

VI.

OM MANGANRIK SJØMALM  
I STORSJØEN, NORDRE ODALEN

AV  
J. H. L. VOGT

MED 3 TEKSTFIGURER

**D**riften paa sjø- og myrmalm tilhører som bekjendt næsten i sin helhet de længst svundne tider.

I vort land stansede den urgamle benyttelse av disse slags malme til jernfremstillag næsten fuldstændig allerede i begyndelsen av det 17de aarhundrede, da der hertillands byggedes adskillige jernverk, som smeltede vanlig bergmalm. Hist og her, bl. a. fleresteds i Hedemarkens amt, fortsatte man dog med litt smaadrift for at fremstille jern av sjø- og myrmalm endog saa længe som et stykke ind i det 19de aarhundrede<sup>1</sup>. Og paa Jæderen samt i Stjørdalen utvinder man nu og da litt sjø- eller myrmalm til bruk ved gasverkene (for rensning av gasens svovl og cyan).

I Sverige benyttede man endnu for nogen aartier siden en del sjømalm — i 1860-aarene litt over 10000 tons aarlig — ved nogen gamle masovne i Smaaland, men denne arbeidsmetode døde bort i tiden omkring 1880; og nu utvindes i

---

<sup>1</sup> Historiske opplysninger angaaende jernfremstilling av sjø- og myrmalm findes i prof. A. HELLANDS Beskrivelse over Hedemarkens amt (1902, I, s. 545—550). — Desuten henvises til et par meddelelser av H. S., En „blæsterhola“ for myrjernsmeltning, og av A. M. WIESENER, Om bøndernes jernsmeltning paa Voss i gamle dage, i Naturen for 1913, henholdsvis no. 9 og no. 12, samt til en avhandling av IVAR KLEIVEN i Syn og Segn, 1912.

Sverige aarlig kun omkring 1000 tons sjø- eller myrmalm til anvendelse ved gasverkene, en forsvindende bagatel dog nu og da ogsaa for tilsats paa masovn. Længst har bruken av sjøalm ved jernverkene holdt sig i Finland, men ogsaa her er dette urgamle arbeide i de allersidste aar — navnlig efter 1908 — gaat tilbake. Ogsaa i det tilstøtende distrikt Olonez i Rusland utvindes — eller utvandt i alle fald indtil for nogle faa aar siden — endel sjøalm for jernsmeltning.

Hovedsagelig til benyttelse i denne avhandling, hvis offentliggjørelse av tilfældige grunde har utstaat i flere aar, sammenstilte jeg for et par aar siden en statistikk over den finske og svenske produktion av sjø- og myrmalm. Denne statistikk blev senere offentliggjort i den lærebok over malmforekomsters geologi, som utgives av F. BEYSCHLAG, P. KRUSCH og mig (b. II, 1913, s. 476), men jeg gjentager den allikevel her.

Gjennomsnittlig aarlige produktion av sjø- og myrmalm	Finland	Sverige
1860—1869 . . . . .	38 000 tons	12 400 tons
1870—1879 . . . . .	51 500 „	8 900 „
1880—1889 . . . . .	36 000 „	3 200 „
1890—1899 . . . . .	60 100 „	1 300 „
1900—1904 . . . . .	43 250 „	900 „
1905—1906 . . . . .	28 600 „	1 000 „

I de 32 aar fra 1858 til 1889 blev i Finland av 1 330 727 t. sjø- og myrmalm — praktisk talt udelukkende sjøalm — ved siden av kun 45 500 t. bergmalm (fra gruber) producirt ialt 492 369 t. rjern. Av sjøalmen fik man saaledes gjennomsnittlig utbragt ca. 36 % rjern, svarende til en jernprocent av omkring 37 % i lufttørret vare.

I Sverige utkom i 1860-arene, mens sjøalmen her endnu spillede en viss rolle, et utførlig arbeide om sjøalmens dannelse av F. M. STAPFF; og fra Finland har man paa dette omraade for nogen aar siden faat en fortrinlig studie av OSSIAN ASCHAN, professor i kemi ved universitetet i Helsingfors.

Vi skal gi en fortegnelse over de viktigste geologiske avhandlinger fra Sverige og Finland om sjøalm.

OSSIAN ASCHAN, Humus-ämnerna i de nordiska inlandsvatten och deras betydelse, särskildt vid sjøalmernas daning (Helsingfors 1906); kort gjengit i Zeitschr. f. prakt. Geol. 1907.

JOH.S ASCHAN (foregaaendes bror), Om några förekomster af manganrik sjøalm i norra Savolax (Teknikern, Helsingfors 1906).

F. M. STAPFF, Om sjøalmens oppkomst, i Jern-Kontorets Annaler, 1865 (og i Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1866).

A. F. THORELD (Helsingfors), Eger man säker kännedom om tidsförloppet för sjø- och myrmalmers återväxt. Geol. Fören. Förh. III, 1876.

A. W. CRONQVIST (Stockholm), Om sjøalmfyndigheten i Kolsnaren, Viren och Högsjön i Södermanlands län, sammesteds, V, 1881.

Literaturen fra andre lande er sammenstillet i de forskjellige lærebøker over malmforekomstlære.

Fra vort land offentliggjorde jeg for nogen aar siden en studie over manganmyrmalm<sup>1</sup>, men da arbeidet med sjøalm hos os ophørte flere menneskealdere tilbake i tiden, er der fra vort land hittil ikke levert nogetsomhelst geologisk bidrag angaaende sjøalmene. Der er vistnok i vort land yderst faa geologer eller bergmænd, som har været tilstede ved opgravning av sjøalm eller som overhodet har set sjøalm i naturen.

<sup>1</sup> Über Manganwiesenerz und über das Verhältnis zwischen Eisen und Mangan in den See- und Weisenerzen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1906, s. 217—233.

For nogen aar siden blev foretaget en del undersøkelser av sjømalmen i Storsjøen i Nordre Odalen, og jeg har to gange hat anledning til at besøke denne forekomst — først ved paasketid 1911, da der endnu laa is paa sjøen, og senere sommeren 1913. Jeg gjorde her en del iagttagelser av generel interesse, navnlig om særskilt utfældning av manganfattig jernoxyd og av jernfattig manganoxyd, og disse iagttagelser ønsker jeg at offentliggjøre, uten at jeg derved gaar ind paa spørsmålet om eventuel nyttiggjørelse av malmene<sup>1</sup>.

### Om sjømalmens optræden i Storsjøen.

Storsjøen<sup>2</sup> i Nordre Odalen ligger i den søndre del av Hedemarkens amt, i hvide 130 m. o. h. Den kun 6 km. lange elv fra sjøen rinder ved Skarnæs (ved Kristiania-Kongsvinger-banen) ut i Glommen, og nivaaforskjellen mellem Glommen her og Storsjøen er saa liten, at vandet ved flom i Glommen rinder „baklængs“ ind i Storsjøen.

Sjøens største længde er 16 km., den største bredde er 7.5 km. og arealet utgjør 46 km<sup>2</sup>. Storsjøen, som har mange store vikar, tilhører ikke den vanlige norske fjord- eller sjøtype, men derimot den finske sjøtype, som karakteriseres ved talrike forgreninger, talrike lave øer eller holmer samt kun et ganske litet dyp. Sjøens største dyp angives i G. SÆTRENS „Beskrivelse av Glommen“ (1904) til 40 m., men dette dyp kan kun være rent lokalt. Det er blot paa nogen ganske faa steder, at dypet gaar til saa meget som

<sup>1</sup> Man har tænkt muligens at kunne nyttiggjøre sjømalmene i Storsjøen dels for utvinding av jernokker og dels for utvinding av manganmalm.

<sup>2</sup> Se kartbladene Eidsvold, Søndre Solør og Kongsvinger.

15 eller 18 m., og over den allerstørste del av sjøen er dypet, efter hvad lokalkjendte mænd opgav mig, i hviden 10 m. (ved normal lavvandstand)<sup>1</sup>. For fjerdeparten eller endog kanske for tredjeparten av arealet er dypet ikke mere end ca. 4 m. (fremdeles regnet ved lavvand).

Sjøen ligger i grundfjeld, nemlig i det store grundfjeldfelt (det „baltiske skjold“), som fra østsiden av Kristianiafjorden og Mjøsens sydende strækker sig, om end med visse avbrytelser, gjennom Sverige og videre østover gjennom Finland. — Sjøen omgives i alt væsentlig av den vanlige lyserøde gneisgranit med noget gneis, som kun hist og her ledsages av litt hornblendeskifer; gabbro saa jeg ikke nogetsteds.

De herskende bergarter rundt omkring den sjømalmførende sjø er saaledes her, paa samme vis som i regelen i Finland, de vanlige kiselsyrerike, men jernfattige granit- og gneisbergarter — og ikke basiske, jernrikere bergarter.

Foran Storsjøens utløp optræder noksaa store terrasseavleiningar, og rundt sjøen findes en del sand- og lerterrasser, dog ikke mere end vanligvis ellers ved Østlandets indsjøer.

Sjømalms utbredelse i Storsjøen fremgaar av det forøvrig ikke ganske fuldstændige kart fig. 1, hvor hver enkelt prik betegner paavist sjømalm. Kartet, som er stillet til min disposition av herr T. T. SOMERVILLE i Kristiania, utførtes hovedsagelig av en engelsk bergingeniør, Mr. S. P. EASTICK, og paa den vis, at der blev hugget hul i isen og saa undersøkt med bundskrape, om man hadde sjømalm i bunden.

<sup>1</sup> Ved flom i Glommen kan vandet i Storsjøen stige helt op til 5 m. over lavvand. Vanligvis er dog flommen meget mindre.

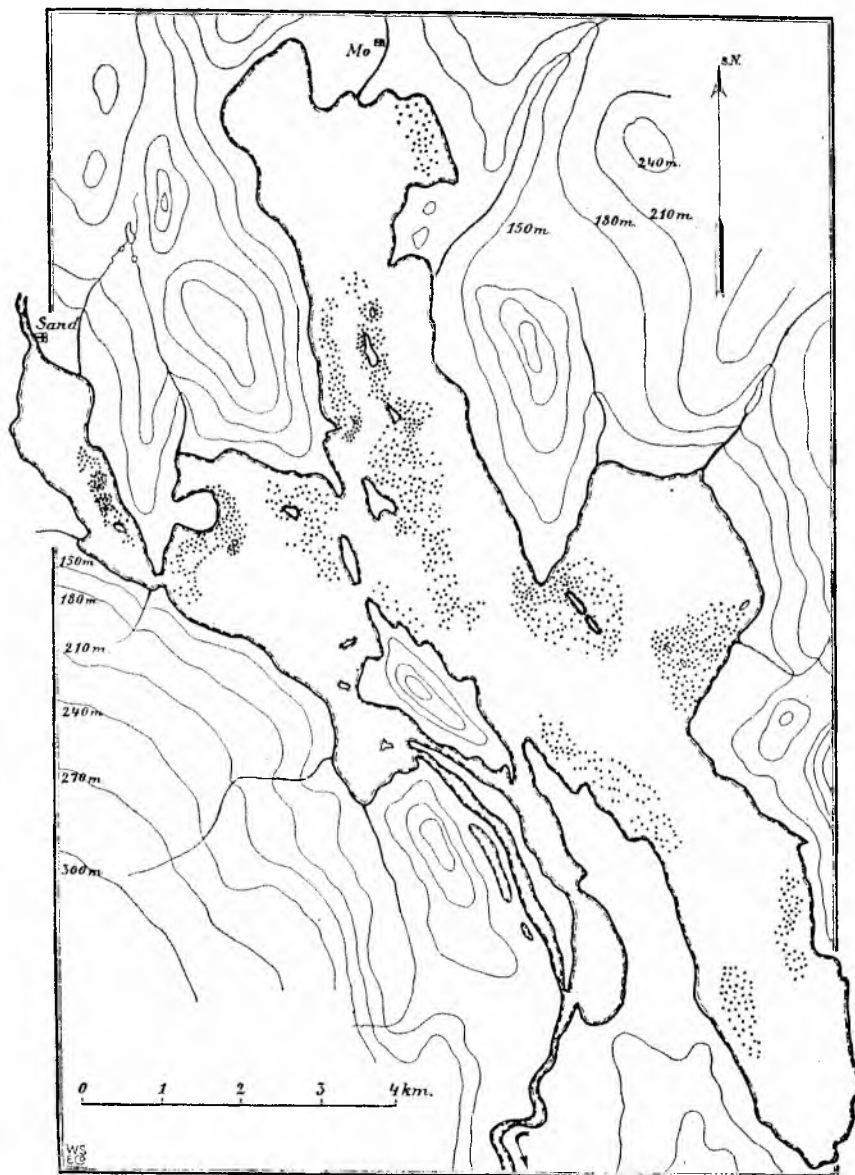


Fig. 1. Kart over sjømalmsavleiningerne i Storsjøen. Hver enkelt prik betegner paavist sjømalms. — Høidekurver og to kirker, derimot ikke gaarde og veie er indtegnet.

Ved disse lodninger og skrapninger, i antal ca. 350, konstateredes sjømalms over en hel række spredte partier i sjøen med omtrentlig areal:

Sandsjøen . . . . .	ca. 400 000 m <sup>2</sup>
Sognnessjøen . . . . .	„ 1 000 000 „
Garvik (Mo) . . . . .	„ 200 000 „
Svartholm . . . . .	„ 800 000 „
Vesle-Svarten, Engelholm og Øiens- berget . . . . .	„ 2 000 000 „
Ramsholm . . . . .	„ 1 120 000 „
Kuggerud, Østvand og Bratten . . . . .	„ 800 000 „
Slaastad og Nordby . . . . .	„ 720 000 „
Belgen . . . . .	„ 600 000 „
Mellem Belgen og Bratten . . . . .	„ 750 000 „
Bratten og Østvand . . . . .	„ 250 000 „
Troseid og Svartholm . . . . .	„ 500 000 „
Vestenfor Ramsholm . . . . .	„ 250 000 „

Sum: ca. 9 390 000 m<sup>2</sup>

Senere har man ogsaa paavist et par andre partier dels førende vanlig sjømalms og dels førende saakaldet „jøsse-ler“, nemlig ler med tilblandet fint fordelt jern-manganoksyd.

Det ligger i sakens natur, at denne arealberegning er forbundet med mange feilkilder — men allikevel godtgjør de talrike bundskrapninger og den i henhold hertil foretagne kvadratisering, at sjømalmen — medregnet „jøsse-leren“ med jern-manganoksyd-slam — dækker en stor del av sjøen. Alt ialt kan man regne mindst 10—11 km<sup>2</sup>, svarende til omkring fjerdeparten av Storsjøens hele areal.

Enkelte forholdsvis grunde strækninger av sjøen viste sig at være uten sjømalms. Dette kan forøvrigt hist og her kanskje bero derpaa, at malmen laa i saa dyp lersøle, at man ikke fik den op ved skrapning — for haand — med en primitiv liten mudderskovle. Og paa større dyp end 8—10 m. (ved lavvand) blev overhodet ikke foretat nogen undersøkelse.

Ifølge opgave av de folk, som hadde deltatt i arbeidet ved den netop nævnte kartlæging samt forøvrigt ved skrapning av sjømalmen, og efter hvad jeg ogsaa selv overbeviste mig om, fortsætter sjømalmen i Storsjøen aldrig helt ind til strandkanten, men den stanser hvor vandet ved lavvand (normal lavvandstand) blir grundere end ca. 1 m.; undertiden finder man dog et tyndt lag, for en del bestaaende av manganrik malm, paa dyp mellem 0.6 og 1 m.

Hermed overensstemmende opplysninger foreligger ogsaa fra Finland og Sverige. Saaledes oppgir JOHS. ASCHAN, at man i de finske sjøer i almindelighet ikke trækker sjøalm paa grundere vand end 0.8 m., og STAPFF skriver for de svenske sjøer, at malmbankerne ikke ligger nærmere mot stranden end 30 til 40 fot (ca. 10 m.).

Ifølge JOHS. ASCHAN strækker sjømalmen i de finske sjøer sig sjelden til større dyp end 5 m., om man end leilighetsvis kan faa litt malm, dog kun fattig „skorpalm“ helt til 12 m.s dyp. — STAPFF angir, at den meste malm i de svenske sjøer opptrer paa dyp indtil 3 eller 4 m., mens man dog undertiden har malm indtil 9 m. dyp, kanskje endog derover. — Ifølge CRONQUIST'S meget detaljerede undersøkelser forekommer sjømalmen i Kolsnaren-sjøen i Södermanland hovedsakelig paa dyp fra 8 til 12 fot (2.5 til henimot 4 m.), men strækker sig dog lokalt til dyp 18—19 fot (5.5—6 m.). Det konstateres, at paa endnu større dyp mangler sjømalmen fullstendig, og mangesteds standset sjømalmen allerede ved dyp 12—15 fot (ca. 3.5—4.5 m.).

Ogsaa hermed stemmer iagttagelserne fra Storsjøen, idet den meste sjøalm her findes paa dyp mellem ca. 1 og 3 à 4 m., en del opptrer ogsaa paa 4 à 5 m.s dyp, og rent undtagelsesvis er ogsaa konstateret sjøalm til dyp omkring 5 à 6

eller kanskje 7 m., men paa endnu større dyp synes den vanlige ertemalm at mangle; paa dyp ca. 7 m. eller noget derover opptrer dog ofte den okkerblandede „jøsse-ler“, som synes at være tilstede i stor mængde.

I Storsjøen har man for de forskjellige sorter av sjøalm — vistnok uten at man kjendte de tilsvarende ældre betegnelser fra Finland og Sverige — indført populære navne, som ertemalm, pengemalm, elgmalm (egentlig elglortmalm), kukakemalm, sopmalm (begge i større eller mindre skiver). o. s. v..

Vistnok mest utbredt er ertemalm, i smaakuler, som jevnlig har ganske god kuleform, og av størrelse som vanlige erter, snart litt mere, snart litt mindre. Ertemalmen viser ofte koncentrisk struktur, med det ene skal utenom det andet; den er temmelig haard og solid, og smuldrer ikke, er brun eller gulbrun av farve og holder kun en lav manganprocent (1 Mn : 25 à 30 Fe, se analyserne no. 1—2). Istedfor kuler finder man undertiden ogsaa skiver, med diameter som 10-, 25- eller 50-ører. Leilighetsvis er ogsaa nogen ertemalmskuler sammenkittet av jernokker til saakaldte pengemalm, som ogsaa er fast og solid. — Ganske smaa kuler eller korn, av brun farve og med lav manganprocent, svarende til den svenske krudtmalm, synes i Storsjøen at være litet utbredt.

I motsætning til ertemalmen staar den saakaldte elglortmalm eller til daglig kun nævnt elgmalm (av farve og form som elgekskremitter). Denne slags malm viser ikke koncentrisk struktur; den er ganske løs og skjør, saa den smuldrer ved at ligge i luften; den er sortbrun eller næsten sort av farve og fører alltid meget

mangan, i regelen endog mere mangan end jern (se analyserne no. 4—6).

I forbindelse med elgmalmen nævnes de saakaldte korinter, smaa sorte og løse korn, likeledes med høi manganprocent (analyse no. 7) og kun adskillende sig fra elgmalmen ved den mindre kornstørrelse.

Den saakaldte skivemalm (eller paddehatmalm, kokakemalm), av skiveform, ofte 1 à 3 cm. tyk og med diameter fra 5 til 10, 15, 20 cm. eller derover, er i det væsentlige et konglomerat, med manganfattig ertemalm sammenkittet ved manganrikt oksyd (se fig. 2 og analyserne no. 8—13); hertil kommer vi senere tilbake.

Sjømalmen i Storsjøen hviler paa ler og ligger for det væsentlige ogsaa indballet i ler.

Naar man med en mudderskovle tar op den vanlige kule- eller klumpformige sjøalm og tømmer det hele indhold av malm og ler over i en bøtte med smaa huller (paa nogen faa m/m.s diameter), kan man med største lethet skylle leren bort, mens malmen blir liggende tilbake. Sammen med leren skyller man forøvrig ogsaa bort finfordelt jern- og manganokker.

Ved paa slik vis at skylle leren bort faar man gjerne regnet efter volum henimot halvparten tilbake som malm, dog noksaa sterkt vekslende paa de forskjellige steder.

Ofte ligger skivemalmen som en fast, kompakt plate ovenpaa ertemalmen. Eksempelvis maatte man under mit første besøk ved Storsjøen etsteds — nær Frierholmen paa Sognessjøen — arbeide en stund med en med tænder forsynt jernskovle for at faa brutt den faste, øverst beliggende plate istykker, og først da dette var gjort, kunde man gaa igang med at skrape malmen op med skovle. Efter skjøn

fik man her mindst likesaa meget av den manganrike skivemalm som av den manganfattige ertemalm.

Tykkelsen av sjømalmlaget — med tilblandet lere — er meget vekslende, tilmed vekslende paa steder, som ved samme dyb kun ligger nogle faa m. fra hinanden.

Paa de kartlagte arealer av sjøen handles der om en tykkelse av malmlaget — sjøalm plus ler — oftest vekslende fra ned til 5 à 10 cm. og op til 40 à 50 cm. At bestemme den midlere tykkelse er meget vanskelig.

Vi skal gjøre op et skitsert overslag, som vistnok er saavidt usikkert, at det ikke kan benyttes til teknisk brug, men det vil dog tilnærmet angi det totale malmkvantum i sjøen.

Den gjennomsnittlige tykkelse av malm plus ler sættes skjønsmæssig til 12 cm., hvilket svarer til 0.04 m<sup>3</sup>. eller — idet 1 liter lufttørret sjøalm veier 1.205 kg. — til omkring 0.05 t. eller 50 kg. lufttørret sjøalm pr.m<sup>2</sup>.\*. Gaar vi saa ut fra, at sjømalmen dækket et areal paa 10 à 11 km<sup>2</sup>., saa skulde der ialt handles om ca. 0.5 mill. t. sjøalm,

\* Ved en række forsøk — med et rør eller mudderskovle, som blev drevet ret ned gjennom sjømalmlaget — fik man oftest fra ca. 20 kg. og op til ca. 90 kg. sjøalm pr. m<sup>2</sup>., leilighetsvis dog ogsaa noget over 90 kg. — Jeg maa gjøre opmerksom paa, at naar jeg opfører 50 kg. som middel, gjældende for det hele areal paa 10 à 11 km<sup>2</sup>., saa er dette et noget vilkaarligt valgt tal, men jeg antager, at det ialfald tilnærmelsesvis træffer det rette.

Den okkerblandede „jøsse-ler“ er ofte meget tykkere end en halv m. men til gjengjæld er okkerprocenten forholdsvis liten. Nogle analyser (no. 14—17) viser henholdsvis ca. 11, 14, 19 og 27 % Fe + Mn; som gjennomsnit kan antagelig opføres ca. 15 % Fe + Mn.

Vilde man medregne ogsaa ganske okkerfattig slam, saa vilde arealet for avleiningerne blive øket fra 10—11 km<sup>2</sup>. kanskje til 25—30 km<sup>2</sup>.

med et indhold av omkring 0.2 mill. t. metallisk jern plus mangan i Storsjøen.

Det kan være, at denne kalkyl er noget for høi, men det kan ogsaa være at den er noget for lav. Sikkert er i hvert fald, at der er blit koncentrert et meget betydelig kvantum av jern-manganoksyd i sjøen.

Til sammenligning indskydes, at der i de finske sjøer i de 50 aar 1858—1908 ialt blev optat  $2\frac{1}{4}$  mill. t. sjøalm (statistiken angiver 2262650 t.). Medregnes den ældre drift, gjennom adskillige aarhundreder før aar 1858, maa den finske fangst av sjøalm vistnok altialt kunne sættes til 6, 8 eller kanske 10 mill. t. Hertil kommer det resterende kvantum, som, selv uten den saa meget omskrevne regeneration, der dog synes at virke betydelig langsommere end ofte paastaat — maa maales med et betydelig maal<sup>1</sup>.

Jeg blev overrasket ved at finde, at et saa betydelig kvantum jern-manganoksyd, i den geologisk korte tid siden istidens slut, er blit aflagret i Storsjøen.

Overhodet godtgjør de recente sjøalmavleininger, at der ved ganske fortyndede metalopløsninger kan afsættes betydelige kvantiteter av jern-manganoksyder, naar avløsningerne virker gjennom lange tidsrum.

Det har leilighedsvis været anført i geologiske avhandling, at f. eks. minettefelterne i Lothringen. Luxemburg og Meurthe & Moselle — og de russiske tertiære mangansjømalme — fører i den grad gigantiske metalmengder, at disse ikke skulde kunne forklares ved kemisk-geologiske processer svarende til dem, der har avsat de recente sjøalme; men

<sup>1</sup> O. ASCHAN (l. c.) har beregnet, at der aarlig med de finske elve føres ikke mindre end 1,4 mill. t. humussole ut i Østersjøen.

dette ræsonnement kan ikke holde stik, naar man betænker de ganske store metalmengder, som vore sjøalm-avleininger indeholder.

Videre lærer studiet av sjøalmene os, at hver enkelt sjøalm-banke taber sig (eller „kiler sig ut“) mot siderne til, og at selv ganske nærliggende punkter inden en og samme sjøalm-banke kan vise noksaa variabel karakter, baade med hensyn til tykkelse og med hensyn til kemisk sammensætning. Det vil sige, de recente sjøalm-avleininger viser ikke noget utpræget „niveaubestandighet“. — Ogsaa denne erfaring kan det være nyttig at stille sig for øie, naar man vil drøfte niveaubestandigheten ved de sedimentære malmavleininger i de tidligere geologiske formationer. Malmsedimentation beror i sin almindelighet paa specielle kemisk-geologiske processer,<sup>1</sup> hvis virkninger vil have været sterkt influerte av lokale faktorer, som f. eks. strømninger i vandet, litt variabelt dyb o. s. v. Selv en noksaa stor veksling med hensyn til et malmlags mægtighet og kemiske sammensætning kan saaledes i sin almindelighet ikke anføres som argument mot sedimentær dannelse.

Fra Storsjøen kan man ikke faa noget bidrag til kjendskaben om sjøalmenes „regeneration“.

I gamle dage hentet man litt sjøalm, temmelig sikkert hovedsakelig ertemalm, fra Storsjøen til Odalens (eller Oudals) jernverk. Dette arbeidede forøvrig i det væsentlige med bergmalm, men ialfald til sine tider ogsaa med tilsats av sjøalm, der blev „brugt som et tjenligt middel for at gjøre haard grubemalm mere flydende“ (citater efter HELLANDS amtsbeskrivelse II, s. 236.



Odalens jernverk blev anlagt i 1708, gjentagne gange midlertidig indstillet og saa paany optaget, nedlagt 1835 (og paany drevet 1870—77). At dømme efter de opgaver<sup>1</sup>, som foreligger om verkets produktion i nogle enkelte aar, og den tiende, det betalte, kan verkets samlede produktion anslaaes til neppe over 35000 t. rujern, svarende til i holden 80 à 100000 t. malm. Herav utgjorde sjømalmen fra Storsjøen kun en rent underordnet brøkd<sup>2</sup>, altsaa ogsaa kun en bagatel av sjøens samlede malmforraad.

**Om sjømalmenes kemiske sammensætning og om særskilt udfældning av manganfattigt jernoksyd og av relativt jernfattigt manganoksyd.**

Vi skal sammenstille nogle analyser, som jeg gjennom herr T. T. SOMERVILLE har faat mig meddelt, av forskjellige sorter sjøalm fra Storsjøen.

Materialet til analyserne blev tørret ved 100°.

<sup>1</sup> Se mit arbeide: De gamle norske jernverk (1908).

<sup>2</sup> Paa en alenhøi gammel støbejernplate (vistnok en ovnsplate), indmuret i en skorsten paa Garvik hovedgaard ved Storsjøens nordre ende, findes følgende støpeskrift: „I Norge blef Søe Malm først bekient ved Oudahls jernverk 1767“. — Dette viser at man paa den tid tok litt sjøalm til verket, men anvendelsen av sjøalm til jernfremstilling hertillands var meget ældre.

	Ertemalm		
	no. 1	no. 2	no. 3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	61.08	58.83	61.63
Mn O . . . . .	1.82	2.28	
Si O <sub>2</sub> . . . . .	9.10	11.14	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * . . . . .	9.06	11.05	
Ca O . . . . .	0.48	0.39	
Mg O . . . . .	0.15	0.15	
S . . . . .	0.061	0.005	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.28	0.59	
Ti O <sub>2</sub> . . . . .	0.00	0.00	
C . . . . .	3.00		
C O <sub>2</sub> . . . . .	0.00		
Glødtap . . . . .	15.21	16.14	
Fe . . . . .	42.76	41.18	43.14
Mn . . . . .	1.41	1.79	
P . . . . .	0.123	0.26	

	Elgmalm			Korinter
	no. 4	no. 5	no. 6	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	26.20	19.73	15.17	12.22
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	14.64	21.07	33.88	47.78
Si O <sub>2</sub> . . . . .	31.38		30.20	14.08
Al <sub>3</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4.22		2.00	2.02
Ca O . . . . .	Spor			
Mg O . . . . .	Spor			
S . . . . .	0.15			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.23			0.45
Glødtap . . . . .	12.40		19.12	23.80
Fe . . . . .	18.33	13.81	10.62	8.55
Mn . . . . .	10.54	15.18	24.35	34.40
P . . . . .	0.10			0.19

\* De foretagne bestemmelser av Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> er muligens ikke aldeles nøiagtige.

	Skivemalm		Store klumpede kager			Kokager
	no. 8	no. 9	no. 10	no. 11	no. 12	no. 13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	15.03	30.03	20.33	17.44	19.69	18.56
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . .	8.58	17.07	19.70	16.36	20.13	40.45
Si O <sub>2</sub> . . .	56.08		48.60	50.62	46.60	12.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	5.11		3.12	4.81	5.19	1.98
Ca O . . . .	0.50					
Mg O . . . .	0.17					
S . . . . .	0.09					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	0.13		0.51	0.53	0.54	
Glødtap .	5.86		8.22	9.32	9.03	25.98
Fe . . . . .	10.52	21.02	14.23	12.21	13.77	13.06
Mn . . . . .	6.25	12.30	14.18	12.08	14.51	29.91
P . . . . .	0.057		0.22	0.23	0.23	

Nogle analyser av den okkerblandede „jøsse-ler“ (med fint tilblandet jern-manganoksyd-slam) viser:

	no. 14	no. 15	no. 16	no. 17
Fe . . . . .	13.1 0/0	15.7 0/0	ca. 7 0/0	10.6 0/0
Mn . . . . .	13.8 „	3.5 „	„ 7 „	

I analyserne no. 1 og 2 er manganet opført som Mn O, i no. 4—13 derimot som Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Der er dog ikke foretaget nogen særskilt surstoff- eller klorbestemmelse, og manganet indgaar med sikkerhet ikke som Mn O, men i sin helhet eller næsten i sin helhet som Mn O<sub>2</sub>. Ved behandling av de manganrike varieteter med saltsyre undviger betydelige mængder av klor.

No. 10, 11, 12 og 13 skriver sig henholdsvis fra: søndenfor Svart-holmen; mellem Engelholmen og Trøseidet; østenfor Svartholmen, og mellem Bukkenæsset og Engelholmen.

No. 8 er gjennemsnittsprøve av en halv sæk „skivemalm“ (o: konglo-meratmalm, se herom nedenfor) fra forskjellige dele av sjøen. Selve erte-malmkulerne i denne gjennemsnittsprøve holdt ifølge særskilt analyse 1.82 0/0 Mn O.

I liter lufttørret ertemalm (uknust, altsaa med luftmellemrum mellem kulerne), som hadde ligget i en kasse i 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> aar og som var godt lufttørret, veiede (ifølge bestemmelse av assistent B. ABRAHAMSEN og mig) 1.205 kg. Ved 10 timers opvarmning ved 78° taptas i vægt 1.76 0/0 og derefter ved 12 timers opvarmning ved 104° 3.08 0/0, — ialt altsaa 4.84 0/0 fugtighet.

Analyserne no. 1 og 3 av ertemalm viser den vanlige sjøalm-sammensætning, med 41—43 0/0 jern i stof tørret ved 100°, svarende til ca. 38 0/0 jern i vanlig lufttørret vare, — altsaa temmelig nøiagtig som det ved industriel bedrift fundne gjennemsnit for de finske sjømalme (se s. 4).

Ifølge talrike ældre analyser, hvorav resumé gjengives nedenfor, holder sjøalmene i sin almindelighet kun temmelig litet Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, som i sin helhet — eller ihvertfald næsten i sin helhet — skyldes mekanisk tilblandet ler. Overflatevand og kaldt grundvand, stammende fra partier ganske nær overflaten, er som bekjendt i sin almindelighet frit for eller næsten frit for oppløste aluminiumsalte.

Som vanligt ved de manganfattige sjømalme viser no. 1 og 2 litet Ca O, endnu mindre Mg O, noget P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, samt desuten en tilblending av kul, der ifølge O. ASCHANS utredning maa skyldes destruert humussyre.

I motsætning til de lysegule, manganfattige ertemalmskuler staar det sortebrune eller næsten ganske sorte oksyd, som er sterkt manganrikt, jevnlig med mere Mn end Fe, undertiden, som ved analyse no. 6 og 7, endog med 2.5 til 4 gange saa meget Mn som Fe.

Dette manganrike oksyd fører noksaa litet Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, i sin helhet — eller næsten i sin helhet (?) — indgaaende i mekanisk tilblandet lerslam, og kun minimale mængder av Ca O og Mg O.

Derimot møter vi her temmelig meget  $\text{SiO}_2$ , og i en del av mig kemisk undersøkte prøver av det sorte manganrike oksyd blev konstateret noksa meget gelatinøs kisel-syre, som altsaa maa være blit utfælt av den vandige op-løsning, sammen med manganoksydet. — Ogsaa den av mig

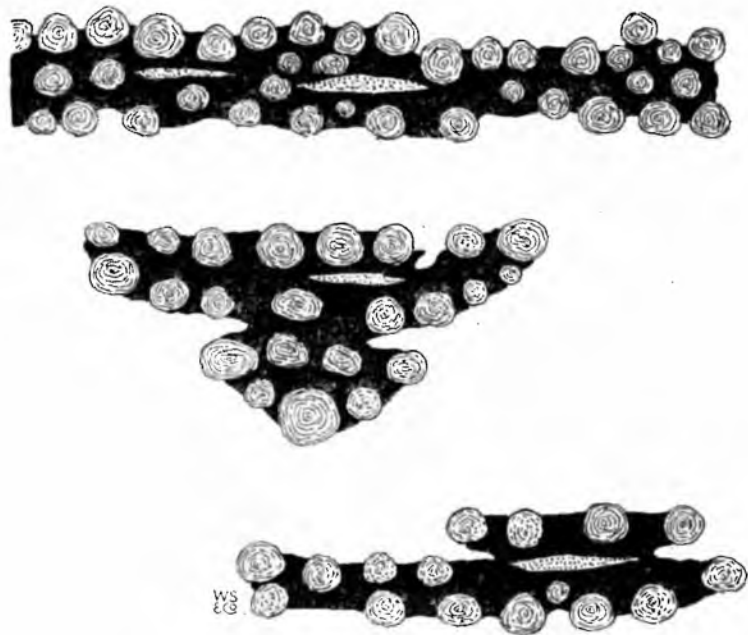


Fig. 2.

Tversnit av tre skiver av konglomeratmalm, bestaaende av manganfattig ertemalm (lys tegnet, med mere eller mindre vel utviklet koncentrisk struktur) sammenkittet ved et manganrikt oksyd (tegnat sort), hvori er nogle tynde striper av gul, manganfattig jernokker (tegnat prikket). — I naturlig størrelse.

tidligere (1906) undersøkte manganmyrmalm fra Glitrevand nord for Drammen viste en del gelatinøs kisel-syre, — og i de nedenfor omhandlede analyser av manganrik sjøalm fra Finland finder vi likeledes temmelig meget  $\text{SiO}_2$  i forhold til  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Særlig interessant ved Storsjøen er skivemalmen (eller den saakaldte „kokagemalm“), som er et konglomerat, bestaaende av lysegule manganfattige kuler o. s. v. av ertemalm, sammenkittet ved et sortebrunt, manganrikt oksyd. Hist og her kan man ogsaa se nogle fine striper av gulbrunt jernokker, inde i det sortebrune eller næsten sorte manganrike oksyd. — Der henvises til de hosstaaende tegninger<sup>1</sup>, fig. 2.

I overensstemmelse med denne konglomeratkarakter viser disse skiver (analyse nr. 8—13) mindre jern og mere mangan end ertemalmen, men omvendt i det hele og store mere jern i forhold til mangan end de rene partier av det sorte oksyd, nemlig den saakaldte elgmalm (nr. 4—7). Sammensætningen specielt av konglomeratmalmen er forøvrigt noksa vekslende, idet der er tilstede snart litet og snart meget av det manganrike kitmateriale.

Der foreligger saaledes i sjømalmen i Storsjøen to separate utfoldninger, nemlig dels av manganfattigt jernoksyd og dels av relativ jernfattigt manganoksyd, og i konglomeratmalmen er det jernfattige manganoksyd utfældt senere end det manganfattige jernoksyd. Som nedenfor skal omtales er denne slags konglomeratdannelse et noksa vanlig fænomen ved sjøalmene.

Som ovenfor berørt kan i Storsjøen malmlagets karakter ved samme dyp veksle adskillig selv paa ganske nærliggende punkter. — Eksempelvis fik man under mit første besøk ved sjøen ved tre kun noen faa meter fra hinanden beliggende

<sup>1</sup> Se ogsaa en tegning av mig i BEYSCHLAG-KRUSCH-VOGT, Die Erzlagertstätten, B. II, fig. 112.

huller i isen paa Sandsjøen, utenfor Svennebyhagen paa dyp 2—2.2 m. (ved lavvand) opskovlet næsten kun ertemalm, blot med en bagatel av manganrikt, øverst i laget beliggende skivemalm. Ved et fjerde hul, kun 6 m. fra det nærmeste av de andre huller, førte sjømalmlaget ved samme dyp (2.1 m) derimot omkring en tredjepart av den manganrike skivemalm og altsaa kun to tredjeparter ertemalm. Selve malmlaget (sjøalm plus ler) hadde paa alle fire steder omtrent samme tykkelse, ca. 0.3 m.

Det er saaledes umulig at drage skarp grænse mellem de partier, hvor der kun eller næsten kun optræder ertemalm, og de partier, hvor der foruten ertemalmen ogsaa er mere eller mindre av de manganrike avsætninger tilstede.

Paa enkelte av de mange spredte sjøalm-førende partier i Storsjøen foreligger næsten ren ertemalm, uten eller kun med en bagatel av manganrik „elgmalm“ eller av manganholdig konglomeratmalm. Paa andre partier indgaar derimot disse manganrike dannelser i ganske rikelig mængde, og atter igjen finder man partier kun førende „jøsse-ler“, med fint fordelt jern-manganoksyd, men, som analyserne nr. 14—17 viser, med sterkt vekslende forhold mellem jern og mangan.

Som illustrert ved fig. 3 ligger skivemalmen eller konglomeratmalmen ofte som en kompakt kake allerøverst i sjømalmlaget, men man træffer analoge dannelser ogsaa en eller et par decimeter nede i laget.

Den her beskrevne konglomerat-dannelse, bestaaende av manganfattig ertemalm sammenkittet ved et manganrikt oksyd er mig bekjendt ikke tidligere beskrevet, men denne slags dannelse maa allikevel være noksaa almindelig. — Saaledes fandt jeg (sommeren 1911) ved at gjennomgaa samlingen av

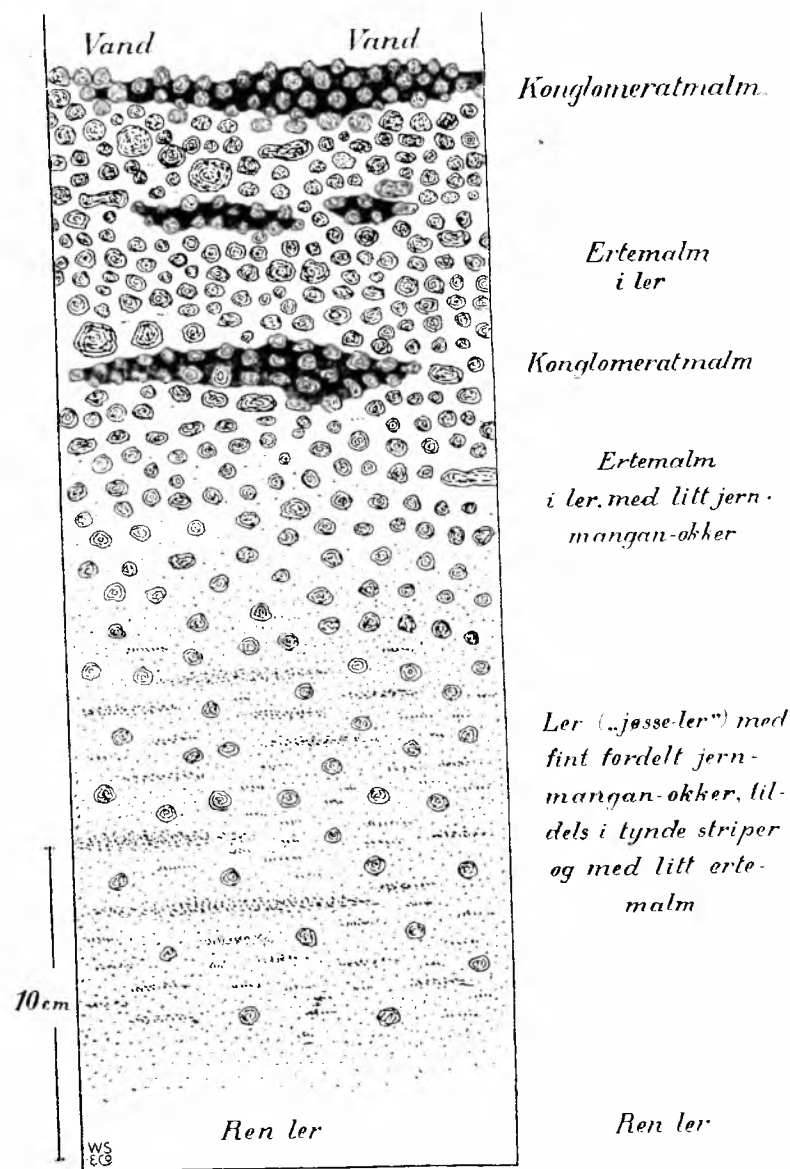


Fig. 3. Normal-profil over sjømalmlaget i Storsjøen, tegnet paa grundlag av optagne prøver.

sjømalms ved Sveriges Geologiske Undersøkelse flere prøver av sortbrun „skraggmalm“, av samme type som de ovenfor omhandlede „kokaker“ (fig. 2) fra Storsjøen. Ogsaa i en anden samling i Sverige har jeg seet den samme slags dannelse. Man kjender forøvrigt ogsaa manganfattig „skraggmalm“, førende erter, perler o. s. v. sammenkittet ved gulbrunt, manganfattigt jernoksyd.

Ved den svenske Geologiske Undersøkelses samling gjorde jeg op følgende statistik:

- a. 28 sjømalmsprøver, i det væsentlige fra forskjellige lokaliteter, viste et gulbrunt, manganfattigt jernoksyd (ertemalm, perlmalm, krudtmalm, gulbrun skraggmalm o. s. v.).
- b. 11 prøver var middels sortebrune og maa saaledes holde ikke saa ganske lidet mangan.
- c. 6 prøver var næsten sorte, kun med svak brun tone, og maa følgelig være ganske sterkt manganrike. En enkelt av disse prøver holdt ifølge vedheftet analyse 15% jern og 22% mangan; de andre maatte efter farven at dømme omtrent holde like meget jern og mangan.

Vi skal saa levere en sammenstilling av de i STAPFF'S arbeide (1865) offentliggjorte 32 svenske analyser (30 av sjømalms, 2 av myrmalm), hvor der for hvert enkelt stof kun er opført minimum, maksimum og middel, — samt en sammenstilling av JOHS. ASCHAN'S 18 analyser av finske manganrike sjømalme (1906), idet vi her ogsaa medtar de to analyser, som viser den absolut regnet høieste manganmængde og den i forhold til jernmængden høieste manganmængde.

## 32 svenske analyser:

	Min.	Maks.	Middel
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	43.23	75.69	62.57
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.46	34.72	5.58
Si O <sub>2</sub> . . . . .	5.49	41.26	12.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.23	7.89	3.58
CaO . . . . .	0.27	3.10	1.37
MgO . . . . .	0.02	0.73	0.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.051	1.213	0.476
SO <sub>3</sub> . . . . .	Sp.	0.43	0.07
H <sub>2</sub> O, organ. . . . .	7.58	17.81	13.53
Sum	—	—	100.00
Fe . . . . .	30.26	52.98	43.80
Mn . . . . .	0.32	24.18	3.89
P . . . . .	0.022	0.53	0.21

## 18 finske analyser.

	Min.	Maks.	Middel		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20.47	69.47	45.4	27.84	20.47
Mn O <sub>2</sub> . . . . .	3.28	46.24	23.2	46.24	40.30
Si O <sub>2</sub> . . . . .	6.97	19.32	11.7	6.97	12.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.45	3.16	1.63	0.63	1.10
CaO . . . . .	0.39	1.33	0.62	0.67	0.75
MgO . . . . .	Sp.	0.37	0.15	Sp.	0.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.45	1.59	1.0	1.0	0.53
H <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	15.9	16.73	21.93
Sum	—	—	99.6	100.08	98.30
Fe . . . . .	14.33	48.63	31.7	19.49	14.33
Mn . . . . .	2.07	29.23	14.6	29.23	25.48
P . . . . .	0.19	0.69	0.41	0.43	0.23

De 32 analyser fra Sverige viser gjennomsnittlig 1 del mangan til 11.3 dele jern, og hermed stemmer den ovennævnte statistikk (s. 24) fra de mange prøver i den svenske Geologiske Undersøkelses samling. — CRONQVIST anfører fra 3 sjøer i Södermanland fuldstændige gjennomsnitsanalyser, med resp. 37.8, 36.7, ca. 37 % jern og 2.3, 3.9, 3.8 % mangan, altsaa 1 del mangan til resp. 16.4, 9.7, 9.7 eller i middel ca. 12 dele jern. — De 18 finske analyser, hvori indgaar en hel del manganrike varieteter, fører gjennomsnittlig endnu meget mere mangan, nemlig 1 del mangan til 2.2 dele jern.

Det er umulig at angi nøiagtig det gjennomsnittlige forhold mellem mangan og jern i de samlede sjømalmsavleininger i Storsjøen, men vi har dog adskillig material til at bedømme relationen mellem de to metaller:

- a) Ertemalmen holder ifølge to analyser (nr. 1 og 2) 1 del Mn: 23, resp. 30 dele Fe.
- b) Den anden ekstrem, nemlig det mere eller mindre sorte oksyd („elgmalm“, „korinter“), holder ifølge fire analyser (nr. 4—7) 1 del Mn: resp. ca. 1.7, 0.9, 0.4 og 0.25 dele Fe.
- c) Konglomeratmalmen viser ifølge seks analyser (nr. 8—13) 1 del Mn: resp. ca. 1.7, 1.6, 1.0, 1.0, 0.95 og 0.45 dele Fe.
- d) Hertil kommer „jøsse-leren“ (analyser nr. 14—17), undertiden med omtrent like meget av begge metaller, men vistnok i regelen med adskillig mere Fe end Mn.

Vi vil gjøre en skjønsmæssig kalkyl under følgende forutsætninger:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| a) 50 % ertemalm . . . . .              | med i middel 41 % Fe, 1.6 % Mn. |
| b) 5 „ manganrikt oksyd „ „ „           | 14 „ „ 20 „ „                   |
| c) 15 „ konglomeratmalm „ „ „           | 15 „ „ 14 „ „                   |
| d) 30 „ okkerler <sup>1</sup> . . . . . | 11 „ „ 4 „ „                    |

<sup>1</sup> Det kan være, at der her er regnet med en altfor liten procentsats av okkerblandet ler. Herved vilde dog forholdet mellem Mn og Fe i de samlede avleininger ikke bli principielt forandret, idet den okkerblandede ler gjennomsnittlig fører et par gange eller nogen faa gange saa meget Fe som Mn.

Dette gir som gjennomsnit for alle avleininger i Storsjøen: 26.75 % Fe og 5.1 % Mn, altsaa 1 del Mn: omkring 5 dele Fe.

Herved faar man i hvert fald en tilnærmet idé om det rette forhold, selv om den foretagne beregning er beheftet med noksaa store feilkilder.

Vi sammenstiller en kort rekapitulation:

35 sjømalme fra Sverige viser gjennomsnittlig 1 del Mn : ca. 11 à 12 dele Fe.

18 i det hele og store noksaa manganrike sjømalme fra Finland viser gjennomsnittlig 1 del Mn : 2.2 dele Fe.

Og for avleiningerne i Storsjøen faar vi gjennomsnittlig 1 del Mn : omkring 5 dele Fe.

Som bekjendt indeholder bergarterne gjennomsnittlig ca. 4.5 % Fe og ca. 0.075 % Mn, altsaa 1 del Mn : ca. 60 dele Fe.

Kun rent undtagelsesvis møter man i sjømalmen saavidt litet mangan som 1 del Mn : ca. 50 dele Fe, — og de ovenfor refererte talrike analyser av sjømalme fra Sverige, Finland og fra Storsjøen i Norge godtgjør med sikkerhet en relativt høi manganprocent, kanskje i middel saa meget som 1 del Mn : 10 à 12 dele Fe.

Sjømalmen holder saaledes gjennomsnittlig mere mangan i forhold til jern, end tilfældet er med bergarterne en bloc regnet.

Dette maa — da oppløsningernes jernindhold utfældes mindst likesaa effektivt som deres manganindhold — bero derpaa, at ved forvitningsprocesserne nær overflaten gaar mangan relativt lettere i oppløsning end jern.

I overensstemmelse hermed møter vi, gjennomsnittlig regnet, relativt mere mangan i forhold til jern —

nemlig mere Mn end efter proportionen 1 Mn:60 Fe — ogsaa i de under tidligere geologiske perioder av vandige opløsninger avsatte jern- eller jern-manganforekomster<sup>1</sup> (dannede ved sedimentation samt ved metasomatosose og gangutfylling nær overflaten).

I det relativt kolde vand nær overflaten opløses dels kun en yderlig liten mængde og dels absolut ikke noget aluminiumsalt. Det vanlige grundvand fører derfor dels kun spor og dels overhodet ikke noget aluminium; dette element spiller saaledes — som kemisk utfældningsprodukt — en rent underordnet rolle i sjø- og myrmalmene og likeledes i de tidligere geologiske formationers analoge dannelsesprodukter. Derimot møter man ofte en tilblending, jevnlig endog en betydelig tilblending av lerslam, men det er et mekanisk og ikke et kemisk fenomen.

Som utredet i min ovenfor (s. 5) omtalte avhandling om manganmyrmalm (i Zeitschr. f. prakt. Geol. 1906), optræder de fleste mangan- og mangan-jernforekomster — naar man fraregner de metasomatiske forekomster i kalksten eller dolomit — i forbindelse med granit og andre sure bergarter, mens kun et forbausende litet antal forekomster optræder i forbindelse med basiske bergarter. De sure bergarter fører absolut regnet mindre jern plus mangan end de basiske, men jernprocenten er avtat meget sterkere end manganprocenten. Ifølge en i min netop citerte avhandling (fra 1906) paa grundlag av et meget betydelig antal analyser utarbeidet statistisk kan man saaledes gjennomsnittlig regne:

<sup>1</sup> Paa den anden side finder man, som jeg i tidligere arbeider har utredet, gjennomsnittlig relativt mindre Mn (i forhold til Fe) i de ved magmatiske differentiationsprocesser dannede jernmalmforekomster.

	Forhold Mn : Fe
Basiske bergarter . . .	1 Mn : ca. 100 Fe
Sure „ . . .	1 „ : ca. 30 „

I mange sure bergarter møter man relativt endnu adskillig mere mangan, ofte 1 Mn : 5, 10 eller 20 Fe.

De fra granitiske bergarter ved forvitring eller andre dekompositionsprocesser stammende opløsninger maa saaledes gjennomsnittlig regnet holde mere mangan i forhold til jern, end tilfældet er med de fra basiske bergarter stammende opløsninger. Og herved har jeg tidligere forklaret, at mangan- og mangan-jernforekomsterne fortrinsvis er knyttede til de sure bergarter.

I overensstemmelse hermed ligger det nær at anta, at den relativt høie manganprocent i sjømalmsavleiningerne i Storsjøen beror paa, at sjøen praktisk talt i sin helhet omgives av granitiske bergarter, hovedsagelig rød grundfjelds gneisgranit, og at ogsaa løsavleiningerne rundt sjøen hovedsagelig stammer fra samme slags bergarter.

Samtidig indskyter, at jernet og manganet i de opløsningen, som har git ophavet til sjømalmsavleiningerne, kun for en rent uvæsentlig del kan skrive sig fra bergarternes indhold av sulfider (svovlkis eller magnetkis), idet disse praktisk talt er manganfri. Det oprindelige hjemsted maa hovedsagelig være at søke i bergarternes jern-magnesia-silikater, som glimmer, hornblende osv.

Spørsmålet om sjømalmenes dannelse er for nogen aar siden (1906) blit utredet ved indgaaende kemiske studier av OSSIAN ASCHAN i Helsingfors.

Ved forvitningsprocesserne, hvorunder humus-syren (eller -syrerne) spiller en meget viktig rolle, opløses noget av jern-

oksydul-indholdet i bergarterne (medregnet løsmaterialet), og der dannes først et jernoksydulhumat, som er opløselig i vand. Dette oksydulhumat gaar senere ved oksydation, bl. a. ved det i vandet opløste surstof, over til jernoksydulhumat, som til en viss grad kan holde sig en stund kolloidalt opløst i vand, men som efter kortere eller længere tids forløp utfældes. Dette utfældte jernoksydulhumat blir saa igjen spaltet, eller rettere uttrykt, næsten i sin helhet spaltet, antagelig for en væsentlig del under medvirken av organismer (bakterier osv.). I det tilslut resulterende jernoksydhydrat, altsaa i vor sjøalm (og i den vanlige myrmalm) kan man stadig paavise en liten rest av den oprindelig forhaandenværende humussyre.

Mangan forholder sig under forvitringen og de dernæst følgende processer forsaavidt paa samme maate som jern, som ogsaa manganoksydulhumatet er opløselig i vand. Men hvad angaar det sidste forløp av sjøalmdannelsen, nemlig bundfældningsprocessen, indtræder den forskjel mellem jern og mangan, at der ikke utskilles noget uopløselig — eller kun provisorisk kolloidalt opløselig — manganoksydulhumat. Derimot utfældes av en manganoksydulhumat-opløsning efter en stunds forløp, vistnok paa grund av indvirkning av organismer, direkte et vandholdig oksyd av mangan (hydrat av mangandioksyd). Ved nærvær av baser sker denne utfældning nok saa hurtig.

Ved udelukkende anorganisk-kemiske processer, som var virksomme f. eks. ved den av mig (1906) beskrevne manganmyrmalm ved Glitrevand, møter vi, som jeg tidligere har omhandlet, en særskilt utfældning av jernoksyd og av manganoksyd (eller disses hydrater), nemlig først jernoksyd og senere manganoksyd.

Og ved organisk-kemiske processer, hvor humussyren indgaar som en viktig faktor, forholder jernet og manganet sig ved utfældningen ogsaa paa forskjellig maate, idet jernet utskilles som uopløselig (eller kun provisorisk kolloidalt opløselig) jernoksydulhumat, mens manganet direkte utfældes som et oksydhydrat.

Av en humatopløsning med oksydulsalte av de to metaller vil saaledes de to oksyder i regelen utskilles til forskjellig tid — altsaa ogsaa, dersom oppløsningen er i bevegelse, til forskjellig sted.

I overensstemmelse hermed møter vi i de manganrike sjømalmsavleininger i Storsjøen to forskjellige dannelser, nemlig dels den vanlige sjøalm (i ertter osv.) bestaaende av jernoksyd med ganske litet manganoksyd (1 Mn : ca. 25 à 30 Fe),

og dels et særskilt sterkt manganrikt oksyd (jevnlign med mere Mn end Fe).

Av en og samme oppløsning vil de to oksyder i regelen bli utfældt til forskjellige steder. Herved forklares den eienommelige konglomeratmalm, under hvis dannelse manganoksydet fæstede sig ved og derved sammenkittede smakkulerne av den vanlige manganfattige sjøalm (ertemalm). En del av manganoksydet blev forøvrig avlagret for sig, som let smuldrende klumper eller smakkorn (analyserne nr. 4—7), dog altid sammen med noget jernoksyd, idet der ikke fandt sted nogen kvantitativ skarp separatutfældning av de to metaloksyder.

Sjøalmene dækker som bekjendt ofte ganske store partier midt ute i sjøerne, langt fra nærmeste strand (se f. eks. fig. 1); dette kan ikke forklares ved særskilte oppkommer midt ute i sjøerne. — Endvidere finder vi, at sjø-



oksydul-indholdet i bergarterne (medregnet løsmaterialet), og der dannes først et jernoksydulhumat, som er opløselig i vand. Dette oksydulhumat gaar senere ved oksydation, bl. a. ved det i vandet opløste surstof, over til jernoksydhumat, som til en viss grad kan holde sig en stund kolloidalt opløst i vand, men som efter kortere eller længere tids forløp utfældes. Dette utfældte jernoksydhumat blir saa igjen spaltet, eller rettere uttrykt, næsten i sin helhet spaltet, antagelig for en væsentlig del under medvirken av organismer (bakterier osv.). I det tilslut resulterende jernoksydhydrat, altsaa i vor sjøalm (og i den vanlige myrmalm) kan man stadig paavise en liten rest av den oprindelig forhaandenværende humussyre.

Mangan forholder sig under forvitringen og de dernæst følgende processer forsaavidt paa samme maate som jern, som ogsaa manganoksydulhumatet er opløselig i vand. Men hvad angaar det sidste forløp av sjøalmdannelsen, nemlig bundfældningsprocessen, indtræder den forskjel mellem jern og mangan, at der ikke utskilles noget uopløselig — eller kun provisorisk kolloidalt opløselig — manganoksydhumat. Derimot utfældes av en manganoksydulhumat-opløsning efter en stunds forløp, vistnok paa grund av indvirkning av organismer, direkte et vandholdig oksyd av mangan (hydrat av mangandioksyd). Ved nærvær av baser sker denne utfældning noksaa hurtig.

Ved udelukkende anorganisk-kemiske processer, som var virksomme f. eks. ved den av mig (1906) beskrevne manganmyrmalm ved Glitrevand, møter vi, som jeg tidligere har omhandlet, en særskilt utfældning av jernoksyd og av manganoksyd (eller disses hydrater), nemlig først jernoksyd og senere manganoksyd.

Og ved organisk-kemiske processer, hvor humussyren indgaar som en viktig faktor, forholder jernet og manganet sig ved utfældningen ogsaa paa forskjellig maate, idet jernet utskilles som uopløselig (eller kun provisorisk kolloidalt opløselig) jernoksydhumat, mens manganet direkte utfældes som et oksydhydrat.

Av en humatopløsning med oksydulsalte av de to metaller vil saaledes de to oksyder i regelen utskilles til forskjellig tid — altsaa ogsaa, dersom oppløsningen er i bevegelse, til forskjellig sted.

I overensstemmelse hermed møter vi i de manganrike sjømalmsavleininger i Storsjøen to forskjellige dannelser, nemlig dels den vanlige sjøalm (i ertter osv.) bestaaende av jernoksyd med ganske litet manganoksyd (1 Mn : ca. 25 à 30 Fe),

og dels et særskilt sterkt manganrikt oksyd (jevnlign med mere Mn end Fe).

Av en og samme oppløsning vil de to oksyder i regelen bli utfældt til forskjellige steder. Herved forklares den eendommelige konglomeratmalm, under hvis dannelse manganoksydet fæstede sig ved og derved sammenkittede smaa-kulerne av den vanlige manganfattige sjøalm (ertemalm). En del av manganoksydet blev forøvrig avlagret for sig, som let smuldrende klumper eller smaa-korn (analyserne nr. 4—7), dog altid sammen med noget jernoksyd, idet der ikke fandt sted nogen kvantitativ skarp separatutfældning av de to metaloksyder.

Sjøalmene dækker som bekjendt ofte ganske store partier midt ute i sjøerne, langt fra nærmeste strand (se f. eks. fig. 1); dette kan ikke forklares ved særskilte oppkommer midt ute i sjøerne. — Endvidere finder vi, at sjø-

malmene ikke udelukkende og ikke engang fortrinsvis optræder ret utenfor bækkeløp, men i sin almindelighet noksaa jevnt fordelt over de grunde partier av sjøerne.

Det kan saaledes ikke være bækevandet, som har avsatt sjømalmen umiddelbart efter at bækkene er rundet ut i innsjøerne, — men avsætningen maa skyldes det forholdsvis stillestaende vand i sjøerne.

Først ved OSSIAN ASCHANS studier, i 1906, fik man et grundlag for kjendskapen til det kemiske forløp ved sjømalmenes dannelse. Ved denne avhandling har jeg utvidet kjendskapen for et enkelt spørsmåls vedkommende, men endnu foreligger der her mange teoretiske problemer, hvis løsning er den fremtidige forskning forbeholdt.

### Tillæg, angaaende de finske sjømalme.

Under et ophold i Finland sommeren 1915, efterat ovenstaaende avhandling allerede var sat færdig til trykning, benyttede jeg anledningen til at avlægge et besøk ved Wärtsilä bruk, som for tiden er Finlands største jernverk, og som er beliggende i Karelen, et stykke nord for Ladoga.

Den herværende masovn arbeider med sjøalm (medregnet en bagatel myrmalm), og det utvundne rujern anvendes, sammen med store mængder jernskrap, til basisk martin (i en 11 tons-ovn). — Verket, som aarlig producerer henimod 10 000 t. jern, har et ganske stort valsverk. Altsaa, hvad angaar rujernets videre bearbeidelse, moderne teknik, — i forbindelse med sjøalm for fremstilling av rujernet.

Masovnen er 15 m. høi, anvender blæst paa 350°, producerer (ved beskikning  $\frac{3}{4}$  sjøalm,  $\frac{1}{4}$  valssinter & ferskslag og hertil noget kalksten) 13 t. rujern pr. døgn, med et forbruk av ca. 7 m<sup>3</sup> trækul pr. t. rujern. Dette holder ca.  $\frac{3}{4}$  0/0 fosfor. — Aarlig produceres 2 500 à 3 000 t. rujern. Masovnsproduktjonen begrænses ved den vanskelige tilgang paa trækul (pris 4—5 finske M. pr. m<sup>3</sup>), medens man har overflod paa sjøalm. — Wärtsilä bruk er bleven utvidet betydelig i de senere aar, medens de andre ældre finske, paa sjøalm baserte masovn nu omtrent alle er indstillede.

— Malmhaugene ved Wärtsilä består hovedsakelig av ertemalm (samt lidt krudtmalm), med en nogenlunde lav manganprocent. Her — som ogsaa ellers i Finland — optræder altsaa sjømalmen for det væsentlige som erter  $\sigma$ : som smaa kugler, i regelen med koncentrisk struktur. — I underordnet mængde forekommer „penningmalm“, fremdeles av gulbrun farve og forholdsvis manganfattig, samt noget gulbrun „skraggmalm“, i skiver med diameter som tokroner eller lidt derover. — Desuten saaes adskillige sortbrune — og forholdsvis manganrike — smaaklumper samt en hel del ganske sorte, manganrike, men omvendt jernfattige skiver, som let smuldrede op, medens de jernrike varieteter her, som ogsaa ved Storsjøen, var temmelig faste og haarde.

Hovedmassen av sjømalmen ved Wärtsilä er saaledes nogenlunde manganfattig, men der indgaar ogsaa en ikke ganske uvæsentlig tilblending av de manganrike varieteter. — I denne forbindelse indskydes, at masovns slaggen, som fører litt svovl eller sulfid, er saavidt manganrik, at den blir noget grønfarvet ved (Ca, Mn) S.

— I opdrag av Wärtsilä bruk hadde den svenske bergmester K. J. F. SIDENVALL nylig (nemlig i 1913) foretat en indgaaende undersøkelse av sjømalmen i to nærgrænsende innsjøer, Lilla og Stora Jänisjärvi, av areal henholdsvis 30 og 162 km<sup>2</sup> og begge beliggende straks nord for Ladoga. — Ved Wärtsilä-bruket fik jeg tilladelse til at ta avskrift av SIDENVALLS beretning, i den utstrækning, som jeg av almene grunde fandt ønskelig. — Malmen blev av SIDENVALL delt i tre sorter, den jernrikeste benævnt A, den manganrikeste C, og en mellemsort benævnt B.

Malmindholdet i de to sjøer utgjorde:

## Lilla Jänisjärvi.

2 227 500 m <sup>2</sup> areal med 23 170 t. A
997 500 - - - 14 100 - B
775 000 - - - 14 275 - C

Sum 4 000 000 m<sup>2</sup> areal med 51 544 t. malm samt 7 894 t. malmholdig sand.

## Stora Jänisjärvi.

675 000 m <sup>2</sup> areal med 6 465 t. A
2 925 000 - - - 33 738 - B
430 000 - - - 9 858 - C

Sum 4 030 000 m<sup>2</sup> areal med 50 041 t. malm

Analysen av de forskjellige malmsorter.

## Lilla Jänisjärvi.

## A-malm.

Fe	Mn	P	SiO <sub>2</sub>	Glødtap
39.2	0.92	0.20	18.56	12.72
40.88	0.78	0.12	13.03	15.86
32.39	3.68	0.16	28.13	11.92
39.64	0.78	0.47	8.43	19.64
43.36	0.78	0.52	6.61	17.32
39.10	1.39	0.30	14.93	15.49

## B-malm.

31.32	7.49	0.16	18.76	12.68
26.37	7.75	0.11	36.61	10.91
28.85	7.62	0.14	27.69	11.75

## C-malm.

16.37	9.73	0.11	42.42	8.37
15.93	8.94	0.19	40.48	8.20
16.15	9.34	0.15	41.45	8.29

## Stora Järnisjärvi.

## A-malm.

Fe	Mn	P	SiO <sub>2</sub>	Glødtap
34.51	1.93	0.22	20.36	16.41

## B-malm.

29.38	3.41	0.11	33.21	16.41
30.59	3.15	0.12	29.96	10.11
21.06	2.70	0.12	48.83	11.22
29.20	1.31	0.10	35.58	8.34
18.44	3.94	0.15	50.86	11.78
23.18	2.76	0.40	42.86	8.05
27.70	3.56	0.11	28.73	9.51
25.65	2.98	0.16	38.58	15.44

## C-malm.

16.37	4.07	0.05	57.71	7.06
11.77	4.20	0.11	57.42	11.32
14.07	4.14	0.08	57.57	9.19

Jernet indgaar kun som Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (og ikke noget som FeO). — Nogle gjennemsniptsprøver av A-malmen viste henholdsvis:

0.4, 0.4, 0.5 % CaO; 0.08, 0.11, 0.08 % MgO; 8.5, 8.8, 7.5 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 16.0, 5.0, 10.2 % SiO<sub>2</sub>.

Ovenstaaende data benytter jeg til en beregning av forholdet mellem de tre forskjellige malmsorter, hvis gjennomsnittlige sammensætning man i alle fald tilnærmelsesvis kjender.

## Lilla Jänisjärvi.

45 % A med 39.10 % Fe, 1.39 % Mn.

27,5 — B — 28.85 — —, 7.62 — —

27,5 — C — 16.15 — —, 9.34 — —

100 % med 28.97 % Fe, 5.21 % Mn.

## Stora Janisjärvi.

13 % A med 34.51 % Fe, 1.93 % Mn.

67.5 — B — 25.65 — —, 2.98 — —

19.5 — C — 14.07 — —, 4.14 — —

100 % med 24.44 % Fe, 3.07 % Mn.

Avleiningerne i de to sjøer skulde altsaa gjennomsnitlig indeholde:

28.97 % Fe og 5.21 % Mn, = 1 Mn : 5.6 Fe

24.43 — — - 3.07 — —, = 1 Mn : 8,0 Fe

Vi finder saaledes i de to her omhandlede finske sjøer gjennomsnitlig 1 del Mn : ca. 6—8 dele Fe, og for flere sjøer opgav man mig, at sjømalmen var saa sterkt manganrike, at de ikke med fordel kunde benyttes for fremstilling av det vanlige rujern. Naar vi ovenfor (s. 27) for sjømalmen har regnet med gjennomsnitlig 1 del Mn : 10 à 12 dele Fe, saa kan vi neppe have gaaet ut fra en relativt for høi manganprocent.

Videre paapeges, at ogsaa i de to foreliggende sjøer stiger SiO<sub>2</sub>-procenten med Mn-procenten (cfr. s. 20). Omvendt synker P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-procenten i det hele og store med Mn-procenten, hvad vistnok beror derpaa, at P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for en væsentlig del blev utfældt i jernoxydhumatet.

— Hvad angaar sjømalnavleiningernes avhengighet av dybet (vandybden) anføres efter SIDENVALLS beretning:

89 % av alle malmprøver erholdtes fra dyp mindre end 5 m.;

7.5 % stammende fra dyp mellem 5 og 7 m.,  
og kun 3.5 % fra endnu større dyp.

Dette verificerer den velkjendte, ogsaa ovenfor (s. 10) omtalte erfaring, nemlig at sjøalmene gennemgaaende er avsat paa noksaa grundt vand.

I Lilla Jänisjärvi indtager sjøalmavleiningerne 13.3 % av sjøens hele areal (30 km<sup>2</sup>), — i Stora Järnisjärvi (paa 162 km<sup>2</sup>) derimod kun 2.5 %. Dette staar i forbindelse med, at den sidste, ganske store indsjø jevnlig er temmelig dyp. Det er i Finland et velkjendt fænomen, at sjømalmen i regelen avsætter sig i parallelt med stranden fortløpende langstrakte felt, paa relativt grundt vand.

Ialt blev i de to sjøer foretaget 2062 „lodskud“, hvorav 227 traf malm; ved 149 av disse lodskud laa malmen paa lerbund og ved 78 paa sandbund.

Av de 227 lodskud eller prøvetagninger gav 8 mere end 50 kg. malm (tørret ved 100°) pr. m<sup>2</sup>, maksimum var 169 kg. malm pr. m<sup>2</sup>. Det gennemsnitlige udbytte pr. m<sup>2</sup> for de to sjøer var henholdsvis: 10.4 og 9.6 kg. A-malm; 14.1 og 11.5 kg. B-malm; 18.4 og 23 kg. C-malm. — Det blev mig opgivet, at dette regnedes for en lav „malmtæthed“, og at man i en mængde sjøer fik gennemsnitlig omkring 50 kg. malm pr. m<sup>2</sup>.

„Malmfangsten“ regnes nu i Finland at koste, naar man arbejder med haandkraft, 7 à 8 finske M. pr. t.; ved mudderskovle med maskinkraft derimod 3 M.

## Resumé.

Diese Abhandlung bespricht das Vorkommen von manganreichem Seeerz in Storsjön (46 km<sup>2</sup> gross, 130 m. ü. d. M.) im südlichen Norwegen, (in dem Grundgebirgsgebiet, 70 km. nordöstlich von Kristiania) und enthält dabei eine allgemeine Erörterung über die Beziehung zwischen Mangan und Eisen in den Seerzen wie auch über die getrennte Ausfällung von Mn-armem Eisenoxyd und von relativ Fe-armem Manganoxyd.

Die Seerze sind bekanntlich zu den seichten Stellen der See begrenzt. Die Hauptmenge des Erzes erscheint auf einer Tiefe bis zu 4 oder 5 m.; etwas findet sich gern auch auf einer Tiefe von 5 bis 7 m.; in untergeordneter Menge ist dabei unteres Erz in einigen schwedischen und finnländischen Seen bis zu einer Tiefe von 9 und gar bis 12 m. nachgewiesen worden. Auf noch grösserer Tiefe scheinen Seerze dagegen durchgängig zu fehlen (siehe S. 9, 10 und 38). — Die Ablagerungen beginnen nicht unmittelbar bei der Strandlinie, sondern meist auf einer Tiefe von 0.5 bis 0.8 oder 1 m.

Die Quantität des Erzes (bei 100° getrocknet) mag ausnahmsweise bis zu etwas oberhalb 200 kg. pr. m<sup>2</sup> steigen. Zwischen 100 und 200 kg. Erz pr. m<sup>2</sup> gehört jedoch noch zu den Seltenheiten. Bei den „besseren“ Ablagerungen

handelt es sich — durchschnittlich für grössere Areale — um etwa 50 kg. pr. m<sup>2</sup>; zahlreiche Ablagerungen führen jedoch nur 10 kg. und noch weniger pr. m<sup>2</sup>.

Die Erzmenge pr. m<sup>2</sup> ist somit ziemlich gering; die Ablagerungen decken aber in seichten Seen häufig bedeutende Areale, so z. B. in Storsjön 10—11 km<sup>2</sup> (s. S. 8, 9 und Fig. 8, wo die Verbreitung des Seerzes durch Punktierung dargestellt ist). Die Totalmenge von Erz erreicht aus der letztgenannten Ursache oftmals eine ganz beträchtliche Höhe. Die gesamte Erzmenge in Storsjön wird so zu rund 0,5 Mill. t., entsprechend einem Inhalt von rund 0,2 Mill. t. Eisen und Mangan, berechnet. In den finnländischen Seen wurde in den 50 Jahren 1858—1908 nicht weniger als 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Mill. t. (2 262 500 t.) Seerz gebaggert (in dieser Summe ist übrigens auch ein ganz wenig Wiezenerz einbegriffen). Für die späteren Jahrhunderte mag die gesamte Förderung von Seerz in Finnland auf 6, 8 oder vielleicht gar 10 Mill. t. geschätzt werden. — O. ASCHAN hat diejenige Menge von Humussole, die jährlich durch die finnländischen Flüsse nach der Ostsee transportiert wird, auf nicht weniger als 1,4 Mill. t. (Humussole) berechnet. — Diese Zahlenwerke über die recenten, seit der Eiszeit entstandenen Seerzablagerungen (und über die Humatmenge) machen es begreiflich, dass gigantische Erzablagerungen (wie z. B. die jurassischen Minettelager und die tertiären Manganerzlager — Manganseerzlager — in Russland) in den früheren geologischen Perioden sich durch entsprechende Vorgänge gebildet haben können.

Vorherrschend unter den verschiedenen Seerz-Varietäten sind konzentrisch-schalenförmig aufgebauten Kügelchen, meist von Erbsengrösse („Erbzenerz“), seltener von Schies-

pulvergrösse („Pulvererz“), bisweilen auch zu kleinen Scheiben („Pennigerz“ usw.) zusammengeballt. Diese Varietäten sind ziemlich fest oder hart und von gelbbrauner Farbe. Sie enthalten in der Regel 32 bis 45, durchschnittlich ca. 38—40 % Eisen und meist nur 0,75 bis 2 % Mangan; siehe die Analysen No. 1—3, S. 17 und die A-Analysen, S. 35 und 36.

Ausserdem erscheint oftmals — nicht nur zu Storsjön, sondern auch vielerorts sonst — eine schwarze, ziemlich lockere und leicht zerreibliche Erzvarietät, die durch viel Mangan (ausschliesslich oder beinahe ausschliesslich als MnO<sub>2</sub>) gekennzeichnet wird. Wir begegnen hier (siehe die Analysen 4—7) in der Regel mehr Mn wie Fe, gar bis zum Verhältniss 4 Mn : 1 Fe. Dabei enthält diese manganreiche Erzvarietät durchgängig viel SiO<sub>2</sub> (grösstenteils als gelatinöse Kieselsäure, die somit aus Lösung ausgefällt worden ist), aber andererseits durchschnittlich gerechnet etwas weniger P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als die Mn-armen, aber Fe-reichen Erbsen usw.

Es handelt sich somit bei den Seerzen um zwei getrennte Ausscheidungen, einerseits von einem Mn-armen Eisenoxyd und andererseits von einem relativ Fe-armen und dabei ziemlich SiO<sub>2</sub>-reichen Manganoxyd.

In Storsjön — wie auch mehrorts sonst — begegnet man oftmals eigentümlichen Konglomeratbildungen, indem die üblichen gelben, Mn-armen Erbsen usw. durch schwarzes, Mn-reiches Oxyd zusammengekittet sind (s. Fig. 2 und 3).

Das Verhältnis zwischen Mangan und Eisen (s. S. 24—27, 37) beträgt:

in 18 besonders Mn-reichen Seerzen aus Finnland, durchschnittlich 1 Mn : 2,2 Fe;

in den gesamten Ablagerungen zu Storsjöen, 1 Mn : ungefähr 5 Fe;

in den gesamten Ablagerungen zu Lilla, bzw. Stora Jänisjärvi in Finnland, 1 Mn : 5.6, bzw. 8 Fe;

in 35 zufällig zusammengestellten Seerzen aus Schweden, durchschnittlich 1 Mn : 11 à 12 Fe.

Dies ergibt einen relativ hohen durchschnittlichen Mn-Gehalt, nämlich *en bloc* gerechnet 1 Mn : etwa 10 à 12 Fe.

Die Gesteine enthalten bekanntlich durchschnittlich gerechnet ca. 4.5 % Fe und ca. 0.075 % Mn, somit 1 Mn : ca. 60 Fe (die basischen Eruptivgesteine durchschnittlich 1 Mn : ca. 100 Fe und die sauren 1 Mn : ca. 30 Fe).

Die Seerze ergeben mit Sicherheit einen — im Verhältnis zu Fe — höheren Mn-Gehalt als die Gesteine. Dies mag darauf beruhen, dass bei der Verwitterung der Gesteine — Schutt, Lehm usw. mitgerechnet — Mn relativ leichter wie Fe in Lösung hinübergeführt wird. Auch in den, aus Lösungen nahe der Erdoberfläche herrührenden und durch Sedimentation bzw. Metasomatose entstandenen Eisen- und Eisen-Mangan-Erzvorkommen finden wir *en bloc* gerechnet einen relativ hohen Mn-Procent, nämlich etwas mehr Mn als nach dem Verhältnis 1 Mn : 60 Fe. — Andererseits geht durch kaltes Wasser nur eine winzige Menge Al in Lösung. Der  $Al_2O_3$ -Gehalt der Seerze rührt ausschliesslich oder beinahe ausschliesslich von mechanisch beigemengtem Ton her. — Aus dem relativ hohen Mn-Gehalt der Lösungen folgt ferner, dass die ursprüngliche Heimat des Mangans und des Eisens der Lösungen nicht in dem — praktisch gerechnet Mn-freien — Schwefelkies oder Magnetkies, sondern in den Fe-Mg-Silikaten der Gesteine zu suchen ist. Es dürfte namentlich die in den Silikaten eingehenden Fe- und

Mn-Oxydulverbindungen sein, die in Lösung übergeführt werden.

Bei der Verwitterung, wo die Humussäuren eine wichtige Rolle spielen, entsteht, zufolge den Untersuchungen von OSSIAN ASCHAN (Helsingfors, 1906) zuerst in Wasser lösliches Eisenoxydulhumat. Dieses wird nach und nach zu Eisenoxydhumat oxydiert, das sich eine Weile kolloidal-löslich in Wasser halten mag, das aber späterhin, und zwar als Eisenoxydhumat ausgefällt wird. Diese Verbindung liefert das Rohmaterial für die Erbsen usw. der Seerze, indem das Humat durch organische Tätigkeit (besonders Bakterien) zerstört wird.

Auch das Manganoxydulhumat ist in Wasser löslich; durch Oxydation entsteht aber, fortwährend zufolge ASCHAN'S Untersuchungen, kein Manganoxydhumat. Vielmehr scheidet sich nach und nach direkt etwas Manganoxyd (Superoxyd) aus.

Das Mn-Humat verhält sich somit bei der Ausfällung in anderer Weise wie das Fe-Humat. Die Fe- und Mn-Verbindungen werden, obwohl nicht quantitativ scharf, getrennt ausgefällt, und hierdurch lässt sich das getrennte Auftreten, einerseits von Mn-armem Eisenoxyd und andererseits von relativ Fe-armem Manganoxyd in den Seerzen erklären.