



NORGES GEOLOGISKE  
UNDERSÖGELSE

No. 17.

Nissedalens  
jernmalforekomst

(i Thelemarken)

af

J. H. L. Vogt

Med „Resumé in deutscher Sprache“ og en planche



Christiania

I Kommission hos H. Aschehoug & Co.

1895

Pris 50 Øre.

1.25

# Nissedalens jernmalforekomst

(i Thelemarken)

Af

J. H. L. Vogt

Med „Resumé in deutscher Sprache“ og en planche



Christiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1895

### Søftestad jernmalforekomst i Nissedal

(i Thelemarken) har helt siden aarhundredets begyndelse, da malmfeltet gav anledning til en mindre grubedrift, under Næs jernverk, været omtalt inden fagkredse som en af de *noget større malforekomster* i det sydlige Norge, og det har endvidere i lang tid været kjendt, at malmen herfra udmærker sig saavel ved en *meget høi jerngehalt* som navnlig ved en *ganske usædvanlig høi fosforgehalt*. Denne sidste umuliggjorde i tidligere decennier enhver nyttiggjørelse af malmen; nu derimod har udviklingen inden jernets metallurgi, navnlig den fra omkring 1880 stammende basiske bessemereing (thomasprocessen), medført betydelig efterspørgsel efter fostorrige jernmalme.

Tidligere har ogsaa kommunikationsmidlerne lagt en afgjørende hindring i veien for tilgodegjørelse af Nissedalsmalmen; ogsaa heri vil dog i en nogenlunde overskuelig fremtid indtræde en væsentlig forandring. Som bekjendt besluttede stortinget 1894 anlægget af en jernbane (af 50 km's længe, efter Herselalternativet) fra Arendal til Aamli kirke; naar denne jernbaneparcel er færdig, kan man gaa ud fra, at banen, sent eller tidlig, vil blive fortsat fra Aamli frem til Nisservand (33.6 km). Man vil saaledes faa direkte jernbaneforbindelse mellem Nisser og kysten.

Videre kan nævnes, at den nu ved aabningen af Strengen-Ulefos-kanalen etablerede direkte vandkommunikation fra Bاندaks- og Hvideseid-vand helt frem til Skien eller Porsgrund ogsaa har medført tanken om at transportere Nissedalsmalmen ved traadbane over fra Nisser til Hvideseidvandet og senere kanalveien frem til kysten; som vi senere skal omhandle, vil dog denne transport, ialfald under de nuværende konjunkturer for jernmalm, sandsynligvis blive for kostbar, — og malmen kommer formodentlig til at blive henliggende urørt, indtil jernbanen Arendal-Nisser blir færdig.

Hovedsagelig paa grund af den interesse, som Nissedalsmalmen saaledes afgiver for dette fremtidige jernbaneanlæg, har jeg troet, at en detailleret beskrivelse af forekomsten nu kunde være paa sin rette plads.

Ogsaa i theoretisk-geologisk henseende frembyder Nissedalsmalmen en vis interesse, navnlig for forstaaelsen af „apatit-jernmalmenes“ dannelse.

For nogle faa aar siden (1889) blev der — tildels efter mit eget initiativ — paa bekostning af eierne af Softestadforekomsten, nemlig Næs jernverk (Jacob Aall & søn) ved Tvedestrand af min daværende amanuensis, bergkandidat *C. Riiber*, optaget et detailkart (i maalestok 1 : 1000) over feltet. Ved mit besøg paa stedet, sommeren 1894, havde jeg anledning til at benytte dette kart, som her gjengives i formindsket maalestok (fig. 2 og 4), samt alle de tilhørende detailprofiler, hvor malmleiets mægtighed var indtegnet. Ved *Riibers* samvittighedsfulde og detaillerede undersøgelser lettedes mit arbeide i meget væsentlig grad.

---

## Oversigt over fjeldbygningen i Nissedal.

Som det vil være kjendt fra de tidligere geologiske undersøgelser af Nedenæs og Bratsberg amter, optræder der her langs kysten, fra Langesundsfjorden vestover til Kristianssand, først et flere mile bredt bælte af forskellige archæiske skifere, med nogle gjenembrud dels af granit og dels af forskellige gabbroer (navnlig norit og olivinhyperit); indenfor dette bælte af krystallinske skifere følger det store Kristianssandske granitfelt, som kontinuerlig strækker sig fra noget indenfor Kragero og Arendal i SO til langt ind paa Hardangervidda i NV; og indenfor graniten igjen kommer den Thelemarkske kvartsskiferkonglomerat-etage, der sandsynligvis er at opfatte som vort grundfjelds alleryngste afdeling.

Som det er angivet paa *Kjerulfs* og *Dahlls* geologiske karter over den sydlige del af Norge, optræder der inde i det store Kristianssandske granitfelt hist og her nogle ø-formige gneispartier, blandt hvilke et af de største netop er partiet paa begge sider af Nisservand, i den sydlige del af Thelemarken.

I dette **Nissedalens grundfjeld**, som for over 30 aar siden blev kartlagt<sup>1</sup> af senere bergmester Dr. *T. Dahll* (se dennes arbeide „Thelemarkens geologi“, i „Nyt magasin for naturvidenskaberne“, B. 11, 1861), møder vi hovedsagelig de ordinære gneisbergarter, nemlig: graa gneis, noget øiegneis og rød gneis, hornblendegneis, hornblendeskifer, glimmerskifer osv.; kvarts-

<sup>1</sup> Den geologiske kartskitse, fig. 1, i dette arbeide er bygget paa *Dahlls* kart.



skifer derimod synes fuldstændig at mangle eller i alle fald kun at være tilstede i ringe mængde, og konglomerat forefindes ikke. Nissedalens grundfjeld kan saaledes ikke være at sidestille med den saakaldte „Thelemarksformation“ (kvartsskifer-konglomerat-etagen) og heller ikke med den hermed formentlig ekvivalente kvartsskifer-hornblendeskifer-etage<sup>1</sup> i Kragerø omegn (Lango-Gomø, Bamle osv.) Ligesaa lidt kan Nissedalsskiferne paralleliseres med de i distriktet rundt omkring Tvedestrand og indenfor Risør udbredte cordierit-gneise; derimod viser de i petrografisk henseende meget stor lighed med de gneisbergarter, som er herskende rundt omkring Arendal samt ved Grimstad-by. Dette er forsaavidt af interesse, som Nissedalens jernmalmforekomst, hvad vi i det følgende skal paavise, i geologisk-genetisk henseende maa sidestilles med Arendalsmalmen.

Som illustreret ved den lille profilskitse, fig. 1 b, langs øst-siden af Nisservand, synes Nissedalens grundfjeld i det hele og store at danne en temmelig stærkt sammenpresset fold; skiferne stryger oftest, om end med mange uregelmæssigheder, omkring ONO-VSV, og faldet er i den nordre del oftest mod syd, i den søndre del oftest mod nord.

I lighed med, hvad der gjælder for det krystallinske skiferbælte ved Kragerø-Arendal-kysten, er ogsaa det lille gneisparti i Nissedal paa flere steder, saaledes som forlængst paavist af *Dahll*, gjennemsat af **gabbro** (dels egentlig gabbro, diallag og labrador, dels kanske ogsaa olivingabbro<sup>2</sup>). Særlig kan nævnes et større gabbrofelt (efter skjøn af længde mindst 1 km. og bredde  $\frac{1}{2}$  km.) paa østsiden af vandet, NO for Nissedals kirke og Tveit, og et andet, ligeledes ganske stort gabbro-

<sup>1</sup> Det kan indskydes, at der ogsaa her, efter hvad jeg har havt anledning til at paavise, optræder konglomerat-lag, nemlig nær gaarden (eller pladsen) Kirkeberg paa Bæro, ved Kragerø. Videre har jeg ogsaa fundet konglomerat (mægtigt kvartskonglomerat) paa NV-siden af den vestlige vik af Redalsvandet, ved Grimstad.

<sup>2</sup> Nogle medbragte prøver af gabbrobergarten viste sig at være saa stærkt omvandlede, ved den ordinære skapolithisations-metamorfose, at det ikke kunde afgjøres, om olivin oprindeligt har været tilstede eller ei.

felt, paa østsiden af vandet, ved odden nord for Fjone. Saaledes som tilfældet er med olivingabbroerne (med eugranitisk struktur; ex. nær Rorevand ved Grimstad) og olivinhyperitene (med ofitisk struktur; ex. Odegaarden, Ravnefjeld osv.; Snarum) i gneisdistriktet ved Kragerø-Lillesand-kysten og i Snarum, ledsagedes ogsaa Nissedals-gabbroen af **apatitgange**, der ogsaa her i Nissedal, hvor de gennem sætter selve gabbroen, langs ganggrænserne har medført en omvandling af gabbroen til *skapolith-hornblendefels*. De apatitgange, som hidtil er kjendt i Nissedalen, er forøvrigt i den grad ubetydelige, at de kun afgiver theoretisk interesse. Af disse gange kan her nævnes:

Gang inde i den grovkrystallinske (eugranitisk kornige) gabbro NO for Tveit, førende: lysegrøn apatit (i ringe mængde), titanjern, hornblende, plagioklas (lysegrøn).

Tilsvarende smaa-gange, foruden ovennævnte mineraler ogsaa med kvarts, ved Skeimopladsene nær landeveien, paa østsiden af vandet; i gneis i nærheden af gabbroen.

Gang med overveiende titanjern og lidt apatit, desuden hornblende, feldspat, glimmer; høit oppe i aasen ovenfor Rynningen (Skeimo); i gneis lige ved gabbroen.

Apatit-magnetkis-gang inde i gabbroen nord for Fjone (vestsiden af Nisser), i en liden brat aas nær vandet; foruden magnetkis og apatit fører gangen ogsaa lidt kobberkis samt *turmalin*, i smaa, kartsøileformige, fladerige krystaller. Baade apatiten og turmalinen, som begge ligger udskilte med idiomorf kontur inde i magnetkisen, udmærker sig derved, at krystalkanterne er afrundede, med udseende som om de var ansmeltede paa kanterne. Magnetkisen her er tidligere bleven skjærpet paa nikkel (ifølge analyse meddelt af *P. Herter*, Zeits. der deutschen geol. Gesellsch., 1871, holder magnetkisen herfra 0.75 % nikkel og 0.3 % kobolt).

## Søftestad jernmalforekomst

er beliggende i en liden aasryg mellem gaardene Søftestad og Aarhus, næsten lige ved Nisservandet (paa østsiden af samme) og kun 1 à 1½ km søndenfor Nissedalens kirke (se kartskitserne fig. 1 og 2).

I grubeaasen hersker de vanlige krystallinske skifere, hovedsagelig graa gneis, hornblendegneis og hornblendeskifere; og *malmen optræder selv konkordant med skiferne.*

De skifere, som grænser umiddelbart ind mod malmen, eller som er indleiede inde i samme, minder undertiden om de svenske „*skarnberg*“-skifere. Mikroskopisk undersøgelse af disse bergarter, som forøvrigt ved Søftestadforekomsten kun spiller en rent underordnet rolle, viser følgende mineraler:

*Hornblende*, grøn; *granat* (ikke rigelig); *augit*, lysegrøn; *epidot* (ikke rigelig); *orthoklas*, *oligoklas*; *kvarts*; videre *titanit* (ofte i paafaldende mængde) og *apatit*.

Særlig vil vi fæste opmærksomheden ved den forøvrigt i nogenlunde sparsom mængde optrædende, lysegrønne *augit*, der under mikroskopet viser samme kriterier som *diopsiden* (malakoliten) fra talrige øvrige geologisk nærstaaende forekomster (ex. Dunderland, Næverhaugen og Fulgestrand i Nordland).

---

### Jernmalmens mineralogi.

Selve jernmalmen bestaar hovedsagelig af det egentlige jernmalm-mineral (*magnetit* eller *jernglans*) og *apatit*, hvortil i regelen kommer en temmelig sparsom tilblanding af *kvarts*. Desuden er ved mikroskopisk undersøgelse paavist noget hornblende, dog oftest kun i ørsmaa individer og i forsvindende ringe mængde, undtagelsesvis ogsaa lidt *feldspat* (oligoklas) og *kalkspat*; og endelig forefinder vi, i for øiet synbare individer, dog kun som mineralogisk sjældenhed, lidt *granat*



(∞0. 202) samt — som sekundærprodukt — desmin (allerede omtalt af *Dahl*).

I mineralogisk henseende er det navnlig den overordentlig rigelige tilblanding af **apatit**, som frembyder interesse. Som vi senere nærmere skal omhandle, udviser de foreliggende gennemsnitsprøver i middel omkring 2 % fosfor, svarende til 11 % (vægtsprocent) apatit; og en stufprøve af stærkt apatitrig malm holder endog ikke mindre end 3.49 % fosfor eller 19.5 vægtsprocent (= 28 volumprocent) apatit.

Apatiten optræder jævnt og intimt blandet med selve jernmalm-mineralet, dels i mikroskopisk smaa individer og dels i korn synbare for blotte øie og af størrelse op til et par mm. Derimod naar apatiten ved Søftestad aldrig — saaledes som tilfældet er f. ex. med Grängesbergs, Gellivaras og Lyngrots „apatit-jernmalme“ — op til større dimensioner, som hasselnød, valnød eller derover.

For at man kan faa et indtryk af, hvor rigelig og nogenlunde jævnt apatiten er fordelt over det hele malmparti, kan vi for det første henvise til de forskellige gennemsnitsprøver, der repræsenterer forskellige partier af leiestedet; videre kan vi anføre, at af de 10 mikroskopiske præparater, som jeg har ladet slibe af malmen, viser hvert eneste et en betydelig apatitgehalt udgjørende efter skøn fra i minimum 3—5 volumprocent helt op til 35—40 volumprocent<sup>1</sup> apatit.

Som ved hosstaaende tegninger illustreret, bestaar de fine — en til nogle faa mm tykke — hvide eller lysegraa striber, som man jævnlige forefinder inde i malmen (parallelt med sidestenen), og som man ved første øiekast ofte vil være tilbøielig til at holde for kvarts, hovedsagelig af apatit. Ogsaa den fingrynede, kompakte jernmalm, ved siden af disse apatitstriber, hvilken malm for blotte øie ser ud som kun bestaaende af aldeles ren jernglans eller magnetit, fører stadig en tilblanding, i yderst smaa individer, af apatit, jævnlig ogsaa af lidt kvarts med

<sup>1</sup> Som støtte for sidstnævnte skjønsmæssige kalkyl er benyttet mikroskopisk præparat af den analyserede malmstuf, med 3.49 vægtsprocent fosfor = 28 volumprocent apatit.

feldspat og kalkspat, sidstnævnte mineraler dog i regelen kun i meget ringe mængde.

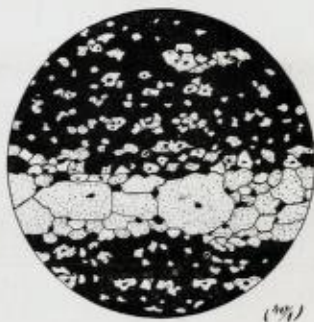
Som allerede ovenfor nævnt, er det i den egentlige jernmalm — altsaa ikke medregnet de magnetit- eller jernglansførende „skarnberg“-skifere — af silikaterne ubetinget *kvarts*, som spiller den vigtigste rolle. Oftest er dog tilblendingen af dette mineral meget ringe; saaledes indeholder af de foreliggende 10 mikroskopiske præparater af malmen de 2 præ-

Fig. 3 a.



Snit af apatitjernmalm. lodret lagningen. Hel maalestok. Sort = kompakt jernmalm; hvidt = hovedsagelig apatit.

Fig. 3 a.



Snit af apatit-jernmalm. lodret lagningen. 40 gange forstørret. Sort = magnetit; hvidt med smaa prikker = apatit; hvidt uden prikker = kvarts.

parater efter skjøn i hoiden  $\frac{1}{2}$  % kvarts; 3 præparater 1 eller 1 à 2 %; 2 præparater 3—5 %; 2 præparater 5—10 % og kun et præparat efter skjøn saa meget som 10—15 % (volumprocent) kvarts, medregnet lidt hornblende, feldspat og kalkspat.

Som det fremgaar af kartskitserne, er Softestadforekomsten opdelt i tre særskilte malmleier, der følger det ene efter det andet, dog adskilte fra hinanden ved mellemliggende skifere af nogle ganske faa m's mægtighed. Af disse tre leier bestaar det nordligste (no. I) og det midterste (no. II—VI) af fingrynet *magnetit*-malm, det sydligste (no. VIII—XVII) derimod af *jernglans* og *magnetit* i nogenlunde ligeligt forhold. Under-

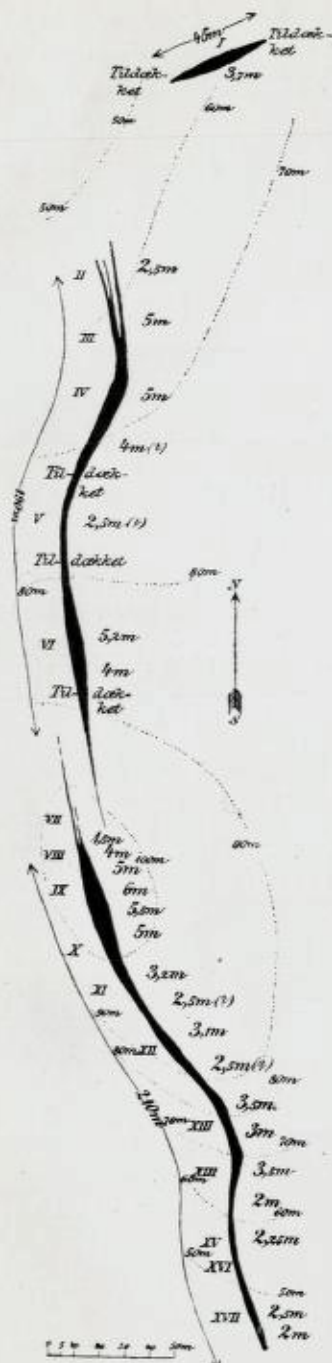


Fig. 4.  
Kart over Søftestad jernmalmsforekomst.  
Maalestok 1 : 3000.

Det tykke sorte er jernmalmeierne.

De romerske tal tilvenstre angiver gamle skærpninger eller smaa-brud.

Tallene tilhøire (2,5 m, 5 m osv.) angiver malmens horizontale bredde (ikke dens mægtighed). Faldet er oftest 60° mod øst.

De fine punkterede linjer (med 50 m, 60 m osv.) er høidekurven over Nisservand.



tiden er jernglansen her aldeles forherskende; tilmed er jernglansen paa enkelte steder, om end rent underordnet, udviklet med jernglimmer-karakter. *Vi kan saaledes her følge overgang fra „apatit-magnetit“-malm til apatitrig „torrsten“-malm (jernglans + kvarts) og videre til apatitrig jernglimmerskifer (jernglimmer + kvarts).*

Magnetit-malmen viser i det hele og store skarpere grænse mod de tilstødende skifere, end tilfældet er med jernglans- og jernglimmerskifer-malmene.

### Detailbeskrivelse af malmfeltet.

#### Malmparti no. I.

Ved no. I gammelt brud, 5 m langt; malmen her aldeles ren, uden skifermellelag, i 3.7 m horizontal bredde (eller ca. 3.4 m mægtighed); fald ca. 65°. Man vil i dette brud kunne faa udbragt *mindst 90 % malm à 65 % jerngehalt* (to mindre gennemsnitsanalyser herfra viser 65.5 og 66 % jern; videre meget mindre fosfor end ellers). Fortsættelsen baade mod øst og vest aldeles tildækket; ved kompas fulgtes malmen mod vest i ca. 15 m og mod øst i ca. 25 m. Længden af dette malmparti er skjønsmæssig sat til 45 m og malmarealet til 120 m<sup>2</sup>.

#### Malmparti no. II—VI (190 m langt).

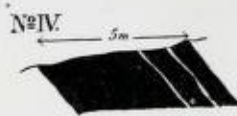
Ved no. II er malmleiet opdelt ved mellemliggende skiferlag i en hel del tynde malmstriber; ved drift af horizontal bredde 2.5 m vil man antagelig kunne faa 50 % malm à 60 % jern; daarligt brud. Malmleiet no.

Fig 5.



Profil ved no. III.

Fig. 6.



Profil ved no. IV.

Sort er malm; hvidt er skifer.

II—VI synes at kile sig ud ved punkt II; længere mod nord er marken dækket af ager og eng, saa eventuel fortsættelse ikke kan følges i dagen.

Ved no. III fører malmen fremdeles talrige indleiede skifermellelag; ved 5 m bredt brud vil man følgelig kun faa 50 % malm, som blev anslaaet at holde 55 % jern; daarligt brud.



Derimod er no. IV et af de mægtigste og rigeste malmpartier inden det hele felt. Malmens horizontale bredde maalt her til 5.0 m (nøjagtig); inden denne bredde er der kun et par ganske tynde skiferlag, hver paa et par tommer. Paa stedet anslog jeg, at man vilde faa mindst 80 % malm à 65 % jern; da dog malmen her er meget stærkt opblandet med apatit (to af hinanden uafhængige analyser udviser 9.0 og 11.5 vægtsprocent apatit), blir jerngehalten trykket noget ned; to gennemsnitsanalyser af malmen herfra giver derfor henholdsvis kun 62.9 og 63.5 % jern (samt 2.09 og 1.62 % fosfor). Man kan her, ved drift 5 m bred, med sikkerhed paaregne 75—80 % malm à 62 % jern.

Bruddet er opfaaret i ca. 10 m's længde; sydover (henimod no. V) er marked stærkt tildækket. Ca. 20 m fra no. IV findes her et lidet, næsten gjengroet brud; malmen syntes at være 4 m bred, og den paa berghalden liggende malm er meget jernrig.

Fremdeles tildækket i ca. 30 m's længde; malmen her fulgt med kompas; den midlere bredde skjønsmæssig anslaaet til 2.5 m.

No. V orlidet, næsten gjengroet brud; 1.1 m mægtig ren malm; ved siden af dette leie vexel af malmstriber og skifer; i 2.25 m's bredde antagelig 50 % malm à 55—60 % jern; bruddet forevrigt saa tilgroet, at sikre iagttagelser umulige, uden ved opforskning.

Partiet herfra til no. VI, af længde ca. 35 m, er aldeles tildækket.

No. VI med mægtig, rig og samlet malm; leiets horizontale bredde 5.2 m; efter mit paa stedet nedtegnede skjøn kan her paaregnes mindst 60—70 % malm à 58—60 % jern; udtagen gennemsnitsprøve viste 57.31 % jern og 1.05 % fosfor (= 5.8 % apatit). Bruddet afrenset i mindst 10 m's længde.

Ca. 10 m længere mod syd et orlidet brud; meget stærke kompasdrag; malmens bredde anslaaet til 4 m. — Endnu længere mod syd fremdeles et stykke ganske stærke kompasdrag; senere smalner malmen ind; marken tildels stærkt tildækket, saa kartet her kanske ikke er aldeles sikkert.

#### Malmparti no. VIII—XVII (210 m langt).

Ved no. VII en hel del tynde malmstriber, som ikke kan afbygges.

Det egentlige malmleie regner vi at begynde ved no. VIII: strax svulmer malmen op til betydelig mægtighed, med horizontal bredde 5 m i 35—40 m's længde; undtagelsesvis gaar bredden op til 6 m; samtidig er malmen her baade godt samlet, uden større skiferlemlemlag, og meget rig paa jern.

Ved brud no. IX, hvor malmen er 6 m bred, og hvor den ældre brydning har været koncentreret, vil man vistnok kunne paaregne mindst 70 % malm med ikke under 60 % jern; generalprøve herfra viste 61.12 % jern og 1.77 % fosfor (= 9.8 % apatit).

Nordenfor no. X, med malmbredde 5 m, smalner malmen ind; og malmbredden er ved no. XI kun ca. 3.2 m; fremdeles ganske samlet og rig malm.

Midtveis mellem no. XI og XII synes mægtigheden fremdeles at have aftaget noget, men voxer igjen ved no. XII, hvor jeg anslog, at

man ved drift 3.1 m bred skulde kunne faa 60–70 % malm à 55–60 % jern.

Mellem no. XII og XIII synes igjen at være et lidt smalere parti, af horizontal bredde ca. 2.5 m; nærmere no. XIII maalttes mægtigheden til 3.1 m (= malmbredde ca. 3.5 m), hvor man skulde kunne faa 50 % malm à 55–60 % jern.

Ved no. XIII horizontal bredde 3 m god malm.

Ved no. XIV horizontal bredde ca. 3.5 m, fremdeles god malm.

Fig. 7.



Profil ved no. IX.

Fig. 8.



Profil ved no. XVII.

Sort er malm; hvidt er skifer.

Længere nordover blir malmen smalere og tildels mere indblandet med skifermellelag; ved no. XV, hvor malmen er *overskaaret af en granitgang*, synes mægtigheden kun at være ca. 2 m; og paa det sidste parti, ved no. XVI til no. XVII, hvor malmen er forholdsvis fattig paa jern (men samtidig ganske usædvanlig rig paa fosfor, idet to gennemsnitsprøver fra dette parti giver 3.04 og 3.09 % fosfor), er den horizontale malmbredde kun 2–2.5 m; fleresteds forefindes forøvrigt i det hængende og liggende nær det egentlige malmleie en del malmstriber, som kanske ogsaa kunne medtages ved driften.

Endnu længere mod syd er marken aldeles tildækket ved ager og eng; fortsættelse af malmleiet no. VIII–XVII — eller eventuelt nyt malmleie — kan følgende ikke paavises oppe i dagen.

### Malmens længde og bredde samt malmarealet.

Naar vi ikke medregner malmpartier af mægtighed under omkring 2 m, blir længden af vore tre malmleier:

- No. I. længde ca. 45 m (skjønsmæssig anslaaet; marken saa tildækket, at noiagtig maaling er umulig).  
 No. II–VI, længde 190 m.  
 No. VIII–XVII, længde 210 m.

Mægtigheden varierer mellem 2 m og ca. 5.5 m, hvilket,

da faldet oftest kan sættes til  $60^\circ$ , svarer til horizontal bredde resp. ca. 2.25 og ca. 6.25 m.

I disse opgaver over malmbredden er kun medtaget det egentlige samlede malmleie og ikke særskilte malmstriber i saavidt stor afstand fra hovedmalmen, at de neppe med fordel kan medtages ved brydningen.

Efterfølgende tabel giver oversigt over den længde, inden hvilken vore tre malmleier sidder inde med given horizontal bredde (malmens *mægtighed* forholder sig til dens *horizontale bredde* som 8.5 å 9 : 10).

*Malmleiernes længde inden given horizontal malmbredde.*

Malm- bredde	No. I	No. II-VI	No. VIII-XVII	Sum	Malmareal inden bestemte mægtig- hedsgrænser.
2.00-2.25 m.		20 m.	50 m.	70 m.	ca. 150 m <sup>2</sup>
2.25-2.75 "	15 m.	25 "	45 "	85 "	" 200 "
2.75-3.25 "	15 "	20 "	60 "	95 "	" 270 "
3.25-3.75 "	15 "	25 "	10 "	50 "	" 150 "
3.75-4.25 "		25 "	10 "	35 "	" 140 "
4.25-4.75 "		40 "	10 "	50 "	" 200 "
4.75-5.25 "		35 "	10 "	45 "	" 200 "
over 5.25 "			15 "	15 "	" 90 "
Sum	45 m.	190 m.	210 m.	445 m.	ca. 1400 m <sup>2</sup>

Ved en detailleret beregning, hvorunder malmleierne, hvor terrainundersøgelserne tillod det, deltes op i parceller af længde kun 10 å 20 m, blev fundet følgende malmareal<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Denne beregning gjælder malmens *horizontale areal*; ikke tværsnit efter strøglinjen lodret paa faldet.

En af *Riiber* (1889) foretagen beregning af tværsnittet efter strøget, *men lodret paa faldet*, af selve de rene malmlag (fraregnet de smaa skiferindleininger) og kun gjældende de to store malmleier (altsaa no I ikke medregnet) gav resultat 880 m<sup>2</sup>. For at snittet skal gjælde horizontalplanet, maa tallet først divideres med  $\sin 60^\circ$  (= 0.85); videre er ved min beregning af malmarealet ogsaa medtaget de smaa inde i malmen liggende skiferlag; anslaa vi disse til f. ex. 12 %, maa altsaa *Riiber*s tal paany divideres med 0.88. Ved



No. I . . . . .	120 m <sup>2</sup>
No. II—VI . . . . .	630 „
No. VIII—XVII . . . . .	650 „
	Sum 1400 m <sup>2</sup>

Dette tal er snarere for lidet end for stort; hvor terrainet ikke tillod aldeles sikre observationer, gik jeg forsigtigvis hellere ud fra for lav end for høi malmbredde.

### Sammenligning med hensyn til størrelse mellem Nissedalsforekomsten og øvrige norske og svenske jernmalmfelt.

Sammenlignet med de allerstørste jernmalmføremøster i Sverige og Norge, nemlig de bekjendte „malmberge“ Gellivara og Kirunavara i Nord-Sverige, videre Grängesberg i Mellemsverige og Dunderland i Norge, er Softestadforekomsten en ren ubetydelighed, hvad bedst fremgaar af følgende oversigt:

	Malmareal
Softestad . . . . .	1 400 m <sup>2</sup>
Kirunavara . . . . .	500 000 „
Gellivara . . . . .	245 000 „
Grängesberg . . . . .	90 000 „
(Dunderlandsdalen . . . . .)	600 000 „

De tre svenske føremøster ifølge *G. Nordenstrøms* afhandling „Sveriges jernmalmtillgångar“, i Jernkontorets annaler, 1893; opgaven fra Dunderland efter egne undersøgelser. Det sidste tal giver dog forsaauidt ikke noget korrekt grundlag for sammenligning, som i Dunderlandsdalen baade rige og

---

disse to forandringer faar vi tallet 880 m<sup>2</sup> overført til 1175 m<sup>2</sup>. — Hertil kommer for det første malmleie no. I, som jeg har anslaaet til 120 m<sup>2</sup>; giver 1300 m<sup>2</sup>. Videre gik *Rüber* for den stærkt tildækkede, søndre del af leie no. II—VI, specielt i og ved no. VI (hvor malmens bredde i virkeligheden er 5 m, medens *Rüber* ved tilfældig misforstaaelse, i det aldeles tilgroede brud, kun opførte 0.4 m) ud fra altfor lave tal; her maa i alle fald tillægges 100 m<sup>2</sup> i malmareal; giver i sum 1400 m<sup>2</sup>. — *Rübers* og min beregning falder altsaa i virkeligheden temmelig nøie sammen.



fattige malmpartier, hvilke sidste spiller en meget stor rolle, er slaaede sammen til et.

For hver m's afsynkning vil de tre store svenske malmforekomster levere henholdsvis 350, 175 og 65 gange saa meget malm som Søftestad.

Paa den anden side er Søftestadmalmnen større end de fleste øvrige jernmalmbforekomster i det sydlige Norge, og den kan ogsaa maale sig med de vanlige mindre enkelt-malmforekomster — ikke med de af mange enkelte gruber bestaaende malmfelter, men kun med hver enkelt grube — i Mellem-Sverige.

Til oplysning hid sættes følgende tabel:

	Samlet malmareal	Antal gruber	Gjennemsnit- ligt malmareal ved de større gruber	
Mellem-Sverige	Norberg-feltet	21 200 m <sup>2</sup>	10 større, flere mindre	1500—2000 m <sup>2</sup>
	Dannemora-feltet	12 000 "	10 større, fl. mindre	ca. 1000 "
	Striberg-feltet	9 200 "	4 større, fl. mindre	1500—2000 "
	Persberg-feltet	7 100 "	5—6 større, fl. mindre	1000—1500 "
	Nordmarks-feltet	5 000 "	2 (?) større, fl. mindre	1000—1500 "
	Strossa-feltet	4 700 "	3—4 større, fl. mindre	ca. 1000 "
	Stripa-feltet	4 500 "	3 (?) større.	1000—1500 "
	Sköttgrufve-feltet	3 500 "	2 større, et par mindre	1000—1500 "
	Dalkarlsberg	2 870 "	5 større	ca. 600 "
	Bisbjerg Storgrufva	2 000 "	(En hovedgrube)	2000 "
	Kanntorp	1 900 "	} Vistnok (?) inden	ca. 500 (?) "
	Finmossegrufvan	1 500 "	{hvert felt fl. gruber	ca. 500 (?) "
Taberg (i Vermland)	1 500 "	3 gruber	ca. 500 "	
Rallingberg	1 400 "			
Sjydl. Norge	Klodeberg grube, Arendal Grevinde Wedel, Lange		600—700 m <sup>2</sup>	
			500 "	

Opgaverne fra de to norske gruber er hentede fra mine egne tidligere maalinge; og den første kolonne fra de svenske gruber skriver sig fra *Nordenstrøms* oven citerede afhandling (1893). I dette arbeide er kun opført det samlede malmareal inden hvert enkelt grubefelt; for at kunne give i alle fald en tilnærmelsesvis forestilling om størrelsen af hver enkelt malmlinse, har jeg, saavidt det mig til disposition staaende material tillader, skjønsmæssig beregnet den tredje kolonne. Hvor mange større og hvor mange mindre gruber der her er inden

hvert malmfelt, har jeg ikke aldeles sikre opgaver over; den sidste kolonne, angivende det gjennemsnitlige malmareal ved hvert enkelt grube, er derfor ikke aldeles exakt, men den giver dog i det hele og store et nogenlunde korrekt begreb om det virkelig stedfindende forhold.

Til sammenligning kan endvidere anføres, at ifølge velvillig meddelelse af nys afdøde bergmester *A. Sjøgren* i Filipstad (se mit arbejde „Salten og Ranen“, 1890, s. 105) beløber malmarealet ved Alabama-gruben i Persberg-feltet, hvilken grube er bekjendt for at være en af største enkelt-gruber i Mellem-Sverige (Grängesberg fraegnet), sig til 2500 m<sup>2</sup>.

Resultatet af denne oversigt er, at i Mellem-Sverige er der kun et faatal enkelt-gruber, som disponerer over større malmareal, og: over større malmtilgang, end tilfældet er ved Søftestad, hvis tre lige ved hinanden beliggende malmlinser maa afbygges ved en fælles grubedrift; de vanlige mindre gruber i Mellem-Sverige og vore egne gruber i Arendal og Kragerø arbejder paa malmforekomster, der oftest er adskillig mindre end Søftestadforekomsten.

Denne er saaledes vistnok ikke meget stor, men dog tilstrækkelig til at etablere en ikke saa ganske uvæsentlig grubedrift; og specielt kan vi fremhæve, at Søftestad er den største hidtil kjendte enkelt-malmforekomst i det sydlige Norge<sup>1</sup>. Hver enkelt af Arendals- og Kragerø-gruberne raader over malmareal paa med rundt tal kun 500 — 750 m<sup>2</sup>; efter et af mig foretaget overslag skulde samtlige forekomster ved Arendal (de mange enkelt-gruber inden hvert af felterne Næskilen, Langsev, Thorbjørnsbo, Solberg, Klodeberg-Kjenli, Braastad, Lærestvedt og Tingstvedt) kunne anslaaes til samlet malmareal 5000 m<sup>2</sup> (hvilket snarere er for lidet end for høit); og malmdraget Fru Anker, Grevinde Wedel, Caroline, „æld-

<sup>1</sup> Her er ikke taget hensyn til de ofte kolossalt store udsondringer af titanrig jernmalm (med 40 % titansyre og 40 % jern) i labradorstenfeltet ved Ekersund—Soggendal; Storgangen her (med fattig malm) er skjønsmæssig beregnet til areal 150 000 m<sup>2</sup>.

gamle grube“ osv. paa Langøen ved Kragerø har jeg anslaaet til mindst et par tusind, høist 5000 m<sup>2</sup>.

Ingen af de enkelte gruber her kan dog maale sig med Søftestad.

### Malmens jern- og fosforgehalt,

samt mangan- og svovlgehalterne.

Som vi allerede ovenfor har gjort opmærksom paa, har Nissedalsmalmen allerede fra gammel tid været bekjendt for at være *meget rig saavel paa jern som fosfor*.

Af jerngehalten i det hele og store er meget høi, fremgaar bedst deraf, at malmen — efter hvad man kan afgjøre saavel for blotte øie som ved mikroskopisk undersøgelse — oftest kun fører temmelig liden tilblanding af fremmede mineraler. Af disse er det i kvantitativ henseende ubetinget *apatit*, som spiller den vigtigste rolle; derefter følger *kvarts*, der dog efter skjøn i middel neppe udgjør mere end 5% (vægtsprocent) af den hele masse.

Da 1 % fosfor svarer til ikke mindre end 5.5 % apatit, kommer malmens høie fosforgehalt, saaledes som angivet ved efterfølgende tabel, til i ganske mærkbar grad at nedsætte jerngehalten.

Jerngehalt i ren jernglans eller magnetit, kun opblandet med apatit:

	Jernglans	Magnetit
Uden fosfor, (mineralernes chem. sammensætning) . . . . .	70.00	72.41
Ved 0.5 % fosfor	68.0	70.4
" 1.0 " "	66.1	68.5
" 1.5 " "	64.2	66.4
" 2.0 " "	62.2	64.4
" 2.5 " "	60.3	62.3
" 3.0 " "	58.3	60.3



Nissedalsmalmen, som i det hele og store fører noget mere magnetit end jernglans, holder oftest mellem 1 og 3, middel 1.75—2 % fosfor; hvis malmen kun var opblandet med apatit (og altsaa fri for silikat), vilde gennemsnitsgehalten følgende beløbe sig til 62.5—65 % jern. I virkeligheden møder vi dog, ved siden af apatiten, ogsaa fra en eller et par, hist og her endog helt op til kanske omkring 10 % (vægtsprocent) kvarts (med hornblende osv.), og i praxis maa man ogsaa tage hensyn til, at man let ogsaa faar med i malmen lidt skifer eller skiferblandet malm. Dette vil medføre, at selv de bedste stuffer i middel neppe vil holde mere end 65 % jern, og *at malmen i gennemsnit med rundt tal kan anslaaes at holde 60 % jern, eller kanske rettere kun 58—60 %.*

At det forholder sig saaledes, bekræftes tilfulde ved de foretagne analyser.

A. *En større gennemsnitsprøve*, udtaget af C. Rüber (1889) fra det hele felt og analyseret af Dr. A. Tamm, Stockholm, gav:

Jernoxyd ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) . . .	15.43
jernoxydoxydul ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) . . .	66.28
manganoxydul ( $\text{MnO}$ ) . . .	0.08
kiselsyre ( $\text{SiO}_2$ ) . . . . .	2.40
lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) . . . . .	spor
kalk ( $\text{CaO}$ ) . . . . .	8.60
magnesia ( $\text{MgO}$ ) . . . . .	0.40
fosforsyre ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) . . . . .	5.72
svovl (S) . . . . .	0.025
Titansyre ( $\text{TiO}_2$ ) . . . . .	spor
kobber (Cu) . . . . .	0.005
Glødtab . . . . .	0.60
	Sum 99.54

Altsaa:

<i>Metallisk jern</i> (Fe) . . . . .	58.80 %
<i>fosfor</i> (P) . . . . .	2.50 "
<i>svovl</i> (S) . . . . .	0.025 "

Den væsentligste del af den store kalkgehalt skriver sig fra apatittilblandingen.



B. *Tre større gjennemsnittsprøver*, udtagne af mig selv (1894) ved skjærp no IV, VI og X og analyserede (under mit eget daglige tilsyn) paa det metallurgiske laboratorium af bergkandidat *J. Th. Dahl*, gav<sup>1</sup>:

	No. IV	No. VI	No. X
Metallisk jern (Fe) . .	62.93	57.31	61.12
Mangan (Mn) . . . . .	0.02	0.09	0.05
Fosfor . . . . .	2.09	1.05	1.77
Uopløst. . . . .	1.68	6.32	1.82

No. IV og VI er næsten rene magnetit-malme; no. X derimod holder omtrent lige meget jernglans og magnetit.

C. *Tre mindre gjennemsnittsprøver*, udtagne for en del aar siden (ca. 1883) af den daværende stiger ved Klodebergs jernmalmgrube (under Næs jernverk) og analyserede (ved den svenske digelprøve) ved Næs eller Egeland's jernverk, gav:

	% rujern	Hertil svarer % metallisk jern (chemisk)
Fra tre af de største ældre brud	70.4—71.8	ca. 66
	58.5—61.2	ca. 57
	64.8—66.0	ca. 62

<sup>1</sup> Ved hvert enkelt af disse tre brud, hvor der fra gammel tid af helliger malmhauge, med efter skjøn et snes op til et halvt eller et hundrede tons malm, udtog jeg af malmhauge et større antal malmprøver, af størrelse fra valnød til knytnæve, idet jeg særlig sørgede for at faa stykkerne med længderetning lodret paa malmens lagning; prøverne blev indsendte til det metallurg. lab. og her i sin helhed finknuste (ved mekanisk knuseapparat); disse knuste prøver veiede resp. 6.5, 11 og 16 kg.

Jernet bestemt ved titrering med jernklorür; manganet bestemt vægtsanalytisk (indveiet 2—3 gr.; jernet fraskilt basisk med kulstur ammoniak; manganet senere fældt med ammoniak og brom); fosforet (ved indveining 2.5—4 gr.) udskilt med molybdænvædske, bundfaldet opløst med ammoniak og fældt med magnesiainxtur. To kontrol-fosforanalyser af no. X gav: 1.765 og 1.775 % fosfor.

D. Endvidere er for en række aar siden bleven foretaget en ganske omfattende undersøgelse af malmens jern- og fosforgehalt; herom indeholder den af bergmester Dr. *T. Dahll* forte befaringsprotokol for vestre søndenfjeldske bergmesterdistrikt følgende oplysninger<sup>1</sup>, som hidsættes ordlydende (med paranthetiske tillægsbemærkninger af mig):

„Den 18de okt. 1874. Tilstede (o: bergmester *Dahll*) ved Aarhus (Søftestad) jerngruber i Nissedal. Hensigten med reisen var at tage paalidelige prøver, der kunde undersøges for om muligt at give anledning til en bergverksdrift her. Prøverne toges saaledes efter hinanden efter gangens strøg: Aarhus laveste punkt no. 1 (sydligst i feltet, ved no. XVII paa vor kartskitse). Lidt høiere opad 6 fod mægtig gang, prøve no. 2 (ved omkring no. XV eller XVI). Lidt høiere, gangen 10 à 12 fod mægtig; prøve no. 3, jernrig (ved no. XIII eller XIV). No. 4 paa toppen af fjeldet; sydligst. No. 5 paa toppen af fjeldet, nordligere. No. 6 lavere (antagelig ved no. IX—X). No. 8 ujævn. No. 9 = 6. No. 10, 6 à 10 fod mægtig; meget ren. Dette er det afgjørende punkt (no. IV; mægtigheden dog her adskillig større end af *Dahll* opgivet; malmen efter min maaling 5.0 m bred, ved 60—70° fald). No. 11 noget forvasket lagning (?), uvist om samme gang. Den rige malm saaes blottet i 100 alens længde og ophørte ikke i jordmarken (no. I).

Disse prøver blev hjembragte og af samme udvalgt passende stykker af no. 1, 2, 3, 6, 10 og 11, som blev overleverede *Harald Wedel-Jarlsberg*, som lod dem analysere af Dr. *Adolf Tamm* i Stockholm, som under 3die dec. samme aar oplyser, at han har fundet (gehalten paa rujern bestemt ved den svenske digelprøve; heraf har jeg, idet hensyn taget til den høie fosforgehalt, beregnet malmens virkelige kemiske jerngehalt):

*Six mindre gjennemsnittsprøver,*  
udtagne af bergmester *Dahll*, 1874, og analyserede af Dr.  
*A. Tamm*, Stockholm.

No. paa kartskitserne	Dahlls No.	% P i malmen	Udbragt % rujern	Rujern holdt % S	(Beregnet malmens kemiske jerngehalt)
No. XVII	No. 1	3.039	62, 62.7, 63	0.1	(56.5)
„ XV—XVI	„ 2	3.093	54.8, 56.6	0.079	(50.5)
„ XIII—XIV	„ 3	1.996	62, 66.4	0.05	(60.5)
„ IX—X (?)	„ 6	2.357	64, 65, 65.3	0.1	(59.5)
„ IV	„ 10	1.617	62.5 (?), 66.7, 69	0.1	(63.5)
„ I	„ 11	0.179	60 (?), 69.7, 70	0.02	(65.5)

<sup>1</sup> Først efterat mine egne analytiske studier over Nissedalsmalmen var afstuttede, har jeg gennem bergmester *C. Paaske* faaet kjendskab til denne ældre undersøgelse.

*Dahl* fortsætter (1874):

„Disse malme, som forekommer i rigelig mængde, maa saaledes, saalænge en fosforgehalt ikke paa metallurgisk vei kan fjernes, ansees for at være fuldstændig ubrugelige til jern“ (dette nu aldeles forandret).

*Oversigt:*

Vedrørende Nissedalsmalmens **jerngehalt** foreligger følgende 13 gennemsnitsanalyser (prøverne udtagne og analyserede uafhængig af hinanden i fire forskellige partier), hvoraf de, som maa tillægges størst vægt, er betegnede ved kursiv:

Ca. 50.5, ca. 56.5, ca. 57, *57.5*, *58.8*, ca. 59.5, ca. 60.5, *61.1*, ca. 62, *62.9*, ca. 63.5, ca. 65.5, ca. 66 % jern (NB. ikke rujern).

*Riibers* store gennemsnitsprøve gav 58.8 % jern; middel af mine tre gennemsnitsprøver 60.4 %; middel af Klodebergstigerens tre prøver 61.7 %; middel af bergmester *Dahls* sex prøver 59.3 %; middel af samtlige 13 analyser er 60.1 % jern.

Vedrørende **fosforgehalten** foreligger følgende 10 gennemsnitsanalyser (prøverne udtagne og analyserede uafhængigt af hverandre i tre forskellige partier):

0.18 (fra no. I); 1.05, 1.62, 1.77, 2.00, 2.09, 2.36, 2.50, 3.04, 3.09 (fra hovedfelterne).

Middel af samtlige 10 gennemsnitsanalyser er 1.97 % fosfor og af de 9 sidstnævnte analyser, fra de to store hovedleier, 2.17 % fosfor (NB. i malmen).

En stærkt apatitrig stufprøve, som jeg lod analysere netop paa grund af den høje apatitgehalt, viste 3.49 % fosfor, og for øiet kan afgjøres, at der gives malmstuffer, som er endnu rigere paa apatit, og som efter skjøen holder mindst 4 % fosfor (eller mindst 22 vægtprocent apatit).

Apatitgehalten synes at være allerstørst i den sydligste del af feltet (no. XII—XVII), hvorfra foreligger de tre gennemsnitsprøver 2.00, 3.04 og 3.09 % fosfor samt stufprøve 3.49 % fosfor; det mægtige parti paa toppen af aasen (no. IX—X) viser 2.09 (og 2.36) % fosfor; derefter følger no. VI, med 1.05 % fosfor, og no. IV, med 1.62 % fosfor (efter



bergmester *Dahlls*) og 1.77 (efter min prøve); endelig det isolerede malmparti no. I, som efter *Dahlls* prøve kun skulde holde 0.18 % fosfor, medens vistnok mine mikroskopiske præparater herfra antyder en noget højere fosforgehalt.

Som middel for det hele felt maa man, ved malm med 58—60 % jern, kunne garantere i alle fald 1.50, antagelig endog 1.75 % fosfor; og partivis vil man faa malm med 2—2.5 % fosfor.

Under forudsætning af, at man ved masovnssmeltingen taber af malm med 1 % fosfor en tyvendedel og af malm med 2—3 % fosfor en tiendedel af hele den paasatte fosformængde, vil Søftestadmalmen, ifølge de foreliggende analyser, give rujern med: 0.28 % fosfor (fra no. I) og videre: 1.8, 2.2, 2.7, 3.0, 3.0, 3.7, 4.8 og 5.3 % fosfor; altsaa i middel **rujern med 3 % fosfor.**

Malmens **mangan**-gehalt er gjennemgaaende paafaldende lav; de fire analyser udviser: 0.02, 0.05, 0.08, og 0.12 % MnO.

**Svovl**-gehalten aldeles forsvindende lav, hvad bedst fremgaar deraf, at jeg hverken ved mit besøg paa stedet eller ved undersøgelse af de mange medbragte malmpøver har fundet saa meget som en eneste prik af kis. — *Tamms* analyse, af den af *Riiber* udtagne prøve, viser 0.025 % svovl (antagelig af mikroskopisk tilblandet kis).

**Titan**-gehalten ligeledes forsvindende lav; *Tamms* analyse viser „spor TiO<sub>2</sub>“.

**Slagdannende bestanddele.** Fraregnet jernoxyderne og fosforsyren holder malmen hovedsagelig kun kiselsyre og kalk, den første navnlig stammende fra kvartsen og den sidste navnlig stammende fra apatiten. Kalkgehalten vil i det store og hele og store været noget større end kiselsyregehalten.

### Malmprocenten; tons malm pr. m<sup>3</sup> af malmleiet.

Søftestadfeltet fører jævnlig — og specielt ofte netop der, hvor malmen samtidig er baade mægtigst og rigest, saaledes som ved no. I, IV og IX-X — aldeles kompakt malm (ex. no. I) eller malm kun opblandet med en fuldstændig bagatel skifer (ex. no. IV og IX-X); paa andre steder derimod (ex. no. III og over en større del af søndre halvpart af leiet no. VIII—XVII) er malmen i ikke saa ganske liden udstrækning opblandet med skifer. Malmprocenten inden de forskjellige dele af leiet vil saaledes blive adskill'g vxlende.

Paa enkelte steder (ex. no. I) vil man kunne faa mindst 90 % malm (efter volum); paa andre steder mindst 80 % (ex. no. IV) eller mindst 70 % (ex. no. IX-X); atter paa andre steder (ex. no. VI og XII) anslog jeg, at man maatte kunne paaregne mindst 60—70 %, medens man igjen paa flere steder (ex. no. III, V og ved XIV—XVI) kun vil faa 50 % eller lidt derover. Naar man tager hensyn til, at det for den væsentligste del netop er de rigeste og mægtigste malmpartier, hvor malmprocenten er høiest, medens omvendt en del af de fattigere og smalere partier, med lav malmprocent, ved brydning vil blive staaende igjen som bergfæster, tror jeg, at man ved drift i stor stil i middel temmelig sikkert kan gaa ud fra *malmprocent stor ikke under 70 %*.

Til sammenligning kan anføres, at ved en række jernmalmgruber i Mellem-Sverige beløber malmprocenten sig til (se oversigtsmæssig fremstilling i mit arbeide „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“, s. 75):

Persberg . .	59—62 %	, middel	60 %
Dannemora .	59—61 „	„	60 „
Dalkarlsberg	59—67 „	„	63 „
Striberg . .	63—66 „	„	65 „
Norberg . .	63—72 „	„	68 „

Efter sammenligning af det indtryk, jeg har faaet af disse fem svenske gruber, som jeg har besøgt alle sammen, paa den ene side og Søftestad paa den anden, skulde malmprocenten

paa det sidstnævnte sted være noget større end ved de svenske gruber; jeg tror saaledes, at man for Søftestad temmelig sikkert, selv om man ogsaa medtager tilfældigt mekanisk spildtab, tør paaregne 70 % malm. — i alle fald naar man, saaledes som det var forudsætningen ved den ovenfor foretagne beregning af malmarealet, ikke tager hensyn til isolerede malmstriber i store afstand fra selve hovedmalmen.

Nissedalsmalmen specifikke vægt vexler mellem ca. 4.55 (ved 55 % jern) og ca. 4.90 (ved 65 % jern), med middel ca. 4.70.

Regner vi malmprocenten (efter volum) til 70 %, skulde altsaa

*1 m<sup>3</sup> af selve malmleiet i middel give 3.3 tons malm<sup>1</sup> (egentlig 3.29).*

Jeg føler mig temmelig sikker paa, at dette tal ikke er for høit tiltaget.

#### Forhaandenværende malmængde.

Under forudsætning af, at malmen fortsætter mod dybet i det og store med samme længde og mægtighed som i dagen, er malmleiets kubikindhold fra overfladen og ned til niveau 40 m over Nisservandets høieste vandstand ved detailleret beregning<sup>2</sup> bestemt til 52.150 m<sup>3</sup>; ved drift i stor stil vil heraf antagelig omkring  $\frac{1}{6}$  blive gjenstaaende som bergfæste og tag; tilbage til afbygning ca. 43 500 m<sup>3</sup>, hvor m<sup>3</sup> efter netop gjen-

<sup>1</sup> Her er forudsætningen 1 matematisk kubus af malmleiet; ikke akkord-kubikmeteren, som i praxis altid falder adskillig mindre. — Til sammenligning kan anføres, at for Foldalsfeltets vedkommende blev af Foldalskomiteen (bergmester *Holmsen*, grubebestyrer *Gulliksen* og forf. af dette arbeide, se Sth. Prp. no. 43, 1889) forudsat, at kismassen skulde leveres pr. matematisk m<sup>3</sup> 3.9 og pr. akkord-kubikmeter 3.1 tons kis.

<sup>2</sup> Ved denne beregning er taget hensyn til, at de forskjellige partier, hvis malmægtighed vi kjender, ligger i vexlende høide (fra 15 til 62 m) over det nævnte 40 m's niveau.



givet overslag er forudsat at skulle levere 3.3 tons malm; altsaa:

*Over 40 m's niveau over Nisservandet kan afbygges ca. 145 000 tons malm.<sup>1</sup>*

For dette øverste partis vedkommende har vi gaaet ud fra, at  $\frac{1}{8}$  af den hele kubikmasse skulde blive staaende tilbage dels som bergfæste og dels som tag (for at undgaa altfor store dagaabninger); da man selvfølgelig vil komme til at ordne sig saaledes, at de mægtige og malmrige partier i sin helhed afbygges, medens det kun er dels de smalere og dels de fattigere strøg, som gjensættes, vil det nævnte tal (sjetteparten af kubikmassen) i virkeligheden svare til mindst fjerdeparten i kvadratmaal efter leiestedets flade. — Mod dybet, hvor man i regelen ikke behøver at gjensætte tag, men kun bergfæste, bortregner vi hertil  $\frac{1}{8}$  af leiestedets kubikindhold. Da baade det hængende og liggende er solide gneisbergarter, er den nævnte sikkerhedskoefficient vistnok mere end tilstrækkelig.

Fremdeles under forudsætning af, at leiestedet fortsætter med konstant malmareal (1400 m<sup>2</sup>) mod dybet, vil man for hver m's videre afsynkning (regnet vertikalt), under 40 m's niveauet, faa udbragt:

<sup>1</sup> Efter en af senere bergmester *T. Dahll* forlængst (nemlig i 1858) foretagen beregning (se note s.167 i „Thelemarkens geologi“, i *Nyt mag. f. naturv.* B. 11, 1861, — hvilken note jeg forevrigt først er bleven opmærksom paa, efter at min egen beregning forelaa færdig til trykning) skulde det parti af malmen, som ligger over de to dybeste punkter i dalføerne søndenfor og nordenfor selve malmaasen (d: det parti af malmen, som ligger over 40 eller 50 m's højdekurve) indeholde 306,500 tdr. jernmalm, hvilket svarer til 160 000 tons malm. *Dahlls* beregning giver saaledes temmelig nøiagtig samme resultat som min egen.

I en efterfølgende rent skjønsmæssig kalkul sætter *Dahll* malmens gjennemsniitsgehalt til 40 % jern; at dette er aldeles urigtigt for lavt, kan dog enhver, som har nogen erfaring i at kalkulere malmens gehalt efter malmens udseende, uden videre afgjøre bare ved at se paa malmen; for sikkerheds skyld kan vi ogsaa gjøre opmærksom paa, at de sex af bergmester *Dahll* personlig, i 1874, udtagne gjennemsniitsprøver i middel viser 59.3 % jern.

$1400 \times \frac{7}{8} \times 3.3 = 4042$  eller med afrundet tal *4050 tons*.

Altsaa mellem niveau 40 m og 4 m over Nisservandet 145 800 eller afrundet *145 000 tons*.

Ved fortsat afbygning henholdsvis 50 og 100 m under en grundstoll i høide 4 m over Nisservandet skulde man kunne udvinde henholdsvis med runde tal 200 000 og 400 000 tons malm.

*Over en vordende grundstoll i høide 4 m over Nisservandet skulde altsaa vort malmfelt i sum kunne levere omkring 290 000 tons malm à 58—60 % jern;*

og dersom det ogsaa skulde lønne sig at fortsætte driften under Nisservandets niveau, vilde man ved afsynkning indtil henholdsvis 50 og 100 m under en eventuel dybstoll alt i alt (ogsaa medregnet partierne over Nisservandet) faa udbragt henholdsvis *henimod 500 000 og henimod 700 000 tons malm*.

Forudsætningerne for denne beregning har været:

Malmareal 1400 m<sup>2</sup>;

gjenstaaende som bergfæste osv. henholdsvis  $\frac{1}{6}$  og  $\frac{1}{8}$  af leiestedets kubikindhold;

udbytte 3.3 tons malm (à 58—60 % jern) pr. m<sup>3</sup> af leiestedet.

Vi har ovenfor godtgjort, at det sidste skjønsmæssigt ansatte tal (3.3 tons pr. m<sup>3</sup>) ikke kan afvige nævneværdigt fra det virkelige; snarere er det lidt for lidet end lidt for stort. Videre kan man være tryg paa, at der er forudsat tilstrækkelig meget bergfæste til grubens sikkerhed. Tilbage staar spørgsmaalet om malmarealet, for det første hvorvidt dette er nogenlunde nøiagtig beregnet, og for det andet, hvorvidt man kan forudsætte, at malmen fortsætter med samme gennemsnitlige længde og mægtighed mod dybet.

Herom maa vi bemærke, at kartlægningen af malmarealet oppe i dagen er udført med stor omhyggelighed; vistnok er malmen paa flere steder stærkt tildækket, men her gik jeg forsigtigvis kanske snarere ud fra for lave tal end for høie; jeg tror derfor, at det fundne malmareal (1400 m<sup>2</sup>) i dagen i alle fald ikke er opført for høit.

Og vedrørende fortsættelsen mod dybet maa vi først paa-pege, at ifølge almindelig erfaring vedvarer malmfelter, som i geologisk henseende er at sidestille med Nissedalsmalmen (nemlig Arendals og Mellem-Sveriges gruber) mod dybet, i alle fald mod flere hundrede m's dyb, i det hele og store uden stærkt indgribende forandringer i det samlede malmareal. Specielt vil vi gjøre opmærksom paa, at der er en aldeles overveiende sandsynlighed for, at de to lange malmleier, no. II—VI og no. VIII—XVII, af længde henholdsvis 190 og 210 m, maa fortsætte med nogenlunde samme længde og bredde som i dagen i alle fald ned til Nisservands niveau, o: ned til i middel kun 60—80 m under den nuværende overflade, — alt-saa kun ned til dyb ikke engang halvdelen af malmleiernes længde. Vedrørende malmleiet no. I, som synes at være klumpformigt (af længde formentlig mindst 45 m), stiller sagen sig derimod mere tvivlsom; meget mulig er det, at malmen her snart kiler ud mod dybet, men omvendt kan man ligesaa godt være ude for det tilfælde, at malmen udvider sig. Men selv om dette malmparti allerede gik ud, før 4 m's grundstollen naaes, vil dog derved ikke fremkaldes noget nævneværdigt tab; i det beregnede samlede malmbeløb, ca. 290 000 tons over grundstollen, indgaar nemlig malmleie no. I kun med ca. 22 000 tons; og selv i ugunstigste tilfælde vil man altid faa en ikke ringe del af dette beløb.

Vi kan saaledes temmelig sikkert gaa ud fra, at malmfeltet for partiet over en projekteret grundstoll i 4 m over Nisser som laveste minimum vil kunne levere i alle fald 275 000 tons malm. Som maximum kan man muligens opføre 350 000 à 400 000 tons.

Ved Nissers niveau kan malmarealet neppe være sunket under 1000 m<sup>2</sup> og og paa den anden side neppe være steget over 2000 m<sup>2</sup>; o: for hver 10 m's fortsat afsynkning mod dybet vil man faa i ugunstigste fald 25 000 à 30 000 tons og i gunstigste fald 50 000 à 60 000 tons.



Som allerede ovenfor paapeget, begrænses vort malmstrøg baade mod nord (ved Søftestad) og mod syd (ved Grova) af ager og eng, som umuliggjør observation oppe i dagen; der er en mulighed for, at man her, i alle fald paa dybet, kan paa-træffe isolerede, hidtil ukjendte malmleier, og derfor vil det vistnok være at tilraade ved fremtidig drift at foretage under-søgelse paa flere steder, nærmest i grundstollens niveau, med diamantbor. Paa forhaand kan man selvfølgelig ikke bygge noget herpaa, men man kan i alle fald have haab om, at det hele felt er større end her beregnet.

Videre kan paapeges, at det vilde være meget ønskeligt at faa optaget et detailleret magnetometrisk kart (med *Thaléns* magnetometer) over det hele felt; dels for derved at opdage muligens forhaandenværende malmpartier, som ikke stikker frem i dagen, og dels for at faa nærmere oplysning om de tre hidtil kjendte malmleiers forhold paa dybet.

---

### Driftsplan samt om anlægs- og driftsudgifter.

Terrænforholdene tilsiger, at man indleder driften ved stoll fra sydsiden af den lille aasryg, nær leistedets udgaaende mod syd; denne stoll bør antagelig vælges i høide ca. 40 m over Nisser, hvorved man kommer til at drive hoist et snes m i graaberg, før man kommer ind paa malmen. Over denne stoll vil man, som ovenfor beregnet, kunne udvinde henimod eller omkring 150 000 tons, som ved en meget enkel bremsebane, af længde ikke fuldt 250 m og med midlere stigning 1 : 8, transporteres ned til lastebrygge ved vandet.

Senere bør man antagelig koncentrere driften om en grundstoll i høide nogle faa m, antagelig 4 m, over Nissers niveau. En saadan grundstoll vil blive 240—250 m lang og komme til at koste, iberegnet samtlige anlægsudgifter, ikke mindre end kr. 16 000 à 20 000; men alligevel vil vistnok denne for-

holdsvis betydelige udgift være paa sin rette plads. Mellem en saadan 4 m's grundstoll og en øvre 40 m's stoll vil man kunne udtage ca. 145 000 tons malm; udgiften til anlægget af stollen vil altsaa, medregnet forrentning, pr. ton malm ikke udgjøre mere end 12—20 øre, og man kan være aldeles sikker paa, at man ved en grundstoll vil indspare pr. ton malm adskillig mere end dette beløb.

Ved en saadan grundstoll vil man have den store fordel, at man kan afbygge hele partiet over Nissers niveau uden anlæg af nogensomhelst kraftmaskine til fordring eller lænsning; driften vil altsaa blive meget enkel og hverken kræve store anlægs- eller driftsudgifter. Og skal man fortsætte driften under vandets niveau, har man i alle fald den fordel, at man kan skeide malmen, ved stollmundingen, paa selve lastebryggen, lige ved vandet.

Søftestadforekomsten ligger midt inde i en efter vore landens forholde nogenlunde tæt bebygget grænd, med mange gaarde og pladse i afstand mellem  $\frac{1}{2}$  og 1 à 2 km fra den vordende grube; man vil saaledes neppe behøve at opføre større arbejderboliger. — Det kan her indskydes, at en aarlig produktion stor 20 000 tons malm vil udkræve et arbejdsbelæg af omkring 60—70 mand.

Videre kan vi gjøre opmærksom paa, at der kun nogle faa hundrede m fra malmfeltets søndre ende rinder en bæk, som nu er benyttet til et lidet sagbrug, og som er stor i flomtid, men vistnok tør om sommeren; i tilfælde vilde dette antagelig kunne afhjælpes ved bygning af dam, saa man i fremtiden vil kunne faa vandkraft til grubemaskineri ganske nær ved gruben.

For afbygning af malmpartiet over Nissers niveau udkræves i anlægskapital — for at bringe malmen frem til lastebrygge ved Nisser, lige ved gruben<sup>1</sup> — antagelig med rundt tal kr. 60 000 (til grundstoll, expropriationer, bremsebane, nogle faa bygninger, lastebrygge osv.). — Skal driften i fremtiden fortsætte

---

<sup>1</sup> Transport paa Nisservandet heri ikke medregnet.

under Nissers niveau, kommer hertil fordringsmaskine med motor.

De ordinære, løbende driftsudgifter for malmpartiet over Nissers niveau bør blive forholdsvis lave. — Man vil selvfølgelig komme til at ordne sig saaledes, at de mægtige og malmrige partier af leiet i sin helhed afbygges, medens de smale og daarlige blir staaende igjen som bergfæste. Kun rent undtagelsesvis vil man saaledes komme til at afbygge malm saa smal som 2—2.25 m; omkring to trediedele af det hele afstrosningsarbeide vil komme til at finde sted i malm af bredde 3 m og derover, og halvdelen af afstrosningen vil være begrænset til malm af bredde 4 m og derover. Selve mineringsarbeidet (heri ogsaa synk- og ortsdrift medregnet) vil saaledes neppe komme til at beløbe sig til mere end kr. 3 å 3.50 pr. akkord-kubikmeter, svarende til kr. 1.10—1.50 pr. ton malm<sup>1</sup>; hertil kommer fordring (i rulskakt og paa stollbane, men ikke i skakt), forbygning, skeidning<sup>2</sup>, administration og øvrige generaludgifter samt „diverse“, hvilke poster vi i sum med rundt tal anslaar til kr. 1—1.50 pr. ton malm. Grubeudgifterne for malmpartiet over grundstollen kan saaledes (naar amortisation ikke medregnes) med rundt tal anslaaes til *kr. 2.75 pr. ton malm* (malmen forudsat leveret ved brygge nedenfor gruben, lige ved vandet).

Til støtte for dette skitserede overslag kan anføres, at Søftestadmalm, over Nissers niveau, paa den ene side ikke

<sup>1</sup> Til sammenligning kan anføres, at ved Norbergs store gruber i Sverige (med malmprocent i de senere aar omkring 70 %) beløb selve mineringsudgifterne i de fire sidste aar, 1890—93, sig til henholdsvis kr. 1.09, 1.23, 1.44 og 1.38 pr. ton malm. — Ved flere jernmalmgruber gaar mineringsudgiften under 1 kr. pr. ton malm. — Ved Klodeberg grube (Næs jernverks hovedgrube) ved Arendal beløber brydningsakkorden sig for tiden pr. ton malm i strosse til kr. 1.00 og pr. m<sup>3</sup> i synk til kr. 5.00; indbefattet i akkorden er minering, sprængstof, lysolje og ilæsning i fordringstønde; derimod ikke udgift til bor og feisel.

<sup>2</sup> Nissedalsmalmen er i regelen saa yderst let at skeide, at udgifterne hertil, medregnet plukning og vaskning, neppe kan beløbe sig til mere end 25—30 øre pr. ton malm. Ved de svenske gruber koster malmskeidningen oftest 20—50 øre pr. ton malm.



vil kunne brydes fuldt saa billig som malmen ved Grängesberg og Gellivara. hvor de samlede udgifter (saavidt vides amortisation medregnet) kan ansættes til henholdsvis kr. 2.00 og 2.50 pr. ton malm; omvendt vil Søftestadmalmene kunne leveres adskillig billigere, end hvad tilfældet er ved de vanlige mellem-svenske gruber, hvor arbeidet foregaar i dyb oftest 100 til 300 m under dagen. Brydningsudgifterne pr. ton malm ved disse sidstnævnte gruber vexler oftest mellem kr. 3.00 og kr. 5.00 og gaar kun rent undtagelsesvis op til kr. 7.00—8.00 (se herom en nærmere redegjørelse i mit arbejde „Dunderlandsdalens jernmalmfelt,“ s. 75). Resultatet af denne sammenligning tilsiger for Søftestadmalmens vedkommende (over Nissers niveau) en brydningsudgift paa mellem kr. 2.50 og kr. 3.00.

Som det vil fremgaa af det efterfølgende, kan man være sikker paa, at under de nuværende konjunkturer vilde driften paa Søftestadmalmene, *over Nissers niveau*, lønne sig, under forudsætning af, at jernbanen Arendal-Aamli-Nisser var færdig.

Hvorledes det derimod vilde forholde sig med rentabilitet ved drift *under Nissers niveau*, kan være et mere tvivlsomt spørgsmaal, hvis løsning maa være forbeholdt fremtiden, om det end ogsaa for tiden er af ikke ringe betydning, idet varigheden af grubedrift ved Søftestad — og dermed ogsaa det nationaløkonomiske hensyn, man maa tage til vor malmforekomst — i væsentlig grad vil bero paa, om man kan fortsætte driften under vandets niveau eller ei. — Brydningsudgifterne vil her vistnok blive med rundt tal 1 kr. høiere end tidligere, men paa den anden side har man det hele apparat, med skeideplads, bygninger, brygger, transportmidler paa Nisser osv., i fuld gang. Antagelig vil man derfor ogsaa kunne fortsætte driften i alle fald mindst 50 m mod dybet.

Sikre oplysninger herom kan dog for tiden ikke leveres, da det vil afhænge ikke alene af malmarealet i grundstollens niveau, men ogsaa af forholdet mellem brydnings- og transportudgifterne paa den ene side og malmens salgspris paa den anden, i en tidsperiode, som antagelig ligger mindst et kvart

aarhundrede frem i tiden. Kun saa meget kan man sige, at hvis jernbanen nu var færdig, vilde det sandsynligvis kunne lønne sig at fortsætte driften i alle fald et stykke under grundstollen.

### Transportforholde.

For transporten af Søftestadmalmen til kysten gives der følgende to muligheder:

I. Til Nisservandets sydende og herfra *ved vordende jernbane Nisser-Aamli-Arendal* frem til *Arendal*.

II. Til Nisservandets nordende, herfra med *tougbane over til Hvideseidvandet* og videre *vand- og kanalveien til Skien eller Porsgrund*.

Søftestad ligger temmelig nøiagtig midt ved Nisservand (15 km. fra sydenden og 18 km. fra nordenden). Transporten her vil, ved aarlig transportmasse 20 000 tons, naar malmen leveres ved malmbrygge lige nedenfor gruben, ifølge et overslag, som kapt. *Ole W. Lund* paa anmodning af mig velvillig har gjort op, pr. ton malm beløbe sig til:

Indlastning i prammer ved malmbryggen, idet malmen forudsættes lagret i saadan høide, at den styrtes ned i prammerne . . . . .	kr. 0.12 à 0.15
Buxering af prammerne til øvre eller nedre ende af vandet . . . . .	„ 0.25 à 0.30
Losning, idet forudsættes, at malmen i prammerne haves i kasser, der ved en dampkran kan hives op og tømmes i en fyldningskasse, hvorfra den kan gaa direkte ned i tougbanens eller jernbanens vogne <sup>1</sup> . . . . .	„ 0.08 à 0.10
	Sum kr. 0.45 à 0.55

Altsaa i sum til denne vandtransport *kr. 0.50 pr. ton malm*.

Til sammenligning kan anføres, at ved transporten paa det 12 km lange Langvand ved Sulitelma kobberverk beløber disse tre poster, pr.

<sup>1</sup> Sandsynligvis vil man ordne sig saaledes, at malmen for den væsentligste del tømmes direkte i jernbanevognene.

ton, sig til: lastning kr. 0.12—0.15; færging kr. 0.18; opheisning (uden kasser) kr. 0.12; sum kr. 0.42—0.45 øre.

Anlægskapital til færger (som efter erfaring fra Sulitelma bør rumme 35 tons, og som ved denne størrelse koster kr. 1200 pr. styk), videre til brygge ved Nissers nord- eller sydende, til dampkran sammesteds samt til dampskib sætter jeg efter rent skjønsmæssigt overslag til kr. 30 000.

### I. *Transport ved fremtidig jernbane Arendal-Aamli-Nisser til Arendal.*

Som bekendt besluttede storthinget 1894 anlæg af en smalsporet jernbane (sporvidde 1.067 m) fra Arendal til Aamli kirke. Denne bane vil, hvis Herselalternativet vælges, blive 50 km lang (egentlig 49.9 km, sidespor fra Arendal til Ormviken lasteplads lidt udenfor byen medregnet), eller, hvis Meselalternativet vælges, 66.4 km lang (Grimstad-Mesel-Aamli = 66.5 km). Banen skal indgaa som led i den vedtagne 15-aarige byggeperiode; selve anlægget vil dog kun kræve 4—5 aar.

Fra Aamli kirke er projekteret en fremtidig fortsættelse af jernbanen, af længde 33.6 km, frem til Nisservand; en vordende jernbane fra Nisser til Arendal blir saaledes 83.5 km efter Herselalternativet og 99 km efter Meselalternativet.

Hvilket alternativ end vælges, vil banen i det hele og store faa udmærkede stigningsforholde (efter Herselalternativet ved Bøilestad kun en uvæsentlig modstigning, med 1:120, med optræk ca. 40 m's høide).

Transportudgifterne paa jernbanen vil, naar der aarlig brydes mindst 15 000 tons, antagelig kunne ansættes til 2.25 øre<sup>1</sup> pr. ton-kilometer, altsaa for den hele længde, hvis Herselalternativet vælges, kr. 1.88, hvilket beløb vi forsigtigvis afrunder opad til 2 kr. pr. ton (vistnok overflødig stort); hvis Meselalternativet vælges, maa beløbet forhøies med omkring 30 øre pr. ton.

Til arrangement ved lastebrygge osv. i Arendal udkræves, efter rent skjønsmæssigt overslag, f. ex. kr. 10 000; og indlastningsudgifterne osv. kan formentlig anslaaes til kr. 0.40 pr. ton.

<sup>1</sup> Til sammenligning kan anføres, at paa den ligeledes smalsporede Rørosbane beløb jernbanefragten pr. ton Røros-kis for den 142 km lange strækning fra Tyvold til Røros sig tidligere til kr. 4.10 (= 2.89 øre pr. ton-km); nu er fragten nedsat til kr. 3.10 (= 2.18 øre pr. ton-km).

I 1888 stiplede jernbanestyrelsen følgende fragsatser for Foldalselskabet, ved transport stor mindst 30 000 tons kis aarlig, for det 238 km lange jernbanestykke Lille-Elvedal til Trondhjem (smalsporet); ved salgspris 16 sh. pr. ton kis fragt kr. 5.50 pr. ton (= 2.31 øre pr. ton-km) og ved pris 14 sh. fragt kr. 4.81 (= 2.02 øre pr. ton-km). Ved Gellivara-Luleå-banen (207 km) beløb jernbanetransporten sig i 1894 til kr. 3.70 pr. ton (= 1.79 øre pr. ton-km) og ved Grängesberg-Oxelösund-banen (255 km) til kr. 4.10 pr. ton (= 1.61 øre pr. ton-km).



Den hele transport, først paa Nisser og saa paa jernbane til Arendal, skulde altsaa med rundt tal udkræve kr. 40 000 i anlæg (efter rent foreløbigt og approximativt overslag), og de løbende udgifter til transporten, medregnet lastning (i Arendal), kan ansættes til kr. 2.90.

II. *Tougbanetransport fra Nissers nordende over Hvideseidaasen til Hvideseidvandet, videre transport i lægtene ned vand- og kanalveien (Hvideseid og Flaavand, Strengen-Ulefos-kanalen, Nordsjø, Løveidsluserne) til Skien eller Porsgrund.*

Afstanden fra nordenden af Nisservand til nærmeste punkt (Smedodden) af Hvideseidvandet beløber sig (i ret linje), ifølge aflæsning paa amtskartet (af 1857), til mellem  $4\frac{1}{10}$  og  $4\frac{1}{4}$  km; og høideforholdene stiller sig her paa følgende maade:

Nisservand . . . . .	242 m. o. h.
Pashøiden af skaret mellem Nisser- og Hvideseidvandene . . . . .	265 " " "
Hvideseidvandet . . . . .	72 " " "

En tougbane her maa beregnes til længde  $4\frac{1}{3}$ — $4\frac{3}{4}$  km, idet man ikke kan være sikker paa, at terrainforholdene vil tillade anlæg netop efter den korteste afstand mellem de to vande; tougbanen vil faa et optræk af ca. 125 m og derpaa nedtræk af ca. 290 m, med samlet nedtræk 170 m, altsaa samlet nedtræk 1 : 26 (eller omkring 4 %). Dette nedtræk er ikke saa stort, at tougbanen blir automatisk; der udkræves en motor, i alle fald for at bringe malmen op til toppen af fjeldovergangen.

For i alle fald at kunne bringe en rent foreløbig og tilnærmelsesvis forestilling om, hvad anlæg og drift af en saadan tougbane vil koste, har jeg henvendt mig til forskellige ingeniører med anmodning om oplysninger. Af de velvillig erholdte svar hidsættes:

A. (Ifølge opgave af *A. & A. Getz*, herværende agenter for det tyske tougbanefirma *Adolf Bleichert & Co.*). Anlægget vil koste ca. 65 000 M. fob Hamburg (uden told); cif Skien ca. 60 000 kr. Til understøttelser og endestationer vil der medgaa ca. 120 m<sup>3</sup> rundtømmer og ca. 70 m<sup>3</sup> kanttømmer; vælger man isteden herfor jern, vil dette koste 20 000 kr. Et tilstrækkelig stort lokomobil antages at koste omkring 6 000 kr. (Expropriation ikke medregnet).

De løbende daglige transportudgifter (betjening, smøring og lign.) vil ved transport 100 tons daglig (= 20 000 tons i 8 maaneder af aaret) belebe sig til 24 kr., altsaa kr. 0,24 pr. ton. (Hertil hovedreparationer osv.)

B. (Ifølge opgave af ing. *J. J. O. P. Dietrichson*, der har lang praktisk erfaring fra ulandet i anlæg og drift af tougbaner). Anlægsudgifter for en tougbane,  $4\frac{3}{4}$  km lang, efter Otto's system — med fast bærelinje og bevægelig træklinje — for en transport af 300 tons malm i 8 timer, indbefattet anordning med depot paa afgangsstationen, hvor vognene kan løbe under og fyldes ved oplukning af lemme, samt forhøiet

station paa endepunktet ved Hvideseidvand, saa der bliver plads til omkring 2000 tons malm, endvidere med maskine for driften og diverse, anslaaes til kr. 70 000 (expropriation ikke medregnet).

Driften vilde muligens kunne gaa mere end 8 timer daglig om sommeren, og naar leilighed til depot ved Hvideseidvand haves, tillige udstrækkes til vinterdrift, hvorved et mindre antal vogne vilde være nødvendig for at bringe frem 30 000 tons aarlig. Herved vilde anlægsudgifterne ikke lidet kunne indskrænkes.

Driftsudgifterne vil, under forudsætning af 300 tons i 8 timer, blive omkring kr. 0.26 pr. ton mellem Nisser- og Hvideseidvand, heri indbefattet almindeligt vedligehold, men ikke renter og amortisation af anlægskapitalen, hvilket kan sættes til omtrent kr. 0.24 pr. ton, altsaa i det hele pr. ton kr. 0.50.

C. Til sammenligning kan anføres, at ved den  $3\frac{1}{2}$  km lange tougbane fra Erteli gruber til Ringeriges nikkelverks smeltehytte beløber udgifterne til arbejds løn, olje, vedligeholdelse af vognene og lign., ved transportmasse ca. 5000 tons aarlig, sig pr. tdr. malm til kr. 0.20—0.25. pr. ton malm altsaa kr. 0.47—0.58. Hertil kommer reparationer af stolperne og nyanskaffelse engang imellem af transporttoug, hvilket i sum er beregnet til kr. 0.17 pr. tdr. = kr. 0.40 pr. ton malm, ved 5—8000 tons aarlig transportmasse.

D. Ved Sulitelma gruber har transport ved tougbane af ca. 4 eller  $4\frac{1}{2}$  km's længde og ved aarlig transportmasse 8 à 10 000 tons, beløbet sig helt op til 1—1.40 kr. pr. ton; ved anlæg bygget for større transport og videre ved bedre klimatologiske betingelser vil dog dette beløb antagelig kunne reduceres en del.

I henhold til alle disse opgaver sætter vi anlægskapitalen til tougbane fra Nisser til Hvideseidvand, medregnet fornøden expropriation samt tomt med lastebrygge, arbejderbrakke osv. til kr. 100 000; og de løbende driftsudgifter anslaa vi, naar samtlige reparationsudgifter medregnes, og naar den aarlige transportmasse er 20 000 tons, til kr. 0.75 pr. ton (altsaa kr. 15 000 aarlig).

Indlastning i pramme eller lægtene ved Hvideseidvand ansættes til kr. 0.12 pr. ton.

I anledning af den videre transport vand- og kanalveien til Skien har jeg henvendt mig til kanaldirektøren, som herom, ifølge overslag af overingeniør *Borchgrevink* i Skien, oplyser, at transport fra Smedodden ved Hvideseidvand til Skien, ved aarlig transportmasse 20 000 tons, antagelig vil kunne udføres for kr. 1.30 pr. ton, foruden kanalafgift og foruden udgifterne ved losning og ladning; det forudsættes, at man eier 8 lastepramme med 120 tons bæreevne og 2 dampskibe paa ikke under 15 hestekræfter. I nævnte pris er iberegnet udgifterne til prammens og dampskibenes amortisation og forrentning, med videre. Skal der leies dampskib og lægtene, vil prisen selvfølgelig blive større, antagelig ca. kr. 1.50.



Kanalafgiften for jernmalm er for tiden kr. 0.75 pr. ton ved Strengen Ulefos-kanalen og kr. 0.18 ved Løveid-Skien-kanalen (sum kr. 0.93), men vil under en saa stor transport som den her omhandlede antagelig foranledige en nedsættelse til kr. 0.50 for begge kanaler.

Ifølge disse opgaver anslaar vi de løbende driftsudgifter ved vand- og kanaltransporten frem til Skien eller Porsgrund, medregnet kanalafgift, pr. ton til . . . . . kr. 1 80;

og den fornødne kapital hertil (2 15-hestes dampskibe og 8 120-tons prammer) samt til tomt med brygge og dampkran ved Skien eller Porsgrund sætter vi til. . . . . kr. 50 000.

Losning af prammerne . . . . . kr. 0.15 pr. ton.

Indlastningsudgifter osv. . . . . kr. 0.40 pr. ton.

Den hele transport, først paa Nisser, saa med tougbane og endelig kanalveien til kysten, skulde altsaa i anlæg alt i alt kræve kr. 180 000, og de løbende transportudgifter, medregnet indlastning i Skien eller Porsgrund, skulde beløbe sig til . . . . . kr. 3.72

### Oversigt

*over malmens kostende frit ombord i norsk havn og over den fornødne anlægskapital.*

(opgjort under forudsætning af nuværende driftsbetingelser).

#### I. Ved fremtidig jernbane Arendal-Nisser.

##### Anlægsudgifter:

Ved gruben . . . . .	kr. 60 000
Transporten paa Nisser, medregnet brygge, dampkran osv. . . . .	„ 30 000
Diverse i Arendal . . . . .	„ 10 000
	<u>Sum kr. 100 000</u>

##### Driftsudgifter:

Grubeudgifter . . . . .	kr. 2.75
Transport paa Nisser. . . . .	„ 0.50
Jernbanetransport . . . . .	„ 2.00
Udgifter i Arendal. . . . .	„ 0.40
	<u>Sum kr. 5.65</u>



Det opførte beløb for grubeudgifterne gjælder kun de første 275 000 à 300 000 tons; senere faar man et tillæg af omkring 1 kr. pr. ton.

## II. Ved tougbane- og kanaltransport.

### Anlægsudgifter:

Ved gruben . . . . .	kr. 60 000
Transport paa Nisser . . . . .	„ 30 000
Tougbane med tomt osv. . . . .	„ 100 000
Transport til Skien eller Porsgrund, med tomt sammesteds. . . . .	„ 50 000
	<u>Sum kr. 240 000</u>

### Driftsudgifter:

Grubeudgifter . . . . .	kr. 2.75
Transport paa Nisser . . . . .	„ 0.50
Tougbanetransport . . . . .	„ 0.75
Indlastning i prammer . . . . .	„ 0.12
Vand-kanal-transport . . . . .	„ 1.80
Losning . . . . .	„ 0.15
Udgifter i Skien . . . . .	„ 0.40
	<u>Sum kr. 6.47</u>

### Altsaa:

		Ved jernbane-transport	Ved tougbane-kanal-transport
Fornøden kapital		kr. 100 000	kr. 240 000
Malmens kostende frit ombord inorsk havn (amortisation ikke medregnet)	For de første 275.000 tons	kr. 5.50—6.00	kr. 6.50
	Senere	kr. 6.50—7.00	kr. 7.50

Ved disse overslag, som forøvrigt — navnlig hvad angaar den fornødne kapital — ikke gjør fordring paa nogen større noi-

agtighed, har jeg kun tilsigtet at give en tilnærmelsesvis forestilling om de stedfindende forhold; forinden man skrider til endeligt anlæg, bør revision af overslagene finde sted.

Saavidt jeg kan skjønne, er overslagene i det hele og store snarere holdt lidt for høie end for lave; om nogen betydelig reduktion vil der dog neppe være tale.

*Af overslagene fremgaar, at tougbane- og kanaltransporten kræver saa høi kapital, navnlig i forhold til det forholdsvise ringe disponible malmkvantum, og saa store løbende driftsudgifter, at dette alternativ, i alle fald under de nuværende lave malmpriser, neppe vil kunne lønne sig; hvis derimod jernbanen nu var færdig, vilde driften, som vi i det følgende afsnit skal paavise, gaa med ganske god fordel.*

### Søftestadfeltets økonomiske betydning; sammenligning med malmexporten fra Gellivara og Grängesberg<sup>1</sup>.

Søftestadmalm er en ypperlig, nemlig samtidig en meget jernrig og ganske usædvanlig fosforrig thomasmalm (malm til basisk bessemering), med 58—60 % jern og 1—3, middel antagelig 1.75—2 % fosfor; videre lav mangengehalt, praktisk talt ikke noget titan samt forsvindende lidet svovl, hvilket sidste ogsaa er en stor fordel.

Med hensyn til kvalitet kan Søftestadmalm temmelig

<sup>1</sup> En nogenlunde indgaaende udredning af spørgsmaalet om betingelserne for jernmalmexport fra Norge vil man finde i mit vaaren 1894 offentliggjorte arbeide „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“, specielt afsnittet „Dunderlandsdal-malmfelternes statsøkonomiske betydning“ (s. 63—87). Der er her leveret oversigt over den indenlandske malmproduktion samt malmimport og export i de vigtigste malmproducerende lande; videre nogenlunde udførlig fremstilling om den spanske malm (gehalt, brydnings- og transportudgifter); desuden brydningspris ved de svenske gruber samt nogenlunde udtømmende om brydning, skeidning og transport ved Gellivara og Grängesberg. — Idet vi henviser til denne mere omfattende fremstilling, kan vi her fatte os i korthed.

nøie sammenlignes med exportmalmen<sup>1</sup> fra Grängesberg i Mellem-Sverige (hvilken malm i middel holder 60 % eller kanske 60—62 % jern og omkring eller lidt over 1 % fosfor), videre med de fosforrige exportmalme, D og E, fra Gellivara i Nord-Sverige (med 57—67 %, middel antagelig omkring 60—62 % jern; og D med 0.6—1.5 %, E med over 1.5 % fosfor)<sup>2</sup>.

Søftestadmalmten holder i middel kanske en eller to procent mindre jern end de to svenske fosforrige malme, hvilket — under nuværende konjunkturer — vilde nedsætte dens pris med henholdsvis kr. 0.30—0.35 og kr. 0.60—0.70 pr. ton; men omvendt er fosforgehalten, regnet i det hele og store noget, nemlig  $\frac{1}{2}$ —1 % høiere hos Søftestadmalmten end hos de ordinære thomasmalme fra Grängesberg og Gellivara, naar dog Gellivaramalm no. D, hvoraf der dog kun falder ganske lidt, fraregnes. Da thomasmalmene stiger i værdi med fosforgehalten, vil den overvægt, som Søftestadmalmten paa dette omraade har, omtrent opveie den forøvrigt rent ubetydelige forringelse i værdi, som den formodede lidt lavere jerngehalt (58—60 % mod 60—62 %) vil fremkalde; resultatet blir altsaa, at Søftestadmalmten betinger næsten nøiagtig samme salgspris som Grängesbergmalmen og malmsort D ved Grängesberg.

Disse svenske malme kan vistnok brydes lidt billigere, end tilfældet vil blive med Søftestadmalmten, men omvendt ligger de adskillig længere fra havn, hvoraf følgen er, at vor norske

<sup>1</sup> For at undgaa misforstaaelse vil vi udtrykkelig paapege, at Søftestadmalmten og den bekjendte Bilbaomalm (50—56 % jern; *yderst lidet fosfor*; aarlig export 4 mill. tons) er af aldeles forskjellig natur. Den spanske malm benyttes til *sur* bessemæring, Søftestadmalmten (ligesom ogsaa malmen fra Grängesberg og malmsorterne D og E fra Gellivara) kan derimod kun bruges til *basisk* bessemæring. Disse to processer (*sur* og *basisk* bessemæring) afviger saa langt fra hinanden, at der ikke er nogen umiddelbar konkurrence mellem de to slags malme.

<sup>2</sup> Om de tre mere fosforfattige malmsorter ved Gellivara — A med under 0.05 %, B med 0.05—0.10 % og C med 0.1—0.6 % fosfor — henvises bl. a. til den ovenfor citerede fremstilling i mit arbeide om Dunderland. — Om forholdet mellem den totale brydning ved Gellivara og D- og E-malmene giver en efterfølgende tabel fornøden oplysning.



malm, hvis jernbanen fra Arendal til Nisser nu var færdig, vilde kunne leveres til lidt lavere pris i havn end de svenske malme. Herom giver følgende tabel fornøden oplysning.

	Malmens brydnings- pris pr. ton	Afstand fra havn	Trans- port pr. ton	Udgift i havn, medreg- net last- ning <sup>2</sup>	Malmens kostende frit i havn							
Gällivara ...	ca. kr. 2.50	Jernbane 207 km.	kr. 3.70	kr. 0.20	Luleå: kr. 6.25—6.50							
Grängesberg	ca. kr. 2.00	Jernbane 255 km.	kr. 4.10 (5.00)	kr. 0.20	Oxelösund: ca. kr. 6.50							
Søftestad...	ca. kr. 3.10 <sup>1</sup>	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>15 km dampskib</td> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>kr. 0.50</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">kr. 0.40</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">Arendal: kr. 6.00</td> </tr> <tr> <td>84 km jernbane</td> <td>kr. 2.00</td> </tr> </table>	}	15 km dampskib	}	kr. 0.50	kr. 0.40	Arendal: kr. 6.00	84 km jernbane	kr. 2.00		
}	15 km dampskib	}		kr. 0.50		kr. 0.40			Arendal: kr. 6.00			
	84 km jernbane		kr. 2.00									

I henhold til denne oversigt skulde Nissedalsmalmen, hvis jernbanen nu var færdig, for de første 275 000 à 300 000 tons vedkommende kunne leveres lidt billigere — nemlig  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  kr. billigere — frit ombord i Arendal, end hvad tilfældet er med de to svenske malme, frit ombord i Luleå og Oxelösund.

Hertil kommer, at thomasmalmene for tiden hovedsagelig importeres via Rotterdam, hvortil fragten fra Arendal vil være mindst  $\frac{1}{2}$  kr. lavere end fra de to svenske havne; Søftestadmalm vilde altsaa, hvis jernbanen nu var færdig, i konkurrencen med de svenske malme have et forspring paa antagelig omkring eller henimod 1 kr. — Regner man, at de svenske malmfelter tjener 1 kr. pr. ton, skulde altsaa Søftestadmalm for de første 275 000—300 000 tons tjene med rundt tal 2 kr.

<sup>1</sup> Grubedriften uden amortisation beregnet til kr. 2.75; med amortisation kr. 3.10.

<sup>2</sup> Denne post har jeg opført efter læst skjøn, uden at have sikre data at holde mig til. I Luleå og Oxelösund, hvor exporten foregaar i meget stor stil (flere hundrede tusind tons aarlig), vil indlastningsudgiften være lavere end ved Nissedalsmalmsens exporthavn.

pr. ton; for partiet under dybstollen vilde fortjenesten blive omtrent som ved de svenske gruber.

For at illustrere, hvad betydning exporten fra Grängesberg og Gellivara for tiden spiller, skal vi hidsætte nogle statistiske data:

Tons	Grängesberg brydning	Gellivara		Indførsel af svensk malm i	
		Samlet brydning	Deraf D & E-malm	Tyskland	England
1886	30 000	} Ganske lidet		17 565	755
1889	132 000			120 468	15 674
1892	258 000	179 000	46 500	326 005	13 942
1893	268 000	306 000	95 800	455 097	36 171

For 1894 er ved de to store svenske malmgruber beregnet en malmexport stor  $\frac{2}{3}$  à  $\frac{3}{4}$  mill. tons, deraf mindst  $\frac{3}{10}$  mill. tons thosasmalm.

Saavidt man for tiden kan overskue det europæiske marked for jernmalm, maa det antages, at efterspørgselen i Tyskland, England og Belgien — af hvilke lande det sidstnævnte er fattigt paa jernmalme, medens de to førstnævnte vistnok har kolossale tilgange paa jernfattige malme (oftest med 32—40 %), medens de saa at sige fuldstændig mangler rige malme (paa over 55 %) — navnlig efter jernrig thosasmalm stadig vil være i stigende. Det kan neppe tænkes, at disse malme, dersom de kan leveres tilstrækkelig billig, nogensinde vil komme ud af kurs. Hvorledes end grubeudgifter og jernbanetransport kan komme til at stille sig, vil Søftestadmalmen for partiet over dybstollen, naar jernbanen fra Arendal blir færdig, kunne leveres frit i f. ex. Rotterdam til i alle fald ikke høiere pris, end tilfældet er med de to svenske malme. Saalænge exporten af disse kan lønne sig, vil ogsaa Søftestadfeltet (naar jernbanen blir færdig) kunne drives med fordel.

### Resumé.

Nissedalsmalmen er en *ypperlig thomasmalm*, med 58—60 % jern og i middel 1.75—2 % fosfor.

Forekomsten ligger *næsten lige ved Nisservand*. — Malm-partiet over en 250 m lang grundstoll, som munder ud *lige ved vandet*, vil kunne levere med rundt tal 275 000 à 300 000 tons malm til brydningspris (medregnet administration og amortisation) kr. 3.00 à 3.25 pr. ton malm. Ved afsynkning resp. 50 og 100 m under stollen kan endvidere antagelig paaregnes henholdsvis omkring 200 000 og 400 000 tons malm; dog vil grubeudgifterne her stille sig omkring 1 kr. høiere end tidligere.

Der kan ikke være tale om at forsmelte malmen paa stedet; antagelig vil det heller ikke lønne sig at transportere den til havn ved tougbane over fra Nisser til Hvideseidvand og videre kanalveien til Skien. Derimod vil malmen, naar jernbanen fra Arendal til Nisser engang i fremtiden blir færdig, kunne exporteres med mindst ligesaa stor fordel som malmen fra de storartede svenske grubefelter, Gellivara og Grängesberg. Thomasmalmene (med omkring eller lidt over 60 % jern, derimod i det hele og store med noget mindre fosfor end hos Nissedalsmalmen) fra disse gruber leveres frit i havn (Luleå, Oxeløsund) for kr. 6.25—6.50 pr. ton; Nissedalsmalmen derimod vil, naar jernbanen blir færdig, antagelig i havn kun koste kr. 6.00. Desuden har den ogsaa en halv kroners forsprang derved, at thomasmalmene hovedsagelig exporteres til Rotterdam og England, hvortil fragten fra Arendal er noget lavere end fra de svenske havne.

For at kunne sætte Nissedalsforekomsten i fuld rationel drift udkræves alt-i-alt i anlægskapital omkring kr. 100 000 (medregnet dampskib osv. paa Nisser).

Nissedalsforekomstens statsøkonomiske betydning ligger følgende deri, at den kan tilføre en fremtidig jernbane fra Arendal til Aamli og videre til Nisser en ikke ganske uvæsentlig transportmasse. Selv om malmen — mod formodning — nogen-



lunde hurtigt skulde tabe sig paa dybet, maa man i alle fald kunne paaregne 20 000 tons — det vil sige 8 10-tonns jernbanevogne (store vogne) 250 dage om aaret — i mindst 13—15 aar paa rad. Sandsynligvis vil forekomsten, hvis driften, saaledes som det efter nuværende konjunkturer maa antages, ogsaa lønner sig at stykke under Nissers niveau, kunne vedvare endnu længere; jernbanen vil derfor antagelig kunne paaregne 20 000 tons i 20—25 aar paa rad, i gunstigste tilfælde endog i indtil 30—35 aar (eller kanske lidt derover) paa rad.

Om nogen rigtig storartet brydning, som ved Gellivara og Grängesberg, kan der derimod ikke være tale.

## Søftestadforekomstens geologi samt om apatit-jernmalmenes dannelse.

Søftestadforekomsten kan baade i mineralogisk og geologisk henseende næsten nøiagtig identificeres med Grängesbergfeltet i Mellem-Sverige, hvilket igjen ved talrige overgange er forbundet med de øvrige mellem-svenske lagformigt optrædende jernmalme. Det generelle dannelsesprincip, som gjælder for de sidstnævnte og for dermed nærbeslægtede malme i det sydlige Norge (ex. de „enbart gaaende malme“ og „blandstenene“ ved Arendal) og i det nordlige Norge (Dunderlands og Næverhaugens „torrstene“), maa derfor i sine store drag ogsaa kunne overføres paa Søftestad.

Vi skal i dette arbeide ikke gaa ind paa alle de geologiske spørgsmaal, som dette thema kan frembyde, idet vi herom henviser til ganske udførlige theoretiske fremstillinger, som jeg dels allerede har leveret og dels i fremtiden agter at levere; navnlig de ældre arbeider:

Afsnittet „Sedimentationen af de i den cambriske og i den øvre del af den archæiske formation hjemmehørende magnetit- og jernglansforekomster“; s. 125—156 i „Salten og Ranen“ (1890—91).

Afsnittene „Analogien mellem de nordlandske jernmalforekomster, af typus Dunderland-Næverhaugen, og de svenske torrstone“ og „Om dannelsen af de nordlandske jernmalme“, s. 53—63 i „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“, 1894.

Desuden afhandlingen „De lagformigt optrædende jernmalforekomster, af typus Dunderland, Norberg, Grängesberg osv“, hvoraf første del er trykt i „Geologiska Föreningens Förhandlingar“, April 1894, i hvilket tidsskrift fortsættelse ogsaa senere er paatænkt.

I disse arbejder har jeg forsøgt at fremlægge beviser for, at alle de hidhørende malme (med eksempel torrstenene Norberg, Dunderland, Næverhaugen; apatit-jernmalmen Nissedal og Grängesberg; de enbart gaaende malme Persberg og flere ved Arendal; og endelig blandstenene Dannemora osv.) i overensstemmelse med den tidligere i Sverige herskende opfatning er dannede ved *sedimentation*, og videre har jeg forsøgt at udvikle en „working hypothesis“ for forklaringen af de kemisk-geologiske processer ved dannelsen. De forskellige lovmæssige undergrupper (torrsten, apatit-jernmalm, enbart gaaende malm, blandsten), hvori man har inddelt den store fællesgruppe, kan, efter hvad jeg tidligere har forsøgt at udrede, forklares dels ved de jernholdige opløsningers vekslede kemiske sammensætning og dels ved de vekslede kemiske betingelser, under hvilke bundfældningen af de jernholdige løsninger fandt sted. Saaledes kan *torrstenene forklares ved en oxydationsproces, af jernoxydulkarbonat opløst i kulsyreholdigt vand* (jernet falder herved ud som oxyd, hvoraf resulterer jernglans; manganet holder sig foreløbig i opløsning, derfor torrstenene manganfattige; den ved oxydationen friblevne kulsyre udfælder kiselsyre af opløst silikat, derfor torrstenene kvartsrige; tilstedeværende fosforsyre udskilles sammen med jernet, derfor malmen ofte fosforrig; tilstedeværende sulfat blir ikke reduceret, derfor malmen svovlfattig); *blandstenene derimod fortolkes ved bortdunstning af den kulsyre, der holdt jernoxydulkarbonatet opløst* (jernet udfældes dels som oxyd og dels som oxydul, hvoraf resulterer magnetit; tilstedeværende mangan udskilles samtidig med jernet, derfor blandstenene gennemgaaende manganrigere end torrstenene; sammen med jern- og mangankarbonaterne udskilles ogsaa i opløsningen oprindelig forhaandenværende kalk- og magnesia-

karbonat, med noget kiselsyre, hvoraf følger tilblanding i malmen dels af kalkspat med dolomit og dels af kalkmagnesiasilikat; tilstedeværende fosforsyre vil formentlig (?) for en væsentlig del foreløbig holde sig opløst; tilstedeværende kul eller organisk substans, der nu gjenfindes i blandstensmalmen under form af grafit eller bitumen, reducerer sulfater i opløsningen, hvoraf følger, at blandstenene regnet i det hele og store er svovlrigere end torrstenene).

Vi skal ved denne anledning forsøge om muligt ogsaa at udvikle en fortolkning til udredning af detaillerne ved dannelsen af apatit-jernmalmen; med dette maal for øie skal vi her først sammenstille de kriterier, som er karakteriserende for denne undergruppe af den store sedimentære jernmalmfællesgruppe; fortrinsvis vil vi herunder holde os til Søftestad i Norge og Grängesberg i Mellem-Sverige, medens vi derimod foreløbig ikke tager hensyn til Gellivara og Kirunavara i Nord-Sverige, idet de sidstnævnte malmes genetiske natur som bekjendt er meget omstridt.

*Fælles for apatit-jernmalmen i Nissedal og ved Grängesberg er:*

*Høi fosfor- eller apatitgehalt;* ved Søftestad oftest 1—3 % fosfor (= 5.5—16.5 % apatit), undtagelsesvis dog ogsaa meget lavere fosforgehalt, paa 0.15—0.2 % fosfor; ved Grängesberg malme med temmelig stærkt veksellende fosfor- eller apatitgehalt; lokalt med over 3 % fosfor; store masser, kanske hovedmassen af malmen, med 1—1.25 % fosfor; betydelige partier af malmen dog ogsaa med lavere fosforgehalt, paa 0.5 og 0.1 %, kanske ogsaa med kun 0.05 %.

*Gjennemgaaende forsvindende lav svovlgehalt;* saavel ved Søftestad som ved Grängesberg oftest kun 0.005—0.03, sjelden saa meget som 0.05 % svovl.

*Paafaldende lav mangangehalt;* ved Søftestad kun 0.02—0.09 % manganoxydul, ved Grängesberg (ifølge de talrige i de af R. Åkerman, 1878, og A. Tamm, 1890, udgivne analysetabeller



af svenske jernmalma) fra „spor“ op til 0.5, oftest 0.05—0.25 % manganoxydul.

*Tilblanding fortrinsvis af kvarts*, der gjerne ledsages af lidt hornblende, epidot, sur feldspat (orthoklas, oligoklas), osv. Af disse silikatminerale møder vi i Søftestadmalmen i regelen mindst 5 eller 10 gange saa meget kvarts som øvrige silikater tilsammen; i nogle malmprøver, som jeg har medbragt fra Grängesberg, finder vi dog noget mere hornblende og glimmer i forhold til kvartsen.

*Magnetit og jernglans optræder i apatit-jernmalmene i midlere blandingsforhold; magnetiten synes dog at være forherskende.* — Ved Søftestad bestaar saaledes de to nordligste malmleier hovedsagelig af magnetit, de mægtige partier af det sydlige leie derimod af overveiende jernglans. Ved Grängesberg fører de fleste leier overveiende magnetit, andre leier — eller i alle fald visse niveauer af leierne — derimod næsten kun jernglans; i et og samme profil kan man undertiden følge overgang fra magnetit- til jernglans-malm (se herom s. 289 i mit oven citerede arbeide i Geol. För. Förh. B. 16, 1894).

*Titansyre mangler fuldstændig* eller er i alle fald kun tilstede i ringe mængde; ved Søftestad „spor“ titansyre.

Egentligt *skarnberg*, svarende til de skarnberg-masser, der omhyller f. ex. Arendals- og Dannemoramalmene, *mangler fuldstændig*; derimod finder vi lidt *skarnberg-lignende skifer*, dels ved siden af malmen og dels indleiet inde i samme.

*Med hensyn til disse kriterier slutter apatit-jernmalmene ved Søftestad og Grängesberg sig i det hele og store temmelig nær til torrstenene, medens de derimod fjerner sig meget langt fra blandstenene.*

Fælles for apatit-jernmalmene og torrstenene er den lave svovlgehalt; den lave mangangehalt; tilblanding hovedsagelig af kvarts eller i alle fald af silikater med gennemsnitlig høi midlere kiselsyregehalt; videre manglende grafit eller bitumen og manglende skarnberg eller i alle fald kun sparsom optræden af skarnberg-skifer. Og med hensyn til fosfor- eller apatitgehalten er der mellem apatit-jernmalmene paa den ene side

og torrstenene paa den anden ikke nogen kvalitativ, men kun en jævnlig temmelig uvæsentlig kvantitativ forskjel. Exempelvis holder saaledes vore udstrakte nordlandske torrstensmalme (Dunderland, Næverhaugen osv.) oftest mellem 0.1 og 0.3, middel omkring 0.2 % fosfor, undtagelsesvis dog 0.4—0.6 % fosfor og en enkelt prøve har vist 1.1 % fosfor; inden vore apatit-jernmalm-felter møder vi, baade ved Søftestad og ved Grängesberg, saavel nogenlunde fosforfattig malm, med 0.05—0.2 % fosfor, som fosforrig malm, med 1—3, undtagelsesvis endog med 3—4 % fosfor.

Det er her umuligt at trække nogen grænse mellem apatit-rig torrsten paa den ene side og egentlig apatit-jernmalm paa den anden.

Og hvad endelig angaar det optrædende jernertsmineral, magnetit eller jernglans, saa indskrænker forskjellen mellem torrstenene og apatit-jernmalmene sig dertil, at torrstenene fører jernglans, med ganske lidet magnetit, — apatit-jernmalmene derimod, saavel ved Søftestad som ved Grängesberg, snart overveiende magnetit og snart overveiende jernglans; dog mest magnetit.

Fra torrstenene adskiller apatit-jernmalmene sig hovedsagelig derved, at de sidste i det hele og store er adskillig rigere paa jern; det vil sige, de er i mindre grad end torrstenene opblandede med silikatminerale. Hermed staar ogsaa i forbindelse en ganske fremtrædende forskjel i struktur og ydre habitus, idet nemlig den forholdsvis rigelige tilblending af kvarts og øvrige silikater hos torrstenene medfører, at den skifrige struktur hos disse malme blir mere fremtrædende end hos apatit-jernmalmene.

At dog disse sidstnævnte afvigelser ikke kan tillægges nogen større betydning i genetisk henseende, fremgaar bedst deraf, at vi saavel ved Søftestad som ved Grängesberg kan paavise gradvise overgange fra apatit-jernmalmene til de normale torrstensmalme og videre endog til jernglimmerskifer-malm (jernglimmer plus kvarts), som kun er et af torrstenenes extreme led.



*Apatit-jernmalmene kan derfor i korthed opfattes som samtidig apatitrige og jernrige torrstensmalme.*

Om man i klassifikatorisk henseende vil opføre dem som kun en undergruppe under torrstenene eller som en gruppe for sig, blir nærmest en smagssmag; indtil videre er det kanske det bekvemmeste at holde dem ud for sig som særskilt gruppe.

Af ovenstaaende udvikling følger, at vi, i overensstemmelse med de tidligere udviklede betragtningsmaader, maa fortolke sedimentationern af apatit-jernmalmene ved en oxydationsproces (af jernoxydulkarbonat, opløst i kulsyreholdigt vand, til jernoxyd). Herved forklares først og fremst, som ovenfor udredet, de lave mangan- og svovlgehalter samt tilblandingen fortrinsvis af kvarts. Den forholdsvis ubetydelige tilblanding af silikatmineral hos apatit-jernmalmene maa bero paa, at de oprindelige jern- og fosforrige opløsninger var forholdsvis fattige paa opløselige silikatforbindelser; ved større mængde af de sidste vilde fremgaa ikke vore normale apatit-jernmalme, men derimod stærkt fosforrige torrstone.

Og hvad endelig fosforgehalten angaar, saa maa det erindres, at vore recente jernholdige kilder jævnlig holder en ganske betydelig fosforgehalt, og endvidere, at ved oxydation af jernoxydulkarbonat til jernoxyd bundfældes hele den forhaandenværende fosforsyremængde strax sammen med jernoxydet. Resultatet heraf er, at de moderne sedimentære „jernmalmafleininger“, nemlig myrmmalmene, som bekjendt i det hele og store karakteriseres ved en ganske betydelig høi gehalt paa fosforsyre. Saaledes udviser de 32 analyser af jernmalm, som *F. M. Stapff* har offentliggjort i *Jernkontorets Annaler*, 1865, mellem 0.05 og 1.21, middel 0.48 % fosforsyre; 2 af *A. V. Cronquist* i *Geol. Fören. Förh. B. 5*, 1881, meddelte analyser af myrmmalm viser henholdsvis 0.28 og 2.13 % fosforsyre. Hertil kommer, at vi ogsaa kjender analoge dannelser med endnu adskillig høiere gehalt paa fosforsyre; saaledes beskriver *C. E. Bergstrand* i *Geol. Fören. Förh. B. 2*, 1875, et i ler, sammen med myrmmalm, optrædende lag af *blaa-jernjord*, som ifølge analyser af fem forskjellige partier, holder: 58.5—68.8 %



jernoxyd, 2.7—5.4 % manganoxydul, 2.4—17.6 % kalk, 0.05—2.5 % magnesia, videre noget kiselsyre samt endelig 5.04 helt op til 14.61, middel omkring 9 % fosforsyre (svarende til 2.2—6.3, middel lidt over 4 % fosfor). Denne fosforsyre-myrmalm eller blaa-jernjord, med 41—48 % jern og med endnu adskillig høiere fosforgehalt end hos Søftestad- og Grängesberg-malmene, kan opfattes som en moderne ækvivalent til vore archaiske og cambriske apatit-jernmalme. Kun er det paafaldende, at disse moderne dannelser næsten gjennemgaaende er forholdsvis rige paa mangan.

Hidtil har vi begrænset vore betragtninger vedrørende apatit-jernmalmenes karakteristik og dannelse til kun at omfatte de to typiske og hinanden meget nærstaaende forekomster Nissedal og Grängesberg. I alle fald i kemisk og mineralogisk henseende temmelig analoge malme møder vi ogsaa paa andre steder i Norge og Sverige; først og fremst maa saaledes nævnes de bekjendte apatit-jernmalme ved Gellivara og Kirunavara; videre kan vi ogsaa paapege det her i det følgende afsnit ganske kort beskrevne Lyngrot-felt i Froland nær Arendal. Disse sidstnævnte malme (Gellivara, Lyngrot) viser i kemisk og mineralogisk henseende ganske stor lighed med Nissedal- og Grängesberg-malmene, navnlig med hensyn til de lave mangan- og svovlgehalter, den høie jerngehalt og den jævnlig meget høie fosfor- eller apatitgehalt, hvortil endelig kommer, at baade ved de store nordsvenske malmberge og ved vort lille Lyngrot ved Arendal bestaar den sparsomme tilblending af fremmede mineraler hovedsagelig af kvarts, feldspat og hornblende. En forholdsvis underordnet forskjel ligger deri, at baade ved Gellivara og Lyngrot er malmen udelukkende eller omtrent udelukkende bestaaende af magnetit, ved Nissedal og Grängesberg derimod dels af magnetit og dels af jernglans; nogen større vægt vil vi heller ikke tillægge den omstændighed, at Gellivara- og Kirunavara-malmene jævnlig viser en mindre titangehalt<sup>1</sup> (middel 0.4—0.8 %  $TiO_2$ ).

<sup>1</sup> Ogsaa i myrmalm har man paavist titansyre.

Dersom det kan godtgjøres, at ogsaa Gellivara- og Lyngrot-malmene er dannede ved sedimentation, kan vi følgelig i alt væsentligt overføre den ovenfor for dannelsen af Nissedal- og Grängesberg-malmene udviklede hypotese til ogsaa at gjælde Gellivara-Kirunavara og Lyngrot.

Som bekjendt er det i det hele og store et karakteristisk træk for de lagformigt optrædende jernmalme, at disse jævnlig — om end paa langt nær ikke bestandig — umiddelbart ledsages af kalk- eller dolomitlag, eller at de i alle fald optræder i skiferdistrikter, som er nogenlunde rige paa kalkafleininger. — En undtagelse fra denne regel danner dog vore apatit-jernmalme; i Nissedalens grundfjeld kjender vi saaledes ikke et eneste kalklag, og ligeledes mangler kalklag i umiddelbar nærhed af Grängesberg-gruberne, men forefindes vistnok i den samme skiferserie en del km fra malmforekomsterne.

Noget tilsvarende gjælder ogsaa Lyngrot, forsaavidt som kalklag ikke er paavist i nærheden af denne grube, men derimod ved flere af de øvrige forekomster inden Arendalsfeltet. — Ved Gellivara og Kirunavara derimod synes kalk- eller dolomitlag fuldstændig at mangle.

I denne omstændighed kan vi dog ikke se noget afgjørende argument mod den opfatning, at disse malme — eller i alle fald Nissedal- og Grängesberg-malmene — skal være dannede ved sedimentation; ved en hel del af Mellem-Sveriges lagformige malme, og da specielt ved de fleste af torrstenene, mangler nemlig ogsaa kalklagene.

Som argument mod hele den ovenfor udviklede sedimentære betragtningsmaade vil man muligens gjøre gjældende, at der saavel i Nissedal som i Gellivara-distriktet optræder *gabbro*, ledsaget af ordinære apatitgange, i nogenlunde nærhed af apatit-jernmalmene; herved kunde man ledes til den forestilling, at disse sidste malme, saaledes som af *G. Löfstrand* (Geol. Fören. Förh. B. 13, 1891 og B. 16, 1894) formodet for Gellivara-feltets vedkommende, i genetisk henseende skulde være afhængige af *gabbroen*, nærmest derved, at de skulde



være pneumatolytiske dannelser, fremkomne ved gabbro-eruptionen.

I virkeligheden kjender vi saadanne eruptive, til gabbro knyttede jernmalforekomster i vort land, nemlig paa Langø og Gomø (brekciegangene ved Smedjedalsgruberne, Peder Anker, Knudegruben osv.) nær Kragerø<sup>1</sup>; men det er langt fra, at denne omstændighed kan udlægges som argument for, at Søftestad, Grängesberg osv. skulde være dannede paa lignende vis; tvertom godtgjør den principielle difference i geologisk henseende, at de to slags forekomster maa hidhøre fra aldeles forskjelligartede processer. Dette fremgaar bedst ved sammenligning mellem alle de chemisk-mineralogiske og strukturelle kriterier, der betegner paa den ene side apatit-rutil-jernglansgangene med typus Ødegaarden-Langøen (Smediedalsgruberne) og paa den anden side vore apatit-jernmalme, med typus Nissedal og Grängesberg.

At vi forefinder nogle gabbrokupper i det isolerede grundfjeldsparti i Nissedal, kan heller ikke i og for sig vække nogen forbauselse. Som ovenfor paaapeget, maa gneisfeltet her side-stilles med det krystallinske skiferbælte langs Nedenæs- og Bratsberg-kysten (Langesund—Lillesand). Inden dette omkring-2500 km<sup>2</sup> store grundfjeldsparti kjender man, nogenlunde jævnt spredt over det hele, et meget stort antal gabbrofelter, nemlig mindst 45—50 felter af olivingabbro med olivinhyperit og mindst 10—15 felter af norit, — altsaa i middel 1 gabbrofelt paa hver 40—50 km<sup>2</sup> skifer. Paa grundlag af denne statistik skulde man derfor paa forhaand netop maatte vente et eller flere gabbrofelter oppe i det med kystbæltet analoge, omkring 200 km<sup>2</sup> store grundfjeldsparti i Nissedal.

Inden kystranden Lillesand—Langesund er gabbrofelterne, som netop nævnt, spredt nogenlunde jævnt over det hele distrikt, dog med den undtagelse, at de næsten fuldstændig mangler inden det Arendalske jernmalmfelt. Inden dette ganske

---

<sup>1</sup> Se herom mit arbeide „Dannelse af jernmalforekomster“, 1892, s. 124—127.



store parti, som tidligere er kartlagt af *T. Dahll* og *Th. Kjerulf*, og som jeg selv har gennemstrefet paa kryds og tvers, er hidtil kun opdaget to aldeles ørsmaa kupper af gabbro, nemlig ved Næskilen og nær Lofstad, midt paa Tromøen (her olivin-norit).

Denne paafaldende fattigdom paa gabbrofelter her godtgjør evident, at Arendalsforekomsterne ikke kan staa i noget slags genetisk afhængighedsforhold til gabbro-eruptiver; Nissedalsmalmen er geologisk at sidestille med Arendalsmalmene; relationen til gabbro her maa saaledes kun være af rent tilfældig topografisk natur.

Dette bestyrkes endelig ogsaa derved, at jinden Grängesbergfeltet, der ligner Nissedalsfeltet som en tvillingbroder, mangler gabbro fuldstændig.

Vi kommer følgelig til det resultat, at der i alle fald ikke fra den omstændighed, at gabbro og apatit-jernmalm i Nissedalen optræder i nærheden af hinanden, kan reises nogen berettiget indvending mod vor sedimentationstheori.

---

## Tillæg:

### Apatit-jernmalm-forekomst i Lyngrot grubefelt,

i Froland ca. 11 km nord for Arendal.

---

I tilslutning til den ovenfor givne fremstilling om Søftestads apatitrige jernmalm skal vi omtale en delvis analog apatit-jernmalm-forekomst i Lyngrotfeltet i Froland, hovedsagelig af praktiske grunde, idet jeg kan tænke mig muligheden af, at denne forekomst, som ligger i afstand kun en eller et par hundrede m fra Herselalternativet for Arendal-Aamli-banen, kan komme til at give anledning til en mindre grubedrift, hvis man faar jernbane lige ved gruben; afstanden fra gruben til Arendal er kun ca. 11 km.

Lyngrotforekomsterne optræder — paa samme maade som de geologisk meget nærstaaende Solbergforekomster lige ved Næs jernverk i Holt — tilsyneladende lagformigt inde i en rød „granitisk gneis“, hvis petrografiske natur og genesis vi her ikke skal indlade os paa at drøfte<sup>1</sup>. Denne bergart er af *Th. Kjerulf* og *T. Dahll* i deres arbeide „Om jernertsernes forekomst ved Arendal, Næs og Kragerø“ (Nyt magazin for naturvidenskaberne, B. 11, 1861) bleven betegnet som „jerngranitel“, hvormed skulde forstaaes en granit, hvor glimmeren eller i sin almindelighed magnesiasilikatet er erstattet ved magnetit. Denne betegnelse er dog ikke meget træffende; for det første holder bergarten ofte betydelig mere glimmer og hornblende end magnetit, og for det andet — hvad der er mere væsentligt — er det meget tvivlsomt, om bergarten skal være en presset granit. I virkeligheden synes Lyngrotbergarten at være identisk med de ved de egentlige Arendalsgruber (Langsev, Næskilen, Braastad osv.) optrædende røde, granat-

---

<sup>1</sup> Jeg har ikke havt tid og anledning til at underkaste Lyngrotfeltet en tilstrækkelig indgaaende geologisk undersøgelse; men selv om saa var tilfælde, er det mulig, at vi her — som de svenske geologer i Gellivarafeltet — fremdeles vilde have staaet tvivlsomme ligeoverfor spørgsmaalet om bergarternes dannelse.

augit- og epidotførende gneise, som i sin geologiske optræden i den grad har karakter af sediment, at *Kjerulf* og *Dahll* endog opfattede dem som kvartsiter.

Vi vil her ikke gaa nærmere ind paa disse theoretiske spørgsmaal, men kun beskæftige os med den praktiske betydning, som den omtalte apatit-jernmalm-forekomst muligens kan komme til at afgive.

Først maa jeg berette om foranledningen til fundet af apatit-jernmalm ved Lyngrot:

Sept. 1890 kom jeg paa en reise i Sverige indom Filipstad, hvor bergmester A. *Sjøgren* foreviste mig en svite stuffer, som han netop havde medbragt fra Gellivara af de der optrædende bergarter og malme; navnlig havde jeg anledning til at se en hel del stuffer af de for nogle aar siden saa meget omtalte apatit-jernmalme fra udmaalene Johan, Tingvalls kulle osv. ved Gellivara. Det slog mig strax, at der var en fremtrædende ydre lighed mellem flere af bergarterne og de ordinære jernmalme ved Gellivara og ved Solberg med Lyngrot, af hvilke sidste jeg fra tidligere dage af navnlig kjendte Solbergforekomsten (ved Næs jernverk) ganske godt. Da det var mig bekjendt, at Lyngrotmalmen i tidligere dage ved Næs og Frolands jernverk havde givet et stærkt koldbrækt (o: fosforrigt) jern, og da jeg endvidere troede at erindre, at jeg leilighedsvis skulde have seet et haandstykke af ren apatit fra en af Lyngrotgruberne, tænkte jeg mig strax muligheden af, at man ogsaa her skulde have en apatit-jernmalm, svarende til udmaal Johan osv. i Gellivara. Ved given anledning (<sup>10/7</sup> 1891) tog jeg mig derfor en tour op til Lyngrotfeltet, med det bestemte maal at søge efter apatit-jernmalm. Først besøgte hovedgruben („Frolands grube“), hvor det dog ikke lykkedes mig at finde apatit paa berghalden; senere — efter at jeg af en ældgammel grubearbejder havde faaet oplysning om, at det var malmen fra en oppe i skoven liggende gammel grube, som tidligere havde leveret et paa grund af koldbrækhed aldeles ubrugbart jern — besøgte ogsaa denne grube („Næs grube“), og der fandt jeg paa berghaldene strax rigelig apatit, tildels endog i store blokke.

Det er altsaa faktisk den ydre analogi med malm- og bergartprøver fra Gellivara, navnlig fra apatit-malm-udmaalene Johan, *Desideria* osv., som nu gav anledning til fundet af tilsvarende malm ved Lyngrot. — Senere har jeg forevrigt seet, at allerede *J. F. L. Hausmann* (1806 og 1807) forlængst har gjort opmærksom paa apatiten ved Lyngrot, og at han i saa henseende endog har fremholdt analogien med Gellivara.

Ved den gamle Næs grube, som ligger midt inde i en ganske tæt skov, og hvis dagaabninger er stærkt tilvoxede, saa nøiagtig undersøgelse oppe i dagen er meget vanskelig at foretage, kan man holde ud fra hinanden to parallelle malm-niveauer, kun adskilte fra hinanden ved mellemliggende skifer af et par eller nogle faa m's mægtighed. Grubeaabningerne, hvoraf de to største er 20—25 m lange og lokalt 5—8 m brede, følger efter hinanden i ca. 55 m's længde; malmfeltet maa altsaa mindst være saa langt. Saavidt det kunde afgjøres efter dagaabningerne og efter det yderst lille, man kunde se



i stusserne af de gamle gruber, maa malmen, som antagelig har været temmelig klumpformig, i alle fald paa flere steder have naaet en mægtighed af over to m; sandsynligvis har den endog paa flere steder været adskillig mægtigere.

Gruben er løst ved en nu stærkt gjengroet stoll, som er et par snes m lang, og som bærer ind i et dyb af et snes m. Efter opgivende af den gamle grubearbejder, som var min veiviser, skulde gruben under stollen være „6 à 8 stiger dyb, hver stige paa 16—18 fod.“ — altsaa under stollen 30—45 m dyb, hvilket vist er maximum; — endvidere blev opgivet, at der i denne grube skulde være „god malm i bunden“, medens malmen skulde være daarlig i bunden af Frolands grube; det sidste er rigtigt; derfor er det sandsynligt, at den første opgave, nemlig at der skulde være „god malm i bunden“ af Næs grube, ogsaa medfører sandhed.

Efter hvad jeg kunde afgjøre paa berghalden, vil man kunne udskeide for sig:

#### A. Apatit-„malm“, til superfosfat.

1. Første sorts apatit, nemlig apatit dels aldeles ren og dels kun med et par procent forureninger. Denne første sorts apatit vil man kunne faa ligesaa ren som f. ex. ved Odegaarden i Bamle; spørgsmaalet er kun, hvor meget man kan faa af den, og det kan ikke afgjøres uden ved omskeidning af de gamle berghalde. Paa disse fandt jeg ved mit kortvarige besøg flere stykker ren apatit af størrelse som knyttet mandsnæve og adskillig derover.

2. Anden sorts apatit-„malm“, nemlig apatit med noget større tilblending af magnetit og hornblende, desuden lidt glimmer, kvarts osv.

#### B. Jernmalm, til masovnsbrug.

2. Råg jernmalm, antagelig med omkring 60 % jern<sup>1</sup> og rimeligvis nogle tiendels eller en procent fosfor; malmen vil vistnok være en fortrinlig thomasmalm.

2. Anden sorts jernmalm, holdende magnetit, hornblende og apatit i høist vexlende mængde. Meget af denne malm vil komme til at holde en fjerdepart til en halvpart apatit, altsaa  $4\frac{1}{2}$ —9 % fosfor; men jerngehalten vil til gjængæld blive lav.

Det kunde komme paa bane, hvis forekomsten viser sig at være tilstrækkelig stor, at underkaste anden sorts jernmalm en opberedning, med det maal at udtage en del nogenlunde rig apatit, til superfosfat-brug. „Affaldet“ vilde være thomasmalm.

Til nærmere oplysning om Lyngrotfeltet hidsættes nogle ældre beskrivelser, dels i uddrag og dels *in extenso*.

<sup>1</sup> Malmen fra Solberg ved Næs holdt 65—68 % jern.

Den bekendte tyske geolog og metallurg *J. F. L. Hausmann*, som besøgte Lyngrot i begyndelsen af aarhundredet, skriver i sin „Reise durch Skandinavien in 1806 und 1807“ (II, s. 175),

„at den ved Lyngrot optrædende jernmalm udmærker sig paa grund af den rigelig tilblandede apatit, som i almindelighed er af spargelgrøn farve, og som dels kornig, undertiden i krystaller, og dels derb er blandet med den kornige magnetjernsten, ikke ved nogen fordelagtig egenskab, idet den giver et koldbrækt jern, hvortil aarsagen turde være apatitens gehalt paa fosforsyre. En lignende egenskab viser en kornig jernglans fra *Gellivara-Lappmark*, hvilken malm besidder den samme tilblending, kun i ringere mængde. *Lyngrot*gruben (o: hovedgruben) er 20 lagter (= 40 m dyb; NB. i 1806 eller 1807). Man udvinder her aarlig ikke mere end 500 tønder malm, da man ikke tør tilsætte masovnsbeskikningen mere, for ikke at fordærve jernet. 1 tønde malm koster i grubeudgifter, frit leveret paa grubebakken, 1 daler.“

Til sammenligning skal vi, efter *Hausmann*, angive brydningsudgiften ved nogle andre Arendalsgruber, i 1806 eller 1807.

*Brydningsudgift pr. tønde malm.*

(1 tønde eller kubikalen = omkring  $\frac{1}{2}$  ton).

Thorbjørnsbo . . .	Dagbrud	Mægtig malm	48 skilling
(Klodeberg . . . .	18 lagter dyb	Mægtig	72 sk.) <sup>1</sup>
Lyngrot . . . . .	20 „ „	Middels mægtig	1 daler
Solberg ved Næs .	40 „ „		$1\frac{1}{2}$ daler
Braastad . . . . .	32 „ „	Temmelig smal malm	2 daler 12 sk.

Efter det kjendskab, jeg har til Thorbjørnsbo (stort, aabent dagbrud), Klodeberg (frømdeles i drift; grubeudgift, uden generaludgifter, omkring 2 kr. pr. ton) og Braastad (i drift for en del aar siden; grubeudgift ved moderne drift antagelig kr. 4—6 pr. ton), skulde ovenstaaende tabel for Lyngrot tilsige, at grubeudgifterne her, ved moderne drift, skulde beløbe sig til kr. 3—4 pr. ton, vel nærmest det sidste; kanske dog en del derover.

Den bekendte svenske metallurg prof. *V. Eggertz*, som foretog en studiereise til norske bergverk i 1847 og 1848, skriver i sin meget udførlige reiseberetning i Jernkontorets Annaler, 1849, under omtale af Næs jernverk, at

„Lyngrotmalmen er en kornig svartmalm, meget lig visse Grängädes- (o: Grängesberg) og Gellivara-malme, samt førende ligesom disse apatit. Sjelden træffedes paa den til forsmeltning ved hytten (o: mas-

<sup>1</sup> Dette omfatter for Klodeberg kun mineringsudgifterne.



ovnen ved Næs) fremførte malmhaug nogen bit, som ikke var, om end ganske lidet, indsprængt med apatit. — Fra samme grube, om end fra et andet parti af samme end det, som nu bearbejdes, erholdtes (af Eg-gertz) af en mineralhandler i Arendal et stykke derb apatit af en knyt-nævnes størrelse“.

Endelig indeholder vestre søndenfjeldske bergmesterembedes befaringsprotokol følgende oplysninger om Lyngrot, fra aar 1855 (de parenthetiske bemærkninger af mig):

„1855, den 26de juni befarede (af bergmester *Lammers*) med geschwornen Ellefsen og forvalter Sverdrup Lyngrot felt. Gruberne paa dette felt er anlagte paa et malmleie i en granitisk gneis, som den viser sig ved Frolands Storgrube. Strøget der er i 8de time med 64° fald mod syd. Bergarten længere mod vest mere glimmerholdig og indsprængt med hornblende. Malmen selv synes, ligesom det ogsaa udsagdes af stigeren, at afvexle i mere eller mindre brede lag med kvarts og apatit. Leiet, som sætter tværs over dalforet fra Merre vandet, kan derfra følges i en betydelig strækning i en brækket linje mod vest. Frolands Storgrube, som er beliggende ved elven fra Merre vand, skal være 22 stiger dyb eller omkring 80 favne. Øststussen paastaaes at skjære vestover og at være uden synderlig malm, ligesom ogsaa det hængende og liggende paa dybet nærmer sig hinanden, saaledes at malmleiet i bunden kun har en udstrækning i felt af 1 favn med en bredde af 5 fod. Den senere drift er derfor foretaget i den vestre stus, hvor paa enkelte steder malmen har en mægtighed af 9 fod. Overbygningen over gruben stærkt forraadnet og maa gøres aldeles ny, dersom gruben (o: Frolands grube eller Storgruben) skal sættes i drift. Grubens længde skal være 12 lagter.

Mod vest oftere gamle grubeaabninger. Derefter et kort mellemrum til Næs gruber (NB. hvor apatit-jernmalm, med store apatitblokke, er paavist). Malmleiet synes her at være delt i to grene og en plan vil omtrent vise sig saaledes (her følger i protokollen en ikke særdeles instruktiv skitse). Hvorledes Næs grube forholder sig til Storgruben, som er forbundne med hinanden (?), kunde ikke erfares. Næs grube skal være 13 stiger dyb (der staar ikke angivet, hvorfra dette regnes; antagelig er det fra dagaabningerne og ikke fra stollen). Vestligere er Catarine grube og skjærp henimod Froland.

Malmleiet er betydeligt og maatte trods de hyppige sammentrykninger kunne afgive betydelige malmkvanta; men malmen holder kvarts og vil udfordre tilsætning af kalk og fører desuden apatit og hornblende. Jeg (o: *Lammers*) kunde ikke se nogen synderlig forskjel ved de forskellige gruber. Trods den store gehalt (paa jern), denne malm holder, er den (NB. paa grund af den store fosforgehalt) kun vigtig til støbegods og det til og med, eftersom det blev forsikret ved Frolands verk, i en ringere grad.

Efter stenen paa berghalden at dømme maa malmleiet af og til oversættes af granitgange.

Gruben ligger omtrent 1 mil fra Arendal. Veien tages tilbaads over Langsev- og Longumvandene til Skjæverstad, derfra gennem udmark til gruberne. Der maatte uden vanskelighed kunne anlægges en god vei til Brække eller Longumvandet.



Merre vand afgiver driftsvand til kunstmaskiner. Opfordringen sker ved hestevinder“.

Produktionen ved Lyngrot beløb sig i 1853, ifølge bergmesterprotokollen, til:

Under Laurgvigs verk 130 tønder  
— Næs verk . . . 477 —

(altsaa en fuldstændig bagatel; samtidig: Thorbjørnsbo 6 092 tdr.; Klodeberg 6 490 tdr.; Braastad 2 720 tdr.; Langsev 3 226 tdr.; Voxnæs 2 199 tdr.; Solberg ved Næs 1 356 tdr.; osv.)

Frolands Storgrube, som synes i alle fald at have været delvis fuld af vand i 1855, er, at dømme efter *Lammers's* befarings, for den væsentligste del afbygget; hermed stemmer ogsaa oplysninger, jeg paa andet hold har erholdt. De øvrige forekomster, og da vel nærmest den gamle Næs grube, kan derimod tænkes belagte med drift, hvis man faar gode kommunikationsbetingelser, o: jernbane lige ved grubefeltet.

Det maa erindres, at den slags jernmalm, som disse gruber leverer, i gamle dage paa grund af den høie fosforgehalt var af underordnet værdi, medens nu stærkt fosforrig malm er meget efterspurgt. Og i alle fald ved Næs grube vil man ogsaa som et ikke uvæsentligt biprodukt, muligens endog som hovedprodukt i økonomisk henseende, kunne udskeide en del ren apatit.

For at faa nærmere orientation om forholdene her bør man omskeide de gamle berghalde ved Næs grube; herved vil man udvinde noget apatit, som vil bidrage noget til dækning af udgifterne. Hvis det kjendskab, man ved en saadan omskeidning erholder til gruben, er opmuntrende, bør det næste skridt være at foretage undersøgelse af gruben i stollens niveau. — Da grubens felt syntes at være temmelig kort, vil der ikke kunne være tale om nogen drift i særdeles stor stil; men en mindre drift, særlig med apatit som biprodukt, kan ogsaa have sin betydning.

---

## Resumé.

Diese Abhandlung bespricht ein besonders durch seinen ausserordentlich hohen *Apatitreichthum* ausgezeichnetes *Eisenerz-lager* in *Nissedal* in Thelemarken, *im südlichen Norwegen*. Die Apatitbeimischung steigt gelegentlich bis auf 20 Gewichtprocent Apatit (= 3.5 % Phosphor), und das Erz kann im Grossen mit 58—60 % Eisen und 1—3, im Durchschnitt 1.75—2 % Phosphor, geliefert werden (s. Analysen S. 17—22). Gegenwärtig findet jedoch, aus Mangel an billigen Kommunikationsmitteln, kein Betrieb statt; durch zukünftige Anlagen von Eisenbahnen (Arendal—Nisser = 84 km.) wird aber der Transport sich ziemlich niedrig stellen.

Das Erzfeld besteht aus drei verschiedenen, in Gneiss, Hornblende- und Glimmerschiefer auftretenden Erzlagern (s. Fig. 4, S. 9), deren Längendimensionen, wenn man Erzpartien von weniger als 2 m Mächtigkeit nicht mitrechnet, bezw. 45 (?) m, 190 m und 210 m betragen; die Mächtigkeit schwankt zwischen 2 m und 6 m, im Durchschnitt 3—3.25 m, und das „*Erzareal*“ des ganzen Feldes beträgt rund 1400 m<sup>2</sup> (S. 12—14). Zum Vergleich stellen wir daneben das Erzareal bei einigen anderen Eisenerzvorkommen: Kirunavara 500 000 m<sup>2</sup>; Gellivara 245 000 m<sup>2</sup>; Grängesberg 90 000 m<sup>2</sup>; das ganze Persberg-Feld 7 100 m<sup>2</sup>, darunter die Alabama Grube, eine der grössten Gruben im mittleren Schweden 2 500 m<sup>2</sup>; die gewöhnlichen grösseren Einzel-Gruben im mittleren Schweden 1000—2000 m<sup>2</sup>, die kleineren Gruben 400—1000 m<sup>2</sup>; Klodeberg bei Arendal 600—700 m<sup>2</sup> (S. 14—17).

Das oberhalb eines Stollens einige m über dem Spiegel des Nisser Sees zugängliche Erzquantum ist auf 280 000—300 000 Tons berechnet worden; daneben mag man wahrscheinlich beim Abteufen 100 m unterhalb des Stollens noch rund 400 000 Tons Erz gewinnen können (S. 24—28). — Ueber die wirthschaftliche Bedeutung des Erzfeldes für die zukünftige Eisenbahn Arendal—Aamli—Nisser, deren erste Hälfte schon vom Reichstage beschlossen worden ist, verweisen wir auf die Uebersicht S. 42—43.

Auch an dem *Lyngrot* Eisenerz-Grubenfeld, in der Nähe von *Arendal*, tritt eine *Apatit-Eisenerz-Lagerstätte* auf, deren ökonomische Bedeutung S. 53—58 erörtert ist.

*Geologie des Erzfeldes zu Nissedal und Genesis der Apatit-Eisenerz-Lager.* (S. 43—52). In geologischer Beziehung ist das Nisserdaler Eisenerz, das aus einem fein gestreiften Wechsel von Eisenerzmineral, theils Magnetit und theils Eisenglanz, mit Apatit nebst Quarz und einer Kleinigkeit Feldspath, Hornblende usw. besteht (s. mikroskopische Präparate, Fig 3 a & b, S. 9), hier und da mit eingelagerten Streifen von Hornblende-Epidot-Schiefern (Fig. 5—8, S. 10—12), sehr nahe mit dem bekannten, grossartigen Eisenerzfeld zu Grängesberg im mittleren Schweden (mit jährlichem Export von 250 000—300 000 Tons Thomaserz) verwandt; und alle beide gehören geologisch der grossen Gruppe der in den krystallinen Schiefen *lagerförmig* auftretenden Eisenerze an, mit bekannten Typen Dunderland, Norberg, Striberg, Persberg, Dannemora usw. Im Anschluss an die Auffassung der älteren schwedischen Schule habe ich in früheren Arbeiten („Salten og Ranen“, 1890—91, und Dunderlandsdalens Jernmalmfelt“, 1894; beide mit ausführlichen deutschen Resumés) zu beweisen versucht, dass diese Eisenerzlagerstätten durch *Sedimentation* gebildet worden sind, und zwar habe ich auch weiter eine „working hypothesis“ aufgestellt, um die vielen, den verschiedenen gesetzmässigen Untergruppen, in die wir die grosse gemeinschaftliche Erzlagerstätten-gruppe eintheilen können, charakteristischen Einzelheiten zu



erklären. Die „*Torrstene*“ (Dürreerze, Beispiel Dunderland in Norwegen und Norberg in Schweden; mit überwiegend *Eisenglanz*; Beimischung vorzugsweise von *Quarz*; durchgängig *niedrige Mangan-* und *Schwefel-Gehalte*, aber *oft hohe Phosphorsäure-Gehalte*; ohne Beimischung von Kohle) lassen sich so durch einen *Oxydationsprocess* von Eisenoxydulkarbonat in Kohlensäure-haltiger Lösung erklären ( $2\text{FeCO}_3 + \text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CO}_2$ ). Die „*Blandstene*“ (Beispiel Dannemora in Schweden und einzelne der Arendal-Gruben in Norwegen; mit überwiegend *Magnetit*; Beimischung vorzugsweise von *Kalkspath und Kalk- und Magnesia-reichen Silikaten*, wie Granat, Epidot, Hornblende, Augit, Glimmer usw.; oft ganz *hoher Mangan-Gehalt*, ebenfalls oft *verhältnissmässig hoher Schwefel-Gehalt*, dagegen im allgemeinen *niedriger Phosphorsäure-Gehalt*; oft Beimischung von *Kohle*, in Form von Graphit oder Bitumen) dagegen durch *Verdunstung* derjenigen Kohlensäure, die das Eisenoxydulkarbonat in Lösung hielt.

Die „Apatit-Eisenerze“, vom Typus Nissedal-Grängesberg, schliessen sich in den meisten Beziehungen sehr eng an die „Torrstene“ an, so in Bezug auf die niedrigen Mangan- und Schwefel-Gehalte und die Beimischung vorzugsweise von Quarz, nebst etwas saurem Feldspath, Hornblende usw.; und in Bezug auf den Gehalt an Phosphorsäure oder Apatit ist der Unterschied zwischen den zwei Erzlagerstätten-Untergruppen nicht von qualitativer, sondern nur von oft selbst ganz unwesentlicher quantitativer Natur. Beispielsweise enthalten so die „Torrstene“ Dunderland, Näverhaugen usw. im nördlichen Norwegen 0.05—1 ‰, durchschnittlich 0.1—0.3 ‰ Phosphor (P); einige Partien zu Nissedal wie auch zu Grängesberg ebenfalls niedrige Gehalte, wie 0.05—0.2 ‰ Phosphor, die Hauptmasse des Erzes mehr, 1, 2, ja selbst 3—4 ‰ Phosphor.

*Die Apatit-Eisenerze sind kurz als gleichzeitig an Apatit und Eisen sehr reiche „Torrsten-Erze“ aufzufassen.*

Genetisch sind die Apatit-Eisenerze durch *Oxydationsprocess* von Eisen- und Phosphorsäure-reichen, dagegen andererseits an Kieselsäure mässig armen Lösungen (Eisenoxydulkar-

bonatlösungen) zu erklären. — Als das moderne Äquivalent der Apatit-Eisenerzen sind die Zwischenstufen zwischen den eigentlichen See- und Wiesenerze und den „Blau-Eisenerden“ zu betrachten; derartige Producte zeichnen sich gelegentlich durch auffallend hohe Gehalte nicht nur an Eisen, sondern auch an Phosphorsäure aus (beispielsweise 58—69 % Eisenoxyd und 5—15, im Durchschnitt 9 % Phosphorsäure).

Mit den Bedingungen für die Entstehung dieser Lösungen haben wir uns in der vorliegenden Arbeit nicht beschäftigt; die nähere Erörterung dieser Frage mag den zukünftigen Forschungen vorbehalten bleiben.

---

## Indholdsfortegnelse.

---

	Side
Indledning . . . . .	1
Oversigt over fjeldbygningen i Nissedal (grundfjeld; gabbro og apatitgange) . . . . .	3
Søftestad jernmalforekomst (Jernmalmens mineralogi; detailbeskrivelse af malmfeltet; malmens længde og bredde samt malmarealet; sammenligning med hensyn til størrelse mellem Nissedalsforekomsten og øvrige norske og svenske jernmalme; malmens jern- og fosforgehalt; malmprocenten og tons malm pr. m <sup>3</sup> af malmleiet; forhaandenværende malmængde; driftsplan samt om anlægs- og driftsudgifter; transportforholde; oversigt; Søftestadfeltets økonomiske betydning og sammenligning med malmexporten fra Gellivara og Grängesberg; resumé).	6
Søftestadforekomstens geologi samt om apatit-jernmalmenes dannelse . . . . .	43
Tillæg: apatit-jernmalforekomst ved Lyngrot, i Froland nær Arendal . . . . .	53
Resumé (in deutscher Sprache) . . . . .	59

---





Geologisk kartskitse  
over  
Nissedalen

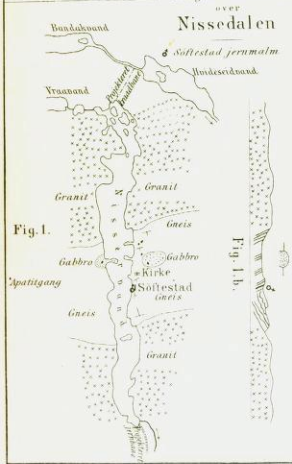
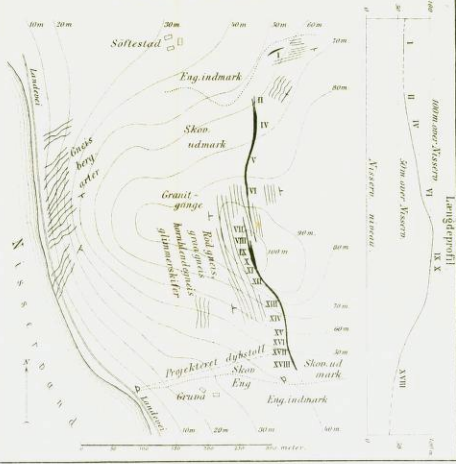
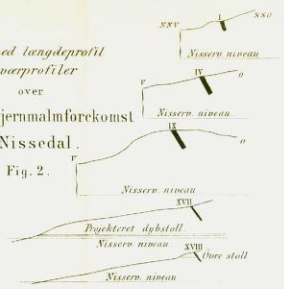


Fig. 1.

Kart med langdeprofil  
og tværprofiler  
over  
Softestad jernmalmsforekomst  
i Nissedal.

Fig. 2.



Langdeprofil

0 50 100 150 200 250 300 meter.

# Norges geologiske



93sd 27 113

har udgivet i kommission hos H. Asch  
1. Norges geologiske undersøgelses  
Hans Reusch, undersøgelsens bestyrer, 18  
indeholder blandt andet afhandlinger om  
industri.]

2. Homan. Selbu. Fjeldbygningen i  
raade. (English Summary.) 1890. 8vo. 25

3. Vogt. Salten og Ranen med særlig  
malm- og svovlkis-forekomster samt marmorlag. (Resumé in deutscher  
Sprache.) 1891. 8vo. 1 kr.

4. Det nordlige Norges geologi. Med bidrag af dr. Tellef Dahll og  
O. A. Corneliusen udgivet af dr. Hans Reusch. (English Summary.) 1892.  
8vo. 204 s. Med Dahlls: Geologisk kart over det nordlige Norge  
1 kr. 50 øre.

5. Stangeland. Torvmyrer inden kartbladet Sarpsborgs omraade.  
Med et kart. (English Summary.) 1892. 8vo. 25 øre.

6. Vogt. Om dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige repre-  
senterede grupper af jernmalforekomster. (Resumé in deutscher Sprache.)  
1892. 8vo. 1 kr.

7. Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduktion. (Resumé in  
deutscher Sprache.) 1892. 8vo. 40 øre.

8. Stangeland. Torvmyrer inden kartbladet Nannestads omraade.  
Med 1 kart og plancher. 1892. 8vo. 1 kr. 25 øre.

9. Amund Helland. Jordbunden i Norge. (English Summary.)  
1893. 8vo. 2 kr. [Denne bog indeholder en almenfattelig indledning om  
berg- og jordarter, beskrivelse over jordsmonnet i hvert herred i Norge  
og mange statistiske oplysninger om landets heideforhold og arealerne  
for dyrket mark, skov m. m.]

10. Amund Helland. Tagskifer, heller og vækstene. 1893. 8vo. 1 kr.

11. W. C. Brøgger. Lagfølgen paa Hardangervidda og den saakaldte  
„heifjeldskvarts“. (Resumé in deutscher Sprache.) 1893. 8vo. 80 øre.

12. Carl C. Riiber. Norges granitindustri. (English Summary.)  
1893. 8vo. 25 øre.

13. Bjørlykke. Gausdal. Fjeldbygningen inden rektangelkartet  
Gausdals omraade. (English Summary.) 1893. 8vo. 25 øre.

14. Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1892 og 93. Udg.  
af dr. Hans Reusch, undersøgelsens bestyrer. 1894. 8vo. 148 s. 75 øre.  
(Indhold: Reusch: Strandfladen. Mellem Byglin og Bang. Isdæm-  
mede indsjeer. — Bjørlykke: Heifjeldskvartsen. — Friis: Feldspat og  
glimmer. — Helland: Indsjedybder. Værdalen. — Ryan: Torvprøver.)

15. Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmsfelt (i Ranen, Nordlands amt,  
lidt søndenfor polarkredsen). Med „Resumé in deutscher Sprache“ og to  
plancher. 1894. 8vo. 75 øre.

16. Amund Helland. Jordbunden i Jarlsberg og Laarvigs amt. 1894.  
8vo. 1 kr.

NB.

Man kan hos enhver af landets boghandlere tegne sig  
som abonnent paa Den geologiske undersøgelses  
skrifter og saaledes faa dem tilsendte, eftersom de  
udkommer. Pris omtrent 4 kroner aarlig. Bøgernes  
billige pris bør bemærkes.