202 "	" 30 "

Men samtidig med at gruben mot dypet er blit kortere i strøkretningen har mægtigheten tiltat. Den horizontale bredde, som ved det steile fald er næsten identisk med mægtigheten, utgjorde i grubens midtre parti ved 70 m.s vertikalt dyp 6 à 8 m., ved 100 m.s vertikalt dyp 12—13 m. og i grubens



nuværende dyp, (225 m. efter faldet eller 200 m. vertikalt) 17.5 m. svarende til 16 m. mægtighet.

I grubens øvre og midtre del viser horizontaltversnittet den vanlige linseform, under 150 m.s dyp (efter faldet) antar leiesteder derimot mere en stokform (se fig. 1c). I dyp 225 m. efter faldet maalte jeg (juli 1917) længde = 30 m., horizontal bredde paa mitten = 17.5 m. og malmareal ifølge detaljert opmaaling og kvadratisering = 350 m.<sup>2</sup>

Gruben hadde sit største malmareal paa dyp (efter faldet) omkring 120 m., hvor malmarealet utgjorde omkring 600 m.<sup>2</sup><sup>1</sup>. Da gruben saa blev kortere paa større dyp avtok malmarealet paa dyp (efter faldet) 150—170 m. til ca. 300 m.<sup>2</sup>, men har paa dyp (efter faldet) ca. 220 m., hvor tykkelsen har vokset endel, tiltat litt igjen, til 350 m.<sup>2</sup>

Ifølge gruberegnskapet har Klodeberg hovedgrube produsert følgende kvantum malm pr. meter avsænkning efter faldet:

Dyp etter faldet.	Produksjon pr. meter efter faldet.
ca. 100 m.	1 800 tons primamalm
110—152 "	1 391 " —
152—167 "	926 " —
167—180 "	Det samme
180—195 "	930—1 000 " ...
195—210 "	1 100 " —
225 "	ca. 1 100 " —

Regnet vertikalt maa disse tal over produktionsevnen økes med ca. 10 pct.

Som kontrol for disse tal anføres:

I de senere aar har gruben av alt det utbrutte leveret ca. 70 pct. malm, hvilket svarer til ca. 3 ton malm pr. m<sup>3</sup>. Dette ekvivalerer ved malmareal 350 m<sup>2</sup> i grubens nuværende bund ca. 1050 ton malm pr. meter vertikal avsænkning.

Produksjonen fra Klodeberg har utgjort:

1911—1916	97 000 ton	Hovedsagelig til eksport.
1909—1910	3 600 "	
1906—1907	23 000 "	
1851—1905	ca. 78 000 "	(Indenlandsk forbruk)

---

Sum 1851—1916 ca. 202 000 ton malm.

Hertil produksjonen i 1917.

<sup>1</sup> Malmarealet i dyp 80 m. har jeg tidligere (1884) maalt til 550 m<sup>2</sup> og i dyp 95 m. (i 1907) til 675 m.<sup>2</sup>

Til ovenstaaende kommer brytningen fra grubens op>tagelse og indtil 1850, ved hvilken tid vor statistik begynder.

*Grubestatistik fra Klodeberg hovedgrube.*

	1911	1912	1913 <sup>1</sup>	1914	1915	1916
Brutt malmholdig gods, m <sup>3</sup> ...	6 650	7 200	4 380	5 300	5 560	5 489
Brutt fordret malmholdig gods, tons .....	26 400	33 700	17 820	19 400	23 716	24 270
Producent						
Primamalm .....	19 000	21 677	10 900	12 400	15 215	18 000
Sekundamalm .....	4 500	7 000	3 500	3 370	3 429	3 000
Berg .....	2 900	5 000	3 420	3 630	5 066	3 270
Tons primamalm pr. m <sup>3</sup> ....	2.7	3.0	2.5 <sup>2</sup>	2.35	2.75	3.3
Pct. primamalm av brutt gods	72 pct.	64 pct.	61 pct.	64 pct.	65 pct.	74 pct.
Antal dagsverk .....	14 540	14 824	12 550	9 870	12 407	
Antal arbeidere <sup>3</sup> (ved 295 dags)	50	50	42.5	33	42	
Tons malm pr. arbeider pr. aar	380	430	255	360	360	

I 1907 var den dypeste etage paa vertikalt dyp 95 m., hvortil kom en ca. 10 m. dypere synk.

KJERULF og DAHLL opførte i 1861 dypet til 45 favne = 82 m.

Ifølge J. KRAFTS „Topografisk-statistiske Beskrivelse over Kongeriket Norge“ (1838) var Oregruppen ved Klodeberg (d. v. s. Klodeberg hovedgrube) i 1837 38 lagter = 76 m. dyp. Sandsynligvis regnedes dypet efter faldet og ikke vertikalt. Der tilføies: „Denne grube er den mægtigste i fogderiet og maaske i hele landet, men den er meget vandsyk i flomtiden.“

Den tyske geolog, J. F. L. HAUSMANN, som foretok „Reise durch Scandinavien in den Jahren 1806 und 1807,“ opgir dypet av Klodeberg hovedgrube til 18 lagter = ca. 35 m.

<sup>1</sup> Herav fra Hessergangen 445 m<sup>3</sup>, 1000 ton prima, 700 ton sekunda, 300 ton berg og desuten 1750 m<sup>3</sup> stoller og synker utenfor malm.

<sup>2</sup> Hessergangen medregnet. 3.0 ton pr. m<sup>3</sup> fra hovedgruben.

<sup>3</sup> Formænd medtatt.

I henhold hertil kan det gjennomsnitlige vertikale dyp i 1850 anslaaes til ca. 70 m., hvortil vil svare en brytning i gamle dage, før 1850, paa omkring 100 000 ton malm.

Det vil sige, Klodeberg hovedgrube har hittil levert med rundt tal 300 000 ton malm (muligens litt derunder eller derover). Denne opgave gjælder praktisk talt kun Klodeberg hovedgrube. Hertil kommer litt brytning i gamle dage fra de andre mindre gruber (specielt Jordegruben) like ved Klodeberg hovedgrube samt produktionen i ældre dage fra Kjenligruberne, som ikke har været drevet i den sidste menneskealder.

*Hesslergangen* som danner en parallelgang ca. 12 m. i det liggende for Klodeberg hovedgrube er ved tverslag fra hovedgruben og derefter feltort opfaret paa vertikalt nivaa 90 m. og 123 m. og desuten konstatert ved tverslag paa vertikalt dyp 145 m. Længden paa nivaa 90 m. og 123 m. utgjør henholdsvis 60 m. og 65 m. Den største horizontale bredde er 8 m., men den vanlige bredde er 5, 4 og 3 m. Malmarealet for denne malm anslaaes i nivaa 90 og 123 m. til 250 m<sup>2</sup> eller muligens en bagatel derover (aldeles nøiagttige tal kan ikke leveres).

*Jordegruben* og *Karl Theodor* er kun kjendt opp i dagen idet man ikke har noget tverslag i denne retning mot dypet. Det indskytes i denne forbindelse, at man fra Klodeberg hovedgrube kun har gjort et par tverslag mot det liggende, hvorved man paatraf Hesslergangen, men ikke noget tverslag mot det hængende. Og der er ikke drevet et eneste diamantborhul.

Nogenlunde i strøkets fortsættelse ligger de gamle Kjenligruber, som i tidligere dage blev avsænket til dyp omkring 100 m. I 1861 skal gruben ha været ca. 40 lagter (80 m.)

dyp. I dagen sees her malm paa to nærliggende paralleller, og dagaapningerne angir at hver av parallellerne maa ha en længde paa 60 à 70 m. Kjenli ansaaes i gamle dage for en god grube. Driften her indstilledes i 1876 efter flere aars hensygnende drift.

Overskjærende gange (granitgange, grønstengange, kalkspatgange) er hittil ikke paatruft ved Klodeberg og saavidt jeg vet heller ikke ved Kjenli.

#### Klodebergmalmens sammensætning.

Der henvises til nogen ældre analyser, trykt i „Norges Jernmalmforekomster“ 1910, s. 147—149.

Tre skibslaster som blev anvendt i 1912 (eller i novbr. 1911—mars 1913) ved Hardanger elektriske masovn holdt<sup>1</sup>:

A	B	C
Analyse nr. 1	Analyse nr. 2	Analyse nr. 3
Fe	44.91	44.46 (45.3)
P	0.011	0.014
S	0.041	

En fuldstændig analyse av A (nr. 1) viste:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45.65	MgO	7.56
FeO	16.66	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.025
MnO	2.17	S	0.041
SiO <sub>2</sub>	13.78	Glødtap	1.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.45	Zink	0.31
CaO	9.51	Sum	99.41

En fuldstændig gjennemsnitsanalyse (mars 1906) av et større malmkvantum, av PATTERSON & STEAD gav:

<sup>1</sup> Se den av FARUP, THORNE og VOGT avgivne beretning „Elektrisk jernmalmsmelting med koks paa grundlag av erfaringer fra Hardanger elektriske jernverk.“ Trykt i Teknisk Ukeblad 1913.

Analyse nr. 4.

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47.36	Cu	Spor
FeO	17.00	Pb	Spor
MnO	1.95	As	0.017
SiO <sub>2</sub>	11.40	S	0.041
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.20	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.032
CaO	9.00	CO <sub>2</sub>	4.60
MgO	6.15	H <sub>2</sub> O	0.55
BaO	Spor		
TiO <sub>2</sub>	0.28	Sum	99.99
ZnO	0.13		
NiO, CoO	0.18	Fe	46.45
		Mn	1.55
		P	0.014

Videre medtages et utvalg av analyser — hovedsagelig gjennemsnitsanalyser av mindre pramlaster — utførte ved Tinfos jernverk i de senere aar.

Nr.	Fe	Mn	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
5	49.49	1.73	0.019		10.12	2.60	8.39	6.20
6	47.57	2.08	0.016		10.50	1.72	7.32	4.91
7	46.16	1.92	0.012		11.37	2.84	8.42	6.03
8	45.61	1.87	0.030		11.08	1.85	8.47	5.59
9	45.56	1.88	0.026	0.022	11.08	2.04	9.62	7.08
10	45.42	2.04	0.018		10.86		9.22	5.45
11	44.47	1.88	0.022		13.66	2.20	8.87	6.91
12	44.37	1.74	0.018	0.046	11.80	3.60	9.57	6.33
13	44.34	2.03	0.026		12.58	1.90	8.68	6.45
14	44.33	2.01	0.028		11.22	3.37	7.27	5.44
15	43.86	1.98	0.021		11.47	1.13	9.73	7.50
16	43.74	1.76	0.027		13.52	1.90	8.65	6.17
17	43.23	1.93	0.012		13.35	3.61	9.81	7.18
18	40.59	1.55	0.024		15.56	3.12	11.86	7.59

### Om malmens jernprocent.

Malmen fra Klodeberg hovedgrube smeltes fra slutten av 1870-aarene og indtil for nogen faa aar siden i masovnen ved Næs (tidligere ved Egeland). Man bortskeidet i denne tid kun 10 à 15 pct. som graaberg eller altfor fattig. Man slog altsaa den nuværende primamalm og den nuværende sekundamalm sammen til et. Ved denne ordning av skeidningen blev ved masovnssmeltingen av malmen gjennemsnitlig utbragt 43—45.5 pct. rujern<sup>1</sup> svarende til 41—43.5 pct. jernindhold i malmen. Som middel kan opføres ca. 42 pct. jern.

Da man i 1906—07 drev Klodeberggruben paa eksport og skeidet i

55—60 pct. eksportmalm

35—30 " sekundamalm

10 " graaberg

holdt eksportmalmen 43—48.9<sup>2</sup>, gjennemsnitlig 45—46 pct. jern og sekundamalmen 33—35 pct. jern.

I de senere aar (1911—1916) har man gjennemsnitlig levert

ca. 67 pct. eksportmalm (primamalm)

" 17 " sekundamalm

" 16 " graaberg

og primamalmen har da skibslastvis i gjennemsnit holdt 44 à 45 pct. jern, saaledes for det hele aar 1916 gjennemsnitlig

<sup>1</sup> Ved Næs jernverk fik man ved de noksaa kortvarige smeltekampanjer i aarene 1897—1904 utbragt av malmen (kun eller næsten kun Klodebergmalm) henholdsvis 44, 44.4, 44, 44.6, 45.5, 45, 45.5 og 45 pct. rujern.

<sup>2</sup> Enkelte skibslaster holdt 47 til 48 helt op til 48.9 pct. jern, de fleste 45—46, 44—45 og nogen kun omkring 43 pct. jern.

44.89 pct. jern og 3 skibslaster i 1911—12 (se nr. 1—3) gjenemsnitlig 44.6 pct. jern.

Sekundamalmen opføres ved denne skeidning til gjenemsnitlig ca. 36 pct. jern, hvad dog kanske er litt for høit.

Malmen — magnetit uten nogensomhelst jernglans — er saa jevnt indsprængt med fremmed mineral (hovedsagelig diopsidvarieteten kokkolith, se herom nedenfor, og kalkspat), at det kun er sjeldent at træffe malmstykker med saa meget som 55 pct. jern. De fleste malmstykker holder mellem 40 og 50 pct. jern.

Sekundamalmen som er forholdsvis grovkornig<sup>1</sup> egner sig godt for magnetisk separation. Dersom man bygger et anlæg herfor, vil man komme til at drive forholdsvis skarp skeidning, saa man faar f. eks.

ca. 50 pct. primamalm à 46—47 pct. jern

ca. 35 pct. opredningsmalm à 33—35 pct. jern,  
som kan leve henimot halvparten, altsaa i forhold til det  
hele 15 pct. slig à ca. 65 pct. jern.

Man vilde altsaa da faa produkt

ca. 50 pct. stykmalm à 46—47 pct. jern

ca. 15 pct. slig à ca. 65 pct. jern,  
altsaa i forhold til brutt gods ca. 65 pct. stykmalm plus slig  
med gjennemsnitlig 51 pct. jern.

Forholdet mellem de to malmsorter kunde naturligvis  
omreguleres paa anden maate.

---

<sup>1</sup> Ifølge mikroskopisk undersøkelse er magnetitkornenes størrelse:

Nogen større end 1 mm.

Særdeles mange mellem  $\frac{3}{4}$  og 1 mm.

Nogen mellem  $\frac{1}{2}$  og  $\frac{3}{4}$  mm.

En del mellem  $\frac{1}{4}$  og  $\frac{1}{2}$  mm.

Forholdsvis faa under  $\frac{1}{4}$  mm.

Alt det i leiestedet i Klodeberg hovedgrube utbrutte gods (her ogsaa fattige kokkolith-kalkspat-striper medregnet) indeholder gjennemsnitlig omkring 38 pct. jern.

Hvad *Hesslergangen* angaar saa synes her, ifølge erfaring fra de to feltorter paa forskjellig dyp hvor malmen er opfaret, den gjennemsnitlige jernprocent i det utbrutte gods at være omtrent den samme som i hovedgruben, nemlig ca. 38 pct. jern. Men i Hesslergangen er malmen mere jevn end i hovedgruben. Man maa saaledes her være forberedt paa at faa litt fattigere stykmalm og litt rikere opredningsmalm end i hovedgruben (eller mindre stykmalm, men til gjengjæld mere og samtidig litt rikere anrikningsmalm).

*Kjenli grube* skal ifølge gamle opgaver holde ca. 2 pct. lavere jernindhold end Klodeberg hovedgrube ved samme skeidningsforhold. Rigtigheten av denne opgave kan dog ikke garanteres.

I mit forrige arbeide (Norges Jernmalmforekomster, s. 150) sammenstilles 55 gjennemsnitsanalyser av *fosfor* i malmen fra Klodeberg, med middel ca. 0.027 pct. *fosfor*. Her medtages 44 nye analyser (hovedsagelig gjennemsnitsanalyser av pramlaster o. s. v. til Tinfos jernverk) fra driften i de senere aar:

2	analyser	paa henholdsvis	0.009	og	0.010
6	—	mellem	0.011	og	0.015
9	—	—	0.016	„	0.020
12	—	—	0.021	„	0.025
13	—	—	0.026	„	0.030
1	—	—	0.031	„	0.035
2	—	—	0.036	„	0.040

Gjennemsnit for det hele ca. 0.023 pct. *fosfor*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Leilighetsvis kan, specielt i fattig malm (og i smaa druserum) iagttares nogen for øjet synbare korn av en blaagrøn apatit (benævnt moroksit).

En hel række *mangan*-bestemmelser i malm fra Klodeberg viser:

1 analyse .....	1.55 pct. mangan
4 analyser mellem.....	1.71 og 1.74 "
25 — — .....	1.75 " 1.91 "
10 — — .....	2.00 " 2.13 "
De aller fleste mellem...	1.85 " 2.05 "

Eller i forhold til 100 jern ca. 4 mangan (kun sjeldent saa litet som  $3\frac{1}{3}$  mangan, paa den anden side ofte 4 à  $4\frac{1}{4}$  mangan til 100 jern).

En del (10) analyser av svovl i malmen fra Klodeberg veksler mellem 0.010 og 0.082 med gjennomsnit *0.042 pct. svovl*.

Klodebergalmens udmerkede metallurgiske egenskaper kan bedst illustreres derved, at Næs jernverk i en lang aar-række av denne malm fremstillet rujern, der anvendtes til digelstaal.

Ved smeltingen av Klodebergalm i masovnen paa Næs (og Egeland) fik man altid litt *zinkovnsbrud* specielt ved gasuttagene. Det samme fænomen møter man som bekjendt bl. a. ved en hel del av de svenske jernmalme av „skarnbergtypen“<sup>1</sup>. Der medtages her alle de til min raadighet staaende analyser (gjennemsnitsanalyser) av *zink* i Klodebergalmen.

<sup>1</sup> Ved anlegget av Hardangerverket tok man ikke hensyn til, at der undertiden indgaar en ganske liten zinkprocent i diverse jernmalme. Man bygget saaledes gascirkulationsrørene altfor trange, saa de næsten fuldstændig tilstoppedes med zinkoksyd i den tid da man arbeidet med Klodebergalm. Senere slofedes gascirkulationen, hvilket var til stor skade for ovnsdriften.

Nr.	Fe	Mn	P	S	Zn	Cu
4	48.06				0.47	
	46.87				0.24	
	45.78			0.055	0.26	0.00
	46.45	1.55	0.014	0.041	0.10	Spor
1	44.91				0.31	
	44.60				0.30	
	44.40	1.82	0.010		0.17	
	43.30	1.95	0.022		0.21	
	42.50		0.030		0.32	

Altsaa snart noget mere og snart noget mindre end 0.25 pct. zink.

I malmen kan man undertiden opdage litt svovlkis. Derimot har jeg aldrig paatruffet zinkblende i malmen fra Klodeberg<sup>1</sup>. Da saa hertil kommer, at malmens gjennemsnitlige svovlindhold (ca. 0.04 pct. svovl) ikke er tilstrækkelig stor til med malmens gjennemsnitlige zinkindhold (ca. 0.25 pct. zink) at danne zinksulfid, kan malmens lille zinkindhold ikke eller kun i rent underordnet grad skyldes tilblanding av zinkblende. Litt zink maa saaledes indgaa i tilblandet silikat (kokkolith) eller i den lille men konstante tilblanding av spinell, der sandsynligvis altid er zinkholdig.

*De slaggdannende bestanddele.* Beregnet paa grundlag av malmanalyserne utgjør de slaggdannende bestanddele gjennemsnitlig:

<sup>1</sup> I druser fra andre av Arendalsforekomsterne har jeg leilighetsvis set ørsmaa individer av zinkblende.

39—41	pct.	$\text{SiO}_2$
ca. 7—8	"	$\text{Al}_2\text{O}_3$
28—30	"	$\text{CaO}$
10—21	"	$\text{MgO}$

Hertil et par procent  $\text{MnO}$ ,  $\text{FeO}$  o. s. v.

Hermed stemmer et par gamle slagganalyser.

Ved Hardangerverket tilsatte man (se den ovenfor citerte beretning) til 100 vektsdele Klodebergmalm (å ca. 44.5 pct. jern) ikke mindre end 14—17 vektsdele kalksten (litt uren) og fik derved slagg holdende:

ca. 32	pct.	$\text{SiO}_2$
" 8.5	"	$\text{Al}_2\text{O}_3$
38—40	"	$\text{CaO}$
13.5—15.5	pct.	$\text{MgO}$

Hertil litt  $\text{MnO}$ ,  $\text{FeO}$  o. s. v.

Men ved denne store kalkstenstilsats blev jernprocenten i „malm plus kalksten“ nedsat til kun 38 pct. jern.

For at levere slagg med 35 pct.  $\text{SiO}_2$  kræver 100 ton Klodebergmalm å 45 pct. jern en tilsats av ca. 8 ton kalksten eller 100 ton Klodeberg stykmalm plus slig å 51 pct. jern en tilsats av ca. 5 ton kalksten. I sidstnævnte tilfælde vilde jernprocenten i „malm plus kalksten“ bli nedsat fra 51 til ca. 48.5 pct.

Malmen fører ifølge mikroskopisk undersøkelse foruten magnetit følgende mineraler:

Augit (diopsid), nemlig saakaldt kokkolith.

Kalkspat.

Spinel (lysegrøn).

Der medtages et par analyser av den Arendalske kokkolith.

				Indhold av jern i kokkolith, omregnet til metal
	Nr. 19	Nr. 20		
SiO <sub>2</sub>	53.28	50.94		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.37	1.81		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.08			
FeO	4.50	7.67		
MnO		0.66		
MgO	15.63	15.03		
CaO	24.29	23.28		
Glødtap		0.45		
Sum...	100.15	99.84		

Nr. 19. „Diopsid“ fra Arendal. Analysen utført av C. DOELTER, Tscherm. Mitth. N. F., I, s. 57 (se Hintze's Handb. d. Min.).

Nr. 20. Kokkolith fra Arendal. Analysen utført av mig som bergstuderende oktober 1878. Alt jern opført som FeO.

Analysen nr. 20 er litt rikere paa jern som FeO end nr. 19. I overensstemmelse dermed viser nr. 20 litt mindre MgO, likeledes litt mindre SiO<sub>2</sub>. Kokkolithen fra Arendal er snart litt lysere og snart litt mørkere grøn, det vil si, snart litt fattigere og snart litt rikere paa jernoksyd, hovedsagelig FeO. Kokkolithen i Klodebergmalmen er middels lysegrøn, saaledes med indhold omkring 7—8 pct. FeO (heri litt Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), svarende til 5.5—6 pct. jern.

I en række mikroskopiske præparater av Klodebergmalm er kokkolithen dels ganske frisk dels noget serpentinisert. Desuten finder man i malmen ofte aarer, undertiden endog mikroskopisk tynde aarer av serpentin ledsaget av litt kalkspat. I det omgivende skarnberg og i sekunddamalmen sees ofte noget granat, hornblende, glimmer o. s. v. Disse mine-

raler mangler derimot fuldstændig i de noksaa mange av mig undersøkte mikroskopiske præparater av den noget rikere malm (med 40 pct. jern og derover).

I samtlige præparater iagttages litt spinel (lysegrøn), i noget vekslende mængde (skjønsmæssig fra ca. 0.5 til ca. 2.5 pct.). Samtlige præparater viser endvidere en del kalkspat, i litt vekslende mængde (1 del kalkspat til oftest 2 à 3.5 dele kokkolith).

Gjennemsnitten av analyserne nr. 1, 4 og 6—17 utgjør:

45.0	pct. Fe, jern
1.8	" Mn, mangan
11.9	" SiO <sub>2</sub>
2.2	" Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
8.5	" CaO
6.2	" MgO

Hertil noget CO<sub>2</sub>, kulsyre.

Dette svarer til:

- Ca. 63 pct. magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> med litt mangan)
- " 26 " kokkolith og serpentin med ca. 7.5 pct. FeO og Fe<sub>3</sub>O<sub>8</sub>  
(= 5.8 pct. Fe, altsaa i forhold til det hele med ca. 1.45 pct. Fe).
- " 1—2 " spinel.
- " 8—10 " kalkspat (svarende til 3.5—4.4 pct. kulsyre i malmen).

I malm med 45 pct. jern indgaar 3.5 à 4 pct. av den hele jernmængde i silikatet (plus kalkspaten og spinellen) og altsaa 96.5—96 pct. i magnetiten. Ved lavere jernprosent indgaar forholdsvis noget mere jern i silikatet m. m.

*Transportforholde.* Fra Klodeberg grube er nylig (vaaren 1916) bygget en taubbane, ca. 1 km. lang, til Hisøkilen. Paa grund av Hisøstrømmen kan dog her kun indlastes prammer paa optil et par hundrede ton (tallet kan jeg forøvrig ikke opgi nøiagtig). For indlastning i skibe til eksport maa disse prammer slæpes ca. 4 km. ned til Arendals havn.

Om *grubedriften* i hovedgruben nævnes:

Av hensyn til grubens sikkerhet har man i dyp ca. 112—120 m. (efter faldet) ladet staa igjen en stor saale, næsten over grubens hele længde.

Den gamle skraaskakt, som gik efter grubens fald, kom paa grund av dragningen i felt ned i graaberg paa dyp 180 m. efter faldet. For at spare ind paa synk og ortdrift har man paa endnu større dyp anlagt en dobbeltfordring, først fra grubens bund efter slæpskakt til nivaa 180 m., saa horizontal fordring et kort stykke og derpaa i hovedskakten. Herved fordyres de løpende utgifter i ikke uvæsentlig grad.

Forberedelsesarbeiderne har været indskrænket til et minimum. Det samme gjælder ogsaa undersøkelsesarbeiderne. Man har i utpræget grad „levet for dagen“.

Da malmen i hovedgruben er saa mægtig, falder mineringen meget billig. Men fordringen blir nu paa grund av det primitive arrangement relativt kostbar. De *løpende driftsutgifter* i hovedgruben kan enklest beregnes derved, at der i den senere tid (se grubestatistiken s. 36) pr. arbeider pr. aar er blit levert ved dyp omkring 200 m. (efter faldet) gjennemsnitlig ca. 360 ton primamalm (og hertil ca. 90 ton sekunda- eller opredningsmalm). Dette er et ganske gunstig resultat, hvilket vil si, at de løpende driftsutgifter vil bli relativt lave. Der er elektrisk kraftoverføring til gruben.

Angaaende driftsutgifterne for en del aar siden — før de abnorme konjunkturer under verdenskrigen — hitsættes nogen opgaver, som jeg har notert mig ved tidligere besøk ved gruben.

1882. Levert paa grubebakken utgjorde de løpende utgifter (iberegnet brytning, fordring, pumpning, kul, maskineri, tørring, stigerløn, men ikke pensioner) kr. 3.25—3.50 pr. ton malm (idet man dengang slog den nuværende prima- og sekundamalm sammen til ett).

1884. Utgift pr. ton malm til minering (strosning), fordring og skeidning kr. 2.00. Hertil kul til maskineri, stigerløn o. s. v.

1890. Utgift til minering (strosning) og fordring kr. 1.75. Hertil kul, maskinist, stigerløn, diverse vedlikehold o. s. v.

1894. Utgift kr. 2.50 (ikke medregnet stigerløn, pensioner o. s. v.). Malmen transporteres i denne tid til Næs jernverk med utgift pr. ton malm: 50 øre i kjørsel 1 km. til lasteplads, kr. 1.20 pr. baat (jagt) til Tvedstrand, kr. 2.60 kjørsel fra Tvedstrand til Næs, gjorde i transport kr. 4.30.

1904. Mineringsakkord kr. 1.26 pr. ton malm. I alle de ovennævnte aar var produktionen meget liten, kun 1000—1500 ton pr. aar.

1907. Efter skarpere skeidning end tidligere (se s. 40) kostet primamalmen (ved brytning 12000 ton paa et aar) ca. kr.  $4\frac{1}{4}$ , levert paa grubebakken (amortisation og administration ikke medtalt). Hertil kom for indlastning i skib for eksport:

Hestekjørsel, ca. 1 km. ....	kr. 0.50
Lastning i lægter .....	" 0.25
Losning .....	" 0.25
Lægter, buksering, veining o. s. v. ....	" 0.75
	kr. 1.75

Nu har man faat taugbane, saa kjørsel slofes (og malmen kan temmes fra nedre taugbanestation direkte i lægter).

I de sidste aar før krigen, efter at man hadde faat elektrisk kraftoverføring (ca. 150 hestekræfter), utgjorde de løpende grubeutgifter (amortisation og administration ikke medregnet og næsten ikke noget til forbredende arbeider i gruben), kr. 4— $4\frac{1}{2}$  pr. ton levert paa grubebakken. Hertil kom de ovennævnte transportutgifter.

Ved Klodeberg-Kjenli har man følgende *malmreserver*:

- I hovedgruben paa større dyp end 200 m. vertikalt (ved malm som i grubens bund med ca. 1100 ton malm pr. m. avsænkning). Fra Sverige har man eksempel paa, at analoge malmstokker kan fortsætte til dyp 300 m., 400 m. og derover.
- Hesslergangen. Gaar vi ut fra areal 250 m<sup>2</sup> og 3 ton malm pr. meter avsænkning, saa gjør dette 750 ton malm pr. m. avsænkning. Dette leiested er paavist i dagen (ved Langgruben, som ifølge gamle opgaver kun er ca.

- 16 m. dyp), opfaret i nivaa 90 m. og 123 m. og desuten konstatert i vertikalt dyp 145 m. Regnes 150 m. høide og 750 ton pr. vertikal meter, saa gjør dette litt over 100000 ton malm, hvorav kun meget litet er uttatt. Sandsynligvis fortsætter gangen til større dyp end 150 m.
- c) Malm i dypt under Jordegruben<sup>1</sup> (som blev drevet for mangfoldige aar siden og som saaledes ikke kan være meget dyp) og Karl Theodor.
  - d) Endvidere Kjenligruberne, hvis dyp ikke er mere end omkring 100 m.

Man maa saaledes alt-i-alt i Klodeberg-Kjenlifeltet endnu kunne gjøre regning paa mindst et par, sandsynligvis nogen hundrede tons malm.

**Braastadfeltet** fører noksaa smal malm, saa malmen herfra blir relativt kostbar i grubedrift, og nogen betydelig produktion kan her ikke paaregnes. Men paa den anden side kan man her faa temmelig rik malm, for en væsentlig del med 55—57 pct. jern. Og feltet ligger klods ved den for nogen aar siden anlagte Arendal—Aamlibane. Avstanden fra skeidepladsen ved Gyldenløve-Antoinette til banesporet er kun 50 à 100 m. og jernbanelængden til Arendals havn er ikke mere end 5 km.

Man kan ved Braastadfeltet holde ut fra hinanden flere malmdrag<sup>2</sup>.

- a) Kattegruben, Østre og Vestre Zugge, Tre Brødre, Hvalfisken, og i fortsættelse herav Lille Langgrube og Jenses grube.

<sup>1</sup> Baade Langgruben og Jordegruben, som ligger nær ved sumpig terræng, omtales i gamle dage som noksaa vandsyke. Ved moderne maskineri spiller dette meget liten rolle.

<sup>2</sup> Se kartet s. 27 i KJERULF og DAHLLS arbeide av 1861.

- b) Hesterumpen, Gamle Langgrube, Gyldenløve og Antoinette, Pumpegruben, Skovgruben, Ormgruben, Mariagruben, Fjeldgruben og Charlotte.

Desuten findes flere isolert beliggende forekomster.

Flere av disse gruber, specielt i det under b opførte grubedrag, var i drift i 1830- og begyndelsen av 1840-aarene. Men saa blev i begyndelsen eller midten av 1840-aarene (ifølge mundtlig meddelelse for mange aar siden til mig, antagelig i 1845) opført en dampmaskine ved en enkelt av gruberne, nemlig Gyldenløve-Antoinette. Driften blev saa koncentrert i denne grube, og de andre gruber hvor man kun hadde hestevinde indstilledes.

Opgave over det dyp de forskjellige gruber hadde naadd ved nedlæggelsen findes anført i „Norges Jernmalmforekomster“, s. 157. Selv efter at man ved Gyldenløve-Antoinette hadde faat en dampmaskin, som forøvrig skal ha været meget liten og primitiv, var driften her liten, nemlig kun undtagelsesvis oppe i ca. 3500 ton malm pr. aar. Et medvirkende moment til den lave aarsproduktion var vistnok ogsaa, at fra Braastad hadde man længer kjørselsvei til havn end fra de aller fleste andre gruber i omegnen av Arendal.

Gyldenløve-Antoinette nedlagdes i 1866, da Fritzø jernverk, som eide gruben, indstilledes. Siden den tid har der diverse gange været utført noget arbeide i gruben, dels for regning av Næs jernverk (1881—83, kanske ogsaa senere) for at skaffe jernrikere malm til masovnen, og dels for eksport (i 1906 og 1907 var produktionen respektive 2580 og 1885 tons malm. Hertil litt drift i 1916 og 1917).

Gruben lænsedes vinteren 1915—16, og drift i liten maalestok paabegyndtes juni 1916 (sommeren 1917 med en arbeidstyrke paa ca. 25 mand).

Gyldenløve-Antoinette danner to nærliggende paralleller, med Gyldenløve i det hængende og Antoinette i det liggende. Mellemvæggene mellem de to malme er kun nogen faa meter tyk. Faldet er ca.  $60^{\circ}$ .

Synken (slæpsynken) i Antoinette har længde efter faldet 108 m. (svarende til vertikalt dyp ca. 93 m.). Malmen i Antoinette er under 80 m. (efter faldet) saa smal, at den her ikke kan avstrosses med fordel. Høiere oppe var malmen ca. 60 m. lang og ofte 3 à 4 m. tyk.

Gyldenløve hadde en lignende tykkelse nær dagen — fra 30 til 60 m. (efter faldet) var gangen meget daarlig — men igjen bedre paa dyp 60 til 96 m. (efter faldet). Ved dyp 80 m. (efter faldet) er længden 52 m. Mægtigheten (vinkelret paa lagflaten) er her ingensteds under 1 m., oftest 1.5 m., undertiden 2 à 3 m. og maksimum 3.5 m. Dette gir malmtversnit<sup>1</sup> (maalt etter strøket vinkelret paa faldet) = ca.  $100 \text{ m}^2$ , hvortil svarer ca. 220 ton prima- og ca. 110 ton sekundalmalm pr. meter avsænkning efter faldet.

Man har (sommeren 1917) ikke noget indslag paa Gyldenløve paa større dyp end 96 m. efter faldet (= ca. 83 m. vertikalt).

Ved Gyldenløve-Antoinette paaregnes fra strossepartierne:

Ca. 50 pct. primamalm à 55—57 pct. jern.

Ca. 25 pct. sekundamalm, som for en meget væsentlig del er grus (malmmuld), og som holder ca. 45—47 pct. jern. Ved en yderst enkel magnetisk separation (uten forutgaaende knusning) kan herav leveres mindst halvdelen slig (koncentrat) med omkring 65 pct. jern.

Ca. 25 pct. graaberg.

Av 100 ton brutt gods kan man saaledes, en enkel magnetisk separation av malmgruset forutsat, faa 60 (eller 60 à 65)

<sup>1</sup> Med malmareal betegnes *horizontalmaalet*, med malmtversnit maalet efter strøket *vinkelret paa faldet*.

tons produkt med 55 til 60 pct. jern (ca.  $\frac{3}{4}$  stykmalm og ca.  $\frac{1}{4}$  slig).

Mar har adgang til at ordne skeidningen saaledes, at man kan faa endel malm med 60—65 pct. jern (anvendbar bl. a. som tilsats til malmmartin).

Malmen holder oftest 0.025 til 0.07, gjennemsnitlig 0.05 à 0.055 pct. fosfor, altsaa litt mere fosfor end Arendalsmalmene i regelen ellers. Svovlprocenten er meget lav, mangaprocenten likesaa. Nogen (5) fuldstændige malmanalyser findes offentliggjort i „Norges Jernmalmforekomster“, s. 147. Ifølge disse analyser holder de slaggdannende bestanddele gjennemsnitlig 42—46 pct.  $\text{SiO}_2$ . Hermed stemmer, at malmen fra Gyldenløve-Antoinette ifølge mikroskopiske undersøkelser hovedsagelig er opblandet med en jernrik diopsid (hedenbergit) og noget kalkspat. Hertil kommer ofte litt granat, epidot o. s. v.

Av ovenstaaende data fremgaar, at Gyldenløve-Antoinette er en noksaa liten forekomst. Men denne grube — som er den eneste i Braastadfeltet, hvor der nu og da har været litt drift siden 1840-aarene — utgjør kun en brøkdel av dette felt. Fra den nordre ende av Gyldenløve-Antoinette til den søndre ende av Charlotte har man næsten kontinuerlig gamle grubeaapninger i en længde av 250 m. regnet langs strøket som her danner en svak bue.

Medregnes ogsaa Langgruben, blir længden av grubedraget ca. 350 m. og herav utgjør Gyldenløve-Antoinette kun en noksaa liten brøkdel. Et magnetometrisk kart over partiet fra Gyldenløve-Antoinette til Charlotte godtgjør, at man i det hele og store maa ha den samme malmkarakter paa partiet fra Skovgruben til Charlotte som ved Gyldenløve-Antoinette. For Skovgruben, Pumpegruben og Charlotte opgives dype

(etter faldet) til henholdsvis 38, 20 og 22 favne (= ca. 75, 36 og 40 m.). Ifølge meddelelse for mange aar siden til mig fra gamle grubearbeidere, som i ungdomsaarene hadde arbeidet i disse gruber, skulde malmens tykkelse og jernprocent i flere av disse gruber ha været omtrent som i Gyldenløve-Antoinette, i denne grubes øvre del.

Hele dette felt vil vistnok i sin tid bli optat til drift ved en vertikalskakt et stykke op i det hængende for malmdraget (nogenlunde midtveis mellem Gyldenløve-Antoinette og Charlotte). Fra en ca. 100 m. dyp vertikalskakt kunde man med ort underfare alle de gamle gruberum.

Avstanden fra en saadan vertikalskakt til jernbanelinjen vilde ikke bli mere end ca. 150 m. Nogen betydelig produktion kan vistnok ikke paaregnes, men dog aarlig sandsynligvis omkring 10000 ton stykmalm plus slig med 55 à 60 pct. jern.

Der medtages nogen utdrag av mine tidligere notisbøker om Braastad 1882. Ved Egelands jernverk (dengang filial under Næs jernverk) anvendtes dels første sort malm med ca. 65 pct. og dels anden sorts malm med ca. 50 pct. jern, begge fra Braastad. Av den første sorts malm fik man litt mere end av anden sorts malm. Desuten smeltesedes Klodeberg-malm, som opførtes med 42 pct. jern. Ved i beskikkningen at anvende halvdelen Klodebergmalm og halvdelen Braastadmalm (de ovennevnte to sorter i blanding) erholdt man av 100 ton malm 52 à 53 ton rujern.

Malmen fra Braastad kostet, levert ved Egelands jernverk (altsaa grubedrift plus kjørsel til Arendal, sjøtransport til bunden av Søndeledsfjorden og hertil nogen kilometer transport til Egeland) alt i alt ca. 12 kroner pr. ton.

Ved den høist beskedne produktion i 1906—07 regnedes de løpende grubeutgifter (administration og andre generalutgifter ikke medtatt) til, i 1908 (ved ca. 2500 ton malm) kr. 5½ og i 1907 (ved ca. 1900 ton malm) kr. 8 à 8½, malmen levert skeidet paa grubebakken.

---

Vedrørende de mange andre forekomster i omegnen av Arendal henvises til avsnittet s. 138—162 i mit tidligere arbeide „Norges Jernmalmforekomster“. Her skal vi kun indflette et par nye analyser, utførte ved Tinfos Jernverk, av malm fra Lærestvedt og Tingvedt ved Arendal. Desuten medtages et par analyser av malm fra Olstad i nærheten av Grimstad og fra Narverud ved Drammen. Hvis man faar jernverk paa Østlandet, kan antagelig paaregnes endel malm bl. a. fra Olstad.

	Nr.	Fe	Mn	P	S
Ved Arendal { Lærestvedt .....	21	43.28	0.28	0.063	0.075
Tingvedt .....	22	50.71	0.32	0.021	0.065
Olstad pr. Grimstad .....	23	52.37	0.19	0.031	0.73
Narverud nær Drammen .....	24	54.70	0.34	0.020	1.46
	25	52.39	0.35	0.018	2.42

	Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cu
Ved Arendal { Lærestvedt ..	21	20.10	3.42	11.45	3.85	
Tingvedt ..	22	12.08	2.41	2.95	9.60	
Olstad pr. Grimstad .....	23	15.16	1.18	4.93	3.74	
Narverud nær Drammen ..	24	11.04	3.17	6.33	1.21	0.042
	25	10.83	2.17	7.75	1.39	0.083

### Langøgruberne ved Kragerø.

Langø og Gomø er hovedsagelig bygget av gabbro (olivinhyperit) og amfibolitskifre (med amfibolit), hvilke sidste berg-

arter — som fremhævet av prof. BRØGGER — er av eruptiv natur. I kemisk henseende slutter de sig nær til olivinhyperiten. Langs kanten av Langøen og Gomøen samt paa de tilgrænsende øer og holmer optræder desuden kvartsskifer tilhørende den saakalte Bamle- eller Kragerø-formation.



Fig. 2. Kart over Langø—Gomø.

*Kn* = Knutegruben (paa Gomø). *Sm.d.* = Smediedalsgruberne. *K* = Kaasefjeld. *B* = Bukkefjeld. *P.A.* = Peder Anker grube (skjærp). *TiFe* = forekomster av titanholdig jernmalm i gabbro. To hammere i kryds, forsøkt stenbrud paa gabbro. Inde i kvartsskiferen er fleresteds tynde stripet av amfibolitskifer.

Som det fremgaar av det geologiske kart<sup>1</sup> fig. 2 danner strukturplanet for amfibolitskiferen paa Langøen en halvcirkel. Faldet er angitt ved faldtegn paa det geologiske kart.

Amfibolitskiferen, som paa enkelte steder er sterkt skifrig, paa andre steder middels skifrig, og etter paa andre steder kun med antydning til skifrighet, er opbrutt ved en utallighet av breccieganger, saa der fremkommer fuldstændige „brecciezoner“, av mægtighet jevnlig et par hundre meter, leilighetsvis endog adskillig derover. Inden disse brecciezoner er amfibolitskiferen stadig „skapolithisert“ idet bergarten i det væsentlige kun bestaar av hornblende og skapolith<sup>2</sup>.

Jernmalmen ved de bekjendte Langøgruber er knyttet til disse brecciegange, idet malmen dels tilhører utfyldningsmaterialet paa de gjennemsættende gange<sup>3</sup> og dels sitter inde i den tilgrænsende sidesten eller i bundstykker av sidestenen inde i gangene. Herved faar man henholdsvis „kalkmalm“ og „grønmalm“, hvorom mere nedenfor.

Brecciezonerne følger bestemte strøk av amfibolitskiferen. Gruberne faar derved samme strøk og fald som de omgivende bergarter.

Det viktigste gangmineral paa de yngre gange er kalkspat, hvorav der foreligger to varieteter. Den ene bestaaende av praktisk talt rent kalciumkarbonat og den anden

<sup>1</sup> Dette er tegnet paa grundlag av KJERULF og DAHLLS kart i Nyt Magazin f. Naturv. B. 11, 1861 og komplettert av mig ved undersøkelser navnlig i 1884 og 1891. En række tildels meget mægtige graniitgange samt nogen smale diabasgange er ikke medtatt paa kartet.

<sup>2</sup> Se mit arbeide „Om dannelsen av jernmalmforekomster“ (Geol. Fören. Forh. 1892 og Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 6, 1892, fig. 20, s. 123). Ogsaa i olivinhyperiten iagttages flere steder nydannelse av skapolith (uavhengig av apatitgange).

<sup>3</sup> Der henvises til fig. 17, s. 118 i mit netop citerte arbeide fra aar 1892.

bestaaende av kalciumkarbonat med noget jern- og magnesium-karbonat<sup>1</sup>.

Desuten optræder jevnlig — ofte i nogenlunde rikelig mængde — albit, som tildels er avsat som en krans eller belæg utenpaa de i brecciegangene liggende bruddstykker (se fig. 17 og 19 i mit arbeide fra aar 1902). Hertil kommer gjerne vekslende mængde af kvarts, undertiden ogsaa litt epidot, straalsten, skapolith, klorit, leilighetsvis ogsaa nogen andre mineraler (apatit, dog meget sparsomt, se de efterfølgende analyser. Som mineralogisk sjeldenhed beryl, rutil, titanit og nogen sulfider<sup>2</sup>).

Jernertsmineralet er ved hovedgruberne kun magnetit som ofte optræder i vel utviklede oktaëdre inde i kalkspaten. Ved enkelte av smaagruberne finder man ogsaa nogen jernglans<sup>3</sup>.

Den økonomiske interesse knytter sig navnlig til det jernmalmdrag, som vi i korthet betegner som Fru Anker—Grevinde Wedel-draget.

Desuden nævnes:

Knutegruben paa Gomø (ubetydelig).

Smediedalsgruberne.

Kaaseffelddraget og diverse gruber i nærheten av lastebryggen (nedre taugbanestation) for Fru Anker grube.

Bukkefjeld grube.

Høimyraasens gruber (med kvartsrik malm<sup>4</sup>, ifølge tradition noksaa fattig). I nærheten ogsaa Peder Anker grube eller skjærp. Høimyraasen

<sup>1</sup> KJERULF og DAHLL betegnet gangene som „karbonatgange“.

<sup>2</sup> I en gammel grube fandt man for et par menneskealdre siden ogsaa litt kobbernikkel, samt kobberkis, brogetkobber og vismutglans.

<sup>3</sup> De bekjendte store og tildels flaterike krystaller av jernglans fra Peder Anker grube (eller skjærp), som findes spredt i gamle mineralsamlinger, skrev sig fra en av disse gange (se fig. 18 i mit arbeide fra 1892).

<sup>4</sup> Se mit arbeide „Norges Jernmalmforekomster“, s. 164, analyse nr. 10 (med 31.5 pct. SiO<sub>2</sub>).

blev nedlagt i 1854. De andre her sidst nævnte gruber blev indstillet endnu længer tilbage i tiden, de fleste vistnok før aar 1800<sup>1</sup>.

Inde i gabbroen (eller olivinhyperiten) optræder ogsaa nogen af de vanlige titanjernmalmutsordninger<sup>2</sup>), dog kun ganske smaa. Fra en enkelt af disse blev der utminert litt malm i ca. 1875.

Driften paa Langøgruberne tok sin begyndelse i den første del af det 17de aarhundrede og gruberne leverte malm navnlig til Bærum og Fossum jernverk. Da disse jernverk — samt praktisk talt alle de andre smaa paa trækul baserte jernverk — blev nedlagt i tiden omkring 1870, maatte ogsaa gruberne paa Langøen dele samme skjæbne. Ikke fordi gruberne var uttømte, men fordi de gamle trækulsmasovne ikke længer lønnet sig. Arbeidet ved Fru Anker grube og Grevinde Wedel grube stanset i 1869.

Saa laa gruberne fuldstændig stille indtil for nogen aar siden (Grevinde Wedel, som var litet dyp, blev tømt i ca. 1905—06 og Fru Anker grube i 1908. Produktion i 1906 2580 ton malm. Om den senere produktion se tabellen s. 3).

Der foreligger for Langøgruberne statistik over den samlede produktion fra 1790 til 1869, nemlig i sum utbrutt tønder (bergtønder) malm:

1790—1830 . . . . .	210 482 tdr. malm (= ca. 126 000 ton)
1831—1869 . . . . .	218 025 " " (= " 131 000 " )
1790—1869 . . . . .	428 507 tdr. malm (= ca. 257 000 ton)

For tiden før aar 1790 kan den samlede produktion skjønsmæssig anslaaes til omkring 200 000 ton. Langøgruberne skulde altsaa i sum før 1869 ha levert omkring 450 000 ton malm. Hertil kommer for den senere tid litt over 60 000

<sup>1</sup> Alle de gamle gruber findes avsat paa et kart optat i 1813. Dengang kaldtes en grube for „Ældgamle grube“.

<sup>2</sup> Angit paa kartet, fig. 2, ved TiFe.

ton malm (1906—1915 51030 ton), saa gruberne alt i alt har præstert omrent 1/2 mill. ton. Herav stammer omkring halvparten fra Fru Anker og Grevinde Wedel grube. — I den senere tid er malmen fra Langøen blit smeltet ved Tinfos elektromasovne.

Fra Fru Anker grube bygdes for nogen faa aar siden (ca. 1908) taubane (950 m. lang) til lasteplads ved fjorden. Fra Grevinde Wedel grube sker fordringen gjennem en stoll (drevet i gamle dage, 390 m. lang) med stollmunding like

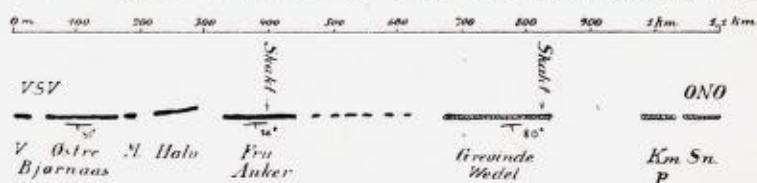


Fig. 3. Kart over Fru Anker—Grevinde Wedel-draget.  
Vestre og Østre Bjørnaas. M. = Myrskjærpet. Halv. = Nils Halvorsen  
grube. Km.p. = Kampenhaug. Sn. = Snippen. Kartet over Grevinde  
Wedel, Kampenhaug og Snippen gjelder for gruberne i stollnivaat.  
Forøvrig er gruberne dagaapninger avsat.

ved fjorden. Trods de to gruber ligger noksaa nær ved hinanden — med avstand 440 m. mellom skakterne til de to gruber — har de saaledes hver sin lasteplas og hver sin skeideplads.

Det malmdrag, som vi i korthet har betegnet som Fru Anker—Grevinde Wedel-draget, illustreres ved hosstaaende kartskisse (fig. 3). Strøket for hver enkelt grube er næsten retlinjet, og gruberne følger efter hinanden næsten nøiagtig, men ikke aldeles nøiagtig i samme strøk. Faldet er overalt steilt mot syd (SSO), ved Fru Anker grube næsten  $90^{\circ}$  og ved Grevinde Wedel grube ca.  $75^{\circ}$ , dog her litt vekslende paa de forskjellige steder. Inden det her omhandlede malmdrag har jeg ikke iagttatt granitgange eller grønstengange.

Grubernes længde samt det tomme mellemrum efter strøket mellem gruberne utgjør:

	Mellemrum	Grubens længde
Vestre Bjørnaasen, i dagen .....		20 m.
Tomt mellemrum .....	22 m.	
Østre Bjørnaasen, avbygget nær dagen .....		120 " }
Fortsættelse ved Myrskjærpet .....		35 "
Tomt mellemrum .....	25 "	
Nils Halvorsen .....		
Tomt Mellemrum (paa skraa).....	45 "	
Fru Anker grube .....		115 "
Mellemrummet mellem østre ende av Fru Anker grube og den vestre ende av Grevinde Wedel grube (paa dypet) er ca. 240 m.	Mellemrum 230 m. Men her en del gamle smaa-gruber med en samlet længde ca. 80 m.	
Paa mellemrummet findes der i dagen en hel del grubeaapninger (Østre og Vestre Rønningen, Fredrikke Kaas m. fl.) tildels med middels gode kompasdrag.....		
Grevinde Wedel grube (i dyp under stollen)		165 m.
Tomt mellemrum, i stollen.....	140 "	
Kampenhaug, i stollen.....		50 "
Tomt mellemrum .....	10 "	
Snippen grube, i stollen .....		60 "

Fra den veste ende av Vestre Bjørnaasen til den østre ende av Snippen har man saaledes en længde av temmelig nøyagtig 1100 m. (maalt paa kartet 1099 m.). Derav utgjør gruberne tilsammenlagt en længde av ca. 707 m. og det tomme mellemrum tilsammenlagt en længde av ca. 392 m.

Grubeaapningene ved Fru Anker og Grevinde Wedel gruber ligger i høide ca. 50 m. (respektive ca. 48 og 51 m. o. h.).

**Grevinde Wedel grube.** Den allerede ovenfor nævnte 390 m. lange i gamle dage inddrevne stoll bærer ved skakten ind i et dyp omkring 40 m. under dagen. Partiet mellem dagen og stollen var avbygget i gamle dage, men tidligere var kun arbeidet ganske litet under stollen.

I de senere aar er drevet følgende etageorter under stollen:

Etage I .....	16 m. under stollen
— II .....	28 " — —
— III .....	40 " — —

Man har saaledes etagehøide paa kun henholdsvis 16, 12 og 12 m.

Grubens længde paa de forskjellige nivaaer er:

I stollen .....	105 m.
" etage I .....	118 "
" — II .....	165 "

Etage III var sommeren 1917 kun paabegyndt.

Gruben har altsaa mot dypet utvidet sin længde ganske betydelig, noget mot øst, men hovedsagelig mot vest (i retning mot Fru Anker grube).

Mægtigheten (eller ved det steile fald den horizontale bredde) maalt for hver 10de meter, idet vi begynder mot vest, utgjør i etage II:

3.7, 4.1, 4.6, 3.9, 3.0, 3.7, 4.4, 3.8, 3.4, 3.6, 2.9, 3.1, 2.8, 3.2, 4.2, 4.0 og hertil i 12 meters længde (nær skakten hvor mægtigheten er størst) midlere bredde 5 m. Gjør i sum 607 eller med rundt tal 600 m<sup>2</sup>.

Regnet efter volum faar man ved den nuværende skeidning gjennemsnitlig:

56 pct. volumprocent (ɔ: antal vogne) malm

44 , — (ɔ: " " ) graaberg

Malmens sp. vekt er temmelig nøiagttig 4. Pr.  $m^3$  faar man altsaa  $4 \times 0.56 = 2.24$  eller med rundt tal 2.2 ton malm, og malmføringen pr. meter vertikal avsænkning blir  $600 \text{ m}^2$  à 2.2 ton pr.  $m^3 = 1320$  ton. Her er kun tatt hensyn til skeidemalm, og ikke til sekunda- eller anrikningsmalm, som hittil er kastet sammen med graaberget.

Under stollen og under hver av etageorterne har man sat igjen malmtak av tykkelse 2 à 3 m. Den effektive avbygningshøide for de to øverste etager har saaledes tilsammen kun utgjort ca. 21 m. Det som tidligere var utminert under stollen, gaar næsten op i op med det, som er utminert under etage II i de senere aar. Ved den efter 1911 og til juli 1917 stedfundne drift blev ialt producert 27 500 ton malm, som ved effektiv avbygningshøide 21 m. plus et ganske ubetydelig tillæg, altsaa ca. 22 m. gir produksjon ca. 1250 ton pr. meter faktisk stedfundens avbygningshøide. I grubens nuværende dyp vil man paa grund av den økede horizontale längde faa litt mere.

De to av hinanden uavhængige beregningsmetoder gir saaledes omrent samme resultat.

Man har en heis i stolletagen og for at spare ind nogen ganske faa meter skakt og tverslag har man sat en ny heis i etage II, altsaa to heiser (med hver sin maskin og hver sit mandskap) nær under hinanden.

Ved den gammeldags avbygningsmetode sætter man urimelig meget malm igjen i gruben. Ved at indføre magasinbrytning, ved at gaa over til en rationel fordring og ved at faa en moderne skeidning, vilde man i væsentlig grad kunne nedsætte driftsutgifterne.

**Fru Anker grube.** Grubens dypeste punkt, ved skakten, er 145 m. (eller 144 m.).

Gruben er opfaret i strøklængde:

I 100 meters dyp . . . .	115 à 120 meters længde
I 125      "      " . . . .	120      "      "

Den drivværdige længde er ca. 105 m. Gruben kan regnes at være gjennemsnitlig avbygget i en vertikal høide av ca. 125 m. Gruben drar sig i felt ca.  $10^{\circ}$  mot vest. Mot øst er gruben ifølge muntlig meddelelse<sup>1</sup> avskaaret ved en skjøl, som sandsynligvis er en forkastning, antagelig med liten spranghøide. I 1909 maalte jeg malmarealet i grubens daværende bund til ca. 425 m<sup>2</sup>, som ved længde 105 m. gir 4 m. midlere mægtighet. I en længde av 30 m. var tykkelsen 5 à 6.5 m. Man faar her litt høiere malmporcent end ved Grevinde Wedel grube. Ved Fru Anker grube kan i henhold til malmarealet regnes 1000 eller noget over 1000 ton malm pr. meter vertikal avsænkning.

Fra 1831 til 1868 producerte Fru Anker grube 120 596 tønder (bergtønder) = 72 000 ton malm. Og i 1790 til 1830 leverte gruben sandsynligvis omkring fjerdeparten av den hele Langøproduksjon, altsaa i denne tid ca. 30 000 ton. I tiden før 1790 var gruben vistnok i drift, men neppe avsænket til nævneværdig dyp. I de senere aar er blit brutt ca. 29 000 ton malm. Gruben har saaledes alt i alt levert omkring 150 000 tons malm, som ved en effektiv gjennemsnitlig avbygningshøide av 125 m. gir 1200 ton malm pr. meter vertikal avbygning. I henhold til arealberegningen fik vi 1000 eller noget over 1000 ton.

---

<sup>1</sup> Under mit ophold paa Langøen 1917 var grubens nedre parti ikke tilgjængelig.

### Om malmens beskaffenhet.

Baade ved Grevinde Wedel og Fru Anker grube kan man holde ut fra hinanden to slags malme, „kalkmalm“ og „grønmalm“. Kalkmalmen skriver sig fra selve gangaarerne, og grønmalmen er sidesten og bruddstykker av sidesten, mere eller mindre impregnert med magnetit. Man finder ikke sjeldent grønmalm som brecciebruddstykker inde i kalkmalmen.

Paa enkelte steder i gruberne, og da navnlig i Grevinde Wedel grube, optræder kun kalkmalm. Andetsteds optræder kun grønmalm, og atter andetsteds har man blanding af begge slags malme. Til sine tider faar man saaledes ved skeidningen ren eller næsten ren kalkmalm (se analyserne nr. 26—33), til andre tider kun grønmalm (se analyserne nr. 49—69) og atter igjen begge sorter i blanding (analyserne nr. 34—39 og 40—47).

Ved Grevinde Wedel grube er kalkmalmen forherskende, og skjønsmæssig optræder her dobbelt eller henimot dobbelt saa meget kalkmalm som grønmalm. I Fru Anker grube findes derimot adskillig mere grønmalm end kalkmalm.

Ved Tinfos jernverk fik jeg adgang til at avskrive en mængde analyser (nr. 26—69), hovedsagelig gjennemsnitsanalyser av de forskjellige pramlaster (paa 120—190 ton) fra de to gruber.

Analyserne fra Grevinde Wedel har jeg efter den stigende magnesiaprocent delt i tre grupper:

Nr. 26—33 repræsenterende ren eller næsten ren kalkmalm.

Nr. 34—39 repræsenterende overveiende kalkmalm med noget grønmalm.

Nr. 40—47 repræsenterende grønmalm med noget kalkmalm.

Analyserne fra Fru Anker grube, nr. 49—69, gjælder grønmalm, dog leilighetsvis med nogen aarer av kalkmalm.

*Kalkmalmen* fører foruten magnetit altid overveiende kalkspat. Gjennemsnitsanalyserne, med helt ned til 0.25—0.4 pct. MgO, godtgjør, at magnesiaprocenten i kalkspaten (eller de to karbonatspater) er meget liten. I mikroskopiske præparerter selv av malm, der for blotte øie kun synes at bestaa av magnetit og kalkspat, iagttages altid endel silikatmineral. I enkelte prøver opträder saaledes endel albit (kfr. ovenfor s. 58) Videre finder vi noget kvarts, leilighetsvis ogsaa skapolith og i meget sparsom mængde en lys jernfattig hornblende (straalsten). Som mineralogisk sjeldenhed paavistes ogsaa titanit, i ørsmaa krystaller. Hertil kommer ganske litet apatit, i smaa krystaller. Se herom under fosforprocenten.

Støttet dels til de kemiske malmanalyser nr. 26—33 og dels til den mikroskopiske undersøkelse utgjør den kemiske sammensætning av kalkmalm, med gjennemsnitlig 48 pct. jern (middel av nr. 26—33):

Ca. 66	pct. magnetit, $\text{Fe}_3\text{O}_4$	— 47.8 pct. jern	} 48 pct. jern
" 0.25 "	FeO	ca. 0.2 "	
" 6.75 "	SiO <sub>2</sub>		
" 2.25 "	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
" 13 "	CaO		
" 0.5 "	MgO		
" 0.25 "	Na <sub>2</sub> O		
" 11 "	CO <sub>2</sub>		
<hr/> 100 pct. i sum			

Svarende til:

66 pct. magnetit.

Ca. 11 pct. silikatmineral (albit, kvarts, skapolith, hornblende).

Ca. 23 pct. kalkspat.

Malm fra Grevinde Wedel grube.

*Ren eller næsten ren kalkmalm.*

Nr.	Fe	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
26	55.58	0.041		6.55		10.78	0.28
27	55.54	0.070	0.049	5.56		9.38	0.40
28	52.64	0.034		7.52		10.16	0.22
29	48.35	0.031		6.88		13.01	1.04
30	47.56	0.027	0.039	7.14	2.79	14.16	0.92
31	46.36	0.030		8.35	2.50	12.36	0.73
32	45.19	0.039		9.15	3.03	12.98	0.70
33	39.79	0.019		7.88		19.66	

*Overveiende kalkmalm, noget grønmalm.*

34	51.35	0.052	0.00	6.16		10.91	1.60
35	46.73	0.036		9.28		11.06	1.63
36	46.66	0.038		9.44		13.56	1.75
37	46.38	0.039		8.15	2.32	13.02	2.07
38	45.87	0.026		11.68	2.33	9.66	2.17
39	43.77	0.032		10.24	4.19	14.21	1.62

*Overveiende grønmalm, noget kalkmalm.*

40	48.90	0.035		10.22	1.67	8.87	3.29
41	47.12	0.047		12.68	3.41	8.47	3.73
42	46.72	0.025		11.74	2.09	8.21	5.33
43	46.49	0.039		14.40	3.20	7.75	3.75
44	45.50	0.034		14.68	4.04	8.02	3.66
45	45.33	0.042		17.24	1.70	8.53	4.40
46	43.07	0.045		19.38		8.38	4.36
47	41.43	0.031	0.00	16.30		9.12	5.25

*Sekundamalm.*

48	35.76			22.62		10.32	7.08
----	-------	--	--	-------	--	-------	------

Forholdet mellem kalkspat og silikatmineral er forøvrig noksaa variabelt, fra 5 à 10 gange saa meget kalkspat som silikatmineral ned til kun litt mere kalkspat end silikatmineral.

Den rene saakaldte kalkmalm (nr. 26—33) gir „slaggdannende bestanddele“ med gjennemsnitlig 30 eller 31 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Kalkmalm med en mindre tilblanding av grønmalm, som analyserne nr. 34 til 39 — med gjennemsnitlig 9.2 pct.  $\text{SiO}_2$ , 12.1 pct.  $\text{CaO}$ , 1.7 pct.  $\text{MgO}$  og hertil antagelig 2.5 pct.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og 0.25 pct.  $\text{Na}_2\text{O}$  — gir slaggdannende bestanddele med 35—36 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Ved endnu større tilblanding av grønmalm stiger  $\text{SiO}_2$ -procenten ganske væsentlig. Saaledes gir analyserne nr. 40—47 av malm, der bestaar overveiende av grønmalm med kun en mindre tilblanding av kalkmalm, slaggdannende bestanddele med 45—47 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Ifølge mikroskopisk undersøkelse fører *grønmalmen* fra de to gruber foruten magnetit i regelen kun mineralet augit, nemlig en noget jernholdig og lerjordsholdig augit, der dels er ganske uforandret og dels litt omvandlet til hornblende. Undtagelsesvis er augiten i sin helhet erstattet ved en lysegrøn hornblende (primær). Plagioklas, kvarts og kalkspat synes at mangle som normale bestanddele i grønmalmen. Derimot er grønmalmen undertiden gjennemsat av fine aarer førende navnlig kalkspat eller albit, eller begge dele i fællesskap, leilighetsvis ogsaa kvarts.

De 12 fuldstændige analyser nr. 52—63 gir i middel:

47.2	pct.	jern
18.0	"	$\text{SiO}_2$
3.3	"	$\text{Al}_2\text{O}_3$
6.9	"	$\text{CaO}$
5.0	"	$\text{MgO}$

Altsaa slaggdannende bestanddele med 54 à 55 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Malm fra Fru Anker grube.

*Ren eller næsten ren grønmalm.*

Nr.	Fe	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
49	51.69	0.025	0.041	15.82		4.62	5.08
50	49.56	0.034	Spor	16.79		4.66	5.07
51	49.09	0.034	0.00	17.09		4.32	6.00
52	48.47	0.013		16.94	4.04	5.95	4.81
53	48.34	0.034		17.85	2.75	6.25	4.56
54	48.00	0.032		17.29	2.19	7.19	4.37
55	47.78	0.045		18.62	3.29	6.72	4.74
56	47.42	0.034	Spor	18.56	3.27	4.95	6.04
57	47.32	0.021		15.60	3.44	7.11	4.68
58	46.98	0.025		18.66	3.50	8.68	6.29
59	46.81	0.030		19.05	3.81	6.60	4.54
60	46.21	0.020		20.35	2.93	7.11	4.81
61	46.49	0.032		16.48	4.38	7.34	4.13
62	45.36	0.037		19.20	2.51	7.66	5.07
63	45.05	0.028		17.39	3.60	6.90	5.53
64	43.48	0.040	Spor	20.60		7.52	5.54
65	43.40	0.045		21.25		6.76	5.95
66	43.30	0.028	Spor	19.32		7.66	5.68
67	42.77	0.078	Spor	20.48		9.41	6.44
68	42.60	0.018		21.59		7.22	6.12
69	42.29	0.046		21.44		6.45	7.14

I henhold til den mikroskopiske undersøkelse kan sammensætningen av grønmalmen mere detaljert opføres saaledes:

Magnetit 62.1 pct. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ..... 44.95 pct. Fe  
 Silikat-  $\left\{ \begin{array}{l} 1.0 \text{ " } \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots \dots \dots 0.7 \text{ " } \text{ " } \\ 2.0 \text{ " } \text{FeO} \dots \dots \dots 1.55 \text{ " } \text{ " } \end{array} \right\}$  47.2 pct. jern.  
 mineral og en bagatel  $\left\{ \begin{array}{l} 18.0 \text{ " } \text{SiO}_2 \\ 3.3 \text{ " } \text{Al}_2\text{O}_3 \\ 6.9 \text{ " } \text{CaO} \\ 5.0 \text{ " } \text{MgO} \end{array} \right\}$

Hertil en bagatel  $\text{CO}_2$ , kanske ogsaa en bagatel  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Regnes skjønsmæssic 0.9 pct.  $\text{CaO}$  at stamme fra kalkspataarer, faar vi som sammensætning av silikatet:

Omregnet til 100 pct.

18.0	pct. $\text{SiO}_2$	.....	51.2	pct.
3.3	" $\text{Al}_2\text{O}_3$	.....	9.3	"
1.0	" $\text{Fe}_2\text{O}_3$	.....	2.8	"
2.0	" $\text{FeO}$	.....	5.7	"
5.0	" $\text{MgO}$	.....	14.1	"
6.0	" $\text{CaO}$	.....	17.0	"

35.3 pct. 100 pct. (100.1 pct.)

Hertil kommer en bagatel alkali ( $\text{Na}_2\text{O}$ ).

Dette er en vanlig augit-sammensætning. Som ovenfor (s. 65) omtalt, er grønmalmen at opfatte som sidesten eller bruddstykker av sidesten, hvori der er indtrængt mere eller mindre magnetit. Den omgivende bergart hadde oprindelig en gabbro-sammensætning, men ved indvirkning af oplosningerne paa de mægtige breccie-gange er bergarten blit noksaa sterkt torandret. En hel del magnetit er blit tilført, men samtidig er en hel del af den oprindelige bergart blit opløst og bortført.

Gabbroens plagioklas-bestanddel er forsvundet, og sammenligning mellem bergartens oprindelige sammensætning og den foreiggende sammensætning af silikaterne i grønmalmen godt gjør, at navnlig en hel del lerjord er gåaet i opløsning og bortført. Det indskydes at lerjord kan ekstraheres i betydelig mængde ved varme vandige oplosninger. Videre synes natronindholdet i den oprindelige b ergart i sin helhet eller næsten i sin helhet at være blit utløbet. I malmfri eller næsten malmfri breccie iagtta ges stadig en krans af albit rundt om breccie-bruddstykkerne; det er mulig, at lerjord- og natronindholdet i albitten i det væsentlige skyldes utløftning af den oprindelige bergart.

Regnet en-bloc gir malmen fra Grevinde Wedel grube slaggdannende bestanddele med omkring 36 pct. og fra Fru Anker grube med omkring 50 pct.  $\text{SiO}_2$ .

En række ved Tinfos jernverk i de senere aar utførte analyser, hovedsagelig eller udelukkende gjennemsnitsanalyser, av malm fra Langøen viser følgende procent fosfor:

	Fru Anker	Grevinde Wedel
Mellem 0.006 og 0.010 pct. P .....	3 analyser	
" 0.011 " 0.015 — .....	4 —	
" 0.016 " 0.020 — .....	4 —	1 analyse
" 0.021 " 0.025 — .....	5 —	2 —
" 0.026 " 0.030 — .....	5 —	3 —
" 0.031 " 0.035 — .....	6 —	6 —
" 0.036 " 0.040 — .....	4 —	5 —
" 0.041 " 0.050 — .....	4 —	4 —
" 0.051 " 0.060 — .....		1 —
" 0.061 " 0.070 — .....	1 —	1 —
" 0.071 " 0.080 — .....	1 —	

altsaa gjennemsnitlig omkring 0.035 pct. fosfor (i Fru Anker-malm, hovedsaglig grønmalm, gjennemsnitlig omkring 0.030 pct., og i Grevinde Wedel-malm, for en stor del kalkmalm, gjennemsnitlig 0.038 pct.).

Svovl-procenten er gjennemgaaende yderst liten, vistnok i regelen under 0.020 pct.

Mangan-procenten er usedvanlig lav, ifølge ældre analyser neppe saa høi som 0.1 pct.

Om jernprocenten. Undtagelsesvis sees malmstykker, spesielt av kalkmalm, med saa meget som 60—65 pct. jern. Litt oftere finder man malmstykker med 55 pct. jern. Hovedmassen holder 50, 45, 40, 35 og ned til 30 pct. jern. Desuten er der en del stykker med kun 25, 20 pct. jern og endnu mindre.

Skeidemalmens gjennemsnitlige procent blir avhængig av, hvor skarp man er ved skeidningen.

Saaledes som skeidningen utførtes i ældre dage, fik man ved Fru Anker grube malm med gjennemsnitlig ca. 45 pct.

og ved Grevinde Wedel grube med ca. 43 pct. jern. I tiden omkring 1906—08 eksportertes fra Fru Anker grube 2072 ton malm med 45.45—47.64, gjennemsnitlig 47 pct. jern; og fra Grevinde Wedel grube 3200 ton malm med 42.73—46.55, gjennemsnitlig næsten 45 pct. jern. I de senere aar har skeidemalmen neppe holdt fuldt saa meget jern, som man faar indtryk av ved analyserne nr. 26—47 og nr. 49—69.

Den sikreste oplysning faar man derved, at ved Tinfos jernverk har man av paasat malm (kalksten ikke medtat) i de senere aar (1912—15) faat utbragt<sup>1</sup> henholdsvis 43.8, 43.6, 44.9 og 43.3 pct. rujern. Man smeltet i denne tid hovedsagelig Langømalm, dog med nogen tilsat av Klodeberg-malm (å ca. 45 pct. rujern), i enkelte aar med en ganske liten tilsat av Fehns-malm (med litt høiere jern-procent). Det vil si, saaledes som skeidningen har været utført ved Langøgruberne, har disse i de senere aar levert malm med omkring 43 pct. jern.

Ved modernisering av driften maatte man sortere ut for sig en sekundamalm for magnetisk separation. I den nuværende smeltemalm gaar adskillige malmstykker med kun 35, 30 og helt ned til 25 pct. jern, og disse nedsætter i væsentlig grad malmens brukbarhet. En hel del av disse fattige malmstykker er grønmalm, som i urimelig grad øker malmens SiO<sub>2</sub>-procent, altsaa ogsaa øker tilsat av kalksten for ved smeltingen at skaffe tilstrækkelig basisk slagg.

Jeg forutsætter, at man ved rationel skeidning kan faa stykmalm med ca. 47—48 pct. jern, men jeg gaar ved den efterfølgende beregning av masovns-besikningerne for sikkerhets skyld kun ut fra 45 pct. jern.

<sup>1</sup> I de første aar led man ofte av uren gang, hvilket vil si, at slaggen holdt et par eller nogen faa pct. FeO. Herved nedsattes selvfølgelig rujerns-utbyttet litt.

Videre vil man kunne faa en hel del anrikningsmalm, med 30 à 35 pct. jern. Til denne anrikningsmalm bør bl. a. medtages al grønmalm med under 40 pct. jern, saa man kan nedsætte  $\text{SiO}_2$ -procenten i stykmalmen noget.

Dersom man faar et moderne jernverk paa Østlandet, beliggende ved kysten ikke altfor langt fra Arendal—Kragerø, vilde det antagelig være det mest rationelle at placere et anrikningsverk, fælles for baade Arendals- og Kragerø-gruberne, ved jernverket. Derved vilde man indspare i anlægsutgift og — paa grund av den større produktion — i løpende driftsutgift for separationsverket. Paa den anden side vilde man faa en del øket transport (av ca.  $2\frac{1}{2}$  ton raamalm kontra 1 ton koncentrat), men dette spiller dog en noget underordnet rolle, idet raamalmen baade fra Klodeberg (nedre taugbanestation ved havn) og fra Langøgruberne kan lastes direkte i lægtere; og lægtertransport er noksaa billig.

#### Om Langøgruberne's produktionsevne.

Pr. vertikal meter leverer:

Grevinde Wedel grube ca. 1300 ton malm.

Fru Anker grube „ 1000 à 1200 ton malm.

Sum altsaa for begge gruber ca. 2300 à 2500 ton malm.

Ved avbygningen tapes altid litt malm. Forudsættes endvidere litt skarpere skeidning end tidligere, kan med rundt tal regnes effektivt pr. meter vertikal avsænkning omkring 2000 ton stykmalm à 45 pct. jern.

Hertil kommer endel anrikningsmalm, pr. meter vertikal avsænkning kanske omkring 1000 ton, som kan leve omkring 400 ton koncentrat à ca. 65 pct. jern. Gaar vi ut fra disse tal, skulde man altsaa for disse to gruber pr. meter vertikal avsænkning faa effektivt  $2000 + 400 = 2400$  ton

stykmalm + koncentrat med gjennemsnitlig ca. 48 à 48.5 pct. jern (lavt regnet).

Dersom man fra Langøen vil kræve f. eks. 12000 à 15000 ton malm aarlig, vil det efter min mening være det rationelle foreløbig at koncentrere driften til Grevinde Wedel grube og her indføre magasinbrytning og rationel fordring, saa man faar forholdsvis billig brytning. Senere kunde Fru Anker grube sættes i ordentlig drift.

Men foruten disse gruber har man en del andre forekomster som fremtidig reserve.

I det 1.1 km. lange malmdrag (fra Bjørkaasen grube til Snippet, se fig. 3) har man foruten Fru Anker og Grevinde Wedel flere gamle gruber av horisontal længde henholdsvis 155, 62 og 50 + 60 meter. Den gjennemsnitlige bredde for disse kan skjønsmæssig anslaaes til henholdsvis 3, 3 og 2 meter, hvad jeg anser som meget forsiktig regnet.

Malmarealet for det hele malmdrag skulde saaledes bli:

	Længde	Midlere bredde	Malm- areal	
Fru Anker .....	105 m.	4 m.	425 m. <sup>2</sup>	Konstateret
Grevinde Wedel .....	165 "	3.7 m.	600 "	
Bjørkaasen, Myrskjærpet..	150 "	ca. 3 m.	ca. 450 "	Bredden, følgelig ogsaa
Halvorsen.....	60 >	ca. 3 m.	" 180 "	malmarealet, antagelig for
Kampenhaug og Snippet..	105 "	ca. 2 m. (?)	" 210 "	lavt opført.

De tre sidste gir ifølge ovenstaaende i sum 840 m.<sup>2</sup>, hvad sandsynligvis er for lavt regnet. Desuden kan man ifølge de mange gamle grubeaapninger mellem Fru Anker og Grevinde Wedel grube, gjøre regning paa at faa malm ogsaa paa dette mellemparti.

Fru Anker og Grevinde Wedel grube repræsenterer saaledes kun omkring halvparten — muligens endog ikke engang saa meget som halvparten — av malmtilgangene i det hele, 1.1 km. lange malmdrag. Og for det *hele* malmdrag maa man skjønsmæssig pr. meter vertikal avsænkning kunne regne, ifølge en efter min mening lav kalkyl, 5000 ton stykmalm plus koncentrat med gjennemsnitlig midst 48 pct. jern.

Begrænsrer man sig paa Langøen til aarlig 12000 à 15000 ton malm, og optar man senere i tiden grube efter grube, maa driften her kunne holdes gaaende i betydelig mere end en menneskealder.

Paa grund av beliggenhet paa en ø har man endnu ikke faat kraftoverføring.

Ifølge tidligere statistik (se „Norges Jernmalmforekomster“, s. 153) fik man i den første del av 1860-aarene ved Arendalsgruberne og paa Langøen gjennemsnitlig følgende kvantum malm pr. arbeider pr. aar:

Ved Arendal	Næskilen .....	ca. 145	ton malm.
	Klodeberg .....	135	" —
	Langsev .....	90 à 120	" —
	Torbjørnsbo .....	ca. 90	" —
	Braastad .....	80	" —
	Langøgruberne .....	125	" —

Altsaa ved Fru Anker-Grevinde Wedel ikke fuldt saa meget som ved Klodeberg. Man maa saaledes paa Langøen forutsætte litt høiere grubedrift pr. ton end ved Klodeberg, men saa slipper man — specielt ved Grevinde Wedel grube — med litt billigere transport, for at faa malmen i lægter.

### Fehnfeltet i Hollen, nær Ulefos, like ved Norsjø.

Jernmalmen optræder inde i et felt av en middels ren kalksten, hvilket felt har en længde af noget over 3 km. og en bredde af et par kilometer. Straks øst for Fehnsgruberne iagttages at kalkstenen er avgrænset fra den omgivende pressede granit ved en meget stor forkastning (se fig. 4). Kalkstenen, som sandsynligvis er af silurisk alder, danner et indsunket parti i grundfjeldets pressede granit. Kalkstenen gjennemssættes af flere, oftest 1,  $1\frac{1}{2}$  eller 2 m. mægtige og meget lange bergartgange (glimmerminette, diabas), tilhørende Kristiania-feltets eruptivrække.

Det vigtigste grubefelt er Fehnsgruberne (umiddelbart ved Norsjø), hvor der — naar ogsaa den noget isolert beliggende Stigrube medregnes — optræder en række spredte gruber inden en længde af ca. 750 m. og bredde ca. 350 m. De allerfleste gruber her ligger i „Grubeaasen“, hvis høieste punkt er ca. 140 m. over Norsjø, og nærmeste omgivelser, inden et areal af længde ca. 400 m. og bredde ca. 350 m.

1 km. (0.9—1.15 km.) SSV for bugten ved Fehnsgruberne optræder et andet felt, Rødhaug, med endel gamle gruber, de fleste inden et areal af længde noget over 150 m. og bredde noget over 100 meter.

Ca.  $\frac{1}{3}$  km. VSV for Rødhaug har man nogen forekomster i det saakaldte Vibeto-felt.

Ca.  $\frac{1}{3}$  km. øst for Rødhaug findes der ogsaa nogen gamle skjærp.

Malmen er hovedsagelig *rødjernsten*, som dog ofte er tilblandet noget magnetit.

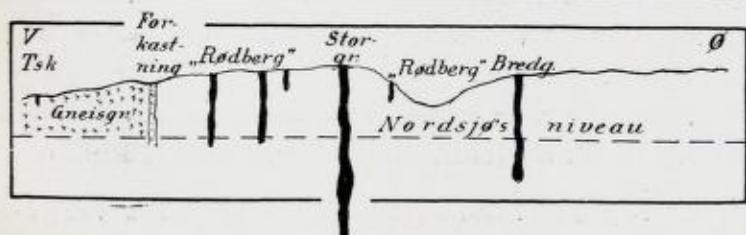
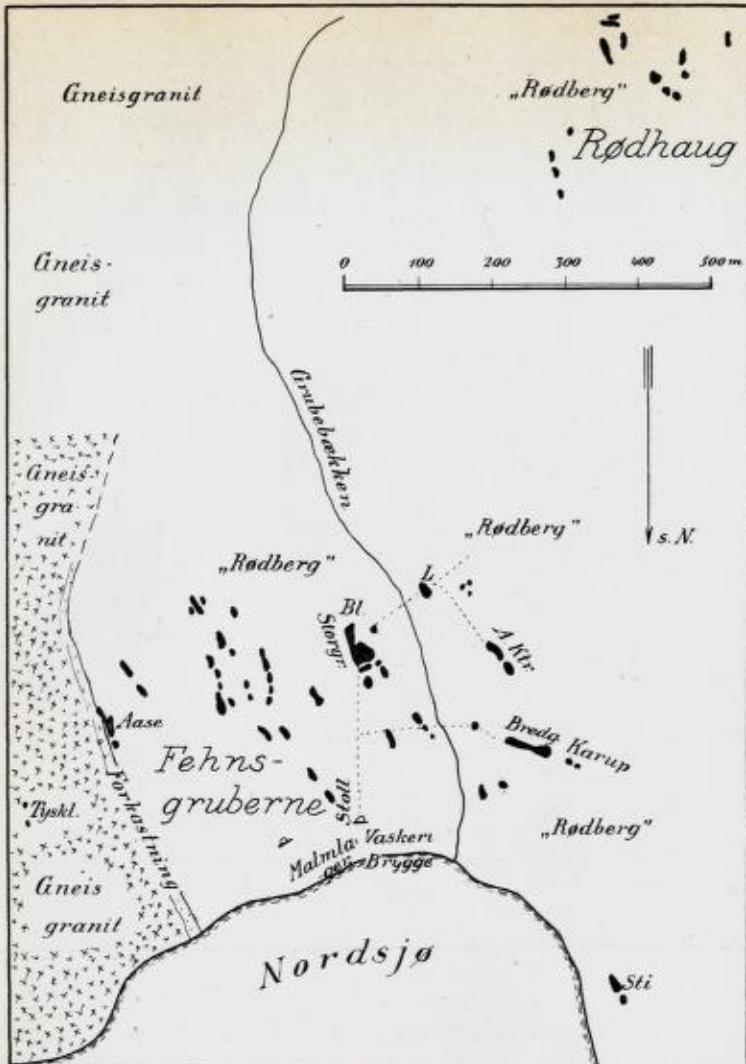


Fig. 4. Kart over Fehnsfeltet med noget skematisert profil over partiet Bredgangen—Storgangen—Tysklandsgruberne.

Bredg. = Bredgangen. A. Ktr. = Anna Katrine. L. = Lichtloch. Bl. = Bolla. Tyskl. = Tysklandsgruberne (eller skjærpene). Paa kartet er grundstollen og noget af dens forgrenninger angitt ved punktering. Paa grund af tildækning er grænsen mot gneisgraniten kun indtegnet i feltets nordre del.

Inden grube-omraadene — saaledes baade inden Fehnsgrube-feltet og Rødhaug-feltet — mangler den vanlige kalksten næsten fuldstændig, idet den er erstattet med det saakaldte „rødberg“ (analyse nr. 75), som i korthet kan betegnes som kalksten tiladdert noget rødjernsten, oftest i kvantitet fra ca. 20 pct. og op til 35 à 40 pct.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Selve malmen som bestaaer av ca. 70 pct. jernoxyd og ca. 30 pct. uren kalksten, optræder som plateformige partier inde i „rødberget“. Mellem kalkstenen og rødberget paa den ene side og mellem rødberget og den egentlige malm paa den anden side gives der gradvise overgange. Dette maa fortolkes paa den vis, at kalkstenen er blit tilført jernoxyd. Malmfeltet har karakter som de hydrometasomatiske forekomster, og malmen maa være avsat af vandige opløsninger, som har gjennemviset kalkstenen over meget store arealer.

Malmforekomsterne følger langs visse kalkspatgange, som foruten kalkspat ogsaa undertiden fører litt svovlkis og — dog kun som mineralogisk sjeldenhed — litt tungspat og flusspat samt spor av zinkblende og kobberkis. Desuden optræder inden Fehnsfeltet en eller et par gange førende hovedsagelig flusspat<sup>1</sup>.

Erfaring har lært at man har utsigt til at finde malm, naar man ved ortsdrift følger efter de ovennævnte kalkspatgange, og utsigten til at træffe malm er størst, hvor to kalkspatgange skjærer hinanden. Dette minder om den bekjendte „gangkrydsregel“ ved de egentlige ertsgange (typus Freiberg, Clausthal o.s.v.).

Malmens optræden langs kalkspatgangene maa forklares derved, at de gangspalter, som nu er fyldte hovedsagelig med

<sup>1</sup> Ved en befaring i 1904 noterte jeg. at man paa en flusspatgang her hadde uttatt et halvt hundre ton noget uren flusspat.

kalkspat, repræsenterer de aapninger eller spalter, langs hvilke de jernholdige oplysninger hovedsagelig trængte frem.

I det tilgrænsende grundfjeld, nær grænsen af det ind-sunkne kalkstensfelt, optræder ogsaa nogen jernmalmgange. Der findes saaledes nogen gamle smaaskjærp, benævnt Tysklandsgruben, et par hundre meter øst for den forkastning, som avgrænser kalkstensfeltet ved Fehnsgruberne. Langs selve den store forkastning har man ogsaa nogen urgamle skjærp eller smaagruber; saaledes ligger Aasegruben tildels i selve forkastnings-breccien, som her er meget mægtig.

De ovenfor nævnte yngre bergartgange, som optræder inde i det nedsunkne kalksten- eller rødberg-felt, gjennem-sættes af kalkspatgangene.

Leilighetsvis iagttaes, at kalkspatgangene fordrummer sig eller splitter sig op til smaa-aarer, hvor de sætter gjen-nem grønstengangene.

Kalkspatgangene er altsaa yngre end grønstengangene<sup>1</sup>. Disse er endvidere inden rødbergfeltet aldeles dekomponerte, saa man ofte endog kan hakke dem ut med spade. Denne overmaade vidtgaaende dekomposition maa skyldes de vandige opløsninger, som gjennemsivet det hele rødberg-felt, og som avsatte jernoxyd i kalkstenen.

Malmens dannelsel maa følgelig være yngre end frem-bruddet av de her nævnte gange av Kristiania-feltets eruptionsrække.

#### Om Fehnsgruberne.

Malmgangene, som staar temmelig steilt, har noget veks-lende strøk, næsten altid melllem N 30° V og N 15° O og i regelen mellem NNV og N.

<sup>1</sup> Disse kaldes ved Fehnsgruberne men et fra Kongsberg laant navn for „Lattengange“, hvilken betegnelse dog er litet instruktiv.

De største gange er:

- a. Bolla, Nebengangen og Røde Sidegang, som tilsammen danner Storgangen eller Storgangdraget.
- b. Hovgangen, i nærheten av Storgangen.
- c. Bredgangen og Karup, i feltets NV-stre del.
- d. Strandbæk, mellem Bredgangen og Storgangen.
- e. Charlotte-Hedvig, i den SØ-stre del.
- f. Vasker- og Adlergangen, i den sydlige del.
- g. Ørn, parallelt med og vest for Storgangen.

Alle de her nævnte, i Grubeaasen og dennes nærmeste omgivelser optrædende malmgange, er løst ved en grundstoll, som blev inddrevet i midten af 1870-aarene (paabegyndt i 1874 og fuldført i slutten af 1876).

Under grundstollen, som utmunder like ved Norsjø, ca. 12 m. over vanlig vandstand, har man følgende etager:

Etage I.....	17 m. under stollen
" II.....	35 "
" III.....	68 "
" IV.....	108 "
" V.....	158 "

Den meste opfaring har fundet sted i stolletagen og i etage III (68 m. under stollen). Opfaringen i etage IV (108 m. under stollen) er endnu litet fremskredet, og opfaringen i etage V er kun saavidt paabegyndt.

Man installerer nu (august 1907) en ny, moderne vertikalskakt (nær Storgruben).

De største gange, saaledes Storgangen, er noget over 100 m. lange, men de fleste gange er adskillig kortere, som 75 m., 50 m. og derunder.

Malmens mægtighed har lokalt, i Storgangen, svulmet op til omkring 30 m., men vanligvis er mægtigheten meget mindre, sjeldent over 8 m. Mægtighed paa 5 m. regnes for at være tilfredsstillende, og mægtighed paa 4 m. og 3 m. er ganske vanlig. Mægtighed under 2 m. regnes for liten.

I Storgangen som leverer omtrent halvparten av den hele produksjon, avbygges etagen mellom 35 og 68 m. ved gjenfyldning, og etagen mellom 68 og 108 m. ved magasinbrytning. Ellers i feltet benyttes ogsaa bergfæste-systemet.

Umiddebart ved stollmundingen ligger skeidehus og vaskeri, med setzmaskiner, for fire størrelser paa henholdsvis 33—44 mm., 24—16 mm., 16—5 mm. og under 5 mm. Av den hele malmproduksjon falder ca. 45 pct. som stykmalm og ca. 55 pct. som vaskemalm, og av denne igjen faar man mest av den store kornstørrelse (33—24 mm.).

Forekomstens karakter kræver drift av lange orter paa de forskjellige etager. Det uholdige gods benyttes til gjenfyldning inde i gruberne.

Det malmholdige gods fra strosserne leverer gjennemsnitlig:

Ca. 77 pct. færdig malm, à ca. 50 pct. jern (tørret, eller 49 pct. vaat).

Ca. 23 pct. avfall, à ca. 25 pct. jern (tørret).

Det malmholdige gods holder saaledes gjennemsnitlig ca. 44 pct. jern (tørret ved 100°), svarende til ca. 43 pct. jern i vanlig tilstand (med bergfugtighet).

#### Grubefeltets historie og den hittil stedfundne produksjon.

Gruberne leverte i ældre dager malm til Ulefos jernverk (tidligere ogsaa benævnt Hollen jernverk), som kun ligger ca. 6 km. fra Fehnsgruberne, tildels ogsaa til nogen av de andre østlandske jernverk (Fossum, Eidsfos, Bærum og Moss). Malmen fra Fehn anvendtes vistnok i ældre dager udelukkende eller næsten udelukkende til fremstilling av støperi-jern. Med de gamle jernverk var altid kombinert litt

støperi av rujern. Et større støperi anlagdes ved Ulefos jernverk i 1842.

Da de gamle med trækul drevne masovne indstilledes i 1860- og begyndelsen af 1870-aarene<sup>1</sup> blev gruberne drevet for eksport, i aarene 1872—81. I denne tid blev inddrevet den ovenfor nævnte grundstoll.

Arbeidet laa saa fuldstændig nede fra 1881 til 1899—1900 da driften paany optoges for eksport av jernmalm. I de senere aar har ogsaa noget malm været anvendt ved den elektriske masovn ved Ulefos, tildels ogsaa ved de elektriske masovne ved Tinfos. I 1916 og 1917 har eksporten været stanset, men grubedriften har været fortsat, om end med avtagende arbeidsstyrke.

Den nyvundne malm gaar nu til indenlandsk smelting, ved Ulefos og Tinfos. Hvad der ikke benyttes paa denne maate, lægges foreløbig paa lager.

Produktionen efter 1836:

1836—71, til smelting ved Ulefos ....	69 500	ton
1872—81, næsten i sin helhet til eksport.	103 700 <sup>2</sup>	—
1900—09, til eksport .....	355 000	—
1910—16, det meste til eksport.....	156 059	—

Sum, 1917 medtaget ca. 697 000 ton.

Hertil kommer:

- a. Produktionen mellem aarene 1836 og ca. 1865 til flere av de andre østlandske jernverk; av mig tidligere anslaaet til omkring 50000 ton jernmalm (i løpet av ca. 30 aar),
- b. Produktionen fra grubernes optagelse og indtil 1836.

<sup>1</sup> Masovnen ved Ulefos stansedes, efter nogen aars hensygnende drift, i midten av 1870-aarene.

<sup>2</sup> I 1872—77 utskibedes 63 000 ton; saa faldt salgsprisen, saa den i 1878—81 utbrudte malm, ca. 30 000 ton, blev lagt paa lager og først utskibet i 1900 og nærmest følgende aar. I 1872—77 blev ogsaa noget malm smeltet ved Ulefos masovn.

Ulefos (Hollen) jernverk kom i drift i 1652, og fik privilegier av 8de august 1657. Verket synes saa at ha været nedlagt i nogen faa aar, men blev paany optat og fik (nye) privilegier av 20de februar 1672.

I disse privilegier nævnes blandt andet, at „bønderne omkring Hollen skulde for billig betaling føre til gruberne sætteved“. Her kan ikke sigtes til andre gruber end de i Fehnsfeltet. Da saa hertil kommer, at Ulefos jernverk blev anlagt ved en fos kun 6 km. fra Fehnsgruberne, maa man gaa ut fra, at disse blev drevne helt fra jernverkets optagelse. Ulefos jernverk, som var et av de forholdsvis større av vore forøvrig gjennem-gaaende smaa jernverk, blev drevet kontinuerlig fra 1672 og til 1836 (da vor grubestatistik begynder) og endnu længere. Hvor meget malm, der blev utbrutt ved Fehnsgruberne før 1836, vet man ikke; skjønsmæssig maa der handles om mindst 100 000 tons malm, antagelig endel derover.

Der maa saaledes i Fehnsfeltet være producert i sum (til utgangen av 1917) mindst 850 000 ton, kanske 900 000 ton, men neppe saa meget som 1 mill. ton malm. Herav stammer kun en ganske liten brøkdel fra Rødhaug- og Vibeto-felterne, hvor der kun var litt smaadrift i gamle dage. Praktisk talt det hele kvantum skriver sig fra Fehnsgruberne som alene i 1872—81 og 1900—17 leverte ca. 625 000 ton malm (og hertil ca. 70 000 ton alene til Ulefos jernverk i 1836—71).

#### Gruberne s produktionsevne.

I de 8 aar 1901—08 blev gruberne drevet med saavidt stort belæg, at den gjennemsnitlige aarlige produktion beløp sig til henimot 40 000 ton. Senere har arbeidsstyrken været mindre, saa produktionen i de 8 aar 1909—16 utgjorde gjennemsnitlig ca. 22 000 ton.

Storgangen er avbygget over stollnivaaet, i en vertikal høide paa ca. 90 m., idet der over stollen kun gjenstaar en hel del bergfæster. Mellem stollen og nivaa 35 m. under stollen staar litt malm igjen til avbygning; mellem nivaa

*Grubestatistik for Fehnsgruberne.*

	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916
Uttfordret malmholdig berg, ton.....				29632	30300	27200	24222	35267	27759	
Eller Skeidet malm.....						9300	8000	11600		
Opredet malm.....						12458	11000	15805		
Ton Sum.....	35000	33000	18000	21500	21645	21800	21758	19000	27405	22951
pct. malm av uttfordret berg.....						73 pct.	72 pct.	80 pct.	78 pct.	83 pct.

Antal dagsverk .....	68769	59171	35843	33377	34586	34564	34867	33642	38591	
Antal arbeidere (ved 295 dagsverk).....	233	201	121	113	118	117	118	113	131	
Tons malm pr. arbeider pr. aar .....	150	164	150	190	184	186	184	168 <sup>1</sup>	219	

<sup>1</sup> Indtil sluttet av 1914 kun haandboring; senere maskinboring.

35 og 68 m. staar endel malm igjen; partiet mellem 68 m. og 108 m. er omtrent halvveis avbygget; under nivaa 108 m. har man derimot praktisk talt endnu (august 1917) ikke hat nogen avbygning. Storgangen er saaledes avbygget til et gjennemsnitlig vertikalt dyp, regnet fra det utgaaende, av ca. 150 m., idet det malmkvantum, som er uttatt paa endnu større dyp, gaar omtrent op-i-op med det kvantum, som staar igjen til utminering noget høiere oppe i gruben.

Ved flere av de andre gruber, saaledes ved Hov, Adler & Vasker og Charlotte-Hedvig, arbeider man fremdeles til dels paa malmpartier over stollnivaaet, selv om den væsentligste del av brytningen foregaar under stollen. Det utgaaende av flere av disse gruber ligger ikke nær Grubeaasens top, men noget lavere ned mot siderne, saa den gjennemsnitlige høide av det utgaaende over stollen ikke blir saa meget som 90 m. (som ved Storgangen), men vekslede mellem ca. 80 m. og ca. 50 m., undtagelsesvis endog under 50 m. For nogen av de viktigste gruber kan det vertikale dyp under dagen, til hvilket gruberne hittil gjennemsnitlig er avbygget, sættes til:

Storgangen . . . . .	ca. 150 m.
Hov . . . . .	" 120 "
Adler & Vasker . . . . .	" 100 "
Karup & Bredgangen . . . . .	" 80 "

Lignende tal som for de tre sidste gruber faar man ogsaa for flere av de andre gruber, for hvilke jeg ikke leverer mere indgaaende detaljer.

Da Storgangen er den største, maa denne tillægges den meste vekt. Det vil si, for alle de her omhandlede gruber kan den hittil stedfundne midlere effektive avbygningshøide

ansaaes til 130 à 140 m. Og sætter man den hittil sted-fundne malmproduktion ved de her omhandlede gruber, som fortsætter i det hele og store med uforandret malmføring til det største dyp, som gruberne hittil har naaet, til med rundt tal 700000 ton malm, saa vil det si, at disse gruber gjennemsnitlig i sum har levert 5000 eller kanske litt over 5000 ton malm pr. m. vertikal avsænkning.

Av de andre gruber, som nær dagen var forholdsvis gode, har enkelte tapt sig eller kilet sig ut i stollnivaet.

I mit arbeide „Norges Jernmalmforekomster“ (1910, s. 172) gjorde jeg den kalkul, at de gruber, som i aarene fra 1899 (eller 1900) til utgangen av 1908 i sum hadde levert 338000 ton malm, herved gjennemsnitlig var blit avsanket ca. 70 m. Dette svarer til en gjennemsnitlig produktions-evne paa 4500 à 5000 ton malm pr. m. vertikal avsænkning.

Som allerede ovenfor nævnt har enkelte malmgange kilet sig ut paa partiet fra dagen og ned til stollnivaet.

Men de viktigste gruber, som fortsætter under stollen viser paa det største dyp, paa hvilket de er opfarede, i det hele og store samme karakter som høiere oppe. Enkelte av de sidstnævnte malmgange holder sig omtrent konstante, andre har avtaget noget, etter andre tiltat noget. Disse minus og plus gaar omtrent op-i-op

Resultatet av ovenstaaende er i korhet, at man for hver meter fortsat avbygning ved Fehnsgruberne (her Rødhaug, Vibeto o.s.v. ikke medregnet) kan paaregne omkring 5000 ton malm effektivt pr. meter vertikal avsænkning.

Storgangen er fuldstændig opfaret i etage IV (108 m. under stollen).

Hov er delvis opfaret i etage IV;

Karup og Bredgangen, Adler og Vasker, Søndre Bolla, Strandbæk og flere av de andre gruber er hittil opfaret i etage III (68 m. under stollen), men endnu ikke i etage IV.

Man ser saaledes, at gruberne i det hele og store ikke har naaet noget større dyp under stollnivaet.

Angaaende *driftsutgifterne* skal jeg indskrænke mig til den bemerkning, at man gjennemsnitlig pr. arbeider<sup>1</sup> pr. aar har faat følgende kvantum malm:

1904—07 . . . . .	173	ton malm
1910—16 <sup>2</sup> . . . . .	188	" "
derav i 1916 <sup>2</sup> . . . . .	219	" "

Gruberne har nylig (1915) faat en større kraftcentral (med kraftoverføring fra fos ved Ulefos), og en ny moderne centralskakt er næsten færdig. Ved det forbedrede maskinelle utstyr økes arbeider-effekten. For den nærmeste fremtid kan antagelig regnes med omkring 240 tons malm pr. arbeider pr. aar.

Selve utstrossningen av malmen falder forholdsvis billig, men driftsutgifterne økes ved de lange orter fra central-schakten til de forskjellige forekomster.

*Transportforholde.* Malmen leveres fra skeidehus og vaskeri direkte i lægter paa Norsjø (med kanalforbindelse til Skien).

— Der er ovenfor kun tat hensyn til selve Fehnsgruberne. Hertil kommer Rødhauge-feltet o. s. v., der kan betrages som et supplement.

<sup>1</sup> Heri ogsaa medtatt nogen unggutter ved vaskeriet.

<sup>2</sup> Beregnet efter 295 dagsverk pr. aar.

### Malmens sammensætning.

Der henvises til de hosstaaende analyser av:

- a) malm (samten enkelt analyse av rødberg og nogen analyser av afaldsproduktet fra skeidningen eller vaskeriet),
- b) slagg og c) rujern.

*Jernprocenten* ligger, som gjennemsnit for hele skibs-laster i regelen mellem 48.5 og 51 pct. jern, med middel næsten nøiagtig 50 pct. Stykmalmen, som utgjør ca. 45 pct. av produksjonen, holder en bagatel mere og opberednings-malmen, som utgjør ca. 55 pct. av produksjonen, en bagatel mindre end det for den hele produksjon gjeldende gjennemsnit, 50 pct. jern. Kun undtagelsesvis synker gjennemsnits-procenten saa lavt som 46.5 à 47 pct.; paa den anden side kan man leilighetsvis være oppe i 52 à 53 pct.

Ovenstaaende tal gjelder malm tørret ved 100 pct. Vegtstapet ved tørring utgjør ca.  $1\frac{1}{2}$  pct. fugtighet. — Med-regnet fugtigheten holder malmen gjennemsnitlig 49 pct. jern.

Om *manganprocenten* faar man den bedste oplysning derved, at det ved elektrisk smelting kun av Fehnsmalm producerte rujern, naar man arbeider med varm ovnsgang og med slagg holdende ca. 25—29 pct.  $\text{SiO}_2$ , oftest fører 1—1.25 pct. mangan. Samtidig gaar litt mangan i slaggen, saa det virkelige forhold mellem mangan og jern blir 1.5 à 2 dele mangan til 100 dele jern, svarende til 0.75—1 pct. mangan eller ca. 1—1.3 pct.  $\text{MnO}$  i malm med 50 pct. jern. Leilighetsvis kan dog procenten i malmen være endnu litt høiere, og man kan ved varm ovnsgang og overmaade basisk slagg (med kun 25 pct.  $\text{SiO}_2$ ) undertiden faa rujern med saa meget som 1.4 eller kanske 1.5 pct. mangan.

Det indskydes, at ved litt surere slagg, med f. eks. 35 pct.  $\text{SiO}_2$ , blir mere manganoksydul tilbake i slaggen, og man

	Nr.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	SiO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeS <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Sum	Fe	P	S	
Rik . . . . .	70	73.62	3.92	0.78	3.73	2.12	6.74	1.33	0.24					54.51	0.55	0.13	
Middelsrik . . . . .	71	75.70			3.15	1.74	6.77	1.90	0.84	0.83	9.06*		100.00	52.99	0.37	0.46	
Erga . . . . .	72	71.01	2.67	1.49	5.10	2.20	6.44	1.41	0.83	0.53	5.02	2.78		51.96	0.36	0.28	
Fattig . . . . .	73	67.57		2.71	4.04	1.65	11.81	1.67	1.20		11.10		101.75	47.3	0.53		
	74	67.00		2.30	4.50	3.00	12.02	1.89	0.82		11.48		103.11	46.9	0.36		
Rodberg . . . . .	75	31.9		4.15	2.65	28.65	5.4	1.25			26.0*		100.00	22.3	0.55		
Avfaldsgods fra opredningerne																	
	76	44.3		6.9	2.4	20.3	3.8							31.0	0.6	0.3	
	77	41.49		6.7	3.5	20.9	3.9							29.04	0.5	0.27	
	78	40.07		6.98	17.94	2.32								28.05	0.69	0.41	
	79	34.24		7.04	25.87									23.97	0.53		
	80	33.33		6.76										23.33			
	81	32.69		6.80	26.92									22.88	0.47		

\* Rest, til 100 pct.

*Beskikning:*

No.	82	83	84	85	86
Fehn .....		200 kg.	200 kg.	200 kg.	160 kg.
Sand .....		2 „	2 „	2.5 „	
Fru Anker-malm .....					40 „
Koks .....		40 „	40 „	36 „	40 „

*Slagg:*

SiO <sub>2</sub> .....	25.02	24.40	29.65	32.96	31.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13.20	16.80	14.80	17.30	14.12
CaO.....	46.73	48.35	47.10	42.95	44.85
MgO .....	3.84	5.32	5.62	4.74	7.91
FeO .....	1.23	1.93	0.94	0.95	1.31
MnO .....			0.81	0.43	0.64
S .....		2.12	1.24	1.48	1.37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....		0.07			

*Samtidig faldende rujern:*

Total C .....		4.08	3.91	3.62	3.93
Grafit.....		3.35	3.62	2.59	3.18
Si .....		0.85	0.85	1.26	1.22
Mn .....		1.40	0.90	0.62	1.40
P .....		1.16	0.91	0.94	0.98
S .....		0.01	0.08	0.05	0.034

*Andre analyser av rujern (mars 1914):*

Nr.	87	88	89	90	
Total C .....	3.55	4.16	3.73	3.68	
Grafit.....	3.30	3.35	3.12	3.05	
Si .....	1.88	1.90	1.69	1.70	
Mn .....	1.26	1.14	1.05	1.05	
P .....	1.04	1.05	1.03	1.03	
S .....	0.06	0.018	0.027	0.038	

kan da paaregne rujern med gjennemsnitlig ikke over 1 pct. mangan.

*Fosforprocenten* er saavidt høi, at det resulterende rujern gjennemsnitlig holder temmelig nøiagttig 1 pct. fosfor. Otte analyser av rujern (nr. 83—86 og nr. 87—90) veksler mellem 0.91 og 1.16 pct. fosfor, med middel 1.02 pct. — Dette svarer til gjennemsnitlig ca. 0.55 pct. fosfor (P) = ca. 1.25 pct. fosforsyre ( $P_2O_5$ ) i malm à 50 pct. jern.

*Svovlprocenten* skyldes hovedsagelig eller praktisk talt i sin helhet tilblandet svovlkis, som dels sitter fint indsprængt og dels optræder i litt større stykker, rent undtagelsesvis av størrelse som kubiktomme eller endog knytnæve. Saadanne større stykker, som forøvrig er meget sjeldne, kastes bort ved skeidningen.

Svovlprocenten i den skeidede eller vaskede malm er noget vekslende. I regelen handles der i forhold til 100 dele jern om 0.25 à 0.5 dele svovl.

*De slaggdannende bestanddele.* — Den vanlige malm, med 50 pct. jern i tørret (= 49 pct. jern i utørret) tilstand holder ifølge diverse specialanalyser oftest 5 à 5.5 pct.  $SiO_2$  og samtidig 15 à 17 pct. baser, hovedsagelig CaO, desuten noget  $Al_2O_3$  og MgO. Medregnet litt av MnO-procenten svarer dette til en slagg med gjennemsnitlig omkring 25 pct.  $SiO_2$ .

Den bedste oplysning faar man herom ved slagganalyserne (nr. 82—86). — Ved masovnsprocessen utreduseres noget silicium (Si) til rujernet; paa den anden side tilføres slaggen noget kiselsyre fra koksasken. Det ene minus og det andet plus gaar tilnærmelsesvis op-i-op.

For ikke at faa altfor basisk slagg ved den elektriske masovn tilsættes litt sand, — ved beskikning nr. 83 og 84

1 pct. og ved nr. 86 1.25 pct. noget uren sand i forhold til malmen. Regnes 100 veggdeler malm at gi 25 veggdeler slagg, saa tilstættes til slaggen ved de netop nævnte beskikninger henholdsvis ca. 4, 4 og 5 pct.  $\text{SiO}_2$ , som fratrukket henholdsvis 24.4, 29.65 og 32.96  $\text{SiO}_2$  gir henholdsvis 20.4, 25.6 og 28 pct.  $\text{SiO}_2$ . Dette, altsaa gjennemsnitlig ca. 25 pct.  $\text{SiO}_2$ , skulde altsaa ifølge slagganalyserne være den normale sammensætning av den slagg, som Fehnsmalmen gir uten nogensomhelst tilsats.

Ved 80 pct. Fehnsmalm og 20 pct. Fru Anker „grønmalm“ (holdende ca. 45 pct. jern og „slaggdannende bestanddeler“ med ca. 55 pct.  $\text{SiO}_2$ ) har man faat slagg med 31—32 pct.  $\text{SiO}_2$  (se nr. 86). Ogsaa hertil svarer „slaggdannende bestanddele“ fra Fehnsmalmen med omkring 25 pct.  $\text{SiO}_2$ .

*Avfallsproduktet* fra opredningen holder ifølge diverse analyser (nr. 76—81) ca. 23—31 pct. jern, ikke fuldt 7 pct.  $\text{SiO}_2$  og gjennemsnitlig omkring 28 pct. baser, svarende til slagg med omkring 20 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Det saakaldte „rødberg“ kan fleresteds i Fehnsfeltet utmineres ved dagbundsdrift, og kan saaledes leveres meget billig (i pram paa Norsjø). Rødberget holder i regelen 20 à 25 pct. jern (= 28 à 35 pct.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) og forresten hovedsagelig kulsur kalk (med litt lerjord og litt magnesia), men hertil altid ogsaa nogen procent kiselsyre. Antagelig kan man regne gjennemsnitlig 4 à 5 pct.  $\text{SiO}_2$  og ca. 35 pct.  $\text{CaO}$  med  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{MgO}$ . — Rødberget, som forøvrig paa de forskjellige steder har en noget variabel sammensætning, kan tænkes anvendt som kalkholdig tilsats erstattende kalksten, idet man ved at benytte „rødberget“ vilde faa dets jernindhold for billig pris.

## Nissedalsforekomsterne.

a) Søftestad med *jernrik* og *fosforrik* malm, — b) Dale med *jernrik*, men *fosforfattig* malm.

Om **Søftestad**-forekomsten, som ligger paa *østsiden* av Nisservand, henvises til tidligere beskrivelser av mig, sammenstillet i „Norges Jernmalmforekomster“ (1910), s. 173—178. Man kan her aarlig paaregne omkring 25 000 ton jernmalm, nemlig thomasmalm med gjennemsnitlig ca. 59 pct. jern og 1.75 pct. fosfor, altsaa høi jernprocent og usædvanlig høi fosforprocent. Enkelte partier av leiestedet fører dels noget høiere dels noget lavere fosforprosent; likeledes er jernprocenten noget vekslende. Lokalt kan leveres malm med omkring 65 pct. jern, og skjønsmæssig  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  pct. fosfor. Forekomsten ligger nær vandet. Fra malmbryggen faar man først lægtertransport ca. 16 km. til Tveitsund ved Nisservands sydende, og derpaa 91 km. jernbane til Arendal. Der er for et aars tid siden dannet et aktieselskap for at drive gruben.

Ved **Dale** paa *vestsiden* av Nisservand er for nogen faa aar siden fundet en ny jernmalmforekomst, beliggende  $1\frac{3}{4}$  km. vest for gaarden Dale, i en' skogli paa sydsiden av Naperelven og i ret linje ca. 7 km. vest for nærmeste punkt ved Nisser (ved Fjone). Høiden over havet er omkring 400 m. (eller et par hundrede meter over Nisser).

Malmen optræder i større eller mindre, hovedsagelig meget uregelmæssige linser („slireformige utsondringer“) inde i gneisgranit, som i nærheten av forekomsterne er lysegraa og oftest forholdsvis rik paa glimmer. Der handles her i geologisk henseende om samme malstype som f. eks. ved Solberg (nær Næs jernverk) og Lyngrot i Froland (se s. 30).

Ved Dale er paavist et langt drag av malmlinser, med længde-  
retning VNV—OSO og med avstand mellem yderpunkterne  
mindst 1 km. Saavidt hittil kjendt findes de viktigste fore-  
komster i det midtre parti, ved Vehuslien, med malmlinser  
følgende nær etter hinanden i en længde av ca. 400 m.  
Desværre er marken sterk tildækket, saa man for observa-  
tion kun er henvist til en række avrøskninger og mineringer,  
desuten er optat et magnetometrisk kart. Inden en nogen-  
lunde retlinjet stroklængde paa 205 à 210 m. kan man holde  
ut fra hinanden 4 relativt store malmlinser<sup>1</sup>, A, B, C, D,  
 hvorav A, B følger næsten ret etter hinanden, mens C, D  
 ligger side om side, i fortsættelsen av linjen A—B. Paa  
 grundlag av det foreliggende, men noksaa mangelfulde obser-  
 vationsmateriale i dagen beregnet jeg paa stedet længde og  
 areal (horisontalt) av de forskjellige malmlinser til:

	Længde	Areal
A.....	75 m.	275 m.
B.....	45 "	180 "
C.....	85 "	310 "
D.....	55 "	160 "
		Sum... 925 m.

Hvor der optræder flere malmpartier nær ved siden av  
 hinanden, men adskilt fra hinanden med nogenlunde smale  
 mellempartier av indsprængt malm eller skifrig bergart, er  
 disse mellempartier medtagne i arealberegnningen.

<sup>1</sup> I fortsættelssn av malmdraget baade mot VNV og OSO findes end-  
 videre flere mindre malmlinser, — men i dagen med saavidt smaa  
 dimensioner i længde og mægtighet, at de efter mit skjøn ikke kan  
 drives med fordel. Disse smaa linser medtages derfor ikke i areal-  
 beregningen.

A = røsk XV og XIV; B = røsk XIII, XII og X; C = XII IX, VIII a  
 og VII a; D = IX b, VIII b og VII b.

Mægtigheten av den rene malm er yderlig variabel, fra under 1 m. og op til 2, 3 eller 4 m.; lokalt ogsaa derover. Saavel i strøk som fald viser mægtigheten meget sterke variationer. Malmen er ofte gjennemsat av smale granit-pegmatitgange, av tykkelse fra nogen cm. til et par dm.; mægtige granitpegmatitgange saa jeg ikke.

Malmen er en magnetitmalm, for den væsentligste del med en usædvanlig høi jernprocent. Mange stykker holder endog 70—71 pct. jern, andre 69, 68, 67 og ned til 65 pct. I underordnet mængde optræder dog ogsaa noget fattigere malm, som kunde sorteres ut som en sekundamalm, med omkring 55 pct. jern. I den tilgrænsende bergart sees endvidere nogen tynde malmstripes. Den aldeles overveiende del av produktionen vil bli prima stykmalm, med gjennemsnitlig omkring 67 pct.

Efter mit skjøn skulde man, saaledes som jeg foretok arealberegningen, gjennemsnitlig faa omkring 3 ton malm à ca. 67 pct. jern pr. m<sup>3</sup>. Malmkvantiteten pr. meter vertikal avsænkning skulde altsaa utgjøre ca. 2775 ton, hvilket svarer til effektivt omkring 2500 ton malm à 67 pct. jern pr. meter vertikal avsænkning. Denne kalkyl er dog noksaa usikker<sup>1</sup>. Man maa gaa ut fra, at hver enkelt av de mange linser vil kile ut mot dypet, men da linserne i det centrale malmparti (A—D) følger saa nær efter hinanden, maa man vente nye linser mot dypet til.

<sup>1</sup> I bergmester-indberetningen for 1915 (trykt i Norges bergverksdrift, den officielle statistik for 1915) s. 19 anføres for Dale bl. a. „Det i 1915 opførte tilsammenlagte malmareal opgives til ca. 1400 m<sup>2</sup>.“ Det er mig bekjendt, at i dette arealmaal, ca. 1400 m<sup>2</sup>, er ogsaa medregnet flere mindre malmlinser, som jeg av ovenfor anførte grunde ikke tok med i min arealberegnning.

Forekomstens uregelmæssige karakter vanskeliggjør eller umuliggjør en sikker beregning over det forhaandenværende malmkvantum. Man er henvist til observationerne i dagen, der giver som resultat omkring eller mindst 2 500 ton meget rik malm pr. meter vertikal avsænkning. Og saa har man av geologiske grunde ret til at gaa ut fra, at linserne eller kanske rettere uttrykt, linsedraget vil fortsætte til et betydelig dyp.

Analyser av malmen fra Dale.

Nr.	91 a	91 b	92
Jern .....	69.50	68.20	67.0
Mangan.....	0.40	0.15	
SiO <sub>2</sub> .....	1.91	3.14	uopl. 4.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.12 <sup>1</sup>	1.13 <sup>2</sup>	
CaO.....	0.42	0.16	
MgO .....	0.19	0.22	
TiO <sub>2</sub> .....		0.66	0.98
P .....	0.013	Nul	0.009
S .....	0.027	0.03	

Nr. 92 er en av mig uttagen gjennemsnitsprøve av den vanlige rike malm, fra de forskjellige minерingspunkter; analysen er utført av kemiker W. FLEISCHER, assistent i kemi ved Den Tekniske Høiskole.

Diverse stufprøver har vist:

61.4, 65.2, 67, 69.0, 69.6, 69.7, 70.6, 71.05 pct. jern;

Nul, 0.007, 0.076 pct. fosfor;

0.004, 0.014, 0.069 pct. svovl;

Ifølge undersøkelse av mikroskopiske preparater er den vanlige rike jernmalm opblandet med litt kvarts, feldspat

<sup>1</sup> Antagelig for hoi bestemmelse.

<sup>2</sup> Heri ogsaa eventuel forhaandenværende V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> og Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (vanadin- og kromoksyd).

(oligoklas) og biotit<sup>1</sup>; hertil kommer leilighetsvis ogsaa litt epidot.

Malmen fører kun en minimal forurening av fosfor; den av mig uttagne ganske store gjennemsnitsprøve viser saaledes kun 0.009 pct. fosfor. Svovlindholdet utgjør gjennomsnitlig omkring 0.025 pct. og skyldes kis, som fleresteds sees i silkepapirtyndt belæg paa sprækker. Indholdet av titansyre er under 1 pct.  $TiO_2$  (eller under 0.6 pct. titan, Ti) og uten teknisk betydning<sup>2</sup>.

Der er adgang til stoll, som ved given længde frem til malmdraget bærer ind i gjennomsnitlig dyp under det utgaaende:

Dyp under overflaten	Stolllængde
30 m.	ca. 60 m.
40 "	" 75 "
50 "	" 120 "
60 "	" 170 "
70 "	" 200 "
80 "	" 210 "

For den første driftstid vilde en stoll, som bærer ind i saavidt stort dyp, at man faar en passe etagehøide til avbygning, være til god nytte, idet man derved indtil videre vilde indspare anlæg for heise- og pumpemaskineri. I nærheten av forekomsten findes tilstrækkelig stor vandkraft.

Transporten blir: a) taubbane av længde skjønsmæssig ca. 7.5 km. (efter avlæsning paa amtskartet. b) lægter paa Nisservand, med længde ca. 16 km. til Tveitsund. c) jernbane 91 km. til Arendal.

<sup>1</sup> Dette mineralselskap støtter den geologiske tolkning at forekomsterne Dale, Solberg, Lyngrøt o. s. v. er dannet ved magmatisk differentiation.

<sup>2</sup> I jernmalm optrædende som utsondring i sure eruptiver indgaar ofte litt titansyre, i regelen dog kun  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{2}$  pct.

## Om purple-ore, specielt fra Fredriksstad ekstraktionsverk.

I 1902 begyndte man ved en av vort lands sulfit-cellulosefabrikker at erstatte italiensk svovl med norsk kis. Senere har anvendelsen av norsk kis paa dette fabrikationsomraade tiltat meget betydelig. — Den saakaldte kisavbrand der oftest holder  $2\frac{1}{3}$  til 3 pct. kobber og omkring 60 pct. jern er hittil blit eksportert<sup>1</sup>, hovedsagelig eller næsten i sin helhet til Helsingborg kobberekstrakitionsverk. — Noget kisavbrand faar man ogsaa fra de indenlandske svovlsyrefabrikker (tidligere en, nu to).

### Eksporten av kisbrand har utgjort:

1903	2 037 t.	1911	25 557 t.
1905	12 834 "	1912	33 388 "
1907	14 604 "	1913	35 035 "
1909	25 518 "	1914	43 027 "
1910	27 128 "	1915	46 441 "

For at nyttiggjøre kisavbranden har „A/S Det norske ekstraktionsverk“ som bekjent nylig bygget et anlæg ved Fredriksstad, hvor kisavbranden skal ekstraheres paa kobber. Den ekstraherte kisavbrand, som er et paa grund av jernoksydet purpurfarvet pulver, benævnes purple-ore. For at bringe dette i stykform — og for samtidig at utdrive vandindholdet — blir purple-ore'n ved mange ekstraktionsverk brikettert, efter en sintringsprocess.

Anlægget ved Fredriksstad skal i nær fremtid<sup>2</sup> komme igang. — Ifølge velvillig meddelelse fra selskapets kontor vil

<sup>1</sup> Litt næsten kobberfri kisavbrand er desuten leilighetsvis benyttet som tilsats ved fremstilling av ferrosilicium.

<sup>2</sup> Skrevet november 1917.

produksjonen av purple-ore under krigen ikke overstige 20000 ton pr. aar. Saasnart normale forhold indtræder, vil produktionen bli øket til 35000 à 40000 ton pr. aar. En økning ut over dette vil kunne paaregnes i en forhaabentlig ikke altfor fjern fremtid og vil produktionen ved denne nye utbygning av verket bli ca. 55 000 t. purple-ore pr. aar.

Briketverk agtes anlagt, saasnart normale tider er indtraadt.

Sammensætningen av purple-oren (NB. tørret ved 100°) og av briketterne antages, ifølge meddelelse av selskapet, at bli følgende:

	Purple-ore (tørret)	Briketter
Jern, Fe	55—62 pct.	55—62 pct.
Kiselsyre, $\text{SiO}_2$	10—12 "	10—12 "
Lerjord, $\text{Al}_2\text{O}_3$	1—2 "	1—2 "
Kalk, CaO	Spor	Spor
Kobber, Cu	0.08—0.10 "	0.07—0.09 "
Zink, Zn	0.1—0.2 "	0.1—0.2 "
Svovl, S	0.2—0.3 "	0.05—0.10 "

Fosforindholdet i purple-ore fra norsk kis er minimalt, vistnok gjen-nemgaaende i høiden 0.010 pct. — Manganindholdet er meget lavt.

Den vaate purple-ore holder 20—22 pct. vand.

Den meste norske kis leveres med 44—45 pct. svovl, hvortil i purple-ore (tørret) svarer 61 pct. jern, omkring 10 pct kiselsyre og et par pct. baser, hovedsagelig lerjord. — Av svovlikere kis kan man faa purple-ore med endnu høiere jernprocent.

Der handles saaledes om en jernrik malm, som dog altid vil kræve en meget betydelig tilsats av kalksten.

Gaar vi ut fra en purple-ore med 61 pct. jern, 10 pct. kiselsyre og 2 pct. baser (lerjord osv.), saa behøver denne, for at man kan faa slagg med 35 pct.  $\text{SiO}_2$ , en tilsats av

ca. 30 pct. kalksten. Jernprocenten i „malm plus kalksten“ blir herved nedsat til kun 47 pct. Ved purple-ore med lavere tilblanding av kiselsyre stiller forholdet sig adskillig bedre.

— Videre maa tages med i betragtning, at purple-ore'n stadig holder en liten rest av kobber, nemlig sjeldent under 0.07 pct. kobber. Ved fremstilling av støperi-rujern kan uten skade paasættes en stor kvantitet purple-ore gjerne med 0.10 pct. kobber. Men hvor der handles om fremstilling av rujern for staalproduktion, ønsker man kun at tilsette et meget begrænset kvantum purple-ore, idet man for staal og stangjern kræver kun en ganske liten forurening af kobber, eller av kobber og svovl samtidig.

### Rødsand ved Tingvoldfjorden, Nordmøre.<sup>1</sup>

Fra et dagbrudd klods ved fjorden utskibedes for en del aar siden ialt 25 000 à 30 000 tons stykmalm, som gennemsnitlig holdt 50—52 jern, omkring 8 pct. titansyre og omkring 1 pct. svovl, men yderlig litet fosfor. Malmens, der optræder som utsondring inde i et gabbrofelt, er hovedsagelig opblandet med hornblende; hertil kommer noget granat, litt magnesiaglimmer (og klorit), i de malmfattigere partier ogsaa noget feldspat (plagioklas), samt litt, nemlig 1 à 2 pct. korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). — Ertsmineral er magnetit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , som er mekanisk tilblandet noget ilmenit,  $\text{FeTiO}_3$ .

Den noksaa høie pct. titansyre, og den likeledes noksaa høie procent svovl nedsatte malmens salgsværdi i ganske

<sup>1</sup> Se en geologisk beskrivelse av mig i Zeitschrift für praktische Geologie, 1910, S. 59—67, samt „Norges Jernmalmforekomster“, s. 115—120.

betrægtelig grad. Da det saa viste sig, at man ved magnetisk behandling kunde skille magnetiten fra ilmeniten, byggedes for nogen faa aar siden (1910) et magnetisk separationsverk<sup>1</sup> beliggende like ved malmbruddene og klods ved lastebrygge. Ved at drive knusningen meget langt, kan man faa koncentreret sligen helt op til ca. 68 pct. jern og samtidig ned til kun ca. 1.25 pct. titansyre. Men ved saadan vidtgaaende finknusning økes driftsutgifterne og desuten økes metaltapet. Det har derfor vist sig mest rationelt kun at knuse saavidt fint at man faar koncentrat med gjennemsnitlig omkring 64 pct. jern og samtidig omkring 2.5 pct. titansyre.

Dét nuværende anlæg er beregnet paa at leverer omkring 12 000 à 15 000 tons koncentrat aarlig<sup>2</sup>. Desuden kan leveres en del stykmalm med 50 à 52 pct. jern.

Vi medtager nogen mere eller mindre fuldstændige analyser, gjældende koncentrat tørret ved 100°.

Nr.	93	94	95 <sup>3</sup>	96 <sup>3</sup>	97	98	99	100
Jern, Fe.....	ca. 64	64.45	64.50	64.26	64.00	64.75	63.35	64.8
TiO <sub>2</sub> .....	" 2.5	2.42	3.06 <sup>4</sup>	2.63	2.48	2.32		2.30
SiO <sub>2</sub> .....	" 2.5	3.44	3.30	3.24	3.31	2.88	2.25	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.94		3.32 <sup>5</sup>					
CaO.....	1.2		0.76					
MgO .....	0.77		1.12					
MnO .....	0.17	0.25	0.23					
P .....			0.001		0.003	0.006	0.011	0.008
S .....		0.62	0.60	0.80	0.43	0.56		

<sup>1</sup> Se Teknisk Ukeblad, 1911.

<sup>2</sup> Paa grund av de vanskelige avsætningsforhold under krigen har produktionen været adskillig mindre, se s. 3.

<sup>3</sup> To skibslaster avsendt 1912 til Hardanger jernverk.

<sup>4</sup> Bestemmelsen av TiO<sub>2</sub> vistnok litt for høi.

<sup>5</sup> Bestemmelsen av Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tvilsom.

Gjennemsnitsanalyser for de avsendte skibslaster av koncentratet viser:

1 analyse.....	litt under 62 pct. jern
7 analyser	62—62.99 "
14 "	63—63.99 "
11 "	64—64.99 "
2 "	65—65.40 "
Gjennomsnit er 63.5—64 pct. jern.	
10 analyser viser 2.10—2.49 pct. $TiO_2$ , titansyre	
9 " " 2.50—2.96 "	" "

Svovl-bestemmelserne — 12 i antal — av koncentratet veksler mellom 0.34 og 0.80, med gjennomsnit 0.6 à 0.65. — Saaledes som røstningen utførtes ved Hardangerverket, avrøstedes koncentratet her ned til gjennomsnitlig 0.07 pct. svovl.

Fosfor-procenten i den stykmalm, som tidligere utskeides, utgjorde ifølge nogen ældre analyser 0.01, 0.01, 0.014 og 0.017 pct. fosfor, P. Herav følger, at det indgaaende gods karakteriseres ved usedvanlig litet fosfor. Ved den magnetiske separation faar man endvidere fjernet en ganske stor del av fosfor- eller apatit-tilblanding. Der resulterer følgelig et koncentrat med ganske usedvanlig litet fosfor. De til disposition staaende analyser av koncentratet viser henholdsvis 0.001, 0.003, 0.006, 0.008 og 0.011 pct. fosfor.

En av kemiker O. RØER utført analyse av koncentratet viser 0.60 pct. vanadinsyre,  $V_2O_5 = 0.31$  pct. vanadin. Som bekjendt findes der stadig litt vanadin i de titanholdige jernmalme fra gabbroerne; metallet indgaar forøvrig neppe som  $V_2O_5$ , men som  $V_2O_3$  (erstattende  $Fe_2O_3$ ).

Koncentratet holder gjennomsnitlig omkring 3 pct. kiselsyre,  $SiO_2$ , og omtrent likesaa meget baser,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  og  $MgO$  (samt  $MnO$ ) i sum som kiselsyre. For at levere tilstrækkelig basisk slagg, med 35 pct.  $SiO_2$ , behøves kun en minimal tilsats av kalksten.

Koncentratet, som ikke er i den grad finknust som det fra Fosdalens (Beitstaden, se s. 105), holder i regelen mellem 5 og 7.5 pct. vand.

Erfaringsmæssig genererer en liten procent titansyre, som 2.5 pct.  $TiO_2$ , ikke smeltingen i paaviselig grad. Titanforbindelsen går i slaggen, og det i masovn resulterende rujern indeholder neppe noget, eller i hvert fald kun uvæsentlig spor av titan, som forøvrig heller ikke vilde være til nogen skade.

### Fosdalens i Beitstaden, ved bunden av Trondhjemsfjorden.

Nær efter hinanden i strøkretningen optrær her to forekomster, Malmo grube (med stoll 114 m. o. h. og taubane 1 km. — eller nøagtig angiv 950 m. — lang til havnen eller separationsverket ved havnen) og Nygruben, som ved det i de senere aar utførte arbeide har vist sig at være den vigtigste af de to forekomster. Driften i Malmo grube begyndte i 1906—07, i Nygruben nogen aar senere. Malmen er magnetit, blandet med en hel del svovlkis; de forurensende mineraler er hovedsagelig hornblende, hvortil kommer litt av diverse mineraler (kvarts, epidot, klorit o. s. v. samt kalkspat).

I de første aar utsorteredes en stykmalm, i 1907—12 i alt 66 196 ton stykmalm, som levertes med gjennemsnitlig 52—53 pct. jern, men hertil ikke mindre end omkring 2.25 pct. svovl, som i væsentlig grad nedsatte malmens salgsværdi. Stykmalmens gjennemsnitlige fosforindhold var 0.08—0.10 pct. Derefter byggedes (1913—14) et mag-

netisk separationsverk, som — efter nogen mindre, dels foretagne og dels planlagte utvidelser — er beregnet paa at kunne producere aarlig ca. 40 000 ton jernmalm-koncentrat<sup>1</sup>, og hertil, ved vanlig opredning av avfaldet fra den magnetiske separation — henimot tusen ton kis. Ved normal drift beregnes det indgaaende gods at skulde indeholde 40—42 pct. jern (syreopløselig, altsaa kun i magnetit); der handles saaledes om et meget rikt anrikningsgods.

Der henvises til hosstaaende analyser, dels av den tidligere stykmalm (nr. 101—103) og dels av det nuværende koncentrat (nr. 104—107).

Koncentratet har hittil været levert med 65.85—ca. 67.5, gjennemsnitlig 66.4 pct. jern; ved en mindre forandring i anlægget paaregnes, at man i fremtiden kommer op i 68 pct. jern — i tørret vare. Koncentratet holder ca. 7—9 pct. vand.

Ved anrikning til 66 pct. jern nedsættes svovlprocenten til gjennemsnitlig 0.33 pct., fosforprocenten til ca. 0.015 og kiselsyreprocenten til maks. 3.5 pct. Ved videregaaende anrikning til 68 pct. jern, nedsættes forurensningerne noget mere, svovlprocenten til 0.2 à 0.25 pct., fosforprocenten til ca. 0.012 pct. og kiselsyreprocenten antagelig til maks. 3 pct. Manganprocenten er ubetydelig.

Den kalkstenstilsats som Fosdals-koncentrat behøver for at kunne levere tilstrækkelig basisk slagg, er saa ubetydelig, at den praktisk talt kan sættes ut av betragtning.

<sup>1</sup> Separationsverket, som kom igang december 1914, stod i næsten det hele første halvaar 1916 stille paa grund av den ved de fleste norske bergverk herskende arbeidsstans. Da saa hertil kom de forskjellige ved verdenskrigen foranledigede vanskeligheter, har produktionen hittil paa langt nær naadd den normale høide. Indtil utgangen av 1917 var producert ialt næsten nøiagtig 40 000 ton koncentrat. Ikke nogen skibslast hadde holdt mindre end 65.85 pct. jern.

Nr.	Tidligere stykmalm			Nuværende koncentrat				
	101	102	103	104	105	106	107a	107b
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....			74.62					
FeO.....	22.90	24.68		25.10	25.25			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	42.43	45.73		67.32	67.77			
Fe til S.....	2.54	1.77		0.22	0.22			
SiO <sub>2</sub> .....	13.54	11.21	10.09	2.61	2.36	3.20		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.30	3.10	2.85	1.30	1.25	1.26		
MnO.....	0.25	0.25	0.23	0.11	0.10	0.09		
CaO.....	6.56	5.84	5.94	1.64	1.25	1.15		
MgO.....	2.54	2.34	2.28	0.67	0.60	0.86		
CO <sub>2</sub> .....	1.70	1.70		0.69	0.63			
TiO <sub>2</sub> .....	0.20			0.08	0.08			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.18	0.25	0.17	0.034	0.041			
S.....	2.90	2.02	ca. 2.5	0.25	0.25			
Cu.....	0.02							
As.....	0.04							
Vand o.s.v.....	0.90	ca. 0.9		0.28	0.22			
Sum ..	100.00	100.00		100.00	100.00			
Fe .....	50.05	52.07	54.05	66.85	67.30	66.72	66	68
P .....	0.08	0.11	0.08	0.015	0.018		0.015	0.012
S .....	2.90	2.02	ca. 2.5	0.35	0.25		0.35	0.25
SiO <sub>2</sub> .....					2.36			

### Melø grube,

i Bjarkø, i den sydlige del av Tromsø amt, er den grube, som i den senere tid har levert den største kvantitet *stykmalm* i det nordlige Norge. Der henvises til de statistiske opgaver s. 2, 3 og 5. Indtil utgangen av 1917 var ialt produsert ca. 285 000 ton malm. I de nærmest følgende år kan an-

tagelig paaregnes ca. 35000 ton malm aarlig. Grubens dypeste etage, over hvilken der fremdeles gjenstaar en ganske betydelig malmkvantitet, er kun ca. 112 m. under dagen. Hertil kommer malm-reserverne paa større dyp. — Gruben ligger paa en liten ø, Meløvær, klods ved stranden og kun 0.6 km. fra utsikningshavn. Malmen er næsten fri for fosfor, men tilblandet noget kis (svovlkis). Oprindelig skeidet man i en svovlfattig malm, med maks. ca. 0.2 pct. svovl og en mere svovlrik malm, med oftest 0.6—1.2 pct. svovl; man fik omkring 2 dele av den første sort i forhold til 1 del av den anden. I den senere tid har man slaat sammen begge sorter malm og faar da en malm med 51—57, gjennemsnitlig 54 pct. jern, ca. 0.02 (eller 0.017) pct. fosfor og omkring 0.5 pct. svovl, snart litt mere og snart litt mindre svovl. Behøves det, kan man ogsaa i fremtiden delvis levere en svovlfattigere malm.

Malmen er en magnetit-malm, uten jernglans. De led-sagende mineraler er *magnesia*-rike jern-magnesia-silikater, overveiende hornblende. Et par analyser — av malm (nr. 108 og 109) med litt lavere jernprocent end det vanlige — viser:

Nr.	108	109	
Jern, Fe .....	50.74	49.40	
MnO .....	0.84	0.88	
SiO <sub>2</sub> .....	9.50	9.27	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.42	2.52	
CaO.....	2.17	2.47	
MgO .....	11.03	11.20	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.06	0.04	
S .....	0.33	0.72	
TiO <sub>2</sub> .....	0.05	0.05	
CO <sub>2</sub> .....	0.30	0.82	
H <sub>2</sub> O o.s.v.....	3.24	3.93	

			Vanlig gjennemsnit Nr. 110
Fe.....	50.74	49.40	ca. 54
Mn.....	0.65	0.68	
P .....	0.026	0.018	0.017
S.....	0.33	0.72	ca. 1/2

De „slaggdannende bestanddele“ gir slagg med ca. 36 pct.  $\text{SiO}_2$ . Man faar saaledes en passe basisk slag, som forøvrig vil være sterkt magnesia-rik. Det sidste er dog av underordnet betydning, da man masovnsbesikningerne i sin almindelighet benytter en blanding av flere malme, oftest ogsaa med tilsats av kalksten. Melø stykmalm kan, bl. a. paa grund av det lave fosforindhold, komme til at spille adskillig rolle ved eventuelt jernverk i det nordlige Norge.

### Sydvaranger.

Anlæggene her kom saavidt igang i 1910 (se den statistiske oversigt s. 3).

I de sidste aar har produksjonen utgjort:

	Slig	Derav brikettert
1913.....	427 100 tons	180 900 tons
1914.....	571 800 "	232 350 "
1915.....	600 000 "	267 450 "
1916.....	313 500 "	226 550 "

De mange av krigen følgende vanskeligheter medførte avtagende drift i 1916 og 1917.

Ved utvidelser, som paagaar høsten 1917 og som antagelig blir avsluttet i begynnelsen av 1918, skal man kunne komme op i en samlet sligproduksjon av 850 000 à 900 000

tons hvorav 400 000 à 450 000 tons kan briketteres paa Kirkenæs. For at frigjøre flest mulige arbeidere for grube- og separationsdriften er det sandsynlig, at briketverkets kapasitet ikke blir fuldt utnyttet, idet man fortrinsvis vil eksportere slig.

Fra selskapet har jeg mottat avskrift av en række gjenemsnitsanalyser av raamalmen fra oktober 1915.

S y d v a r a n g e r r a a m a l m.

Pall nr.....	I	II	III	V	VI a	VI b
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	47.10	49.20	48.73	47.56	48.63	48.10
FeO.....	1.59	1.74	1.23	1.80	1.45	1.68
SiO <sub>2</sub> .....	44.53	43.19	44.47	44.08	44.09	44.93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.11	1.11	0.77	0.62	0.58	0.60
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0.28	0.27	0.31	0.27	0.24	0.19
CaO .....	2.54	2.27	2.32	2.98	2.37	2.20
MgO .....	2.45	2.16	2.31	2.08	2.09	2.14
S .....	0.028	0.006	0.010	0.056	0.010	0.009
P .....	0.094	0.092	0.089	0.089	0.078	0.089
Sum.....	99.72	100.04	100.24	99.54	99.54	99.94
Saltsyreopl. jern .....	34.13	35.76	35.31	34.46	35.24	34.86
I syre uopl. .....	1.24	1.36	0.96	1.40	1.13	1.31
Sum jern .....	35.37	37.12	36.27	35.86	36.37	36.17

Titan, krom og vanadin kunde ikke paavises.

Videre medtages et par fuldstændige analyser dels av koncentrat (slig, tørret ved 100°) og dels av briketter.

Sydværanger.

Nr.	Koncentrat 111a	Briket 111b
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	90.09	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.43	88.84
FeO .....		3.32
SiO <sub>2</sub> .....	6.30	6.65
TiO <sub>2</sub> .....	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.44	0.25
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0.23	0.14
CaO .....	0.60	0.53
MgO .....	0.44	0.40
Koksalt NaCl .....	0.35	
P .....	0.012	0.012
S .....	0.012	0.011
Sum .....	99.90	100.15
Fern, Fe .....	66.25	64.78

Ved røstnings-briketteringen går magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) næsten i sin helhet over til jernoxyd (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); derved avtar jernprocenten litt (fra f. eks. 66 pct. til ca. 64.5 pct.).

Sligens jernprosent varierer mellem 65 og 68 pct., men holder sig i regelen mellem 66 og 67 pct. (svarende til ca. 64.5 og 65.5 pct. jern i briketterne). Kiselsyre-procenten varierer paa tilsvarende vis mellem ca. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> og 5 pct. og ligger i regelen i nærheten av 6 pct.

Avregningsanalyserne for de i 1917 (indtil oktober 1917) avsendte skibslaster viser:

lavest... 65.96 pct. jern  
høiest... 67.47 —" —

lavest... 5.40 pct. kiselsyre (SiO<sub>2</sub>)  
høiest... 6.77 —" — \*

En række analyser av koncentratet viser:

fosfor.....0.008—0.012, oftest.....0.010  
svovl.....0.017—0.027, i middel...0.021

Man merke sig den *høie jernprocent* og den samtidig *yderlig lave fosfor- og svovlprocent*.

En ulempe ved malmens anvendelse i masovn ligger selvfølgelig i den nogenlunde høie tilblanding av kiselsyre. Gaar vi ut fra, at der ved masovnsdriften kræves slagg med 35 pct. kiselsyre ( $\text{SiO}_2$ ) og at koncentratet (eller briketterne) holder 1.4 pct. baser ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  og noget  $\text{MnO}$ ), saa vil koncentrat med

65 pct.		66 pct.		67 pct. jern.
8 "		6 "		5 " kiselsyre

til 100 ton malm kræve en tilsats av

24 pct.		18.0 pct.		14.6 pct. kalksten (54 pct. $\text{CaO}$ )
---------	--	-----------	--	--

Dette gir beskikningsforhold

81.0 pct.		84.7 pct.		87.3 pct. koncentrat
19.0 "		15.3 "		12.7 " kalksten

og altsaa pct. jern i „malm + kalksten“

52.6 pct.		55.9 pct.		58.5 pct. jern.
-----------	--	-----------	--	-----------------

### Om de andre nordlandske forekomster

(foruten Melø og Sydvaranger) henvises bl. a. til det ganske utførlige avsnit s. 51—102 i mit tidligere arbeide „Norges Jernmalmforekomster“ (1910) og til de i den officielle bergverksstatistik offentliggjorte bergmester-indberetninger. Statistisk oversigt over den i de senere aar stedfundne produktion er sammenstillet ovenfor s. 2, 3 og 4.

De mest utbredte forekomster, av typen *Dunderland*, *Bogen*, *Salangen*, *Tromsøsundet* o. s. v. leverer opredningsmalm, i regelen med mellem 25 og 35 pct. jern, undertiden dog dels noget under 25 og dels noget over 35 pct. jern.

Malmen er i regelen opblandet med overveiende kvarts, hvortil kommer litt epidot, hornblende m. m., jævnlig ogsaa en bagatell kalkspat. Manganindholdet er i regelen litet, fosforprocenten oftest 0.2—0.25 pct., svovlprocenten oftest ganske lav — og titansyre mangler.

Ved **Bogen** i Ofoten (se s. 2—3, 5) blev driften stanset ved krigens begyndelse, men gjenoptat i august 1917. Ifølge opgave fra selskapet er anrikningsverket utbygget for behandling av ca. 1200 ton raamalm eller for en produktion av ca. 300 ton koncentrat pr. 24 timer. Den aarlige produktion er beregnet til 50000—60000 ton koncentrat. I maanederne august—december 1917 produceredes 13906 ton koncentrat (beregnet tør). I december 1917—februar 1918 skibedes 11500 ton koncentrat, med gjennemsnitlig sammensætning

66 pct. jern  
0.011 „ fosfor  
0.17 „ svovl

(beregnet paa tør slig; vandindholdet i den skibede vare var ca. 6 pct.).

To fuldstændige analyser av koncentratet (tørret) viser:

Jern, Fe .....	67.3	69.3
Fosfor, P .....	0.028	0.016
Kiselsyre, SiO <sub>2</sub> .....	4.67	2.76
Lerjord, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.08	3.80 <sup>1</sup>
Manganoksydul, MnO .....	0.24	0.27
Kalk, CaO .....	0.62	0.76
Magnesia, MgO .....	0.20	
Svovl, S .....	0.08	0.06
Titansyre, TiO <sub>2</sub> .....	0.03	
Bly, kobber, zink, arsen ...	Intet	Intet

Laboratorieforsøk har vist helt op til 71.50 pct. jern og samtidig kun 0.005 pct. fosfor.

<sup>1</sup> Antagelig for højt.

I Dunderlandsdalen blev i 1910 foretak ganske omfattende forsøk med Ulrichs magnetiske separator. Her refereres nogen resultater, ifølge bergmester-indberetning for 1910.

Vegt raamalm .....	515 ton <sup>1</sup>	217 ton
Raamalmen { Pct. jern .....	37.34	27.6
	„ fosfor .....	0.238
Koncentratet { Pct. jern .....	65.32	64.0
	„ fosfor .....	0.026
Ton raamalm pr. ton koncentrat .	2.19	3.06

I henhold hertil paaregnes, at man av den vanlige raa-malm i Dunderlandsdalen skal behøve 2.3 ton raamalm til 1 ton koncentrat med

65 pct. jern  
0.025 „ fosfor  
3—4 „ kiselsyre

Naar krigen er slut, vil arbeidet i Dunderlandsdalen sandsynligvis bli gjenoptat.

Enkelte av de nordlandske i geologisk henseende til Dunderlandstypen hørende forekomster karakteriseres ved en ganske stor tilblanding av granat, ved siden av kvarts. Disse sidstnævnte forekomster — eller ialfald flere av dem — fører foruten 25, 30 eller 35 pct., undtagelsesvis kanske 35—40 pct. jern, et par eller op til 3 à 4 pct. mangan.

### Kiruna-malm, via Narvik.

Som allerede omhandlet ovenfor (s. 3 og 5), var eksporten fra Narvik av jernmalm, praktisk talt i sin helhet fra Kiruna

<sup>1</sup> Blandet jernglans og magnetit.

— Kiirunavaara-Luossavaara — i den allersidste tid før krigen steget til 3 eller litt over 3 mill. ton aarlig (i 1913 ca. 3.2 mill. ton). Efter krigen kan antagelig paaregnes mindst  $3\frac{1}{3}$  mill. ton malm aarlig.

Vi hitsætter nogen fuldstændige analyser af malmklasseerne Kiruna A, C, D og G. De to analyser av A-malm er avtrykt efter en avhandling af *J. A. Leffler* i Jernkontorets Annaler 1917. De tre analyser C, D, G, har jeg faat meddelt fra selskapets kontor i Stockholm.

### Analyser av Kiruna-malm.

Nr.....	Mai 1911 112 a	Dec. 1912 112 b	(P-fattig C)	114	115
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	A 67.73	A 66.43	C 68.43	D 71.14	G 57.43
FeO .....	28.17	29.57	25.71	18.51	22.37
MnO .....	0.19	0.21	0.17	0.15	0.19
SiO <sub>2</sub> .....	1.38	1.84	2.02	0.40	1.54
TiO <sub>2</sub> .....	0.35	0.30	0.62	0.04	0.02
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....			0.20	0.20	0.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.41	0.21	0.30	0.13	0.23
CaO.....	0.35	0.37	0.93	5.00	9.10
MgO .....	0.86	0.61	0.98	0.24	0.38
Cu .....			Spor	Spor	0.001
Ni .....			0.05	0.04	0.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.034	0.048	0.36	3.84	6.99
S .....	0.042	0.023	0.004	0.018	0.018
Glødtap .....	0.34	0.20	0.34	0.22	0.35
Sum....	99.86	99.81	100.11	99.93	98.80
Jern, Fe .....	69.32	69.50	67.9	64.2	57.6
Fosfor .....	0.015	0.021	0.16	1.67	3.05

Kiruna-malmen bestaar som bekjendt hovedsagelig av jernertsmineral (magnetit, leilighetsvis ogsaa noget jernglans) med en vekslende, i regelen meget høi tilblanding av apatit. De andre bestanddele, nemlig  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$  og  $\text{CaO}$  (fraregnet den kuantitet  $\text{CaO}$ , som indgaar i apatiten) samt de yderst smaa procenter av svovl, o. s. v., varierer tilsammenlagt i regelen inden grænserne, som minimum ca. 1.5 (undtagelsesvis ned til ca. 1.2) pct. og som maksimum ca. 4 (rent undtagelsesvis henimot 5) pct. Oftest utgjør alle disse andre bestanddele i sum omkring eller litt over 3.5 pct. Lægges hertil litt glødetap, kan man i korthet regne at Kiruna-malmen gjennemsnitlig bestaar av

ca. 96 pct. jernertsmineral plus apatit,

ca. 4 pct.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$  o. s. v. samt  $\text{CaO}$  (fraregnet  $\text{CaO}$  i apatiten) og glødtap.

Jernprocenten i jernertsmineralet (magnetit uten eller med en liten tilblanding av jernglans) kan sættes til gjennemsnitlig 72 pct.

Apatiten, som holder 55.4 pct.  $\text{CaO}$  og 42.2 pct.  $\text{P}_2\text{O}_5$  (= 18.43 pct. fosfor, P) og hertil litt fluor, nedsætter malmens jernprosent, men øker malmens kalkprosent.

Regner vi i sum 4 pct.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o. s. v. og 72 pct. jern i jernertsmineralet, faar vi følgende normalskala for malmens indhold av jern (og  $\text{CaO}$ ) ved stigende procent av fosfor.

Dels fordi tilblandingen av  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  o. s. v. tilsammenlagt snart er noget lavere og snart noget høiere end 4 pct. og dels fordi forholdet mellem magnetit (med 72.4 pct. jern) og jernglans (med 70.0 pct. jern) er litt vekslende, kan der indtræde nogen, i regelen dog noksaa uvæsentlige avvigelser fra den netop beregnede normal-skala for jernprocenten ved en given fosforprocent.

	Tilblanding av apatit	Pct. fosfor	Pct. jern	CaO i apatit (iberegnet 0.3 pct. CaO forøvrig)
A-malm.....	0.1	0.018	69.0	0.32
C I.....	1	0.18	68.4	0.85
Vanlig C.....	3	0.55	67.0	1.95
	5	0.92	65.5	3.05
D.....{	7	1.29	64.1	3.9
	10	1.84	61.9	5.85
G.....{	13	2.40	59.8	7.5
	16	2.95	57.6	9.15
Sjeldent eller ikke.....	19	3.50	55.4	10.8

Til belysning herav rekapitulerer vi de ovenfor avtrykte analyser, nr. 111—115 (idet vi tar middel av de to A-malms analyser) og medtar ogsaa jern- og fosforprocenten i de 5 dels norske og dels danske skibe, som blev torpederte sommeren og høsten 1916.

	Pct. fosfor	Pct. jern	Klasse
A-malm, nr. 112, a & b..	0.018	69.4	A
C I, nr. 113.....	0.16	67.9	
Norsk S/S Raftsund.....	0.385	66.94	
Dansk S/S Jægersborg <sup>1</sup> ...	0.5	66	C
Norsk S/S Athene <sup>2</sup> .....	0.87	64.05	
Norsk S/S Ull.....	1.48	63.37	
D, nr. 114 .....	1.67	64.2	D
Dansk S/S Guldborg .....	2.33	59.86	
G, nr. 115.....	3.05	57.6	G

Ved Kiruna utsortertes oprindelig en hel række malm-sorter, efter stigende fosforprocent benævnt A, B, C, D, E, F, G, undertiden ogsaa H. Senere har man sløifet diverse mellemklasser, B og E, F (samt H), og man leverer nu kun de fire klasser A, C, D og G.

<sup>1</sup> Heri ogsaa noget Gellivare-malm.

<sup>2</sup> Gellivare-malm (med litt lavere jernprocent).

Sammensætningen av disse er:

A, maks. 0.05 pct. fosfor (P).....	69—70 pct. jern
C, maks. i regelen ca. 0.6 pct. P, leilighetsvis .....	67—63     "
	dog til 0.8 pct. P.
D, 1.25—2 pct. P	63—60     "
G, over 2 pct. P	60—57.5     "

En del av C-malmen leveres med kun 0.2—0.3 pct. fosfor og samtidig med 67—66 pct. jern; denne underklasse betegnes leilighetsvis som C I.

Ifølge overenskomst mellem den svenske stat og Kiruna-selskapet er A-malmen, hvorav aarlig kun produceres omkring 50000 ton<sup>1</sup> malm, reservert for indenlandsk svensk bruk. Denne malm transportereres med Kiruna-Luleå-jernbanen, gaar saaledes ikke til Narvik og blir unddraget fra anvendelse ved vordende norske jernverk.

Av den hele produktion ved Kiruna i 1915 (da brytningen paa grund av krigen var avtat til kun litt over 2 mill. ton), faldt:

41.6 pct. paa D-malm med 1.84 pct. fosfor og  
42.3     "     G-     "     2.69     "     "

Av den malm som gaar over Narvik — altsaa A-malmen fraregnet — utgjør:

C-malm.....ca. 15 pct.     } av den hele ut-  
D-     "     ca. 40-45     "     } skibning via  
G-     "     40-45     "     } Narvik.

D- og G-malmene egner sig specielt til rujern for thomas-processen. Disse malme fører et overskud av CaO, kalk (indgaaende i apatit).

Kiruna C-malm passer bl. a. som tilsats for fremstilling av rujern til basisk martin. For tilsats til jernverk i det

<sup>1</sup> Tallet kan jeg ikke opgi noeigntig.

sydlig Norge, basert paa Arendals- og Kragerø-malm, vilde C I-malm, med kun 0.2—0.3 pct. fosfor, men samtidig med ca. 66 pct. jern, være at foretrække.

*Narvik* er den naturlige plads for et fremtidig større jernverk i det nordlige Norge — og dermed ogsaa for det *største jernverk* hertilands. Særlig paapekes, at man i Narvik kan faa ubegrænset tilgang paa en ekseptionelt rik jernmalm, leveret i Narvik for ialfald nogenlunde billig pris pr. ton jernindhold. Videre har Narvik den store fordel, at man her, ved retourfragt, kan faa relativt billige kul (og koks).

Kirunamalmen er saa jernrik, at den maa tilblandes en mindre tilsats av fattigere norsk malm, med helst ikke under 30 à 35 pct. jern, helst ikke altfor meget kiselsyre og helst noget mangan. Kvantitatitvt regnet vil dog disse tilsatsmalme bli av noksaa underordnet betydning. Hvad jernindholdet i det producerte rujern angaaer, kan man gaa ut fra, at  $\frac{4}{5}$  eller mindst  $\frac{4}{5}$  kommer til at stamme fra Kirunamalm, og kun  $\frac{1}{5}$  eller høiest  $\frac{1}{5}$  fra norsk tilsatsmalm. Vordende jernverk i Narvik vil saaledes i det væsentlige bli basert paa Kirunamalm.

— § 6 i „tillægsoverenskomst“ av 26de juni og 9de juli 1908 mellem den norske stat og Kiruna-selskapet berettiges norske jernverk til at

„faa kjøpt malm til eget bruk inden landet fra bolaget til en pris, der ikke maa overstige hvad bolaget i gjennemsnit opnaar av andre for tilsvarende i aarets løp solgt malm levert i Norge. Dog kan til norske jernverker ikke forlanges avgift 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“.

Denne paragraf er i flere henseender uheldig avfattet, idet der ikke er stipulert noget om salg av speciel malmsort, og idet der er en klausul om at et „saadant kvantum ved

begjæringens fremsættelse er usolgt". Der paagaar for tiden (december 1917) forhandlinger mellem staten og Kiruna-selskapet om ny ordlyd for denne paragraf. Jeg henviser til en redegjørelse som jeg efter anmodning av Industri-Forsyningsdepartementet nylig (23de november 1917) har tilstillet dette departement.

Ved *Tuollavaara*, som kun ligger ca. 4 km. fra Kiruna, utbrytes aarlig omkring 50000 ton malm; tallet kan jeg forøvrig ikke angi nøigattig. Feltet eies av mellemsvenske jernverk og malmen er delvis sendt over Narvik og derfra med skib til Syd-Sverige. Der er i Sverige nu planer oppe at smelte denne malm — og andre fosforfattige Norrbotten-malme — i allefald delvis i Norrbotten (elektrisk smelting med kraft fra Porjus). Ifølge den norske statistik er der blit avsendt av svensk transit-jernmalm, hvilket vil si, transit-jernmalmen via Narvik, sjøværts til Sverige:

1912	1913
33055 ton.	23469 ton.

Dette maa i sin helhet eller omrent i sin helhet være Tuollavaara-malm.

Denne malm holder ifølge nogen analyser sammenstillet i ingenør *Lefflers* ovenfor citerte brochure i Jernkontorets Annaler 1917, gjennemsnitlig:

66.4	—67.1	pct. jern.
0.10	—0.14	" mangan.
0.006	—0.022	" fosfor.
0.001	—0.012	" svovl.
3.3	—3.9	" $\text{SiO}_2$ .
0.1	—0.8	" $\text{TiO}_2$ .
0.1	—0.9	" $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
0.3	—0.9	" $\text{CaO}$ .
1.1	—2.3	" $\text{MgO}$ .
0.04	—0.16	" glødtap.

Denne malm, som er meget kompakt, og som karakteriseres ved en usedvanlig høi procent av jern og samtidig ekseptionelt litet fosfor og svovl, egner sig bl. a. udmerket som tilsats til martin („malm-martin“). Man kan gaa ut fra, at de svenske jernverk selv behøver den allervæsentligste del av den noksaa begrænsede produktion av denne malm. Men litt burde i tilfælde kunne avsees til norsk martin-verk. Selv saa litet som et par eller nogen ganske faa tusen ton aarlig av Tuollavaara-malmen vilde for norske martin-verk være til god nytte.

---

## Om elektrisk masovnssmelting.

I 1911, da den elektrometallurgiske komité<sup>1</sup> avgav sin beretning „Elektrisk jern- og staalsmelting“, var den elektriske *staal-smelting* allerede ganske langt utviklet. Den elektriske *jernmalm-smelting* (i elektromasovne) befandt sig derimot dengang endnu paa eksperimentalstadiet. Først i de efterfølgende aar er de elektriske masovne blit fuldstændig utarbeidede. — Til nærmere belysning herav indskydes, at under eksperimental-tiden 1908, 1909 og 1910 produceredes i Sverige, som paa den elektriske jernmalm-smelting har været foregangslandet, med rundt tal henholdsvis kun 100, 300 og 900 ton rujern, altsaa ikke i noget aar saa meget som 1000 ton, i 1913—16 derimot aarlig 30000 à 40000 ton og i 1917 adskillig over 50000 ton rujern (57968 ton).

I den efterfølgende fremstilling skal vi hovedsagelig beskjæftige os med de teknisk-økonomiske driftsresultater. De tekniske detaljer, som vistnok er beskyttet med patenter men som allikevel til en viss grad er at opfatte som „fabrik-hemmelighet“, skal derimot ikke omhandles mere indgaaende.

---

<sup>1</sup> Komitéen bestod af prof. P. FARUP, kapt. CHR. AUG. THORNE og prof. J. H. L. VOGT (denne avhandlings forfatter). — Forordet er datert 1ste juni 1911 og beretningen blev i det væsentlige trykt vinteren 1910—11. — Komitéen hadde allerede i mai og oktober 1909 avgitt etpar foreløbige indberetninger, I og II.

For de svenske „elektrometal-ovne“ kan forøvrig vedrørende ovnskonstruktion, elektrisk utstyr m. m., henvises til de meget uttømmende beskrivelser, som citeres nedenfor.

**Om den elektriske malm-smelting i ovne efter  
Tinfos-typen.**

Ved Tinfos opførtes i 1909 en mindre prøveovn konstruert av ingeniør H. BIE LORENTZEN og med kraftforbruk ca. 500 HK. Fra januar til desember 1910 — dog med flere, indtil etpar maaneder lange driftsstansninger — produceres ialt ca. 450 ton rujern. Derefter bygget A/S Tinfos jernverk, som disponerer over indtil 10000 HK fra Tinfos papirfabriks nye kraftstation, først én og senere tre nye elektriske mas-ovne<sup>1</sup>, hver enkelt ovn beregnet paa 1200—1500 KW; i regelen gaar ovnene med 1200—1300 KW. Jernverket ligger i Notodden like ved Hitterdalsvandet i 1 km.'s avstand fra kraftstationen.

Produksjonen ved Tinfos jernverk har i de senere aar utgjort:

	Forsmeltet ton malm	Producert ton rujern	Pct. rujern av malmen <sup>2</sup>
1912.....	Ton 1 792	Ton 781.8	Pct. 43.8
1913.....	12 627	5 535.1	43.6
1914.....	12 946	5 808.9	44.9
1915.....	18 154	7 860.6 *	43.3
1916.....		5 113.2	

<sup>1</sup> Angaaende principet for ovnskonstruktionen henvises til patenterne og til en kort redegjørelse i den elektrometallurgiske komités beretning 1911, s. 206—208.

<sup>2</sup> Uten hensyn til kalkstenstilsatsen.

Ifølge de i den officielle bergverksstatistik trykte bergmester-indberetninger blev følgende kvantitet malm sendt fra de forskjellige gruber til Tinfos jernverk:

	Langø		Klodeberg	Fehn
	Fru Anker	Grevinde Wedel		
1911.....		1 190 <sup>1</sup>		
1912.....	3 562	2 417		
1913.....	1 910	2 937	Ikke opgit (en hel del)	
1914.....	2 335	6 018		2 365
1915.....	3 988	5 924	2 301	2 693
1916.....	4 170	3 772		

Ved *Ulefos* begyndtes elektrisk masovnssmelting i november 1910, idet der da opsattes en liten prøveovn efter Tinfos-typen. November 1913 avløstes denne ovn af en ny og noget større, efter samme type konstrueret ovn, paa 1400 HK eller 1000 KW; i regelen gaar ovnen med en belastning paa omkring 900 KW. Energien tages fra en nybygget kraftstation med vandindtak fra *Ulefossen*<sup>2</sup>.

Produktionen ved denne elektriske smelting ved *Ulefos* har utgjort:

<sup>1</sup> Lagret for senere forsendelse til Tinfos.

<sup>2</sup> „Til forberedelse og utførelse av planen om forædling av Fehnsmalmen paa hjemlig grund ved vandrakten er hittil (NB omrent ved nytårsskiftet 1913—14) anvendt godt og vel 2 millioner kroner fra og med grubedriftens gjenoptagelse i 1900 til utgangen av 1913 med bygning av kraftstation og nyt vandindtak samt elektrisk masovn ved *Ulefos* jernverk saavel som til indkjøp av de to vandfald *Eidsfos* og *Vrangfos*.“ (Citat av den av verkets eier, D. CAPPELEN, givne oversigt i brochuren: „Norges jubilæumsutstilling 1914; Bergverksavdelingen“).

	Producert rujern	Forbrugt malm	Rujern av malm	Antal smelte- døgn	
Nov. 1910—1911	Ton	Ton	Pct.	Døgn	
1912.....	316				Liten prøve- ovn fra nov. 1910 til nov. 1913
1913.....	309				
1914.....	346				
1915.....	909	2 008	45.3	178	
1916.....	881	1 824	48.3	219	
	1120	2 280	49.5	233	

Ialt er saaledes i de senere aar blit producert i Norge følgende kvantum rujern i ovne efter Tinfos-typen<sup>1</sup>:

1912 .....	1 091 ton rujern
1913 .....	5 881 —"
1914 .....	6 718 —"
1915 .....	8 742 —"
1916 .....	6 233 —"

Ved Ulefos elektriske masovn produceres støperi-rujern til verkets eget støperi, hvor man hovedsagelig leverer kakelovner, gryter, pander o. s. v. Til saadant ordinært støperi ønskes et rujern med omkring 1 pct. fosfor, og saadant fosforindhold faar man ved anvendelse av Fehnsmalmen (se analyserne s. 90).

Ved Tinfos elektriske masovne leveres likeledes for det væsentlige støperi-rujern, men — ved anvendelse av Klodeberg- og Langø-malm — et *fosforfattig* støperi-rujern, til kvalitetsbruk. Det producerte rujern har i de sidste aar for en stor del holdt omkring 3 pct. silicium og dette rujern

<sup>1</sup> Denne ovnstype er hittil ikke blit benyttet paa andre steder end ved Tinfos og Ulefos.

hadde bl. a. — før eksportforbudet i 1917 — oparbeidet sig et godt marked i Danmark<sup>1</sup>.

I den første tid gik Tinfos-ovnene noksaa uregelmæssig, saa man ved utslagene fik rujern med temmelig variabel silicon- (og svovl-) procent. Men denne ulempe har man nu overvundet ved en speciel regulering af elektroderne.

Baade ved Tinfos og ved Ulefos har man, indtil høsten 1917, udelukkende smeltet med *koks*<sup>2</sup>, som tilmed i de senere aar, under krigen, har været av en daarlig kvalitet med ganske højt indhold baade av aske og svovl.

Ved Ulefos medgaard til 1 ton rujern ordinært 400 eller (ved 12 à 15 pct. aske i koksen) ca. 420 kg. koks, som holder noget over 1 pct. svovl, hvilket altsaa ekvivalerer omkring 0.5 pct. svovl i forhold til rujernet. Og selve malmen holder 0.25 à 0.5 pct. svovl i forhold til jernindholdet. Beskikning plus koks fører saaledes til 100 dele rujern ikke mindre end  $\frac{3}{4}$  à 1 del svovl.

Man arbeider her med en overmaade basisk og kalkrik slagg med kun 25—30 pct.  $\text{SiO}_2$  (se analyserne s. 90). — Ved ordinær varm overgang indeholder rujernet kun fra 0.01 optil 0.025 à 0.030 pct. svovl; ved relativt kold overgang stiger derimot svovlprocenten i rujernet noget høiere (se rujernsanalyserne s. 90).

Ved Tinfos, hvor man navnlig i de første aar smeltet noksaa meget Fru Anker-malm (med ca. 50 pct.  $\text{SiO}_2$  i de slaggdannende bestanddele, se s. 70), har man været nødt

<sup>1</sup> En væsentlig del av produktionen fra aarene 1913, 14 og 15 blev eksportert i 1915; se utførselsstatistiken s. 11.

<sup>2</sup> Paa grund av den abnorme stigning af prisen paa koks — sommeren 1917 helt op til litt over kr. 300 pr. ton — var man baade ved Tinfos og Ulefos sommeren eller høsten 1917 nødt til at begynde at brænde trækul.

til at til sætte en del kalksten, for at faa tilstrækkelig basisk slagg. Der medtages nogen analyser av slaggen.

Slagg fra Tinfos elektriske masovn.

Nr.	116	117	118	119	120	121	122	123
SiO <sub>2</sub> .....	42.72	42.00	40.60	38.62	38.58	37.94	37.92	35.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9.35	12.34	12.73	11.68	8.27	9.12	10.79	8.41
CaO .....	32.34	30.04	38.01	33.46	43.38	45.19	36.83	47.09
MgO .....	10.35	12.14	4.00	10.36	7.90	4.62	10.82	6.15
FeO .....	1.15	1.02	2.15	1.64	1.36	1.68	1.79	2.27
MnO .....			0.29			0.26		

I den første tid arbeidet man med slagg holdende i re-gelen fra 40 optil 45, undtagelsesvis endog helt optil ca. 48 à 50 pct. SiO<sub>2</sub>. Ved saavidt sur slagg blir svovlrensningen<sup>1</sup> (ved sulfid overført til slaggen) nogenlunde tilstrækkelig for ordinært støperi-rujern, men erfaring lærte, at dersom man skulde leve kvalitets-støperirujern eller rujern til staalforædling, burde man arbeide med noget mere basisk slagg. I overensstemmelse hermed har man senere ordnet besikningen saaledes, at man har faat slagg med oftest 37—39 pct. SiO<sub>2</sub> (se analyserne nr. 119—122). Kun rent undtagelsesvis har slaggen holdt saa litet som 35—36 pct. SiO<sub>2</sub> (analyse nr. 123).

Samtidig har man i den senere tid — under krigen — maattet noe sig med en elendig askerik koks, saa man har kommet op i et forbruk paa ca. 450 kg. koks pr. ton rujern. Denne daarlige koks har desuten holdt omkring 1.5 pct. svovl.

<sup>1</sup> a. jo mere basisk slaggen er, og b. jo højere temperaturen er — des mere svovl overføres (som sulfid) til slaggen, des svovlfattigere blir altsaa rujernet.

I koksen er saaledes i forhold til 100 dele rujern blit paasat helt optil omkring 0.7 dele svovl.

Erfaring har lært, at man under saadanne forhold, ved slagg med 37—39 pct.  $\text{SiO}_2$ , alt efter varmere eller koldere ovnsgang (identisk med høiere eller lavere silicium-procent i rujernet) faar følgende procent svovl i rujernet:

ned til.....	0.02	pct. svovl.
oftest .....	0.03—0.04	—“—
ikke sjeldent.....	0.05	—“—
og optil.....	0.06	—“—

Svovlprocenten i rujernet avhænger av temperaturen, som man kan regulere. Det er billigst at arbeide med ikke for høi temperatur, saa man faar rujern med 0.04 eller 0.05 pct. svovl, men man har det i sin magt at gaa op til høiere temperatur, saa man opnaar et svovlfattigere rujern.

Samtidig indskydes, at elektro-rujernet fra Tinfos, ved anvendelse av Klodeberg- og Langø-malm, holder:

undertiden .....	0.030—0.039	pct. fosfor.
oftest .....	0.040—0.049	—“—
ikke sjeldent, noget over	0.050	—“—

*Koks-forbruket.* Ved vanlige gode koks (med 8 à 9 pct. aske) regnes baade ved Tinfos og Ulefos ca. 400 koks pr. ton rujern.

*Energi-forbruket.* Ved Tinfos gaar ovnene med en gjennemsnitlig belastning paa 1200—1300 KW og leverer herved gjennemsnitlig 9—10 ton *graat* (silicium-rikt) rujern pr. døgn, hvilket svarer til 3100—3200 KW-timer pr. ton rujern.

Ved bedømmelsen av dette energiforbruk maa der tages hensyn til:

- a. at man vistnok av paasat *malm* faar 43—44 pct. rujern, men da man maa bruke nogen kalkstenstilsats, faar man av paasat *gods* (malm plus kalksten) kun snaut 40 pct. rujern;

b. at der handles om fremstilling av *graat* rujern, som kræver relativt høi temperatur, altsaa ogsaa relativt høit energi-forbruk.

I ukevis har man ved enkelte ovne ved Tinfos, mens man hadde gode elektroder, været nede i omkring 2800 KW-timer pr. ton rujern.

Ved Ulefos gaar den elektriske masovn ordinært med 900 KW og leverer herved gjennemsnitlig ca. 6 ton *graat* rujern pr. døgn, svarende til 3600 KW-timer pr. ton rujern (ved utbringende 48—50 pct. rujern av besikningen). Det bemerkes at man ved Ulefos i den senere tid (under krigen) har man maattet nøie sig med elektroder av middels kvalitet, hvilket naturligvis har virket til øket energi-forbruk — og endvidere at ovnen ved Ulefos er adskillig mindre end de ved Tinfos. Ved Ulefos var energi-forbruket engang i 3 uker paa rad kun omkring, tildels endog endel under 3000 KW-timer pr. ton rujern; men da hadde man meget gode elektroder.

*Elektrode-forbruket* har hittil været forholdsvis betydelig, man antar, at det kan bringes ned til 10 à 12 kg. pr. ton rujern.

#### Om den elektriske malmsmelting i ovne efter elektrometal-typen.

Produktionen i *Sverige* av „elektrotackjärn“ i ovne efter elektrometal-typen<sup>1</sup> har utgjort:

<sup>1</sup> I 1912—13 produceredes ved Domnarfvet ogsaa noget elektro-rujern i en ovn efter Helferstein-typen; produksjonen herfra indgaar i den statistiske tabel. — Fraregnet dette forsøk med Helferstein-typen har i Sverige kun været benyttet ovne etter elektrometal-typen.

1908.....	122 ton
1909.....	302 "
1910.....	890 "
1911.....	5 786 "
1912.....	17 561 "
1913.....	31 966 "
1914.....	26 858 "
1915.....	35 075 "
1916.....	41 676 "
1917.....	57 968 "

Efter forsøk i mindre prøveovne (ved Domnarfvet) i aarene 1908, 1909 og 1910 byggedes den første større elektriske masovn, paa Jernkontorets bekostning, ved Trollhättan. Denne ovn som blev sat igang 13de november 1910 og som til en begyndelse blev drevet som forsøksovnen i stor stil for Jernkontorets regning, er senere overtat af et særskilt aktieselskap, praktisk talt med Degerfors jernverk som eneier.

Sommeren 1917 var i Sverige færdige og i drift følgende elektro-masovne, samtlige efter elektrometal-typen:

Størrelse i KW I drift siden			
Trollhättan, nr. 1.....	2 200	15/11	1910
Domnarfvet " 1.....	2 200	1/11	1911
— " — " 2.ca. 5 000		okt.	1916
Hagfors " 1.....	2 200	15/3	1912
— " — " 2.....	2 200	4/8	1912
— " — " 3.....	2 200	1/6	1913
— " — " 4.ca. 3 000			1916
Söderfors.....ca. 4 500 <sup>1</sup>			1915

Endvidere var sommeren 1917 under bygning i Sverige:

Beregnet pr. KW

Trollhättan nr. 2 .....	3 200 KW
Domnarfvet " 3 .. ca. 5 000	"
— " — " 4 .. " 6 000	"
Hagfors " 5 .. " 3 500	"

<sup>1</sup> Ovnen skal kunne utnytte 4 500 KW, og senere, efter fornødne ændringer av elektroderne, muligens 6 000 KW, for hvilket kraftbeløp skakten er dimensionert (J K A, 1915, s. 80).

Desuten er besluttet anlæg i Luleå av elektriske masovner med kraft fra Porjus i Norrbotten.

Hvad tillid man i Sverige nærer til den elektriske masovnssmelting efter elektrometal-typen fremgaar bl. a. derav, at ved Hagfors jernverk (Uddeholm i Vermland), hvor man disponerer over adskillig vandkraft, har man litt efter litt, efter at man hadde vundet den fornødne erfaring, bygget ialt 5 elektriske masovne.

Og ved Domnarfvet, hvor man først bygget én elektrometal-ovn, byggedes senere en til, og nu (sommeren 1917) opføres 2 nye. Dette verk vil saaledes snart faa 4 elektrimasovne — og ved Söderfors, der tilhører samme selskap (Stora Kopparbergs Bolag) er ogsaa bygget en ovn, tilmed av store dimensioner, av samme type.

Ved Domnarfvet opførtes i 1911—12 et stort elektrisk masovnsanlæg efter Helfenstein-typen; men efter noksaa lang driftsperiode, i 1912—13, indstillede arbeidet i denne ovn, idet man ansaa Helfenstein-typen som ikke konkurrancedygtig med elektrometal-typen.

Tiltrods for, at der i Bergslagen er noksaa sparsom tilgang paa stor og billig vandkraft, kan man være sikker paa, at den elektriske masovnssmelting, hvorved man nedsætter trækul-forbruket til  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{4}{10}$  sammenlignet med forbruket ved de vanlige masovne, her vil vinde fortsat terræng. Hertil kommer utviklingen i Norrbotten.

Angaaende anlæg og drift av de svenske elektro-masovne henvises til følgende, tildels meget meget indgaaende fremstillinger, offentliggjørelse i Jernkontorets Annaler (J K A):

Redogjørelse för Jernkontorets Forsöksverk i Trollhättan (J K A, 1911, s. 222—422, hovedsaegelig af J. A. LEFFLER; med diskussion s. 423—447).

J. A. LEFFLER och E. NYSTRÖM: Fortsatt redogjörelse för Jernkontorets Forsöksverk i Trollhättan (J K A, 1912, s. 248—347, med diskussion s. 347—354).

Slutlig redogjörelse för Jernkontorets Forsöksverk, afgiven af kommissionen för Jernkontorets Forsöksverk i Trollhättan den 24de februar 1913 (J K A) 1913, s. 1—99.

J. A. LEFFLER: Uppgifter om svenska masugnar för år 1913 (J K A) 1915; om elektriske masovne specielt s. 16—18; hertil utförlige tabeller med konstruktive detaljer og driftsstatistik.

J. A. LEFFLER. Om nutida svensk masungsbyggnad, foredrag ved Jernkontoret 28de mai 1915 (J. K. A., 1915, særtryk s. 1—85, med talrige tabeller; her om bygning af de elektriske masovne ved Domnarfvet, Hagfors og Söderfors s. 36—48 og en oversigt s. 80—83).

J. A. LEFFLER, Om elektrisk tackjärntillverkning i Norrland (J K A, 1917, s. 46—57).

Forretningsbrochure av af A.B. Elektrometall, Electric Iron Smelting, Elektrometalls Proces. Göteborg 1914.

Desuden støtter jeg mig til enkelte andre mindre publikationer samt til de talrike oplysninger, jeg fik under en studiereise i Sverige sommeren 1917, hvor jeg bl. a. besøgte Domnarfvet og Trollhättan.

Under driftsperioden november 1910 til september 1912 (eller december 1912) paasettes ved Trollhättan omkring 20 pct. slig i forhold til 100 ton malm, briketter og slig, — og i 1913 19 pct. slig; altsaa med rundt tal 1 ton slig til 4 ton stykmalm (og hertil litt kalksten).

Sommeren 1917 arbeidet man ved Trollhättan elektro-masovn (bereget paa 2200 KW) med beskikning:

ca. 40 pct. Tuollavaara-malm (ca. 68 pct. jern)  
" 20 " Persberg stykmalm.  
" 20 " Klacka-Lerberg "  
" 20 " slig (meget fin) fra Kl.-Lerberg  
og hertil 7—8 pct. kalksten.

Av godset utbragtes ca. 57.5 pct. rujern.

Naar stykmalmen er noksaa fri for „mull“, kan man i hvert fald til sætte 20 pct. slig. Leilighetsvis har man ved de svenske, med trækul drevne elektrometal-ovne paasat endnu noget mere slig.

Vi gir en oversikt over driftsresultaterne ved

Trollhättan elektromasovn.<sup>1</sup>

	13/11 1910—30/9 12	1/1—31/12 1913
Praasat		
Malm, slig, briketter.....	13 660 ton	11 565 ton
Kalksten .....	1 101 "	1 001 "
Sum gods .....	14 761 "	12 566 "
Producert rujern .....	8 412 "	7 334 "
Producert rujern av gods ...	56.99 pct.	58.37 pct.
Opsat trækul pr. ton rujern..	23.14 hl.	23.95 hl.
Midlere belastning.....	ca. 1 550 KW	1 808 KW
Forbrukt KW-timer .....	19 123 384 KW-t.	15 838 250 KW-t. <sup>2</sup>
KW-timer pr. ton rujern, maalt <sup>3</sup>	2 280 "	
KW-timerpr.t. { kun for ovnen ..		2 116 KW-t
maalt ved ovn { ovn + hjælpem..		2 160 "
Rujern pr. KW-aar.....	3.84 ton	
Rujern pr. HK-aar .....	2.82 "	
ton rujern pr. { kun for ovnen ..		3.05 ton
HK-aar { med hjælpem...		2.98 "
Hele driftstid .....	12 833 timer	7 970 timer
Driftsstans og reparation.....	757 "	789 "
Driftsstans o.s.v. pct. av total-tid.	5.57 pct.	9.0 pct.
Netto elektrodeforbr. pr. t. jern.	4.85 kg.	4.14 kg.
Total — " — — "		4.64 "

Man producerte sommeren 1917 ved Trollhättan (med trækul) *hvitt* rujern (for martin), med i middel kun 0.4 pct. silicium, 0.017—0.025, middel 0.20 pct. fosfor samt 0.008—0.015 pct. svovl. Masovnen gik meget jevn, hvad bedst kunde kontrolleres derved, at rujernet i løpet af et par maaneder

<sup>1</sup> Ifølge kommissionsberetningen af 24de februar 1913 for den første tid og meddeelse i Elektrometalls brochure for aaret 1913.

<sup>2</sup> Inklusive motorer og lys.

<sup>3</sup> Ifølge instrument ved ovnen.

kun hadde vibrert mellom i maksimum ca. 0.75 pct. silicium (ved meget varm overgang, og da samtidig 0.008 pct. svovl) og i minimum 0.25 pct. silicium (ved koldere overgang, og da ca. 0.015 pct. svovl). Slaggen holdt 40 eller litt over 40 pct. SiO<sub>2</sub>.

Energiforbruket, maalt ved ovnen, utgjorde (medregnet litt hjælpemaskineri til heisning, knusning, lys og diverse) ca. 2250 KW-timer pr. ton rujern. Pr. HK-aar hadde man i den senere tid fått nøagtig 2.81 ton rujern.

Trækulforbruket pr. ton rujern var 22.5—23 hl. (etter avstybning)

Den i 1910 for Jernkontorets regning byggede ovn kostet kr. 320 000 (se J. K. A. 1911, s. 265).

Man byggde sommeren 1917 en ny ovn (med 6 elektroder) paa 3 200 KW, hvilken ovn før krigen (eller ved krigens begyndelse) var anslaat at skulle koste ca. kr. 300 000. Man leier kraft, saa der i beløpet for ovnens kostende ikke indgaard noget til selve kraftkilden.

For de 3 elektromasovne, som i 1914 og i 1915 var i drift ved *Hagfors*, meddeles i Värmländska Bergmannaförenings Annaler følgende statistik:

Aar	Rujernets art	Produsert ton rujern	Ton rujern pr. ovn pr. dag	Paa sat hl. træ- kul pr. ton rujern	Pct. rujern av malmen	Forbruktele- trisk energi, KW.-timer pr. ton
1914 {	Bessemer .....	4 455	19.80	20.70	58.00	
	Martin o. s. v. ...	8 727	21.40	20.70	58.10	
1915 {	Bessemer .....	5 904	21.20	21.48	53.93	2 873
	Martin .....	10 907	24.80	21.58	56.45	2 556

Til 53,9, henholdsvis 56,5 pct. rujern av paasat malm vil svare omkring 50, henholdsvis 52 pct. rujern av malm plus kalksten.

For aaret 1913<sup>1</sup>, da driften var temmelig ny, opgives for de tre Hagforsovne (ved 52—54 pct. af godset utbragt rujern) for martin- og lancashirerujern resp. 2 935, 2 510 og 2 230 KW.-timer, og for bessemer- resp. 2 820 og 2 670 KW.-timer.

Trækulforbruket var samtidig resp. 21,1, 20,6, 21,3, 21,8 og 22,4 hl., alt beregnet pr. ton rujern.

For de 4 elektriske masovne ved Hagfors opgives for 1916 følgende statistik: Samlet produktion 25 276 ton martinrujern; 21,77 hl. trækul pr. ton rujern; 54,76 pct. rujern av malm (kalksten ikke medregnet), og for alle 4 ovne for det hele aar 1916 gjennemsnitlig 2 479 KW-timer pr. ton rujern.

De 3 — tre — elektromasovne, som i 1911—13 blev opførte ved Hagfors, kostet tilsammen i anlæg (se LEFFLER, J. K. A. 1915, s. 43—44), idet vi avrunder til hele 1000 kr.

Hyttebygningen .....	kr. 214 000
Ovnene .....	" 222 000
Elektriske transformatorer med tilbehør, belysning .....	" 251 000
Kul- og malmtransportanordninger, kraner, traverser .....	" 92 000
Knuseverk .....	" 34 000
Vandledninger og pumper .....	" 12 000
Tomtens anordning, jernveispør .....	" 35 000
Løst inventar .....	" 2 000
Instrumenter, ikke elektriske .....	" 3 000
Tegninger, ingeniørløn o. s. v. .....	" 33 000
Sum kr. 897 000	

Altsaa pr. ovn nøiagttig kr. 300 000. Pr. ovn produceres gjennemsnitlig 22 ton rujern pr. døgn, hvilket ved normal aarsdrift (med litt stans for reparationer og nedblæsning) svarer til ca. 7 000 ton rujern pr. aar. Pr. ton rujern faar man saaledes i anlægskapital (vandkraften med tilbehør ikke medtatt) kr. 43, hvilket ved 10 pct. rente og amortisation gir kr. 4,00 à 4,50 pr. ton rujern.

Ved de 3 Hagforsovne var *arbeidspersonalet* 48 mand. Aflønningen pr. ton rujern utgjorde i 1913 kr. 3,45. Den tilsvarende aflønning i de vanlige masovne utgjorde ved Hag-

<sup>1</sup> Tabel XII i LEFFLERS brochure i J. K. A. 1915.

fors i 1912, for bessemerrujern kr. 6.51 og for martinrujern kr. 6.28 (ifølge LEFFLERS brochure).

For et verk i Gellivare- eller Luleå-distriktet (med kraft fra Porjus) med 4 masovne — tre for permanent drift og den fjerde dels som reserve og dels for at tjenstgjøre for sæsondrift — paa til sammen 9000 KW (maalt ved verket) og for aarsproduktion 30000 ton rujern anslaar LEFFLER (J. K. A. 1917, s. 55) et personale paa 6 ingeniører & kon torister og 75 formænd & arbeidere.

Ved *Domnarfvet*, hvor man har flere vanlige masovne og desuten et par elektromasovne, smelter man — saavel i de vanlige masovne som i elektromasovnene — den fosforholdige Grängesberg-malm. Man leverer herav thomasrujern med ca. 0.5 pct. silicium og  $1\frac{3}{4}$ —2 pct. fosfor (samt ca. 0.8 pct. mangan). Man har her (sommeren 1917) to elektro masovne i drift. Den ældste (med 6 elektroder) er den mindste og gaar med belastning ca. 2200 KW. Senere blev bygget en ny og større ovn (færdig oktober 1916), som er beregnet paa ca. 5000 KW (med 8 elektroder). Den store ovn gaar ikke fuldt saa jevnt og regelmæssig som den ældre noget mindre ovn. Der byggedes her sommeren 1917 to nye ovne, den ene paa 5000 KW, den anden noget større.

Pr. ton rujern medgaard (ved anvendelse kun av trækul) 22—23 hl. paasat trækul.

Pr. ton erholdt rujern forbrukes 2200—2300 KW-timer. En gros regnes — diverse hjælpemaskiner medregnet — 2.8 à 2.9 ton rujern pr. HK-aar. Ved ovn paa 2200 KW faar man ordinært 140 à 150 ton rujern pr. uke.

Af godset (malm plus kalksten) kan regnes ca. 57 pct. rujern.

Domnarfvet, som er Sveriges største jernverk, og som aarlig producerer 80000 à 90000 ton jern, skal utvides meget

betydelig. Foruten de to elektrometalovne, som allerede er under opførelse, skal bygges en meget stor vanlig masovn (for koks). Den fremtidig planlagte rujernsproduktion er saa betydelig, at den disponible vandkraft, som i fremtiden ogsaa skal benyttes til en mængde andre anlæg i det omgivende distrikt, ikke vilde være tilstrækkelig for kun elektromasovne.

Det totale *elektrodeforbruk* pr. ton rujern har ved Trollhättan utgjort omkring 4.5 kg. Ved Domnarfvet har forbruket været noget høiere oppe, ca. 8 kg.

*Trækulforbruket*. Ved de svenske elektromasovne medgaard pr. ton rujern oftest fra 20 eller 20.5 og op til 23 eller 24 hl. trækul. Som gjennemsnit kan opføres 22.5 hl. efter avstybning, svarende til 24 à 25 hl. før avstybning. Variationerne i trækulforbruket er hovedsagelig avhængig af trækullenes kvalitet (vandindhold o. s. v.), mens noget høiere eller noget lavere jernindhold i malmen er af underordnet betydning.

Den pr. ton rujern paasatte kvantitet trækul kan sættes til gjennemsnitlig vekt omkring 350 kg., svarende til omkring 290 kg. *udestillerbart kulstof*.

*Kraftforbruket* er avhængig af flere faktorer, navnlig:

- Procent av malm (plus kalksten) utbragt rujern, som ved de svenske elektromasovne i regelen veksler mellem 50 og 58 pct.
- Rujernets art, idet siliciumrikt rujern (som bessemerrujern) utkræver høiere temperatur, altsaa mere energiforbruk end siliciumfattig rujern (som thomas- og martinrujern).

Ved ovn av tilstrækkelig størrelse (mindst 2000 KW) medgaard der pr. ton rujern ifølge avlæsning ved ovnen (før

strømmens transformering og inklusive hjælpemaskineri, som forøvrig kun utgør en bagatel, ca. 60 KW),

ved siliciumfattig rujern (med ca. 0.5 pct. Si) og samtidig rik malm, nemlig ca. 57 pct. av malm plus kalksten utbragt rujern ca. 2200 KW-timer, som ved fuld aarsdrift (365 døgn = 8760 timer) svarer til 3.98 ton rujern pr. KW-aar<sup>1</sup> (eller 2.92 ton rujern pr. HK-aar),

ved siliciumrikere rujern (med ca. 1.5 pct. Si) og ved samtidig kun ca. 52 pct. rujern pr. gods stiger energiforbruket antagelig til omkring 2600 KW-timer, svarende til 3.37 ton rujern pr. KW-aar (eller 2.48 ton rujern pr. HK-aar).

Men saa maa tages med i betragtning, at en elektro-metall-masovn engang imellem (f. eks. hvert andet aar) maa blæses helt ned, saa man faar en driftsstans — der forøvrig tildels kan henlægges til vandknipperiode — paa en maaneds tid. Og man maa undertiden faa en kortere driftsstans for mere omfattende reparationer, specielt av ovnshvælvet (nogen dage f. eks. hver 9de maaned). Kortvarig driftsstans maa ogsaa paaregnes av andre grunde<sup>2</sup>).

Dersom man maa betale for en bestemt KW jevnt hele aaret gjennem, medfører de forskjellige driftsstansninger, naar der kun handles om en enkelt masovn, en formindskelse av kraftkildens effektivitet med ca. 15 pct., og ved 2 masovne ca. 12 pct. Regnes med 12 pct. mindre effektivitet, saa bevirker dette en nedsættelse fra henholdsvis 3.97 og 3.37 ton til 3.49 og 2.97 ton rujern pr. KW-aar, eller fra henholdsvis 2.92 og 2.48 ton til 2.57 og 2.18 ton rujern pr. HK-aar.

---

<sup>1</sup> LEFFLER opfører for Trollhättan for aarene 1913, 1914 og 1915 henholdsvis 4.05, 4.00 og 3.92 ton rujern pr. KW-aar (à 8760 timer).

<sup>2</sup> Under utstikkene gaar ovnene med normal belastning. Tiden for utstikkene behøver man saaledes ikke at trække fra.

Av hensyn til driftsstansninger er det rationellest ikke kun at ha en enkelt masovn men flere staaende i rad og række. Saaledes har man nu ved Hagfors 5 og ved Domnarfvet faar man snart 4 elektromasovne.

De første elektrometalovne, i 1910, 1911 og 1912, byggedes for 3000 HK eller 2200 KW, men senere har man gaat til noget større dimensioner. Erfaring har lært, at man uten risiko kan bygge ovne paa mindst 4000 à 4500 HK eller 3000 à 3300 KW. Paa den anden side opgives det, at de to ovne, man hittil har paa 6000 à 7000 HK eller 4500 à 5000 KW, ikke skal gaa fuldt saa regelmæssig som de noget mindre ovne. Hvad aarsaken hertil er kan være tvilsomt. Den rationelle maksimalstørrelse for ovnsenheten er endnu ikke fastslaat.

Ved ovnsenhet større end 3000 à 3500 HK opnaar man neppe nogensomhelst besparelse i kraft- og kulforbruk, men derimot litt besparelse i anlægskapital og dermed ogsaa amortisation beregnet pr. ton rujern. Hertil kommer antagelig en ganske liten besparelse i arbeidsløn pr. ton rujern.

### **Om spørsmaalet trækul eller koks ved elektrometaltyphen.**

De ovenfor omhandlede elektrometalovne i Sverige er konstruerte med sigte paa anvendelse av *trækul* og ikke paa anvendelse av koks.

Ved trækul faar man — ved 3-fasestrom — spænding paa 70—90 volt mellem to elektroder. Ved koks, som gir mindre motstand, faar man lavere spænding, paa 40—60 volt, og altsaa ved samme energiforbruk høiere ampère. Man maa følgelig ved elektrometalovn for koks ha transfor-

mator for lavere spænding og høiere strømstyrke<sup>1</sup> end ved ovn for trækul.

Ved Trollhättan masovn (med halsdiameter oprindelig kun 1.2 m. og dimensionert for trækul) gjorde man i den tid, da denne ovn blev drevet som prøveovn for Jernkontoret, et ganske kortvarig forsøk (mars 1912) med at erstatte trækul med koks, men dette forsøk førte ikke til noget gunstig resultat. Aarsakerne hertil kan være gjenstand for diskussion.

Senere har man ved Domnarfvet, hvor ovnene forøvrig ogsaa er dimensionerte for trækul, forsøkt anvendelse av koks. Ved den mindste av de to Domnarfvetovne (med belastning ca. 2200 KW) hadde man sommeren 1917 gåa i lang tid (mange maaneder) med — efter kaloriværdi — halvparten trækul og halvparten koks. Og ovnen gik herunder likesaa jevnt og likesaa regelmæssig som ved anvendelse av kun trækul. Og ved blanding, halvdelen trækul og halvdelen koks, blir spændingen saavidt litet forskjøvet, at man kunde arbeide med normal belastning.

Videre har man ved Domnarfvet gjort et forsøk med i løpet av nogen uker kun at anvende koks (med tilsats ca. 350 kg. koks pr. ton rujern). Da det elektriske arrangement ikke var basert paa tilstrækkelig høi ampère, maatte man ved dette forsøk gaa med formindsket belastning, altsaa formindsket produktion rujern pr. døgn. Men selve driften med kun koks gik allikevel ganske bra. Dette specielt ved den mindste av de to ovne.

Ved Domnarfvets elektromasovne lider man undertiden ved „hængning“ av malmen — en ulempe, som forøvrig ikke er saa ganske sjeldent ogsaa ved de vanlige masovne. Denne

<sup>1</sup> Hertil var ikke tat det fornødne hensyn ved bygning av Hardanger-ovnene, og dette var et av de forskjellige momenter, som vanskeliggjorde driften.

„hængning“ er, uvist av hvilken grund, leilighetsvis en del generende, specielt ved den største av de to elektroovne ved Domnarfvet. Da man ved disse to ovne i løpet av nogen uker erstattet trækul i sin helhet med koks, gik driften til enkelte tider aldeles jevnt og regelmæssig, mens man til andre tider, og da navnlig ved den største av de to ovne, fik en del ulempe ved „hængning“. Hvad dette berodde paa, kunde ikke avgjøres. De ingeniører, som hadde med dette koks-forsøk ved Domnarfvet at gjøre, kom til det resultat, at der ikke var noget iveau for at drive elektrometalovnene udelukkende med koks, selvfølgelig forutsat, at man dimensionerte ovnen og den elektriske apparatur med koks for øie.

Den ved Hardangerverket vundne metallurgiske erfaring tilsliger ogsaa, at der ikke er noget iveau for at drive elektrometalovnene med koks. Der henvises til den utførlige av FARUP, THORNE og mig leverte brochure „Elektrisk jernmalm-smelting med koks, paa grundlag av erfaring fra Hardanger elektriske jernverk“<sup>1</sup> samt til nogen nedenfor følgende bemerkninger (s. 141—143).

Mot anvendelse av koks ved elektromalovnene er bl. a. anført den indvending, at den elektriske strøm for en stor del vilde gaa mellem elektroderne i stellets øvre del<sup>2</sup>. Herav

<sup>1</sup> Særtryk av Teknisk Ukeblad, 1913.

<sup>2</sup> Det kan forøvrig i denne forbindelse indskytes, at en væsentlig del av spændingstapet, og saaledes ogsaa av varmeutviklingen, sandsynligvis finder sted netop ved kontakten mellem elektroderne og det omgivende gods. Inde i selve godsmassen, mellem elektroderne, synes derimot spændingstapet, følgelig ogsaa varmeutviklingen, at være noget mindre. Forholdet mellem varmeutviklingen, a) ved kontakten mellem elektroderne og godset, og b) inde i godsmassen, mellem elektroderne, er forøvrig endnu ikke fastslaat. Dette forhold vil desuten være avhængig af brændselets natur. Ved anvendelse av koks vil man faa mindre spændingsfald langs elektrodekontakterne end ved anvendelse av trækul. Ved anvendelse av koks maa følgelig forutsættes litt mindre elektrodeforbruk end ved anvendelse av trækul. Hermed stemmer erfaring fra Domnarfvet i den tid, da man kun arbeidet med koks.

skulde følge, at selve smelterummet fik for lav varme, mens varmen blev forskudt til nær under hvælvet, som følgelig vilde lide for meget og kræve altfor megen reparation. Erfaring fra det forsøk, man ved Domnarfvet gjorde med anvendelse av koks, har godt gjort, at den her anførte hypothetiske indvending ikke er berettiget.

Videre har man indvendt, at man ved anvendelse av koks i elektrometalovnene ikke skulde kunne faa den forordnede temperatur i stellet og saaledes ikke opnaa den forordnede rensning for svovl.

Som allerede ovenfor (s. 125) omhandlet, beror svovlrensningen ved selve masovnssmeltingen<sup>1</sup> paa to faktorer, a. slaggens basicitet. b. ovnstemperaturens høide. Ved basisk slagg af samme sammensætning faar man ved lav ovnstemperatur (som 1300°) meget, ved høi ovnstemperatur (som 1550°) derimot kun ganske lidet svovl i rujernet.

For at belyse svovlrensningen ved elektrometalovn for koks henvises til erfaring fra Hardanger-verket. I forhold til 100 dele jern indgik her i koks, malm og kalksten oftest 0.45 pct. svovl, og man benyttet en temmelig basisk slagg, holdende ca. 32 pct. SiO<sub>2</sub>.

Ved de forskjellige utstik fik man her (se den mere utførlige tabel s. 5 i den av FARUP THORNE og mig utgivne brochure) følgende procent svovl i rujernet:

---

<sup>1</sup> Ved de vanlige trækulsmasovne røstes malmen næsten altid, før den paasættes masovnen. — Ved de vanlige koksmasovne, hvor man i regelen arbeider med meget basisk slagg (ca. 30 pct. SiO<sub>2</sub>) og meget høi ovnstemperatur, henlægges svovlrensningen i regelen til masovns-meltingen (med efterfølgende „Mischer“). Kun særlig sterkt svovlike malme blir røstet i forveien.

Pct. svovl i rujernet	Antal utstik	Pct. utstik av sum utstik
0.001—0.009	173	30
0.010—0.019	89	16
0.020—0.029	62	11
0.030—0.039	92	16
0.040—0.049	29	5
0.050—0.069	45	8
0.070—0.089	36	6.3
0.090—0.119	18	3.2
0.120—0.159	14	2.5
0.160—0.199	9	1.6
0.201—0.286	3	0.5

Man fik av utstikkene:

73 pct. utstik med gjennemsnitlig	0.017 pct. svovl.
13 " "	0.055 " "
9.5 " "	0.085 " "
4.5 " "	0.170 " "

eller gjennemsnitlig for det hele et rujern med omkring 0.045 pct. svovl, eller forsiktigvis angivet, omkring eller ikke fuldt 0.05 pct. svovl. Fra regnes de 5 (eller 4.5) pct. allerdaarligste utstik indeholdt rujernet fra den aldeles overveiende del av produktionen —  $\frac{19}{20}$  av det hele — gjennemsnitlig 0.029 eller med rundt tal 0.030 pct. svovl. — Ved at fordele det svovlike rujern paa det svovlfattige vilde det hele kvantum kunne være brukt til basisk martin, ved hvilken staalproces man opnaar en del svovlrensning. Det bemerkes, at man ved mange koksverk tapper rujernet først over i en Mischer, hvorved man ogsaa opnaar endel svovlrensning.

Av den netop gjengivne tabel fra Hardanger-verket ser man, at ovnen her gik meget uregelmæssig — av grunde, som vi skal omtale nedenfor — men man lærer ogsaa, at man her, ved slagg à ca. 32 pct.  $\text{SiO}_2$ ,

ved meget varm ovnsgang opnaadde en meget vidgaaende svovlrensning (ofte tilmed under 0.010 pct. svovl);

ved *middels varm* ovnsgang var svovlrensningen fremdetes tilfredsstillende (0.02, 0.03 eller op til 0.04 pct. svovl i rujernet);  
ved *kold* ovnsgang („uren gang“) blev derimot svovlrensningen daarlig.

I anledning av den ujevne ovnsgang, med derav følgende store vibrationer i rujernets svovl- (og silicium-) indhold ved Hardangerverket skal anføres:

- a. Man smelte for en stor del slig (Rødsand-slig), som man tilsiget at faa brikettert, men briketteringen mislykkedes, saa sligen blev paasat som fint pulver. Og de indkjøpte malmbriketter indeholdt efter lastning og losning ogsaa en hel mængde pulver. *Slig*-tilsatsen i ovnen var saaledes *rent ekseptionel* høi.
- b. Man sløifet efter kort tids forløp gas-cirkulationen<sup>1</sup>; derav fulgte dels at malmen kun blev ganske svagt *forvarmet* (og *forreducert*), saa man fik altfor kold malm ned i selve smelterummet — og dels, at man ikke fik den fornødne avkjøling, ved indblæst gas, av ovnshvælvet. Dette maatte derfor underkastes noksaa hyppige reparationer.

c. Ovnens var ikke dimensionert med koks for øie. Bl. a. hadde man ikke den fornødne transformator (se s. 138). Ovnens maatte følgelig gaa med meget lavere belastning (KW) end forutsat. Videre nævnes, at ovns-skakten efter min mening var altfor høi, og hals-diameteren var paa kun 1.2 m.

Selv ved anvendelse av trækul maatte man under disse forhold — en kolossal slig-tilsats og (fraregnet den allerførste tid) ikke nogen gas-cirkulation, desuten for lav belastning, m. m. — faat mangfoldige driftsforstyrrelser.

---

<sup>1</sup> Man hadde altfor trange rør for gas-cirkulationen. Saa benyttet man endel Klodeberg-malm, indeholdende ca. 0.2 à 0.25 pct. sink; de trange rør tilstoppedes derfor for det væsentlige av sinkoxyd (se s. 43).

d) Ogsaa maa, hvad drifts-uregelmæssigheterne angaar, tages med i betragtning, at man næsten fuldstændig manglet faglærte arbeidere.<sup>1</sup>

Man har ofte anført kalamiteten fra Hardanger som argument for at elektrometal-typen ikke skal kunne anvendes for koks. Men dette er efter mit bedste skjøn aldeles misvisende.

Ved studium av Hardanger-verket vaaren 1913 straks før verket nedlagdes, kom FARUP, THORNE og jeg — som fremholdt i den ovenfor citerede brochure — til det resultat, at elektrometal-typen meget godt kan anvendes for koks. Men man maa selvfølgelig dimensionere baade ovnen og transformatoren med koks for øie.

Ved Hardanger-verket, hvor man producerte fosforfattig eksport-rujern, blev de forskjellige malme — fra Klodeberg ved Arendal, Rødsand paa Nordmøre, Sydvaranger i Finmarken og Persberg i Vermland — belastet med overmaade trykkende transportutgift. Da man endvidere benyttet en meget stor tilsats av kalksten blev utgiften beregnet pr. ton indhold av jern i malm (og kalksten) levert ved verket, urimelig høi — og jernindholdet i malm plus kalksten meget lavt.

Man lærer av Hardanger-verket og dets skjæbne, at et jernverk i vort land maa disponere over malm, nemlig *brukbar* og *billig* malm. Man sætter ved de mange projekter

<sup>1</sup> I saa henseende anføres, at da jeg vaaren 1913 opholdt mig en ukes tid ved Hardanger-verket, var der her kun en eneste arbeider, som tidligere hadde været ved et jernverk. Man hadde dog flere arbeidere og formænd — og meget dygtige folk — som tidligere hadde været beskæftiget ved elektroovne for karbid o.s.v. — Skal man drive elektrisk masovnsdrift, saa maa man nødvendigvis fra første dag av ha en grundstok af faglærte arbeidere — og disse maa man i allefald for en del faa fra Sverige.

om jernverk i vort land ofte ut av betragtning, at malm-spørsmaalet er av fundamental betydning for et jernverks økonomi. Uten tilstrækkelig billig malm, levert ved jernverket, vil økonomien bli slet, selv om tekniken blir aldriig saa høit utviklet.

Efter tegning utarbeidet av det svenske A/B Elektrometall bygges nu en koksmasovn i Italien og en i Japan, begge beregnet paa 4000 HK. Disse ovne skulde nogenlunde snart bli færdige, men paa grund av vanskeligheter under krigen kommer de vel neppe i drift før midten eller slutten av 1918. Naar spørsmaalet om bygning av koks-elektrometal-ovne blir aktuelt i Norge vil man forhaabentlig kunne faa erfaring ogsaa fra driften av de to sidstnævnte koksovne at bygge paa.

Om *skakthøiden* og *ovnsprofilet* ved elektrometal-ovne for *koks* indflettes nogen bemerkninger: Med tiltagende skakthøide opnaaes den fordel, at malmen blir bedre forvarmet og for-reducert (før malmen kommer ned i smelterummet), men paa den anden side vokser malm- plus brændsels-kolonnens tryk og med stort tryk (vegt) økes specielt ved hængninger, risikoen for knæk av elektroderne.

Ved den skakthøide, som anvendes ved de svenske elektrometal-ovne (for trækul) og ved den der brukelige gas-cirkulation undviker masovnsgasen med en temperatur paa kun 50 à 100°, undertiden endog derunder. Gasens varme avgives altsaa næsten i sin helhet til besikningen. Skakthøiden er saaledes, forsaavidt for-varmningen angaaer, fuldt ut tilstrækkelig, antagelig endog overflødig stor.

I den tid, Trollhätta-oven blev drevet for Jernkontorets regning, holdt den undvikende gas (ifølge LEFFLER) gjennemsnitlig:

	Volum pct.	Vegt pct.
CO <sub>2</sub> ,.....	ca. 23 pct.	ca. 35 pct.
CO.....	" 68 "	" 61 "
H.....	" 10 "	" 2/3 "
CH <sub>4</sub> ,.....	" 1.5 "	" 2/3 "
N.....	" 1.5 "	" 1.5 "

Ved smelting av Kiruna-malm fikk man gjennomsnitlig 17.4 volum pct. CO<sub>2</sub>.

Ved Domnarfvet og Trollhättan har volum pct. CO<sub>2</sub> i den senere tid oftest vekslet mellom 15 og 25 pct.

Nogen opgaver over gas-sammensætningen ved driften med koks ved Hardanger-verket, dels med og dels uten gas-cirkulation, er offentliggjort s. 7—8 i den ovenfor citerte brochure.

I den analytisk bestemte CO<sub>2</sub>-mængde indgaar ogsaa CO<sub>2</sub> fra paasat kalksten.

Gasanalyserne godtgjør, at reduktionen av jernets oxyder ved den opstigende gas ikke er særlig vidtgaende i elektro-metal-ovnene.

Vi vil illustrere dette med et eksempel:

Regnes ved elektrometal-ovnene pr. ton rujern gjennemsnitlig 290 kg. C, hvorav 35 kg. C optages av rujernet<sup>1</sup>, saa faar vi tilbake 255 kg. C til de kemiske processer inde i ovnen.

Ved de nedenfor staaende kemiske processer kræves pr. ton jern:

<sup>1</sup> Rujernet holder ca. 4 pct. kulstof = 40 kg. kulstof pr. ton. Elektrodeforbruket utgjør ca. 5 kg. pr. ton. Forutsættes, at dette kul (= 0.5 av rujernets vekt) optages av rujernet, maa dette opta 35 kg. kulstof av det tilsatte brændsel.

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = \text{Fe}_4 + 3\text{CO};$	1 ton jern kræver 321 kg. C.
$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C} = \text{Fe}_8 + 4\text{CO};$	1 " " " 286 —
$\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO};$	1 " " " 215 —

Av de beregnede 255 kg. C bortoxyderes litt ved den  $\text{CO}_2$ -mængde, som indblæses i ovnen ved cirkulationsgasen.

Ovenstaaende tal godtjør, at malmen i sin almindelighet av gasen for-reduceres til et mellemstadium næsten nøiagtig midtveis mellem  $\text{Fe}_8\text{O}_4$  og  $\text{FeO}$ , altsaa i sin almindelighet ikke saa langt som gjennemsnitlig til  $\text{FeO}$ .

Den overveiende reduktion (fra mellemstadiet mellem  $\text{Fe}_8\text{O}_4$  og  $\text{FeO}$ ) maa følgelig finde sted ved C i smelterummet. Under disse forhold vil en litt mere eller litt mindre forutgaaende reduktion ved gasen spille en økonomisk talt noksaa underordnet rolle<sup>1</sup>, idet man kun kan opnaa en besparelse paa 10, 20 eller 30 kg. koks under det beregnede forbruk, ca. 333 kg. koks pr. ton rujern. Herav følger, at ogsaa med hensyn til for-reduktionen er skakthøiden tilstrækkelig.

Av ovenstaaende fremgaar, at det efter min mening ikke vil være rationelt at øke skakthøiden ved trækulsmasovne efter elektrometal-typen; snarere kan jeg tænke, at man ved fremtidige ny-konstruktioner kommer til at mindske høiden noget.

For at belyse den rationelle *skakthøide ved koks* vil vi begynde med et beregningseksempel.

Vi forutsætter malm (plus kalksten) med 52 pct. jern og med vekt 2.4 ton pr.  $\text{m}^3$ . Til 1 ton jern svarer saaledes næsten nøiagtig  $0.8 \text{ m}^3$  malm (plus kalksten, i stykform).

Videre forutsættes til 1 ton jern, i det ene tilfælde 22.5 hl. = 2.25  $\text{m}^3$  trækul og i det andet tilfælde 350 kg. koks, som ved vekt 21 hl. pr. ton svarer til  $0.733 \text{ m}^3$  koks.

<sup>1</sup> Ved øket  $\text{CO}_2$  i gasen og ved øket gascirkulation stiger mængden af av det kulstof, som i smelterummet oksyderes ved  $\text{CO}_2$  i den indblæste gas. — Det vilde være heldig, om man kunde fjerne saavel  $\text{H}_2\text{O}$  som  $\text{CO}_2$  i cirkulationsgasen, før denne indblæses i ovnen.

Til 1 ton jern faar vi altsaa a. ved trækul:  $0.8 \text{ m}^3$  malm (og kalksten) +  $2.25 \text{ m}^3$  trækul =  $3.25 \text{ m}^3$  malm (og kalksten) + trækul (som forøvrig trækker sig noget sammen). b. ved koks:  $0.8 \text{ m}^3$  malm (og kalksten) +  $0.735 \text{ m}^3$  koks =  $1.535 \text{ m}^3$  i sum.

En kolonne malm + koks veier saaledes ved samme høide omrent dobbelt saa meget som en kolonne malm + trækul, — eller i en skakt av samme høide indgaard omrent dobbelt saa meget malm ved koks som ved trækul.

Dette tilsier, at ved koks bør selve skakten gjøres adskillig lavere end ved trækul.

Regnes skakten, fra halsens nederkant og besikningens overkant, ved trækul-elektroovne til 9 à 10 m., saa behøver man ved koks-elektroovne neppe mere end omkring 7 m.

*Hals-diameteren* har man ved forskjellige elektrometalovne git følgende størrelse:

	Diameter.
Trollhättans	oprindelig .....
	1.2 m.
første ovn	senere ombygget ...
	1.35 „
Hagfors, nr. 1—3	.....
	1.7 „
Domnarfvet (den mindste av de	
to ovne, paa ca. 2200 KW)	..... 2.2 „
Söderfors (stor ovn)	..... 2.6 „

Ved nybygninger, specielt av større ovne, har man saaledes øket hals-diameteren meget betydelig ut over det oprindelige maal 1.2 m. Ved diameter 1.7, 2.2 og 2.6 m. er arealet — og man bør ta mere hensyn til arealet end til diameteren — tilmed øket i forhold ca. 200 pct., 320 pct. og 470 pct. sammenlignet med det oprindelige areal ved 1.2 m. diameter.

Ved koks-ovne bør man, ikke mindst av hensyn til risiko for hængning, ved ovn paa 2500 eller 3000 KW neppe

gjøre halsdiameter under 1.8 à 2 m., og jeg kan godt tænke mig, at det vil være rationelt at utvide skaktprofilet i skakten nederste del litt nedadtil, for her at lette godsets jevne nedsynkning — altsaa ogsaa for at motvirke hængning.

Skakten øverste del, hvor temperaturen er lav, saa man ikke risikerer sammenbagning, bør kunne rumme saa meget gods som mulig, og bør derfor ha den vanlige rast-utvidelse. Videre bør tages hensyn til, at rasten delvis bør kunne bære den ovenfor staaende malm- eller gods-kolonne, og den bør kunne ta av noget av støtet ved paasætningerne.

*Om koksforbruket pr. ton rujern.* Kulforbruket er næsten uavhængig af malmens eller godsets jernprocent.

a. Ved Tinfos-typen medgaar til 1 ton rujern omkring 400 kg; koks, forutsat at man har gode koks (med kun ca. 9 pct. aske). Ved Tinfos-typen opnaar man praktisk talt ikke nogensomhelst for-reduktion, ved elektrometal-typen derimot i alle fald nogen for-reduktion (ned til mellemtrin mellem FeO og  $Fe_3O_4$ ). Man maa saaledes ved elektrometal-typen paaregne noget mindre koksforbruk end ved Tinfos-typen, med ca. 400 kg.

b. Ved Hardanger-verket medgik følgende koksforbruk ved den *ordinære* drift, mens ovnen var i regelmæssig gang — medregnet litt ekstraforbruk ved kortere driftsforstyrrelser, men uten hensyn til ekstraforbruk ved ovnens paablæsning og ved længere driftsstansninger:

Pr. ton rujern

uten gascirkulation ca. 385 kg. koks (= ca. 327 kg. C).  
med gascirkulation ca. 336 kg. koks (= ca. 286 kg. C).

c. Ved trækulsdrift medgaar ca. 290 kg. C, som næsten nøiagttig stemmer med det sidst opførte tal, ca. 286 kg. C i koks ved gascirkulation. Regnes med 290 kg. C, saa gir

dette (ved koks med ca. 9 pct. aske og ca. 87 pct. C) et gjennemsnitlig koksforbruk lik ca. 333 kg. koks.

Konklusionen herav er, at man ved elektrometal-ovne (med gascirkulation) kan regne med omkring 350 kg. koks (NB gode koks) eller sandsynligvis litt derunder, nemlig 333 kg. eller  $\frac{1}{3}$  ton.

Ved elektrometal-ovne for koks bør man regne litt, som f. eks. 5 à 10 pct. større KW-forbruk pr. ton rujern end ved tilsvarende ovne for trækul, forutsat, at man producerer rujern med samme silicium-procent og at procent jern i malm + kalksten i begge tilfælder er den samme.

Det ved ovnen avlæste energiforbruk kan for trækul, ved fremstilling av *silicium-fattig rujern* (for martin o. s. v.) og ved ca. 53 pct. rujern<sup>1</sup> av *malm + kalksten*, sættes til ca. 2350 KW-timer. Av hensyn til driftsstansninger o. s. v. (kfr. s. 136) lægger vi hertil 12 pct., gjør 2632 KW-timer pr. ton rujern, lik 3.33 ton rujern pr. KW-aar eller 2.45 ton

<sup>1</sup> Ved malm (+ kalksten) av vekslende jernprocent faar man — idet der forutsættes brukt 350 kg. koks å 9 pct. aske — følgende vegtsmængde slagg i forhold til 100 dele utbragt rujern:

Ved 40 pct. rujern ca. 113 vegrtsdele slagg						
”	44	”	-	90	—	i forhold til
”	48	”	-	72	—	100 vegrtsdele
”	52	”	-	56	—	
”	56	”	-	42	—	rujern.
”	60	”	-	30	—	

Ved at øke jernprosenten fra 40 til 52, formindsker man slaggmængden, i forhold til 100 vegrtsdele rujern, til halvparten. — Men besparelsen i slaggmængden blir noksaa liten, naar man kommer høiere op end ca. 52—55 pct. rujern. — Det kan av forskjellige grunde være tvilsomt, om det ved koks i elektrisk masovn er rationelt at arbeide med høiere procent jern i malm + kalksten end ca. 52—55 pct.

De senere følgende beskiknings-beregninger er gjort op under den forutsætning, at 100 vegrtsdele malm + kalksten skal levere ca. 53 pct. rujern.

rujern pr. HK-aar. *Lægger vi hertil for koks en sikkerhetskoefficent paa 10 pct., kommer vi til 3 ton rujern pr. KW-aar eller 2.2 ton rujern pr. HK-aar (eller 0.45 HK-aar pr. ton rujern).*

Jeg tror, at dette er forsiktig regnet, og at man kan haabe paa litt høiere utbytte av hestekraften.

Dersom malm + kalksten faar saa meget som 55 pct. rujern (siliciumfattig, for martin), og dersom man desuten har flere, f. eks. 5 eller endnu flere ovne staaende sammen, saa kraften ved reparasjon o. s. v. av en ovn i det væsentlige kan nyttiggjøres ved de andre ovne, maa man ved koks kunne regne 2.4 eller mindst 2.4 ton rujern pr. HK-aar.

Ifølge erfaringer fra Domnarfvet har man grund til at anta, at *elektrodeforbruket* ved elektrometal-ovne blir litt mindre ved koks end ved trækul (kfr. s. 139).

Angaaende den rationelle *slagg-sammensætning* ved elektrometal-ovne for koks bemerkes følgende:

Ved de vanlige koks-masovne kan regnes gjennemsnitlig 1 ton koks til 1 ton rujern. Koksen holder gjennemsnitlig 1 pct. svovl. I koksen paasættes altsaa 1 pct. svovl i forhold til rujernet. Hertil kommer stadig litt svovl i jernmalmen og i kalkstenen. I forhold til rujernet indeholder saaledes den samlede paasætning (kokks, malm, kalk) sjeldent under 1.1 pct. svovl, ofte tilmed adskillig derover. — For at opnaa den fornødne svovlrensning i masovnene maa man derfor arbeide med meget basisk slagg, holdende undertiden under 30 pct.  $\text{SiO}_2$ , oftest 30—35 pct.  $\text{SiO}_2$ , undtagelsesvis litt over 35 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Ved elektrometal-ovne for koks behøves kun omkring 350 kg. eller med rundt tal  $1/3$  ton koks pr. ton rujern. —

Mens man ved de vanlige koks-masovne alene i koksen paasætter 1 pct. svovl i forhold til rujernet, vil man i elektrometal-ovne for koks gjennemsnitlig kun paasætte  $\frac{1}{3}$  (eller 0.35) pct. svovl i koks. Heri ligger selvfølgelig en meget væsentlig fordel for den elektriske malmsmelting med koks — og man er her, under forøvrig like forhold, ikke tvunget til at arbeide med fuldt saa basisk slagg som ved de vanlige koksmasovne.

Ved Hardanger-verket, hvor man i koks, malm og kalksten gjennemsnitlig paasatte 0.45 pct. svovl i forhold til rujernet, anvendte man konsekvent en saa betydelig kalkstents-tilsats, at slaggen kun holdt 32 pct.  $\text{SiO}_2$ . Erfaring godt gjorde, at man herved — baade ved meget varm ovnsgang og ved middels varm ovnsgang — opnaaet en meget vidtgaaende svovlrensning. Ved kold ovnsgang derimot ikke — og har man kold ovnsgang, saa blir svovlrensningen daarlig, likegyldig om man har slagg med 35, 30 eller kun 25 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Efter min mening var det ved Hardanger-verket en overflødig forsiktigighetsregel at arbeide med en i den grad basisk slagg som kun 32 pct.  $\text{SiO}_2$ . — Erfaring fra Tinfos-smeltingen — med koks — godt gjør, at slagg med gjennemsnitlig 35 pct.  $\text{SiO}_2$ <sup>1</sup> er tilstrækkelig basisk, og det er ikke usandsynlig, at man ikke behøver at gaa til mere basisk slagg end f. eks. 37 pct.  $\text{SiO}_2$ .

I de nedenfor følgende beskinnings-beregninger gaar vi ut fra slagg med 35 pct  $\text{SiO}_2$ .

<sup>1</sup> Bestemmer man sig for slagg med gjennemsnitlig 35 pct.  $\text{SiO}_2$ , saa vil slagg-sammensætningen — paa grund av de uundgaelige mindre variationer av malmens sammensætning og mindre uregelmæssigheter ved paasætningen o.s.v. — komme til at veksle ned til ca. 33 og op til ca. 37 pct.  $\text{SiO}_2$ .

Har man besikning med 35 pct.  $\text{SiO}_2$  i slaggen og malm + kalksten med henholdsvis 50 og 53 pct. rujern, og vil gaa over til slagg med 32 pct.  $\text{SiO}_2$  saa utkraeves hertil en ekstratilsats av henholdsvis ca. 4.8 og 4.4 pct. kalksten i forhold til besikningen (eller henholdsvis henimot 10 og henimot 9 pct. kalksten i forhold til det producerte rujern). Og rujernsutbyttet i forhold til besikningen nedsættes fra henholdsvis 50 og 53 pct. til 47.7 og 50.8 pct. Overflødig basisk slagg bevirker ekstraugift til kalksten, nedsat rujernsutbytte og overflødig meget  $\text{CO}_2$  i masovnsgasen fra kalkstenen.

Av hensyn til svovlspørsmålet vil det selvfølgelig være det heldigste at faa koks med saa litet svovl som mulig. Selv en nedsættelse fra 1 til f. eks. 0.8 pct. svovl i koksen kan være av en viss betydning, specielt naar man staar paa grænsen mellem middels varm og noget koldere ovnsgang. En liten svovlprocent i malmen som 0.05 eller 0.1 pct. har noksaa litet at si, idet herved kvantitet svovl i forhold til godsets jernindhold kun økes ganske litet. Og har man f. eks. 80 pct. næsten svovlfri malm og 20 pct. malm med f. eks. 0.4 pct. svovl, saa faar man derved totaliter malm med kun 0.08 pct. svovl, hvad ikke spiller stor rolle, idet det er noksaa uvæsentlig sammenlignet med den uundgaaelige til-sats av svovl i koksen.

### **Elektrometaltypen eller Tinfostypen?**

1. Ved elektrometaltypen opnaar man nogen, dog ikke nogen særlig vidtgaende forreduktion (se s. 146), ved Tinfostypen derimot ikke nogen eller kun en bagatel. Elektrometaltypen maa altsaa til jernoksydernes reduktion kræve litt mindre kul (koks) end Tinfostypen, nemlig (se s. 148) ca. 350 kg. mot 400 kg. Besparelsen pr. ton rujern kan saaledes anslaaes til omkring 50 kg. koks, muligens litt derover.

2. Ved elektrometaltypen blir godset av den opstigende gas endel forvarmet, mens man ved Tinfostypen (næsten uten

skakt) kun opnaar en ubetydelig forvarmning ved gasen. Der utkræves saaledes ved elektrometaltypen noget mindre varme tilført ved den elektriske energi end ved Tinfostypen. Paa grundlag av de foreliggende data anslaaes besparelsen, under forøvrig like forhold, til omkring 250 KW-timer pr. ton rujern, hvilket ekvivalerer omkring 10 pct. større utbytte pr. HK-aar. Dette tal er dog adskillig usikkert.

3. Som et moment av fremtrædende betydning paapekes, at masovnsgasen (se s. 145) ved elektrometalovnene kan nytiggjøres, f. eks. til sligbrikettering, martin o. s. v. Ved Tinfostypen vil det derimot være forbundet med store vanskeligheter, kanske endog være umulig at ordne en uttagning af den undvigende gas<sup>1</sup>. Denne indeholder omkring halvparten av brændselets oprindelig kalorimængde. Det er et spørsmaal av fremtrædende økonomisk rækkevidde at utnytte masovnsgasen, ikke alene ved de vanlige, men ogsaa ved de elektriske masovne.

4. Ved Tinfostypen, hvor litt av elektroderne gløder bort oven til, er elektrodeforbruket noget større end ved elektrometaltypen (kfr. s. 127 og 150). Besparelsen i favør av den sidstnævnte kan anslaaes til omkring 5 kg. elektrode, regnet pr. ton rujern.

5. Ved Tinfostypen kan elektroderne reguleres baade ned og op, ved elektrometaltypen derimot kun ned. Trods denne fordel i favør av Tinfostypen antar jeg, at begge ovnstyper gaar med omtrent samme grad av regelmæssighet.

---

<sup>1</sup> Ved overtryk inde i ovnen vilde endel av gasen gaa ut langs elektroderne. Ved undertryk (sugning) vilde litt luft bli suget ind i ovnen. Ved aldeles tæt passage for elektroderne, som ved elektrometaltypen, vilde man ved Tinfostypen umuliggjøre den lette regulering av elektroderne, snart ved litt nedsænkning og snart ved litt opheisning.

6. Tinfostypen er uteksperimentert for ovnenhet optil 1200—1500 KW, elektrometaltyphen derimot for meget større enhet, mindst 3500 eller 4000 KW. Der kan vel forøvrig ikke være noget iveau for at bygge Tinfosovne for større enhet end 1500 KW.

7. Anlægskapital for en Tinfosovn paa f. eks. 1500 KW vil være adskillig mindre end for en elektrometalovn paa f. eks. 3000 KW. Beregnet pr. ton rujern vil derimot anlægskapital og amortisation skjønsmæssig stille sig omtrent like højt ved begge ovnstyper. Muligens har dog Tinfostypen her et forsprang.

8. Arbeidsløn beregnet pr. ton rujern vil være avhængig af ovnenheten, saaledes litt større ved Tinfostypen for 1200—1500 KW end ved elektrometaltyphen for 2500, 3000 KW eller endnu høiere enhet.

9. Udgifterne ved nedblæsning og paablaesning er adskillig mindre ved Tinfosovnen end ved elektrometalovnen, som forutsætter meget lang driftskampagne.

— Resultatet av ovenstaaende er i korthet, at jeg anser elektrometaltyphen i sin almindelighed som overlegen Tinfostypen.

Den sidste har dog den fordel, at den egner sig for smaadrift og sæsondrift. Hvor man disposerer over en mindre og billig kraft nær ved en mindre grube, kan Tinfostypen anvendes. Desuden kan det tænkes, at man — selv ved større energibeløp — ved jernverk basert i det væsentlige paa elektrometaltyphen, bygger en eller et par Tinfosovne, for at nyttiggjøre spildkraften i løpet av f. eks. 8 maaneder om aaret. Tinfosovnene kan desuden med fordel utnyttes til at fremstille rujern med saa meget som 3, 4 eller 5 pct. silicium.

## Elektrometaltypen eller vanlig masovn?

1. Kjernepunktet ligger selvfølgelig deri, at man ved elektromasovne erstatter en væsentlig del av brændsel med elektrisk energi.

Som brændsel i vort land maa forutsættes *koks* — og ikke trækul, eller trækul kun i rent underordnet mængde<sup>1</sup>.

For elektrometalovne med omkring 53 pct. rujern regner vi (se s. 148—150) pr. ton rujern

ca. 0.45 HK-aar,

333 à 350 kg. koks.

For vanlig koksmasovn, likeledes med meget høi rujernsprocent, forutsættes litt under 1 ton koks, nemlig omkring 0.95 ton. Ved de vanlige koksmasovne utkräves til blæse-maskiner, heisning av godset, belysning osv., endel kraft, som anslaaes til 0.03 HK-aar pr. ton rujern. En vanlig koksmasovn faar — naar man anvender gasmaskiner — masovnsgang i betydelig overskud ut over det kvantum, som utkräves for varmvindsapparaterne og for masovnens eget kraftforbruk. Men ved gasmaskiner vil kraften i sin almindelighed ikke bli billigere end levert fra vandfald. For vanlig koksmasovn opføres (ved meget jernrik besikning) pr. ton rujern

<sup>1</sup> Erfaring har lært, at det hertillands er umulig at skaffe trækul i samtidig betydelig mængde og til billig pris. En hovedaarsak til at de gamle smaa jernverk hertillands næsten alle blev nedlagte i slutten af 1860-aarene og begyndelsen af 1870-aarene, maa søkes deri, at trækullene blev for kostbare. Siden den tid har prisen paa skogprodukter, medregnet top, kvist og andet avfald, steget meget betydelig. Det samme gjelder ogsaa arbeidslønnen. Eksempelvis henvises til, at man ved Næs jernverk kun kan skaffe et meget begrænset kvantum trækul, og det trods verket eier ganske store egne skoger. Videre henvises til, at man nu under krigen maa betale en „panik“-pris for trækul, som er adskillig høiere end den svenske maksimalpris for trækul (i Norge ca. 32 kr., i Sverige ca. 25 kr. pr. m<sup>3</sup>).

ca. 950 kg. koks,

ca. 0.03 HK-aar.

Ved elektrisk masovn efter elektrometaltypen faar man saaledes

en besparelse paa ca. 600 kg. koks,

men en ekstrautgift til ca. 0.42 HK-aar.

Dersom man utgaar fra disse tal og ikke tar andre momenter med i betragtning, skulde utgifterne bli like, naar 1 HK-aar koster likesaa meget som 1.43<sup>1</sup> ton koks.

Man skulde altsaa faa balance ved f. eks.

1 ton koks = kr. 30.00, 1.43 ton koks = kr. 42.90 og 1 HK-aar = kr. 42.90.

1 ton koks = kr. 35.00, 1.43 ton koks = kr. 50.40 og 1 HK-aar = kr. 50.40.

1 ton koks = kr. 40.00, 1.43 ton koks = kr. 57.20 og 1 HK-aar = kr. 57.20.

1 ton koks = kr. 50.00, 1.43 ton koks = kr. 71.15 og 1 HK-aar = kr. 71.15.

Baade koksen og hestekraften vil utvilsomt komme til at stige i fremtiden. Men man maa efter min mening ha ret til at gaa ut fra, at prisstigningen paa koks — selv om man hertillands faar et koksverk med utnyttelse av biprodukterne — vil bli adskillig hoiere end prisstigningen paa hestekraften. Dette er en almenbetragtning, som efter min mening maa tillægges betydelig vekt.

Ovenstaaende tilsiger, at den elektriske masovnsdrift i vort land i sin almindelighet maa ha forsprang fremfor den almindelige koksmasovnsdrift.

---

<sup>1</sup> Efter mit skjøn har jeg her regnet i disfavør for den elektriske smelting, idet jeg for den vanlige masovn har gåaet ut fra forholdsvis lavt koksforbruk, mens man paa den anden side ved elektrisk masovn kan haabe paa noget mindre energiforbruk pr. ton rujern end her forutsat. Ved 0.45 HK-aar pr. ton rujern og henholdsvis 1 og 1.1 ton koks pr. ton rujern ved vanlig masovn, vilde man faa balance ved henholdsvis 1.55 og 1.78 ton koks, ekvivalerende 1 HK-aar. Og ved 0.42 HK-aar pr. ton rujern og henholdsvis 0.95, 1 og 1.1 ton koks pr. ton rujern vilde man faa balance ved henholdsvis 1.54 1.67 og 1.92 ton koks.

2. En moderne vanlig koksmasovn forudsætter meget betydelig aarsproduktion, nemlig ca. 60000 ton rujern, svarende til noget over 100000 ton jernmalm pr. aar. Og skal man fuldt ut utnytte fordelen ved den vanlige koksmasovns-type, bør man ikke ha kun en, men to eller flere ovne.

Ved elektrometaltypen kan pr. ovn à f. eks. 3000 KW eller 4000 HK regnes aarlig ca. 8800 ton rujern, altsaa for to ovne ca. 17500 ton eller for 3 ovne ca. 26500 ton rujern, svarende til aarlig henholdsvis omkring 35000 og 50000 ton jernmalm.

Ved et jernverk basert paa elektriske masovne kan man utvide bedriften litt etter litt. Ved vanlig koksmasovn derimot maa man med en gang springe op i den store produktion.

Efter min mening vilde det være det rigtige ved eventuelt jernverk i det nordlige Norge, specielt i Narvik, basert paa Kirunamalm i forbindelse med diverse norske malme, at anvende elektriske masovne og ikke koksmasovne.

Hvad specielt angaaer eventuelt *jernverk paa Sørlandet eller Østlandet*, saa maatte en vanlig koksmasovn med forbruk av noget over 100000 ton malm aarlig være henvist i det væsentlige til Kiruna- eller Sydvarangermalm, som paa grund av fragttillegget altid vil falde temmelig kostbar (se s. 27—28). Anderledes stiller forholdet sig ved elektriske masovne paa Sør- eller Østlandet, idet man paa grund av den mindre aarsproduktion kan benytte for en væsentlig del de herværende malme, og kun bruke en mindre tilsats af den kostbarere Kiruna- (eller Sydvaranger-) malm, for at øke besikningens jernprocent. For detaljer henvises til de i næste avsnit sammenstillede besikningsberegninger.

En vanlig koksmasovn paa Sør- eller Østlandet vil saaledes faa større utgift pr. ton jernindhold i malmen end

tilfældet behøver at bli ved et mindre anlæg for elektromasovne — et anlæg som forøvrig i og for sig vil bli ganske betydelig.

— Efter min mening vilde det være et nationaløkonomisk misgrep om man nu bygget elektrisk masovn paa Sør- eller Østlandet.  
*vanlig*

Det har leilighetsvis været nævnt, at man først kunde bygge vanlig masovn og saa senere gaa over til elektrisk drift. Dette lyder pent paa papiret, men det betyder, at man først benytter en del, f. eks. 3 mill. kroner, til en vanlig masovn. Saa driver man denne uten økonomisk fordel nogen aar, og saa kasserer man det hele anlæg paa 3 mill. kroner<sup>1</sup>, idet ikke noget av apparaterne (masovn, varmvindsapparater, blæsemaskiner) for vanlig masovn kan benyttes for elektrisk masovn.

I Sverige har man nylig<sup>2</sup> bygget en vanlig koksmasovn, beregnet paa 60000 ton *støperi*-rujern pr. aar, ved Oxelösund, som ligger litt søndenfor Stockholm, og som er utførselshavnen for Grängesbergmalmen. Som et viktig økonomisk moment paapekes, at man her kan benytte nogenlunde *billig* Grängesbergmalm, som leveret i Oxelösund betinger omtrent samme pris som Kirunamalmen leveret i Narvik. Kirunamalm leveret i det sydlige Norge vil koste mindst 5 kr. mere pr. ton malm, eller mindst 8 à 9 kr. mere pr. ton jernindhold, end Grängesbergmalm leveret i Oxelösund. Det vilde saaledes være misvisende at anføre den svenske koksmasovn i Oxelösund som argument for tilsvarende anlæg i den sydlige del

<sup>1</sup> Dersom man et eller andet sted i vort land nu straks vilde begynde at bygge vanlig masovn, vilde den ikke bli ferdig før om flere aar. Og anlægsutgiften vilde vistnok bli det dobbelte av 3 mill. kroner.

<sup>2</sup> Se side 16.

av Norge. Det indskytes, at man ved Østersjøkysten i Syd- og Mellem-Sverige i det hele og store har liten tilgang paa samtidig stor og billig vandkraft.

3. For en vanlig koksmasovn paa f. eks. 60000 ton rujern pr. aar kan anlægsutgifterne — kun til masovnen med varmvindsapparater, blæsemaskine og sammes kraftcentral o. s. v., men ikke medregnet tomt, jernbanespor, arbeiderboliger o. s. v. — under forholde som i vort land i tiden *før* krigen anslaaes til omkring 3 mill. kr., muligens noget mere, muligens noget mindre.

Regner vi 60000 ton og 3 mill. kr., saa gjør dette 50 kr. i anlægskapital pr. ton rujern — altsaa ved 10 pct. rente og amortisation ca. 5 kr. pr. ton rujern.

Før krigen kostet en elektrisk masovn i Sverige for ca. 7000 ton rujern pr. aar omkring 300000 kr. — altsaa 40 à 45 kr. i anlægsutgift pr. ton rujern eller ved 10 pct. rente og amortisation ca. kr. 4 à 4.50 pr. ton rujern. I Norge maatte man vistnok tidligere ha regnet mere — og efter krigen maa man utvilsomt regne betydelig mere.

Denne rent skitserte kalkyl godtgjør, at amortisation og rente beregnet pr. ton rujern blir omtrent det samme ved vanlig masovn og ved elektrisk masovn. Og selv om vanlig masovn paa dette omraade skulde faa et forsprang paa f. eks. 1 krone, vilde dette være et moment av noksaa underordnet betydning.

4. Pr. ton rujern faar man ved vanlig masovn at behandle ca. 2 ton malm og kalksten + ca. 1 ton koks (eller trækul), sum ca. 3 ton gods — ved elektrisk masovn derimot ca. 2 ton malm og kalksten + ca.  $\frac{1}{3}$  ton koks (eller trækul) sum ca.  $2\frac{1}{3}$  ton gods, altsaa litt mindre.

I overensstemmelse hermed viser det sig, at arbeidslønnen beregnet pr. ton rujern ved de relativt smaa svenske jernverk er litt mindre ved elektriske masovne end ved de vanlige trækulsmasovne (se s. 133). For en enkelt meget stor koksmasovn kan antagelig paaregnes samme arbeidsløn pr. ton rujern, som ved et par mindre elektriske masovne. En mindre difference i den ene eller anden retning spiller dog noksaa liten rolle, idet arbeidslønnen ved masovnene i regelen kun utgjør omkring 6 à 10 pct. av de samlede produktionsutgifter.

5. Rujernet vil i det sydlige Norge altid falde forholdsvis dyrt i produktionspris — dog noget billigere ved elektriske masovne end ved vanlig masovn. *Skrotet* derimot faar man nogenlunde billig — og dette er et moment af *fundamental betydning for vordende staalverk* paa Sørlandet eller Østlandet. Regner vi ved en enkelt vanlig masovn aarlig 60000 ton rujern, ved to elektriske masovne 20000 ton rujern, og forutsættes en tilgang paa 20000 ton relativt billig skrot, saa blir staalverkets eller martinverkets indkjøpspris for „rujern plus skrot“ adskillig mindre ved et mindre elektrisk masovnsanlæg (med f. eks. 20000 ton rujern og hertil 20000 ton skrot) end ved et større vanlig masovnsanlæg (med f. eks. 60000 ton rujern og hertil 20000 ton skrot).

### Nogen bemerkninger angaaende staal- og valsverk.

I Sverige, med aarlig produktion ca. 750 000 ton rujern, hvorav det meste forædles til staal (og jern), har man nu:

Et jernverk (Domnarfvet) med aarlig produktion ca. 85 000 ton, hovedsagelig valset thomasstaal (hertil ogsaa noget staal fra basisk martin). Dette verk skal i betydelig grad utvides.

Nogen faa jernverk med valsverk, for aarlig produktion 40 000 eller 50 000 ton valsprodukt.

Nogen flere jernverk med valsverk, for produktion omkring 30 000 ton valsprodukt.

Endel verk, fremdeles med valsverk, for produktion omkring 20 000 ton valsverk.

Adskillige verk med endnu mindre produktion.

Hertil kommer den netop igangsatte koksmasovn ved Oxelösund, for aarlig produktion ca. 60 000 ton støperirujern. Ogsaa ved flere af de andre verk indskräcker man sig til at levere rujern, dog fortrinsvis kvalitetsrujern for eksport.

I *Finland*, hvor jernsaken befinner sig i omrent likesaa vanskelig stilling som i Norge, har man da i alle fald et jernverk, Wärtsilä i Karelen, med aarlig produktion ca. 10000 ton valsprodukt. I en liten trækulsmasovn, som udelukkende eller næsten udelukkende arbeider med sjømalm, leveres ca. 3000 ton rujern pr. aar. Ved basisk martin smeltes dette rujern sammen med indkjøpt skrot — ca. 7000 ton skrot aarlig, saa martinovnen gaar med forholdsvis lidet rujern og meget skrot.

— Erfaring fra Sverige tilsiger, at et moderne valsverk for platejern, stangjern o. s. v. paa langt nær behøver saa stor omsætning som f. eks. 100000 ton aarlig for at bære sig. Og selv et valsverk, hvor man lægger sig efter skibsplater (indtil 3 m. brede) som specialitet, behøver ikke produktion paa over 25000 ton pr. aar.

Anderledes stiller forholdet sig, hvor det gjælder valsning av jernbaneskinner, idet der her utkræves et overmaade stort anlæg, altsaa overmaade stor produktion og samtidig en sikker og nogenlunde jevn avsætning. Men selv i Sverige, med dets stor jernproduktion og med et jernbanenet og aarlig nybygning af jernbaner meget større end i Norge, mangler man endnu valsverk for jernbaneskinner.

Den heldigste løsning for vort land vilde efter min mening være, at faa ikke et enkelt centralverk av gigantdimensioner, men *flere* verk, helst fordelt over forskjellige landsdeler — og hvert verk ialfald tildels med sin specialitet. Et staal- og valsverk for aarlig f. eks. 40000 ton valsprodukt er i og for sig et meget stort anlæg, og det kræver et betydelig antal arbeidere, herunder en hel del *faglærte* arbeidere<sup>1</sup>. Begynder man i det sydlige Norge med anlæg omtrent av denne størrelse, kan man senere skride til utvidelse. — For jernverk i Narvik vilde det være det naturlige straks at planlægge noget større produktion.

Rujernet i det sydlige Norge vil, som nærmere omhandlet i et efterfølgende avsnit, altid kræve forholdsvis høi produktionsutgift. Men til gjengjeld kan man paaregne endel *skrot* (klip, kut, dreiespaan o. s. v. fra de mekaniske verksteder; indkjøpt gammelt jernavfald), som før krigen blev solgt for nogenlunde billig pris, ca. 40 kr. pr. ton, eller levert ved verk 45 à 50 kr. I fremtiden maa forøvrig regnes med høiere pris, bl. a. fordi efterspørgselen efter skrot vil komme til at stige, der som man faar flere indenlandske konsumenter.

I de senere aar er fra vort land gjennemsnitlig blit eksportert omkring 20000 ton skrot (der henvises til stati-

---

<sup>1</sup> Ved Domnarfvet, med aarsproduktion ca. 85000 ton valsprodukt, og med flere mindre koksmasovne og hertil to elektromasovne — altsaa ikke med koncentration av rujernsproduktionen til kun en eller et par masovne — beskjæftigedes sommeren 1917 ca. 2400 arbeidere, herav dog nogen til træforædling.

Ved et andet svensk jernverk, med aarsproduktion ca. 25000 ton valsprodukt, og med tre trækulsmasovne og hertil martinverk, vanlig valsverk samt presverk og diverse anlæg for specialforædling af staal, beskjæftiges sommeren 1917 ca. 1050 arbeidere.

Navnlig forskjellige slags specialforædlinger lægger beslag paa noksaa mange arbeidere.

stiken s. 11 og til nogen bemerkninger s. 14—15). Med stigende industri vil vort lands leverance av skrot komme til at tilta. Man kan ogsaa paaregne noget ophugget jern fra havarerte skibe o. s. v. og man kan vel ogsaa paaregne nogen import fra f. eks. Danmark, Holland og den tilgrænsende del av Sverige. Om en række aar kan man kanske komme til at disponere over 30 000, 40 000 eller muligens 50 000 ton skrot aarlig; jo mere desto bedre — idet skrotet vil bli iafald nogenlunde billig.

Tilgangen paa skrot vil for det første eller de første staalverk specielt i det sydlige Norge være en økonomisk faktor af fremtrædende betydning. Men man kan ikke basere landets fremtidige jernindustri udelukkende eller i det væsentlige paa skrot. *Fremstillingen av rujern blir tyngdepunktet — og programmet maa være at fremstille rujern saa billig som mulig.*

— Som staalproces for staalverk paa Sørlandet eller Østlandet blir man i det væsentlige henvist til basisk martin, og helst med nogenlunde fosforfattig rujern. For visse øie med bør man ogsaa ha sur martin, hvortil kommer diverse elektriske staalovne.

Ved masovnene efter elektrometaltypen faar man som et slags „biprodukt“ en meget betydelig kuantitet masovnsgas (se analyserne s. 145) uten kvælstof og med meget høiere kalorimængde pr. m<sup>3</sup> end masovnsgasen fra de vanlige masovne.

Kun undtagelsesvis vil man ved de elektriske masovne behøve at lægge beslag paa endel av masovnsgasen til røstning eller brikkettering. Den naturlige anvendelse af masovnsgasen er til martin — og man kan regne, at masovnsgasen fra to elektrometalovne paa tilsammen ca. 40 ton rujern pr.

døgn er tilstrækkelig til en martinovn paa omkring 12 à 15 ton charge (og med 3 charger pr. døgn).

Det logiske er saaledes at knytte martinverk direkte til masovn — og ikke lægge masovnene f. eks. paa Vestlandet og martinverket ved Kristiania.

Ved et større martinverk kan man dog ikke klare sig med udelukkende masovnsgas som brændsel, men man maa ogsaa benytte kul, eventuelt torv o. l. Ved en moderne martinsmelting behøves omkring 0.3 eller ved større ovn ned til 0.2 à 0.25 ton stenkul (eller tilsvarende kvantitet torv) pr. ton staal.

## Om jernverk paa Sørlandet eller Østlandet.

### A. Masovn for støperirujern

kan naturlig knyttes til Fehnsfeltet, hvis malm leverer rujern med omkring 1 pct. fosfor, hvad er passe for det vanlige støperirujern. Fehnsmalmen er saavidt kalkrik (se s. 90—92), at den bør opblandes med endel kiselsyrerikere malm, som f. eks. Langøens „grønmalm“ eller purple-ore'n fra det vordende ekstraktionsverk ved Fredriksstad. Ved en saadan tilsats blir Fehnsmalmens manganindhold noget fortyndet, saa manganprocenten i det resulterende rujern blir endel under 1 pct. Hvor det gjælder vanlig støperirujern, som bør indeholde 2 à 3 pct. silicium, og hvor saa meget svovl som 0.05 pct. eller litt derover ikke er skadelig, kan man godt arbeide med saavidt sur slagg som f. eks. 40 pct.  $\text{SiO}_2$ <sup>1</sup>.

Som gjennemsnit for Fehnsmalm, Langøens „grønmalm“ og Fredriksstad purple-ore opføres:

---

<sup>1</sup> Det indskytes, at jo surere slagg, des mindre mangan utreduseres (ved konstant temperatur).

	Jern	Fosfor	Svovl	Kobber	MnO	$\text{SiO}_2$	CaO og andre baser
Fehnsmalm (vaat) ..	49	0.5	0.25—0.5	0.00	1—1.3	5.5	16
Langøens grønmalm	45	0.03	0.04	0.00	0.1	20	17
Purple-ore, tør eller brikettert .....	61	ca. 0.005	0.05—0.25	0.08	0.0	10	1.5

Til 70 pct. Fehnsmalm kan godt paasættes 30 (eller mindst) 30 pct. purple-ore eller Langøens grønmalm, uten at man faar en for kiselsyrerik slagg — og uten at der behøves særskilt kalkstenstilsats. Ved tilsats 30 pct. purple-ore stiger malmens midlere jernprocent til ca. 52.5 pct., svarende til 53.5 à 54 pct. rujern. Ved tilsats av endnu mere purple-ore kunde man som beskinningsmaterial benytte det kalkrike og samtidig jernholdige „rødberg“ (se s. 92).

Fehnsmalmen har i en aarrække været producert saavidt billig, at det har lønnet sig at eksportere den til Tyskland. Levert ved jernverk i nærheten av Fehn vil saaledes malmens selvkostende bli nogenlunde rimelig.

Ved Vrangfos, som ligger kun et par km. fra Ulefos, har man en meget betydelig kraftkilde.

I dette distrikt foreligger saaledes de naturlige betingelser for et middels stort elektrojernverk, f. eks. med to elektro-metallovne. Den fremtidige løsning vil sandsynligvis bli, at en elektromasovn stadig leverer støperirujern, mens en anden masovn, muligens ved tilsats av en større kantitet fosforfattig malm, til visse tider producerer et middels fosforfattig rujern for basisk martin — og at man benytter masovns-gasen fra de to elektromasovne til drift av en martinovn, som saaledes vilde faa ganske billige driftsbetingelser.

### B. Staalverk med valsverk

paa Sørlandet eller Østlandet, med aarlig produktion f. eks. 40 000 ton valsprodukt, maatte hvad *rujernet* — fra elektromasovne — angaar, for en væsentlig del være basert paa Arendals- og Kragerømalmene, dog med endel tilsats av rikere malm. Det bør endvidere forutsættes, at sekunda- eller avfaldsmalmen fra Arendals- og Kragerøgruberne blir underkastet magnetisk separation, saa stykmalmen leveres med mindst 45 pct. jern, og saa man faar endel slig med omkring 65 pct. jern (se s. 41 og 72—73).

Vi skal eksempelvis gjøre op nogen beskikknings-beregninger for rujern til *basisk* martin (eller tilsvarende elektrisk staalproces).

	I	II	III	IV	
Malntilsats	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	
	Klodeberg (45 pct. jern) .....	35	30	35	30
	Langø (45 pct. jern) .....	25	25	25	25
	„Egen slig“ (65 pct. jern) .....	15	15	15	15
	Fehn (49 pct. jern) .....	10	10		
Pct. jern i malmen .....	Kiruna C I (66 pct. jern) .....	15	20	25	30
	Mangan .....	51.5	52.5	53.25	54.3
	Fosfor .....	ca. 1.2	ca. 1.1	ca. 1.0	ca. 0.8
Pct. SiO <sub>2</sub> i slagg fra malmen .....		Fra ca. 0.12 til ca. 0.20			
Pct. kalksten til 100 pct. malm, for slagg å 35 pct. SiO <sub>2</sub> .....	ca. 37	ca. 37	ca. 39	39	
Pct. jern i „malm + kalksten“ .....	ca. 2.5	ca. 2.5	ca. 4.5	ca. 4.5	
Pct. rujern av „malm + kalksten“ .....	50.2	51.2	51	52	
	ca. 51.5	ca. 52.5	ca. 52.5	ca. 53.5	

For at øke jernprocenten er forutsat nogen tilsats av Kiruna C, og det vil her være det bedste at benytte C I, med saa meget som 66 pct. jern og kun 0,25—0,3 pct. fosfor.

Rujernet indeholder i sum ca. 6 pct. kul, mangan, silicium o. s. v., saa procenten av utbragt rujern, trods litt tap av jern, specielt som FeO i masovnsslagen, blir litt høiere end jernprocenten.

For Langøen er indtil videre tænkt navnlig paa den temmelig kalkholdige malm fra Grevinde Wedel grube. For at spare ind paa kalktilsats er ved I og II forutsat paasat litt Fehnsmalm, hvorved forøvrig procent fosfor i rujernet økes noget.

Det ved de her opførte beskikninger producerede rujern vilde holde omtrent 1 pct. mangan (hovedsagelig stammende fra Klodebergmalmen) og 0,12—0,2 pct. fosfor, eller endnu noget høiere fosfor, dersom man benytter en større tilsats av Fehnsmalm eller en tilsats av fosforrikere Kirunamalm.

Et moderne staalverk paa Sør- eller Østlandet bør i det væsentlige benytte *basisk* martin, hvortil det ved de netop opførte beskikninger utvundne rujern passer meget godt. Men et staalverk bør vistnok ogsaa ha ialfald *en* ovn for *sur* martin (som forudsætter fosforfattig rujern).

Man kunde hertil benytte nogen tilsats av Sydvaranger-malm (slig eller briketter), som dog kræver en betydelig tilblanding af kalksten for at leve tilstrækkelig basisk slagg (se s. 110), saa den effektive jernprocent i „malm + kalksten“ blir ikke saa ganske litet nedsat. Ogsaa kunde benyttes slig (eventuelt briketter) fra Bogen eller Dunderlandsdalen. Den billigste maate at skaffe sig tilsatsmalm, med minimal fosfor-procent, vilde vistnok være ved at benytte slig fra Rødsand

paa Nordmøre (med 63.5—64 pct. jern, under 0.010 pct. fosfor, men med ca. 0.6 pct. svovl, se. s. 100) eller fra Fosdalens i Beitstaden (med 66—68 pct. jern, 0.015—0.012 pct. fosfor, 0.35—0.25 pct. svovl, se s. 103). Begge steder ligger det magnetiske separationsverk like ved havn.

Sligen baade fra Rødsand og Beitstaden er meget rik paa jern, karakteriseres ved yderlig litet fosfor, behøver praktisk talt ikke nogen tilsatser af kalksten, men begge steder holder sligen noget svovl. Det sidste medfører, at sligen faar noget begrænset avsætningsmarked, hvorav ofte følger litt nedsat salgspris, hvad set fra kjøperens standpunkt kun er en fordel. For omrent i sin helhet at fjerne svovlet og for desuten at faa sligen sintret, saa man kan paasætte ganske stor kvantitet af den, kunde sligen underkastes en sintringsrøstning, f. eks. ved den moderne amerikanske Greenevalt-metode, som for et mindre anlæg kun kræver noksaa liten kapital. Som brændsel kan — ved anlæg ved jernverket — benyttes masovnsgas.

Ogsaa for *sur* martin skal vi eksempelvis skitsere nogen beskrivninger.

Man kunde — saavel for basisk som for sur martin — ogsaa paasætte endel af den jernrike malm fra Braastad ved Arendal (s. 50) eller fra Dale i Nissedal (s. 96). Den vanlige Søftestadmalm egner sig derimot mindre godt paa grund af den eksceptionelt høie fosforprocent (se s. 93); dog kan fra enkelte steder ved Søftestad leveres malm med særlig høi jernprocent (ca. 66 pct.) og samtidig kun en middels fosforprocent, som 0.3 à 0.5 pct. — og denne malm kunde benyttes for rujern til basisk martin.

For staalverk paa Sørlandet eller Østlandet har jeg derimot ikke tat hensyn til nogen tilsatser — eller til nogen

	V	VI	VII
Malmtilsats	Pct.	Pct.	Pct.
	Klodeberg (45 pct. jern) .....	35	30
	Langø (45 pct. jern) .....	25	25
	„Egen slig“ (65 pct. jern) .....	15	15
Rødsand—Beitstaden, røstet (65 pct. jern) .....	25	30	35
Pct. jern i malmen .....	53	54	55
Pct. i rujernet { Mangan .....	Omkring 1 pct.		
	Fosfor .....		Ca. 0.030 til ca. 0.020
Pct. SiO <sub>2</sub> i slagg fra malmen .....	Omkring 39 pct.		
Pct. kalksten til 100 malm, for slagg å 35 pct. SiO <sub>2</sub> .....	Omkring 4.5 pct.		
Pct. jern i „malm + kalksten“ .....	50.7	51.7	52.6
Pct. rujern av „malm + kalk“ .....	ca. 52	ca. 53	ca. 54

nævneværdig tilsats — av den fremtidige purple-ore fra Fredriksstad, idet denne malm holder litt kobber, og idet den desuten vanligvis kræver en saa betydelig tilsats av kalksten, at den ikke kan bidra til i fornøden grad at øke besikningens gjennemsnitlige jernprocent (se s. 98).

Ovenstaaende oversigt godtgjør, at man ved anvendelse av stykmalm fra Arendal og Kragerø, medregnet litt slig av sekundamalmen herfra, ved en middels tilsats, paa 25 til 35 pct., av jernrikere malm eller sintret slig fra andre forekomster kan skaffe saavidt rik besikning — saavel for basisk som for sur martin — at procenten av rujern i forhold til 100 dele „malm + kalksten“ kommer op i omkring 53 pct.

Og det kan være tvilsomt, om der ved koks opnaaes nævneværdig fordel ved at arbeide med endnu jernrikere beskikning.

Vedrørende *beliggenheten* av et jernverk som det her skitserne bemerkes:

1. Verket maa ligge like ved havn, — masovnen nær lossebrygge, saa transport av malm, koks o. s. v. reduceres til et minimum<sup>1</sup>.

2. Verket maa allerede fra begyndelsen af kunne disponere over mindst 12000 HK, med adgang til senere utvidelse. Og hvad der er kardinalpunktet: kraften maa leveres saa billig som mulig paa Østlandet.

3. Der maa være tilstrækkelig tomtareal, ogsaa for fremtidig utvidelse. Der maa kunne sørges for tilstrækkelig boligplads for arbeiderne, og der maa tages hensyn til at et jernverk maa ha en *stabil* arbeidsstok, hvad kun kan opnaaes ved gode boligforhold.

4. Transporten fra Arendal og Kragerø bør ikke være for lang.

5. Verket bør i fremtiden kunne sættes i forbindelse med jernbanenettet,

6. Angaaende de saa meget omskrevne militære hensyn, tillater jeg mig den bemerkning, at selv et jernverk placert f. eks. i bunden av Lierfjorden eller i nærheten av Kristiania under en fremtidig krig vilde være daarlig betrygget mot

---

<sup>1</sup> 1 ton rujern kræver ca.  $2\frac{1}{4}$  ton malm, koks o. s. v. Ekstra omladning og transport paa f. eks. 80 øre pr. ton malm o. s. v. vilde fordyre rujernets produktionspris med kr. 1.80, som under forholde som før krigens svarer til omkring  $2\frac{1}{2}$  pct. av salgsprisen. Det gjælder at arrangere sig saaledes, at hver eneste overflødig utgiftspost undgaaes.

luftangrep. Og lægger man masovn med staalverk etsteds inde i landet, ovenfor Kristiania, vilde transportutgifterne for malm o. s. v. stige i den grad betydelig, at staten maatte bidrage med en meget betydelig subvention. Hvad det i dette avsnit omhandlede jernverk paa Sørlandet eller Østlandet angaar, maa efter min mening eventuelle militære hensyn sættes ut av betragtning.

Det gjelder at finde et sted mellem f. eks. Grimstad i vest og Larvik i øst, hvor man kan faa den *billigst mulige vandkraft*.

Avsætningsmarked for f. eks. 40 000 ton valsprodukter, hvorav en betydelig del som skibsplater, vil man faa paa hele kyststrækningen fra Fredrikshald til Stavanger, Bergen o. s. v. Det største forbruk har man nu ved Kristianiafjorden, men ogsaa længere mot syd og vest kan paaregnes betydelig avsætning.

Efterat ovenstaaende allerede var skrevet (september—oktober 1917<sup>1</sup>), har det vist sig, at Risør eller den umiddelbare omegn av Risør vistnok maa være den mest rationelle lokalitet for et jernverk paa Sørlandet. Navnlig fordi man her kan faa nogenlunde billig kraft ved overføring (ca. 55 km. lang) fra Høgefossen, som er under utbygning for ca. 22 000 HK maskinelt. Hertil kommer at Risør ligger midtveis mellem Arendals- og Kragerøgruberne. Og en mindre by byder fordele for bolig- eller arbeiderspørsmålet.

Et jernverk som det her skitserede paa aarlig omkring 40 000 ton valsprodukt maa selv producere f. eks. 20 000 ton

<sup>1</sup> Se et foredrag av mig i Trondhjems tekniske forening, 23de oktober 1917 (med utførlig referat i flere avisar i de nærmest følgende dage).

rujern og forresten være henvist til skrot. Rujernet vil i det sydlige Norge altid bli belastet med ganske høi produktionsutgift, skrotet derimot blir billig. Det gjelder følgelig at faa fat i saa meget skrot som mulig. Et martinverk kan godt gaa med meget stor procentsats skrot, endog med 80 pct. skrot, heri medregnet baade indkjøpt skrot og skrot — „retourskrot“ (klip, klut o. s. v.) — fra det med martinverk kombinerte valsverk. Mellem de forskjellige martinverk, som dels er og dels antagelig blir anlagte i Kristiania og forøvrig paa Østlandet eller Sørlandet, vil der bli stor konkurrance om skrotet (eller det indkjøpte skrot). Men man maa kunne gaa ut fra, at et staalverk paa Sørlandskysten kan skaffe sig en betydelig tilgang paa skrot (se s. 15). Man kan saaledes, ialfald til begyndelsen, indskrænke produktion av rujern til f. eks. 20000 ton rujern aarlig.

Dette vil, ved effektivt 2.2 ton rujern pr. HK pr. aar, svare til 9000 HK — altsaa 2 elektrometalovne hver paa 4500 HK eller ca. 3300 KW.

Gaar vi ut fra 20000 ton rujern pr. aar og de ovenfor skitserte besikninger (Nr. I—VII), saa vil der aarlig kræves 24000—27000 eller med rundt tal 25000 ton malm (medregnet noget slig) fra Arendals- og Langøgruberne samt fra de andre tilsvarende forekomster av fosforfattig malm paa Sørlandet (som Olstad ved Grimstad og Dale i Nissedal). Og saa meget — og mere til — maa alle disse forekomster her være istand til at levere gjennem en længere aarrække. Dette dog under forutsætning, at eksporten til utlandet opører. Der er liten mening i at skrape vort sparsomme forraad av fosforfattig malm paa Sør- eller Østlandet ved at sende malmen ut av landet, naar vi selv har bruk for den.

Det logiske vilde være foreløbig at holde et par gruber, som Klodeberg-Kjenli ved Arendal og Grevinde Wedel paa Langø, igang og saa indtil videre bevare de andre forekomster i det væsentlige som reserve.

### Produktionsutgifterne.

Vi skal skitsere en kalkyl under den forudsætning, at man for et fremtidig jernverk kunde regne med samme grundpriser som *før* krigen. En saadan kalkyl vil kun frembyde en viss *relativ* interesse, idet man faar noget material til sammenligning for konkurransen med utenlandske jernverk. *Efter* krigen vil utvilsomt alle utgifter paa raamaterial (malm, kul o. s. v.) komme til at holde sig paa et høiere nivaa end i tiden *før* krigen. Men prisen paa rujern og staal vil ogsaa stige, antagelig endnu sterkere end prisen paa utgangsmaterialerne.

### Jernmalm (med kalksten).

Eksporten av Fehnsmalm (med ca. 50 pct. jern) — med færgetransport fra skeidehus like ved Norsjø til havneplads nær Porsgrund, derpaa losning og efterfølgende indlastning i større skib — har i en aarrække før krigen gåaet med passe overskud.

Ved Klodeberg nær Arendal, hvor man har producert stykmalm med gjennemsnitlig 44—45 pct. jern, har eksportbedriften før krigen (1906—07 og 1910—14) gåaet omrent paa balance eller med et meget beskedent overskud. I den allersidste tid (vaaren 1916) har man her bygget taubbane fra gruben til Hisökilen, men tidligere maatte man her, paa en daarlig ca. 1 km. lang vei kjøre malmen baade vinter og sommer, hvorved man paadrog sig sig endel ekstrautgifter.

Av hensyn til Hisøstrømmen maa man først benytte lægter-transport (ca. 4 km. lang) ned til Arendal havn, med omlastning fra lægter til større skib.

Baade ved Fehn og ved Klodeberg maa saaledes malmen først ilastes i lægter. Det samme gjelder ogsaa Langøgruberne. Ved Fehn og ved Grevinde Wedel grube paa Langøen ligger stollmunding og skeidehus klods ved sjø, saa malmen under normale forhold tømmes direkte fra skeidningen over i lægter; og ved Klodeberg kan man tømme malmkibberne fra nedre taugbanestation direkte i lægter. Hvis man faar jernverk paa Sørlandet, vilde man for Fehn, Langøen og Klodeberg beholde lastning og losning av lægter uforandret, men kun faa endel større transportlængde, hvilken øket utgift anslaaes til 1 kr. pr. ton.

Under forutsætning av samme arbeidsløn, materialutgift o. s. v. som før krigsen, kan malmens brytningsutgift ved Fehn, hvor man nylig har faat et større kraftanlæg, og hvor en ny vertikalskakt snart blir færdig, neppe sættes til mere end 6 à 7 kr. pr. ton malm, levert i lægter ved stollmundingen. Lægges hertil lægtertransport til eventuelt jernverk, anslaaer vi salgsprisen — under konjunkturer og arbeidsløn som før krigsen — til 10 eller i høiden 11 kr. pr. ton malm, hvilket ved 49 pct. jern i malm (med bergfugtighet) utgjør henholdsvis ca. 20 og 22 kr. pr. ton jernindhold.

Fremdeles under forutsætning av arbeidsløn o. s. v. som før krigsen sættes grubeutgifterne pr. ton stykmalm à 45 pct. jern ved Klodeberg til 5 kr. Lægges hertil 1 km. taugbanetransport og derefter lægtertransport til jernverk, kan salgsprisen levert ved eventuelt jernverk sættes til 9 kr. pr. ton malm, eller kr. 20 pr. ton jernindhold i malmen. Med samme tal regner vi ogsaa for Grevinde Wedel grube

paa Langøen, med stollmunding og skeidehus like ved lastebrygge.

For Klodeberg og Grevinde Wedel grube forudsættes fælles separationsverk, placert ved jernverket (se s. 23). Anrikningsgodset sættes til 32 pct. jern; der forudsættes 2.5 ton raamalm til 1 ton slig à 65 pct. jern, hvilket svarer til 10 pct. jern i avfaldsgodset. Separationsutgiften anslaes til kr. 1.80 pr. ton raamalm; lægtertransporten til kr. 2.50 og raamalmen godskrives med kr. 1.90 frit i lægter; gjør i sum pr. ton raamalm kr. 5.20, svarende til kr. 13 pr. ton slig à 65 pct. jern, eller kr. 20 pr. ton jernindhold i malmen, levert ved jernverket.

Under ovenstaaende forudsætninger kommer vi for malm levert ved jernverk, beregnet pr. ton jernindhold i malmen, til utgift: For Fehnsmalm à 49 pct. jern kr. 20 à 22 og for Klodeberg eller Grevinde Wedel stykmalm à 45 pct. jern, og slig à 65 pct. jern kr. 20. Herved vilde gruberne faa noget bedre betaling end ved salg til utlandet, og gruberne vilde komme til at gaa med et passende, dog ikke noget betydelig overskud. Her kan paapekes, at efter europæisk maalestok meget smaa forekomster, som de ved Arendal, Langø og Ulefos, der leverer malm med kun 45 à 50 pct. jern, ikke kan bli store eller særlig lukrative foretagender. Gruberne som saadanne kan ikke berettige nogen meget betydelig salgsværdi, og den som kjøper gruberne for dyrt, vil uvægerlig komme til at gjøre daarlig affaire.

For Kiruna C-malm med 66 pct. jern regner vi (se s. 27) fob. Narvik 16 sh. pr. ton; hertil 5 sh. i fragt til jernverk paa Østlandet, gjør 21 sh. eller 19 kroner, eller med rundt tal 29 kr. pr. ton jernindhold.

I henhold hertil sætter vi, ved beskikningsforhold I—IV (se s. 166), under konjunkturer som i de sidste aar før krigen utgiften pr. ton jernindhold i malm, levert ved eventuelt jernverk paa Østlandet, til 22 à 23 kr. pr. ton.

Hertil kommer en bagatel kalksten, nemlig pr. ton rujern kun 0.05—0.1 ton kalksten à f. eks. 4 kr. pr. ton kalksten levert ved verket, gjør 20—40 øre beregnet pr. ton rujern. Lægges hertil „diverse materiel“, opføres utgiften pr. ton rujern i jernmalm med kalksten o. s. v. til 23 à 24 kroner.

Til lignende tal kommer vi ogsaa for beskikningerne nr. V—VII (se s. 169).

#### Elektroder.

Pr. ton rujern regnes 4—7 kg. elektroder à 270 kr. pr. ton; gjør kr. 1.12—1.90 pr. ton rujern.

#### Koks.

Pr. ton rujern regnes 333—350 kg. koks à kr. 24—27, gjør kr. 8—9.45 pr. ton rujern.

#### Hestekraft.

Forbruket sættes til 0.45 HK-aar pr. ton rujern, idet bemerkes, at man sandsynligvis kan klare sig med litt mindre kraft. Og hestekraften sættes levert ved jernverket rent skjønsmæssig til 35 à 40 kroner, gjør kr. 15.75—18.00 pr. ton rujern.

For arbeidsløn og amortisation plus renter (10 pct.) av nedlagt kapital (for selve masovnen) henvises til s. 133. Generalutgifter ansættes efter et noksaa vilkaarlig skjøn.

*Produktionsutgift pr. ton rujern* under konjunkturer som før krigen.

Jernmalm med kalksten o. s. v. ....	kr. 23.00—24.00
Elektroder .....	" 1.12— 1.90
Koks.....	" 8.00— 9.45
Hestekraft .....	" 15.75—18.00
Arbeidsløn .....	" 3.50
Rente og amortisation .....	" 4.00— 4.50
Andre generalutgifter .....	" 2.00— 3.00
Sum... kr. 57.37—64.35	

Masovnsgasen er her ikke opført med nogen særskilt produktionsutgift, men forutsat levert gratis, hvilket vilde komme en kalkyl for martinsmelningen tilgode.

Der er i den senere tid hertillands fremlagt flere kalkyler over produktionsomkostningerne for rujern ved vanlig koks-masovn, lydende for konjunkturer som før krigen paa om-trent det ovenstaaende første tal (kr. 57.37). Men ved disse kalkyler har man efter min mening gaat ut fra altfor lave enhetspriser for jernmalm, kul (koks) o. s. v. Disse kalkyler for produktionsutgifterne ved vanlig masovn egner sig saaledes ikke til parallel med den ovenstaaende kalkyl for elektromasovne.

Under forholde som før krigen skulde det ved elektrisk smelting producerte rujern kunne leveres saavidt billig, at det kunde opta konkurransen hertillands med importert rujern<sup>1</sup>. Men vi maa ogsaa paapeke, at masovn i det sydlige Norge — det være efter det ene eller det andet system — ikke vil faa saa lave produktionsutgifter som mange masovne specielt i Tyskland, tildels ogsaa i England — hovedsagelig fordi jernmalmene i det sydlige Norge ikke nogetsteds kan

<sup>1</sup> Der henvises til oversigten s. 18—19 over prisnoteringerne for forskjellige sorter rujern med de vekslende konjunkturer.

leveres til særlig billig pris<sup>1</sup> (beregnet pr. ton jernindhold i malmen) og fordi vi maa arbeide med importert kul eller koks.

*Efter* krigen maa regnes med betydelige prisstigninger, bl. a. paa arbeidsløn, altsaa ogsaa paa kul (idet 65 à 70 pct. av produktionsomkostningene for kul gaar til arbeidsløn) og endvidere paa skibsfragt.

Herved vil rujern fra elektrisk smelting hertillands efter min mening bli noget bedre situert i konkurransen med importert rujern *efter* krigen end tilfælde vilde ha været under konjunkturer som før krigen.

Ovenstaaende gjælder kun selve rujernet. Og kan vi i det sydlige Norge producere dette med en mindre avance, maa man være fornøiet.

Men for økonomien av et eller et par staalverk (med tilhørende valsverk) kommer til som et meget viktig moment, at man ved staalverk med martin eller tilsvarende elektrisk staalovn kan paaregne en betydelig tilsats av *billig* skrot (jernavfald, se s. 162). Og jo mere skrot et staalverk kan skaffe sig, des gunstigere vil økonomien stille sig.

Men et jernverk kan ikke leve alene paa skrot. Man maa derfor, hvad angaar verkets beliggenhet og masovnstypen, ta det kombinerte hensyn — paa den ene side billigst mulig leverance av rujern i fornøden kvantitet for vordende staalproces, og paa den anden side størst mulig tilgang paa skrot.

---

<sup>1</sup> Det sted i vort land, hvor man for ubegrænset fremtid kan faa den billigste malm (beregnet pr. ton jernindhold i malmen) er i Narvik. Jeg henviser i denne forbindelse til, at i de utredninger, som jeg leverte for Stortinget 1898 (bilag nr. 4 og bilag nr. 7 til St. prp. nr. 42, 1898 og dokument nr. 63, 1898) indgik hensynet til vordende jernverk i Narvik som en meget viktig faktor. For vordende jernverk i det nordlige Norge byder Narvik meget bedre betingelser end nogen anden lokalitet i Tromsø stift.

## Om statens forhold til jernverkssaken.

I henhold til St. prp. nr. 137, 1917 „Om bidrag til Strømmens Verksted og til Kristiania Spikerverk til forøkelse av jern-, staal- og valseverksproduksjonen“ besluttede Stortinget i juni 1917:

1. Til forføininger sigtende til at foreke staalproduksjonen ved Strømmens Verksted fra 5 000 til 10 000 ton pr. aar bevilges av statskassen kr. 51 200. Beløpet posteres paa konto „Industriens forsyning“.

2. Til forøkelse av den aarlige staalproduksjon fra 12 000 ton til 24 000 ton martinstaal og til anlæg av et blokvalseverk for en aarlig produksjon av mindst 10 000 ton valseprodukt bevilges Kristiania Spikerverk i 5 aar fra idriftssættelsen av den nye martinovn nr. 2 at regne og forørig paa de betingelser, som nærmere blir fastsat i en mellem departementet for den industrielle forsyning og firmaet oprettendes kontrakt en produktionspræmie av kr. 8.00 pr. ton utvalset staal. (Hertil om posteringsformen).

Det har vinteren 1917—18 været paa bane, at et tredje anlæg av staten skulde faa en produktionspræmie paa kr. 6 pr. ton valsprodukt.

Det princip, som staten her har slaat ind paa, nemlig at støtte den nye industri ved produktionspræmie, maa hilses med glæde. Nye jern- og valsverk vil til en begyndelse faa mange vanskeligheter at kjæmpe med, bl. a. for at skaffe faglærte arbeidere. Og selv ved opførelse efter krigens avslutning vil et jernverk bli belastet med meget høi anlægskapital. Jeg skal ikke her gaa ind paa de mange fordele ved produktionspræmie contra toldbeskyttelse o. s. v. — men jeg anser mig berettiget til en rent fagmæssig bemerkning.

Fremtidig produktionspræmie bør knyttes til det material, som paa grund av konkurransen med utlandet har mest trang til ophjælp. Og det er ikke det færdigvalsede produkt men rujernet.

Ved at lægge produktionspræmien paa det færdigvalsede staal, vil et staalverk kunne foretrække at benytte *utenlandsk rujern* og hertil skrot fra de mekaniske verksteder o. s. v. Men herved ophjælper man ikke den gren av jernindustrien, som maa bli basis for det hele, og som i konkurransen med utlandet vil bli relativt vanskeligst stillet — nemlig *produktionen av indenlandsk rujern*.

Dersom man av forskjellige grunde vil knytte produktionspræmien netop til det *færdigvalsede staal*, kunde der stipuleres som betingelse, at dette skal være fremstillet av *indenlandsk* producere rujern i forbindelse med skrot o. s. v.

Paa den anden side kunde man lægge præmien direkte paa det indenlandsk producere — og konsumerte — *rujern*, hvorved man vilde ophjælpe jernverk baade for staalforædling og for fremstilling av støperirujern.

Man kunde ogsaa benytte den arbeidsmetode, at man lægger f. eks. den ene halvpart af præmien paa det indenlandsk producere rujern og den anden halvpart paa det med benyttelse av indenlandsk rujern fremstillede staal.

Den form for løsningen av præmiesystemet, som man har begyndt med, synes mig litet heldig, idet den ikke træffer kjernepunktet i den fremtidige norske jernindustri, nemlig utvindingen av rujern fra malm.

Ifølge den nye koncessionslov, av 14de december 1917, skal koncessionären av større vandfald betale en aarlig avgift til staten av ikke under 10 øre og i regelen ikke over kr. 3 pr. naturhestekraft, og til kommunen (eller kommunerne) ikke under 10 øre og i regelen ikke over kr. 4, likeledes pr. naturhestekraft. Regner vi med maksimalavgifterne, saa blir den aarlige avgift til stat og kommune i sum kr. 7 pr. natur-

hestekraft, svarende til omkring kr. 10, ofte endog kr. 10.50 pr. elektrisk hestekraft.

Ved elektromasovne behøves omkring 0.45 elektrisk hestekraftaar, levert ved masovnen (før transformeringen) pr. ton rujern. Den ovenfor nævnte aarlige maksimalavgift, kr. 10 pr. elektrisk hestekraft, til stat og kommune vil saaledes fordyre rujernets produktionsutgift med ca. kr. 4.50 pr. ton rujern. Om man i fremtiden kan faa formindsket energiforbruket ved elektromasovnene ned til 0.40 elektrisk hestekraftaar, vilde maksimalavgiften ekvivalere en produktionsutgift stor ca. kr. 4 pr. ton rujern.

Jeg finder at burde gjøre opmerksom paa, at dette — for en saa billig vare som rujern, med salgspris før krigen i vort land i regelen kr. 60 à 90 pr. ton — er en overmaade høi avgift, idet den utgjør flere procent, nemlig under konjunkturer som før krigen 5 pct. eller noget over 5 pct. av varens salgspris. Og salgsprisen vil bli diktert ved konkurransen med utlandet.

Det vilde for utviklingen av vort lands paa indenlandske rujern baserte jernindustri være ønskelig, at de elektriske masovne faar lettelse i avgifterne for vandkraften, idet man sætter disse saa lave som mulig.

En national jernindustri vil være en saa betydelig løftestang for vort land, at staten bør bringe baade direkte og indirekte støtte.

---

---