SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser. N:o 297.

ÅRSBOK 13 (1919) N:o 6.

SÖDRA OCH MELLERSTA SVERIGES SJÖ- OCH MYRMALMER

DERAS BILDNINGSHISTORIA, UTBREDNING OCH PRAKTISKA BETYDELSE

AV

EINAR NAUMANN

MED 4 TAVLOR

RESÜMEE IN DEUTSCHER SPRACHE

Pris 2 kr.

STOCKHOLM 1922

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

202059

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser. N:o 297.

ÅRSBOK 13 (1919) N:o 6.

SÖDRA OCH MELLERSTA SVERIGES SJÖ- OCH MYRMALMER

DERAS BILDNINGSHISTORIA, UTBREDNING OCH PRAKTISKA BETYDELSE

AV

EINAR NAUMANN

MED 4 TAVLOR

RESUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE

STOCKHOLM 1922

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

202059

INNEHÅLLSÖVERSIKT.

Sid.

Inledning 1

I. Malmfrågans allmänna innebörd 3

I. Definition av begreppen sjö- och myrmalmer 3
II. Sjö- och myrmalmfrågans allmänna ställning inom den på området föreliggande litteraturen 4
III. Malmbildningens allmänna princip 7
1. Kemiska förutsättningar 7
2. Biologiska faktorer 8
3. Formbildningsproblemet 12

II. Sjömalmernas bildningshistoria och förekomst 15

I. Undersökningsområde 15
1. Lamhultsområdet 17
2. Åminneområdet 20
3. Husebyområdet 20
II. Undersökningarnas tekniska förutsättningar 21
III. Sjömalmernas bildningsprincip 27
IV. Sjömalmsformernas terminologi 29
V. Malmernas fördelning inom den eulimniska zoneringen 37
VI. Sjömalmernas kemiska struktur 47
VII. Järnmalmens formbildningsproblem 52
1. Konkretionsbildningens princip 56
2. De olika malmformerna och deras beroende av initialmaterialets beskaffenhet 58
3. Den alloktona förnan som initial 59
4. Sand, grus och klapper som initialmaterial 61
5. Koprogena bildningar som initialmaterial 67
6. Initialmaterial, producerat genom den högre växtlighetens mekaniska inflytande på bottnen 76
7. Vävnadsfragment av högre vattenväxter och annan autokton förna som initial 79
8. Skelettrester av mikroorganismer som initialmaterial 80
9. Molluskernas kalkskelett som initial 84
10. Den totala bottenförjärningens princip 87
11. Om sambandet mellan sjötyp, initialmaterial och malmform 89
12. Sammanfattning 92

Sid.

VIII. Manganmalmernas formbildningsproblem 92
IX. Sjömalmsfältens sekundära omvandlingar 94
1. Järnmalmens övergång i manganmalm 94
2. Sekundära konglomeratbildningar 98
3. Malmens »generationer» 101
X. Sjömalmens mikroskopiska struktur 103
XI. Sjömalmernas kvantitativa fördelning över sjöbottnen 108
XII. Sjömalmens ålder 110
XIII. Sänkta malmsjöar 114
XIV. Sjömalmens homologier 117
XV. Södra och mellersta Sveriges sjömalmsförekomster 119

III. Myrmalmens bildningshistoria och förekomst 123
I. Undersökningsområde 123
1. Lamhultsområdet 124
2. Åminneområdet 124
II. Undersökningarnas tekniska förutsättningar 126
III. Myrmalmernas bildningsprincip. — Malmformernas terminologi . . . 127
IV. Myrmalmernas formbildningsproblem 134
V. Myrmalmslokalernas allmänna fysionomi 142
VI. Myrmalmernas kemiska struktur 147
VII. Myrmalmernas kvantitativa förhållanden 151
VIII. Myrmalmens homologier 153
IX. Södra och mellersta Sveriges myrmalmsförekomster 154

IV. Om sambandet mellan sjö- och myrmalmer 155

V. De svenska sjö- och myrmalmernas praktiska betydelse 157

Litteraturförteckning 174
Resumé 178

Tavlor:

1. Karta över Lamhultsområdet.
2. » » Åminneområdet.
3. Djup- och malmkarta över Vidöstern.
4. Sjö- och myrmalmernas utbredning inom södra och mellersta Sverige.

Inledning.

Det är en stor mängd av specialfrågor från de mest skilda områden av naturforskningens vidsträckta fält, vilka samla sig under sjö- och myrmalmsbildningens gamla problem. Det har också från olika synpunkter debatterats i snart ett sekel. Specialpublikationerna äro därför ävenledes rätt talrika. Fortfarande har dock varje enhetlig behandling av dessa frågor saknats, och ännu äro betydelsefulla detaljer fullständigt outredda.

Klart torde visserligen vara, att det på naturforskningens nuvarande, i hög grad specialiserade ståndpunkt måste bli förknippat med mycket stora vanskligheter att samla alla dessa — ännu delvis alldeles outredda, delvis mycket oklara — detaljfrågor till en enhetlig belysning av problemet. Jag har emellertid med den föreliggande avhandlingen vågat försöket att med utgångspunkt från allmänt limnologiska synpunkter lämna en allsidig framställning av sjö- och myrmalmsfrågan, sådan densammas innebörd numera, på grundval av andras och mina egna undersökningar, torde kunna formuleras. Som slutgiltigt och i alla hänseenden löst kan visserligen problemet ännu icke på långa vägar betraktas. I mycket stora drag är dock så fallet, och på de områden, där ännu inga absoluta fakta kunna framläggas, torde i varje fall en distinkt frågeställning för kommande undersökningar vara möjliggjord. Att lämna en på egna fälterfarenheter och på andras och egna studieresultat grundad sammanfattande översikt över sjö- och myrmalmsbildningens stora problem, sett från enhetligt limnologiska synpunkter och sådant det framträder i ljuset av våra dagars forskning — det är alltså avsikten med föreliggande arbete. Det avser sålunda ingalunda att lämna en slutgiltig lösning av problemet, men väl en enhetlig och översiktlig framställning därav, icke minst som en utgångspunkt för framtida specialundersökningar, för vilka frågeställningen på grundval därav torde kunna formuleras med en högre grad av precision, än som hittills varit fallet.

De undersökningar, som ligga till grund för den följande framställningen, ha i större eller mindre utsträckning sysselsatt mig under

åren 1914—1919. Sveriges geologiska undersökning — på vars initiativ sjömalmsproblemet redan 1912 avsågs att upptagas till en ny behandling — har beviljat de för mina fältarbeten erforderliga anslagen. Såväl härför, som ock för det intresse, varmed mina arbeten städse följts av honom, ber jag att även här få uttala mitt vördsamma tack till dess chef, Överdirektören Fil. Dr. A. GAVELIN.

Bland dem, vilka i särskild grad understött mig vid mina fältarbeten, ber jag att i första hand med vördsam tacksamhet få nämna Baron A. LILLIECREUTZ på Åminne, Kärda. Så ock A.-B. Ferrums masugn och verkstäder, vid vars malmupptagning på Vidöstern jag haft tillfälle till många lärorika studier. För visad gästfrihet ber jag ävenledes få uttala mitt tack till Brukspatron J. S. STEPHENS på Husaby bruk. Sist men icke minst ber jag få tacka ingenjören O. LARSSON för den angenäma och lärorika tid jag haft tillfälle tillbringa vid Åminne bruk. Dit och till den Biologiska Stationen vid Aneboda, Lamhult, ha också mina väsentliga fältkvarter varit förlagda. Den slutgiltiga bearbetningen av materialet har verkställts vid Botaniska Laboratoriet i Lund.

* * *

Det kartmaterial, som illustrerar denna avhandling, har dels (översiktskartan över södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer) framställts vid Sveriges geologiska undersökning, dels (malmkartan över Vidöstern) ställts till förfogande av A.-B. Åminne bruk. De allmänna synpunkter beträffande sjö- och myrmalmernas regionala uppträdande inom södra och mellersta Sverige, vilka framgå av översiktskartan, ha till väsentlig del (sid. 119—122) sammanställts av Överdirektören Dr. A. GAVELIN.

En del fotografier ha ställts till mitt förfogande av A.-B. Åminne bruk samt av ingenjör O. LARSSON. Där ej annat angives, härrör emellertid illustrationsmaterialet från mina egna arbeten. Vid framställningen av det makrofotografiska materialet har jag därvid delvis biträtts av min vän preparatorn OTTO MATTSSON i Lund, vilken jag ävenledes här ber att få tacka för gott samarbete.

* * *

Den föreliggande framställningen förelåg i tryckfärdigt skick våren 1919. Under de år, som sedan dess gått, ha ett flertal härmed sammanhängande specialfrågor varit föremål för närmare studier. Emellertid har jag nu icke kunnat taga någon annan hänsyn till dessa studier, än att litteraturförteckningen kompletterats därmed. De innebära f. ö. alla en vidare utveckling av här närmare klarlagda synpunkter.

I. Malmfrågans allmänna innebörd.

1. Definition av begreppen sjö- och myrmalmer.

En närmare definition av begreppen sjö- och myrmalmer är ingalunda överflödig. Visserligen ligger definitionen redan rätt klar i själva benämningarna. Icke desto mindre användas desamma mycket ofta om varandra, utan nämnvärd åtskillnad. Understundom utbytas de mot facktermen *limonit*, som emellertid får beteckna såväl ett allmänbegrepp som också endera sjö- eller myrmalmer. Språkligt sett är det sistnämnda det enda korrekta, eftersom limonit bör härledas ur gr. *λειμων*, »äng». Någon specifik fackterm för sjömalmer torde däremot icke ha kommit till utveckling. Beteckningarna sjö- och myrmalmer resp. limonit användas alltså merendels om varandra. I bästa fall kallar man fastmarkens malmer för myrmalmer, sjöarnas för sjömalmer. Den rådande terminologiska oklarheten är i varje fall påtaglig.

För min del vill jag emellertid tillämpa en skarp genetiskt accentuerad åtskillnad mellan dessa begrepp. Sålunda betecknar jag som *sjömalmer* över huvud taget endast de malmer, *vilka uppstått på bottnen av sjöar* — alldeles oavsett om de numera intaga ett dylikt läge eller till följd av igenväxning och sjösänkning eller andra faktorer befinna sig i en annan markprofil. I överensstämmelse härmed betecknar jag som *myrmalmer* endast de malmer, *vilka uppstått på, i eller under fuktig eller översilad mark.* — Indelningen grundas alltså genetiskt, och det nuvarande läget tillerkännes därvid ingen betydelse.

Sjö- och myrmalmerna representeras merendels, som vi i det följande skola närmare utreda, av var sina morfologiskt väl karakteriserbara typer. Det vållar därför på det stora hela taget icke någon svårighet att med skärpa upprätthålla ovan lämnade definition.

Jämsides med de typiska malmerna uppträda emellertid en serie bildningar av *ockra*. Jag inrangerar desamma under sjö- och myr-

malmerna i en mera vidsträckt mening och skiljer dem liksom malmerna i två grupper.

I överensstämmelse med ovan utvecklade synpunkter erhålla vi alltså denna genetiska gruppering av här ifrågakommande bildningar:

Sjömalmer, vilka samtliga uppstå i relativt ytliga slamlager, som stå i direkt kontakt med bottenvattnet.

A. Verkliga malmer av typerna krut, ärter, bönor, penningar, skragg o. s. v.

B. Lösa ockror, här merendels endast ett förstadium till de verkliga malmerna. Kunna utbildas som specifika skikt men uppträda ofta nog endast i form av ockerhaltiga gyttjor, varur den vanliga malmen sedan diagenetiskt framgår.

Myrmalmer. Uppstå antingen nere i vattensjuk mark eller ock på ytan av översilad mark. I enlighet härmed särskiljer jag:

I. Malmer, vilka uppstå nere i markprofilen.
   A. Verkliga malmer av typerna kant- eller kakmalm.
   B. En lös ockra, som endast representerar ett förstadium till den verkliga malmen.

II. Malmer, vilka uppstå på ytan av en översilad mark.
   A. Verkliga malmer torde här alldeles saknas.
   B. Lösa ockror, *vilka merendels representera fullt självständiga bildningar, utan genetiskt sammanhang med de verkliga myrmalmerna.*

Sjö- och myrmalmerna erbjuda alltså redan morfologiskt helt olika typer, och ett särskiljande av desamma bör alltså redan från dessa synpunkter icke vålla något besvär. De verkliga malmerna äro till följd av den utfällda ockrans koncentration i resp. kring vissa bestämda initialer hårda och fasta samt visa en bestämd struktur. I motsats härtill äro ockrorna lösa och flytande som en rent amorf, okonsoliderad fällning. Ockror representera alltid malmens förstadium. Definitiva ockerbildningar, vilka alltså icke leda vidare till de verkliga malmernas utdifferentiering, äro karakteristiska för myrmalmens bildningsmiljöer men torde så gott som saknas inom ramen för sjömalmernas.

II. Sjö- och myrmalmsfrågans allmänna ställning inom den på området föreliggande litteraturen.

Den förste, som lämnade en mer ingående skildring av sjö- och delvis även myrmalmernas uppkomst, var F. M. STAPFF med sitt ar-

bete härom av år 1865. STAPFF sammanställer här en stor mängd detaljuppgifter från äldre forskare — såsom BISCHOF, CRONSTEDT, EHRENBERG, KINDLER, LIEBIG, RINMAN, SENFT, SWEDENBORG, WALLERIUS, WIEGMANN m. fl. — och lämnar med stöd av egna undersökningar en ingående framställning särskilt av sjömalmernas genesis. Han förklarar dem som en anrikning genom upplösning och utfällning av det järn, som finns i omgivningarnas lättvittrade bergarter i form av dioriter, gnejser o. s. v. Det kemiska förloppet vid utlösning och utfällning skildras ingående efter den tidens kemiska synpunkter. Biologiska synpunkter saknas icke härvidlag men inskränka sig merendels till en refererande framställning av äldre forskares resonemang — särskilt EHRENBERGS. Sjömalmernas vertikala utbredning och deras olika formtyper upptagas däremot av STAPFF endast till en mera kortfattad behandling.

Efter STAPFFS arbete följa en serie smärre publikationer av olika forskare, avseende en eller annan av de talrika specialfrågor, som tillhöra sjömalmsproblemet. Jfr av under denna äldre period fallande publikationer f. ö. särskilt ARPPE, CRONQVIST, THORELD.

Det är STAPFFS mycket stora förtjänst att först ha försökt en enhetlig, sammanfattande utredning, i första hand av sjömalmsproblemet, från geologiskt-mineralogiska, kemiska och delvis även biologiska synpunkter. Klart är ju emellertid, att alla dessa vetenskapsgrenars snabba utveckling, särskilt under åren kring sekelskiftet, i många hänseenden numera måste betinga en helt annan syn på saken, än den STAPFF hade.

Den nyare litteraturen har följt mera speciella vägar, och sjö- och myrmalmsproblemet har underkastats en mera ingående analys såväl i kemisk som i biologisk riktning från den ståndpunkt, som nutidens forskning på dessa områden uppnått. Något försök till en sammanfattning av frågan i dess helhet har dock ännu icke lämnats från nutida utgångspunkter.

Grundläggande för vår nutida uppfattning om sjö- och myrmalmsproblemet är från *kemiska* synpunkter O. ASCHAN's berömda avhandling av år 1906 om humusämnena i de nordiska inlandsvattnen. ASCHAN har därvid ställt *humusämnenas kemi* i förgrunden, såsom varande den faktor, i relation till vilken malmfrågan först och främst måste studeras. På grundval av dessa arbeten och med utgångspunkt från den nutida kolloidkemien ha sedermera AARNIO och ODÉN närmare utvecklat detta problem. Principen för järnets mobilisering ur berggrund och lösa jordlager, dess vandring och utfällning torde härmed från kemiska synpunkter numera få anses rätt väl klarlagd. Härmed är också en viktig grund lagd för en vidare bearbetning av

problemet från nutidens biologiska synpunkter. — En serie frågor av övervägande kemisk resp. mineralogisk innebörd har behandlats av VOGT i ett flertal publikationer.

Den förste som i nyare litteratur upptagit frågan om sjö- och myrmalmernas beroende av *biologiska* förhållanden är MOLISCH (särskilt l. c. 1892, 1910). Han har emellertid behandlat spörsmålet exklusivt biologiskt och ingalunda haft sin utgångspunkt i sjö- och myrmalmsfrågan. Fastmer behandlar han densamma städse i förbigående. Sålunda upptog han först i samband med sina studier över järnbakteriernas fysiologi spörsmålet om sjömalmsbildningens samband med bakteriologiska faktorer — ett område, som redan beträtts av EHRENBERG och WINOGRADSKY. Den förstnämnde var ju över huvud taget böjd att i det organiska livet — och särskilt inom den mikrobiologiska världen — se en av de viktigaste geologiska faktorerna för jordytans gestaltning. Järnmalmernas bildningsförutsättningar såg han därför framför allt också i vissa av honom upptäckta järnutfällande bakteriers — han kallade dem »infusorier», en beteckning som senare tiders mikrobiologiskt synbarligen föga initierade geologer fortfarande avskriva — livsverksamhet. WINOGRADSKY utvecklade närmare denna tanke, som också under 1800-talets senare hälft var mycket gångbar. MOLISCH har, stödd på experimentella arbeten, företrätt en rent motsatt åsikt och frånkänt de morfologiskt påvisbara järnbakterierna varje mera ingående roll härvidlag. Enligt hans mening representerar sjö- och myrmalmernas bildningshistoria väsentligen ett problem av fysikaliskt-kemisk innebörd. Han framhåller dock i en del senare publikationer därjämte även den fanerogama växtvärldens betydelse vid dessa processer — en faktor, som dittills varit så gott som förbisedd. Så gott som hela den moderna järnbiologiska litteraturen finnes sammanställd hos MOLISCH (1910). Vi återkomma i det följande mera utförligt till dessa frågor, vilka senare av SÖHNGEN (1914) och helt nyligen (1919) av HARDER upptagits till behandling från delvis helt nya utgångspunkter.

Med de anförda publikationerna är listan på den nyare litteraturens större arbeten genomgången. Smärre detaljer ha därjämte bl. a. utretts av J. ASCHAN, KOLKWITZ, WELTNER, WESENBERG-LUND — publikationer, vartill vi i det följande ävenledes återkomma.

III. Malmbildningens allmänna princip.

1. Kemiska förutsättningar.

Sjömalmernas bildning försiggår på bottnen av sjöarna — men urmaterialet tillhör omgivningarna. Detta är den grundläggande principen, som nu i mera än 50 år varit allmänt erkänd. Myrmalmerna representera en annan facies av samma företeelse. Det sätt, varpå järnet i omgivningarna mobiliseras och sedan med grundvattnet kommer i vandring, har först mera ingående skildrats av STAPFF (1865), vilkens åsikter sedermera kompletterats med nyare rön och från enhetliga synpunkter sammanställts av HJ. SJÖGREN 1891. Denna äldre forskning utredde från sina synpunkter järnets transport resp. utfällning som svavelsurt, kolsyrat och humussyrat salt. Det torde vara onödigt att här vidare ingå på dessa uppfattningar, vilka upprepats i så gott som hela den föreliggande litteraturen ända fram till våra dagar. Malmfrågans kemiska förutsättningar ha dock i ljuset av nutidens kolloidkemi kommit i en helt annan ställning.

Sjö- och myrmalmernas kemi kan också endast från kolloidkemiska synpunkter närmare utredas. ASCHAN har genom sina undersökningar över humusämnena lagt grunden till den utredning av frågan, som sedan förts vidare av AARNIO och ODÉN. Den nutida uppfattningen i dessa frågor torde korteligen i överensstämmelse med ODÉN (1919) kunna resumeras på följande sätt:

1. Järnets *utlösning* ur de lösa jordlagren i form av lättvittrande grusavlagringar (av järngnejs, diorit o. s. v.) betingas i första hand av humussyrornas inverkan.

2. Vid *transporten* — vilken *naturligtvis* uteslutande är tänkbar genom grundvatten — torde järnet som ferrojon i kombination med anionen HCO_3 — alltså i form av surt ferrokarbonat, $Fe(HCO_3)_2$ — spela en mindre betydande roll. Av betydligt större vikt är däremot kombinationen av ferro- och ferrijoner med humussyror till humater i verklig och kolloidal lösning. Andra lösningar torde i jämförelse härmed spela en mycket underordnad roll.

3. Vid *utfällningen* i sjöarnas syrgasrika strandpartier förhålla sig dessa lösningar på följande sätt:

a) $Fe(HCO_3)_2$ oxideras vid lufttillträde utan vidare till $Fe(OH)_3$. Fällningen har karaktären av ett finkornigt präcipitat med elementardelar av c:a 1 μ diameter.

b) Vid humussyrornas oxidation frigöres järn i form av ferro- och ferrijoner. Dessa koagulera andra mindre oxiderade humusämnen, och

man får ett finkornigt präcipitat av samma typ som i a, ehuru här bestående av järnhumater.

AARNIO ser i motsats härtill den viktigaste principen för järnvandringen däri, att den kolloida järnoxidsolen icke utfaller, om lösningen innehåller vissa bestämda mängder av humus. Han fann sålunda en utfällning inom gränsvärdena 1 Fe_2O_3 : 0.2 humus → 1 Fe_2O_3 : 3 humus. Håller alltså lösningen mera än den 3-faldiga mängden humus, så uteblir fällningen. Detta är *transportens* princip. Vid järnlösningens framträdande på sjöbottnen rubbas ju emellertid koncentrationen, och *utfällningen* kan alltså helt enkelt förklaras som effekten av en utspädning. Det torde emellertid icke f. n. kunna avgöras, i vad mån denna uppfattning jämsides med den av ODÉN utvecklade möjligen kan ha sin tillämplighet. Vad i övrigt detaljerna av malmbildningens kemi beträffar, hänvisar jag till ovan anförda arbeten, av vilka ODÉNS av år 1919 torde innefatta det väsentliga av de nutida uppfattningarna härom.

Den kemiska forskningen kan numera under alla omständigheter mycket väl förklara, varför järnet kommer i vandring och varför det sedan utfälles på sjöbottnarna i strandens relativa närhet eller också på översilad mark eller också i ytligare markhorisonter. Processerna — sannolikt föreligga de väl f. ö. ofta kombinerade med varandra — må härvid gestalta sig huru som helst. Sluteffekten blir dock densamma: merendels en finkornig ockra. Steget härifrån och till den egentliga malmens slutstadium förefaller oerhört, och den kemiska forskningen har heller icke fört det gamla formbildningsproblemet närmare dess lösning. Vi skola emellertid i det följande finna, att dessa spörsmål i själva verket äro relativt enkla. De falla också snarast inom den fysikaliska kemiens område. *En rent kemiskt-fysikalisk klarläggning av hela sjö- och myrmalmsproblemet i vad detta angår järnets första utfällning som ockra eller ockergyttja och dennas därpå skeende diagenes till den definitiva malmen är alltså teoretiskt sett fullt möjlig.* Däremot äro de kemiska förutsättningarna för manganmalmernas bildningshistoria alltjämt fullständigt outredda.

2. Biologiska faktorer.

Redan en ytlig överblick över förhållandena i naturen måste tydligen göra det sannolikt, att vi därstädes överhuvudtaget i en mycket stor skala måste räkna med biologiska faktorer även vid sjömalmernas första utfällning på sjöbottnen i form av limnisk ockra eller ockergyttja lika väl som på de lokaler, där myrmalmernas utfällning går

av stapeln. Det är ju också i första hand livet självt, som skapar myrmalmsbildningens första förutsättningar. Ty utan liv ingen humus; och utan humus heller icke denna masstransport av järnet i stor skala inom våra trakter. Och, vi kunna nu tillägga det, heller icke någon utfällning, där icke livet på ett eller annat sätt i större eller mindre utsträckning uppträder som en medverkande part.

Men spelar då livet en *mera betydelsefull* roll även vid det järnhaltiga materialets utfällning? I själva verket måste detta anses som ganska antagligt. Vi känna ju nämligen numera ett stort antal organismer, som utfälla järnet i form av ett exoskelett. Vidare är växtvärldens miljöförändrande inflytande under alla omständigheter påfallande.

De biologiska faktorernas betydelse för själva utfällningsprocessen torde därför lämpligen böra betraktas från följande synpunkter:

I. Växtvärldens inflytande på miljön.

A. På vattnet.

Härvid torde särskilt dessa förhållanden böra beaktas, vilka dels betinga en förändring av den allmänt vattenkemiska miljön och därmed också inverka förändrande på järnföreningarnas utfällningsmöjligheter:

a) Samtliga gröna växter kunna naturligtvis genom sin av assimilationen beroende syrgasproduktion föranleda en utfällning av järnföreningar, vare sig dessa föreligga i form av Fe $(HCO_3)_2$, som direkt oxideras till $Fe(OH)_3$, eller ock i form av humater, därvid först humussyran oxideras och sedan det som jon frigjorda järnet koagulerar andra, ännu ej så långt oxiderade humusämnen.

b) Talrika gröna vattenväxter producera i ljus alkalier, vilka diffundera ut i vattnet. MOLISCH (1910) har närmare analyserat dessa företeelser i deras relation till järninkrustationernas uppkomst.

c) Möjligen kan en oxidation av humusämnen — angående vars effekt man jfre under a) — även försiggå på biologisk väg. Häröver saknas dock tills vidare varje experimentell utgångspunkt. Jfr dock HARDER 1919. Talrika bakteriologiska processer kunna i varje fall betinga en utfällning av såväl järn- som manganoxider. Jfr SÖHNGEN 1914.

Genom dessa olika processer förändras alltså den kemiska miljön till fördel för järnets utfällning, vare sig densamma sker mera diffust i vattnet eller också direkt kring växternas blad och stänglar. *Samtliga dessa faktorer måste naturligtvis i stor utsträckning förutsättas så-*

väl på sjöbottnar, som ock delvis på eller i den mark, där vissa av myrmalmerna uppstå.

B. På bottnen.

Växternas inverkan på bottnens ursprungliga beskaffenhet — som ävje- och gyttjeproducenter, genom rötternas uppluckrande effekt o. s. v. — torde näppeligen vara av någon mer ingående betydelse för järnmaterialets *primära utfällning* men spelar däremot för den senare följande separatanrikningen — som vi i det följande skola finna — ofta en mycket betydelsefull roll. *I alldeles särskild grad gäller detta för de myrmalmer, vilka tillhöra en djupare markhorisont.*

II. Den lägre växtvärlden som speciellt järnutfällande faktor.

Talrika lägre växter utmärka sig genom en speciell anrikningsförmåga med hänsyn till järnet, som därför också här ofta nog avlagras i form av ett »exoskelett». Vi behandla här några hithörande typer för sig men foga dock härtill den nästan självklara anmärkningen, att samtliga dessa mikroorganismer av växtlig ämnesomsättning naturligtvis därjämte måste betraktas från alldeles samma synpunkter som de ovan under I A angivna. *Möjligt är, att flertalet av dessa faktorer överhuvudtaget endast kunna förutsättas för sjömalmsfält resp. för den översilade mark, där vissa av myrmalmens typer komma till utbildning.*

Av de speciella järnorganismerna torde särskilt böra anföras:

a) Skelettbildande mikroorganismer, där järnanrikningen väsentligen är att betrakta som ett rent kemiskt-fysikaliskt, till slembildningar knutet fenomen. Exempel: *Chlamydothrix ochracea* enligt MOLISCH 1910. Sannolikt är flertalet av de *siderofila organismerna* att hänföra till denna grupp.

b) Skelettbildande mikroorganismer, där järnets anrikning verkligen intimt sammanhänger med ämnesomsättningens egentliga grundprincip — autotrofi med kemosyntes med $Fe(HCO_3)_2$ som energikälla. Järnbakterietyper i ordets egentliga mening. Enda kända exempel: *Spirophyllum* enl. LIESKE.

c) Mikroorganismer, vilka betinga en utfällning av järnoxider utan att egna exoskelett därav utbildas. I motsats till de skelettbildande formerna *icke* morfologiskt påvisbara. Jfr vidare under I A c.

I vilken utsträckning göra sig nu dessa faktorer gällande på de nivåer, där malmerna bildas?

Redan den äldre litteraturen framhöll sjömalmernas litorala uppträdande och satte detsamma i samband med vegetationsförhållandena här. Sålunda framhöll och bevisade på sin tid STAPFF (1865), att växtvärlden överhuvudtaget måste tillerkännas en mycket stor betydelse vid dessa processer, såväl genom en direkt utfällning av järnet i det kringvarande vattnet, som ock genom den anrikning av järn i de levande växterna, vilken efter deras död och förmultning kunde komma »malmgyttjan» till godo. STAPFF hänvisade även till de EHRENBERGska infusoriernas — eller numera rättare sagt trådjärnbakteriernas — livsverksamhet, utan att dock härtill kunna lämna några nya bidrag i en mera positiv riktning.

En följande tid uppehöll sig däremot — stödd på WINOGRADSKYS första grundläggande undersökningar (1888) — ensidigt just vid de morfologiskt påvisbara järnbakterierna som malmproducenter. Sedan emellertid MOLISCH (1892, 1910) visat, att såväl sjö- som myrmalmerna merendels voro i avsaknad just av dessa bakteriers mycket resistenta lämningar, måste dock denna teori i stort sett förfalla. Den kvarlever dock på sina håll inom geologisk litteratur, vilken ännu icke hunnit förbi 80-talets biologiska problemställningar på detta område.

Liksom för de högre växterna sammanhänger järnutfällningen för flertalet järnbakteriers vidkommande här ej med några mera ingripande förhållanden i ämnesomsättningens fysiologi. Om därför den fysiologiska typ, som arbetar med kemosyntetisk assimilation av CO_2 med oxidationen $Fe(HCO_3)_2$, $\rightarrow$ Fe_2O_3 som energikälla, verkligen existerar, så måste den representera utomordentligt sällsynta undantagsfall. Bevisad är den f. n. endast för en enda järnbakteries vidkommande — för *Spirophyllum* enl. LIESKE 1911. Detta är emellertid — som MOLISCH (1910) visat genom experimentella studier över den kända järnbakterien »*Leptothrix*» (= *Chlamydothrix ochracea*, på vars förhållande dock även WINOGRADSKY en gång uppbyggde sin stora teori över järnbakteriernas fysiologi och dess betydelse för malmbildningen!) — *undantag*, ej regel. Fastmera beror järnutfällningen hos järnbakterier och flertalet andra undersökta järnorganismer — jfr ävenledes GAIDUKOV 1905 — på helt andra och mera »normala» fysiologiska faktorer: av produktion av alkalier och O_2 vid assimilationen, av slemmantlarnas fysikaliska beskaffenhet o. s. v.

De olika typer för järnets utfällning, som på detta sätt komma till stånd, ha redan i det föregående sammanställts.

Det är alltså under alla omständigheter självklart, att de biologiska faktorerna i praktiken måste spela en viss roll även vid sjö- och myrmalmernas utfällning. Men i vilken riktning? Kan det här bli tal

om massvegetationer av exoskelettbildande järnbakterier eller andra järnskelettförande organismer på den nivå, där malmfälten dominera? Eller är det först mera indirekt, som det organiska livet gör sig gällande, vare sig som miljöförändrare eller som producent av de specifika »initialer», vartill malmanrikningen knytes? Vi skola i det följande närmare belysa denna fråga, sådan den ter sig för sjö- resp. myrmalmsproblemets vidkommande.

Sammanfatta vi emellertid den här lämnade översikten över det organiska livets tänkbara samband med de olika malmernas uppkomst, så erhålles denna översikt:

A. För sjömalmernas genesis.

1. Den högre resp. lägre växtvärlden som miljöförändrare.
2. Den specifika vegetationen av skelettförande järnorganismer.
3. Rotsystemets och den lägre djurvärldens biologiskt-mekaniska inflytande på bottnen.

B. För myrmalmernas genesis.

A. För de till en översilad mark hörande malmtyperna. Som ovan.

B. För de till en något djupare horisont hörande malmtyperna. Väsentligen kan här endast rotsystemets biologiskt-mekaniska inflytande på bottnen ävensom vissa bakteriella processer komma i fråga.

Huru dessa faktorer i verkligheten göra sig gällande vid sjö- och myrmalmernas uppkomst skall i det följande närmare utredas. I stort sett finns det emellertid icke någon biologisk faktor, som kan förklara *de olika malmformernas* uppkomst. Själva *utfällningsproblemet* måste därför hållas väl isär från *formbildningsproblemet.* För det förras vidkommande möjliggör redan den föreliggande litteraturen en allmän orientering. Det senare är däremot ännu fullständigt oklart. Här — men icke förr — framträder också tydligt spörsmålet om den lägre djurvärldens samband med sjö- och myrmalmsbildningens problem.

3. Formbildningsproblemet.

Detta är alltså ännu i själva verket alldeles outrett. För myrmalmernas vidkommande har det överhuvudtaget ännu knappast upptagits till behandling. Inom sjömalmsfrågan har däremot just detta formbildningsproblem sedan gammalt med förkärlek behandlats, ehuru hittills — som vi i det följande skola finna — skäligen resultatlöst.

Den förste, som upptog spörsmålet till behandling från mera vidsträckta synpunkter, var STAPFF. Han föreställde sig, att vissa malmformer — väsentligen skraggen — helt enkelt framgingo ur en sekundär »stelningsprocess» i en först utfälld ockra. För samtliga de andra malmformernas vidkommande uppställde han emellertid den hypotesen, att de bildats *direkt under källådrors inflytande efter sprudelstenarnas princip*. Möjligheten av en konkretionsbildning till andra malmformer än skraggen genom diagenes av malmgyttjan upptogs däremot icke ens till behandling. STAPFF's hypotes figurerar i själva verket ända fram i våra dagars litteratur, om också ofta nog i en mer eller mindre specialiserad form. Som den emellertid uteslutande angår frågan om sjömalmernas genesis, vilja vi uppskjuta ett närmare skärskådande av densamma till ett senare avsnitt.

Senare författare ha som en möjlighet till de olika malmformernas uppkomst — förutom genom en vidare utveckling av STAPFF's hypotes — hänvisat till konkretionsbildningens princip, utan att dock på detta sätt kunna närmare härleda de olika malmtypernas genesis. Som ett specialfall av lokal betydelse bör därvidlag anföras den konkretionsbildning kring snäckskal, vilken faktiskt resulterar i uppkomsten av en bönmalm. Kortfattade notiser i denna riktning återfinnas i arbeten av KOLKWITZ, WELTNER, WESENBERG-LUND m. fl.

Någon tillfredsställande klarhet i formbildningsproblemet föreligger alltså ännu icke för sjömalmernas vidkommande. Och vad myrmalmsfrågan beträffar, så har detta problem ännu knappt blivit framställt.

* *
*

Blicka vi tillbaka på malmproblemets allmänna innebörd, sådan denna framställts i den föreliggande litteraturen, så torde det vara berättigat framhålla, hurusom själva det kemiska centralproblemet för järnmalmernas vidkommande under senare år måste anses vara i dess grunddrag klarlagt. I motsats härtill är den senare biologiska litteraturen mera negativ. De positiva fakta äro få. Det väsentliga är en utrangering av 1800-talets tankeställningar, vilka ju på det mikrobiologiska området sågo det väsentliga med hänsyn till sjömalmens genesis. Att från rent kemiska resp. mineralogiska utgångspunkter besvara frågan, varför järnet mobiliseras inom vissa områden, kommer i vandring och slutligen utfälles på sjöbottnen — det är oss alltså numera i stort sett möjligt.

Vad vi emellertid icke närmare känna — det är för *sjömalmernas* vidkommande dessa företeelsers närmare relation till det organiska

livet i allmänhet. Hela formbildningens problem är därtill alldeles outrett. Vid den allmänna framställning av sjömalmsproblemet, som skall lämnas i det följande, komma därför särskilt dessa specialfrågor att närmare uppmärksammas. Vad däremot *myrmalmsproblemet* beträffar, så är detsamma i själva verket så oklart, att först och främst en allmän orientering över detsammas egentliga innebörd måste anses önskvärd. En dylik skall ock lämnas i det följande, varvid även den inbördes relationen mellan sjö- och myrmalmerna kommer att uppmärksammas.

II. Sjömalmernas bildningshistoria och förekomst.

I. Undersökningsområde.

För att möjliggöra en allmän överblick över de inledningsvis skisserade problemen kan naturligtvis praktiskt taget vilket som helst mera utpräglat malmområde utväljas. Undersökningarna måste emellertid — det är en otvivelaktig limnologisk erfarenhet — läggas *komparativt* och alltså omfatta så många sjötyper som möjligt. En begränsning av arbetet till monografiering av en enda sjö skulle tvivelsutan även på detta område varit olycksbringande — ett påstående, till vilket den följande framställningen torde komma att lämna ett slående bevis. Det komparativa arbetet måste alltså bilda grundvalen för ett specialstudium av det enskilda fallet, icke tvärtom. Detta kan nog gälla generellt inom limnologien men blir naturligtvis av en särskild vikt, då en så ytterst heterogen och lokalt varierande fråga som den om sjömalmsbildningen upptages till behandling.

Principen för mina arbeten har alltså varit en komparativ undersökning av ett större antal lokaler. Jag utvalde för detta ändamål först och främst de sjörika områden av norra Kronobergs och södra Jönköpings län, vilka ligga på ömse sidor om södra stambanan mellan Rörvik—Lamhult—Ugglehult och Lidnäs stationer. I geologiskt hänseende representerar denna trakt — vilken jag korteligen kallar »Lamhultsområdet» — ett typiskt område av den del av det småländska höglandet, där berggrunden väsentligen utgöres av gnejser med en relativt ringa inblandning av dioritmaterial. Bland de lösa jordlagren dominerar krosstensgruset fullständigt. — Rörande närmare detaljer hänvisas till HUMMEL's beskrivning till det geologiska kartbladet Vexjö. — Inom detta område undersöktes under somrarna 1915—1917 ett 40-tal sjöar. Vad traktens allmänna limnologi beträffar, hänvisar jag till mina arbeten 1917 a, 1922 a. Sjöarna äro typiska moränsjöar och representera antingen klara urbergsvatten eller mer eller mindre utpräglade humussjöar. I planktologiskt hänseende sortera

de under den oligotrofa sjötypen. Bottnen utgöres av sand eller grus, överlagrad av dygyttja eller dy. Den högre vegetationen är gles och torftig utom i dysjöarnas igenväxande vikar.

Ett andra undersökningsområde förlades till trakterna kring Vidöstern. Jag betecknar det i det följande korteligen som »Åminneområdet». I geologiskt hänseende — varöver man närmare jämföre BLOMBERG's beskrivning till det geologiska kartbladet Ölmestad — överensstämmer detta principiellt med det föregående. Ävenledes här dominerar alltså gnejsen i berggrunden, men dioritinsprängningen torde dock här vara betydligt större. Bland de lösa jordlagren dominera sand och grus. Glacial lera träffas endast vid Vidöstern, som emellertid — i motsats mot samtliga andra av mig för detta ändamål undersökta sjöar — nästan fullständigt vilar på en dylik botten.

Det vidsträckta material, som dessa bägge områden lämnat, har kompletterats genom några exkursioner till Huseby-traktens sjöar. I princip ligga de geologiska förhållandena här som inom Lamhultsområdet.

Det synes mig fullt tillräckligt att på grundval av ett material som det föreliggande och under hänsynstagande till annan litteratur lämna en allmän överblick över sjömalmsbildningens problem överhuvudtaget. Vad däremot beträffar sjömalmernas utbredning inom det övriga Sverige, så har min framställning därom väsentligen uppbyggts på förut befintligt arkivmaterial. Sålunda föreligger ett mycket vidsträckt material i form av inmutningssedlar o. s. v. På uppmaning av dåvarande chefen för S. G. U. sammanställdes detta jämte övriga ur arkiv och litteratur erhållna upplysningar år 1897 av bergsingenjören C. ASPLUND, varvid också de olika lokalerna inpricktades på generalstabsblad. Det är detta av ASPLUND sammanställda material, som nu här framlägges i form av en översiktskarta, visande sjö- och myrmalmsbildningarnas förekomst inom vårt land. Med primärmaterialets insamlande och första sammanställande har jag alltså härvidlag ej haft något att skaffa. Mina fältarbeten ha uteslutande varit begränsade till ovan angivna områden, vilka jag också måste finna fullt tillräckliga för en principiell klarläggning av ämnet. Och sedan denna en gång vunnits, blir det tydligen också berättigat att på grundval härav ge den önskvärda allmänna reliefen även åt ett större områden omfattande kartverk av den typ, som det här gällt.

* *
*

Det torde icke vara erforderligt att här i tryck utförligen meddela hela det primärmaterial, vilket i form av tusentals provtagningspunkter

föreligger för de undersökta sjöarna. Detta därför, att de icke undersökts monografiskt utan efter stickprovens princip — för att få så mycket jämförande material som möjligt. För att undvika enligt min mening alldeles onödiga uppräkningar medtager jag därför i den följande framställningen endast sådana lokaliakttagelser, vilka i särskild grad kunna anses belysa här framställda resonemang — vare sig i positiv eller negativ riktning. Inledningsvis meddelar jag här en helt kort uppräkning av de undersökta sjöarna och fogar därtill för var och en några allmänt-limnologiska notiser. De speciella malmbildningstyper, som kunna vara knutna till vissa sjöar, skola i den följande framställningen upptagas till en mera utförlig behandling, därvid också en representativ sammanställning av primärmaterialet skall göras.

1. Inom Lamhultsområdet undersökta sjöar.

Allgunnen. — Denna förhållandevis stora sjö, sönderskuren i talrika vikar och uppfylld med öar och örar, samt med stränder av typisk smålandsnatur (klippor, block och grus), är sedan gammalt känd som rikt malmförande. Sålunda upptogs här på sin tid mycket malm för Ohs bruk. De mest givande malmfälten torde ligga i sjöns norra del.

Allsarpsjön. — Går bland befolkningen därjämte under benämningarna *Brohult-* och *Starhult-sjön*, vilka namn också ange särskilda delar av denna långsträckta sjö, vilka numera — efter en relativt nyligen skedd sänkning — också äro rätt väl skilda från varandra. Stränder av block och grus, erbjudande en säreget ödslig anblick genom den zonering i kala svarta (överst) och (underst) röda bälten av det sterila blockmaterial, vilket sänkningen torrlagt. Det röda bältet ger en i sin mån mycket belysande illustration till verkningsfältet av det järnhaltiga vatten, som hit framträngt. Malmförekomsterna, vilka genom sänkningen ej torrlagts, äro dock rätt obetydliga.

Barken. — Högsta mig bekanta djup 5 m.[1] — Stränder delvis fördyade blockstränder. — Sjömalm ej funnen.

Bocksjön. — Högsta lodade djup 3 m. — Grus- och blockstränder sparsamt företrädda. — Malm saknas.

[1] Då mina undersökningar väsentligen varit begränsade till de elitorala nivåerna, grunda sig dessa djupsiffror endast på ett mycket ringa antal lodskott och böra därför icke tillmätas någon större betydelse. Jag anger emellertid dylika siffror endast för de smärre sjöar, där mina arbeten verkligen fört mig ut mot den pelagiska regionens centrum. I annat fall vore de tydligen alldeles värdelösa.

Bodarydsjön — Högsta mig bekanta djup 10 m. — Stränder mest av grus och klapper. — Malm uppträder rikligt utanför desamma.

Feresjön. — Högsta lodade djup 15 ½ m. — Övervägande block- och klippstränder. — Malmbildning i stort sett begränsad till den mot N utskjutande, långgrunda viken.

Fiolen. — Högsta lodade djup 10 m. — Stränder av block och grus, till övervägande grad av en ödslig sterilitet. — Icke desto mindre saknas här enligt mina erfarenheter sjömalm. Gamla inmutningssedlar uppge visserligen motsatsen. Antingen föreligger här ett misstag; eller ock är fyndigheten ytterst begränsad.

Frejen. — Högsta lodade djup 1 à 2 m. — Dysjö, utan malm. — Stränderna utgöras delvis av dytorv, delvis av fördyade blockfält.

Furusjön. — Blockiga grusstränder, delvis rikligt malmförande.

Förhultsjön. — Högsta lodade djup 6 m. — Typiska blockstränder med grus. — Rikligt malmförande.

Gismunden. — Högsta lodade djup 8 m. — Stränder delvis av block med grus och i så fall malmförande.

Grissjön. — Högsta lodade djup 6 m. — Typiskt blockstränder med grus. — Delvis rikligt malmförande.

Hillen. — Typiskt blockstränder med grus. — Rikligt malmförande.

Hisshultsjön. — Högsta mig bekanta djup 3 m. — Typiskt blockstränder med grus. — Icke desto mindre förekommer endast ett mycket begränsat malmfält, strax nedanför Hisshults gård.

Holmseryds gårdsjö. — Högsta lodade djup c:a 9 m. — Övervägande blockstränder, tvära eller fördyade. — Malm saknas.

Holmseryds göl. — Högsta lodade djup 5 m. — Grusiga blockstränder, fördyade. — Malm saknas.

Kalven. — Högsta lodade djup 1 m. — Typisk dysjö, delvis omgiven av en högmosse. — Utan malm.

Kopparn (= sjön N om Strålsund). — Högsta lodade djup 3 m. — Stränder delvis fördyade. — Malm saknas.

Kåregårdsjön (= sjön S om Westerkvarn). — Typiskt karakteriserad av fördyade blockstränder. — Malm saknas.

Lamen. — Högsta lodade djup 3 m. — Blockstränder med grus. — Icke desto mindre finnas endast obetydliga ansatser av sjömalmsbildning.

Lygnen. — Högsta lodade djup 1 m. — Typisk dysjö, delvis omgiven av högmosse. — Sjömalm saknas.

Lången. — Stränder åtminstone i norra delen mestadels av block och grus. — Malmförande.

Myingen. — Denna lilla sjö, vars högsta djup lodades till 3 m., uppvisar övervägande blockigt grusiga stränder. — Malm förekommer emellertid endast på ett par små begränsade fläckar.

Rösjöhorva Gårdsjö. — Högsta lodade djup 6 m. — Stränder delvis blockigt grusiga. — Dock påträffades endast en liten fläck med svag tendens till malmbildning.

Skärsjön, SO om Holmseryd — Högsta lodade djup 8 m. — Stränder till stor del bestående av eroderad skogsmark, fördyade. — Malm saknas.

N. Skärsjön, N om Skärshult. — Högsta lodade djup 6 m. — Delvis blockstränder med grus, utanför vilka rikligt med malm.

S. Skärsjön, S om Skärshult. — Högsta lodade djup 3 m. — Stränder fördyade. — Malm saknas.

Stråken vid Aneboda. — Sjön utgöres av en djupare av blockiga grusstränder flankerad ränna, som i N utvidgar sig till den grunda Anebodafjärden och i S till ett likaledes grundare parti. Djupränna maximidjup torde vara 12 m. Anebodafjärden erbjuder ej större djup än 3 m., och stränderna äro här delvis fördyade. Utvidgningen i SV med dess blockiga grusstränder är mera steril och torde ha ett medeldjup av c:a 5 m. — Betydliga malmfält träffas längs djupränna stränder ävensom vid de öar, vilka i N avgränsa Anebodafjärden. Därtill är en stor del av S sjön malmförande, särskilt vid de där belägna öarnas stränder. — Ett rikligt malmfiske bedrevs här ännu på 60-talet. Malmen fördes till Torps bruk.

Susebosjön (= Kartans *Sörsjö*). — Kommunicerar med Kåregårdsjön och har typiskt samma karaktär. — Malm saknas.

Svinsjön. — Stränder delvis fördyade. — Hela sjön mycket grund. — Malm saknas så gott som fullständigt.

Lilla Värmen. — Högsta lodade djup 3 m. — Stränder delvis av block och grus, malmförande.

Stora Värmen. — Stränder delvis av block och grus, ofta nog rikligt malmförande.

Westersjön (= *Rysjön*). — Blockrika grusstränder. — Malm dock ej anträffad.

Övringen. — Blockrika grusstränder av en ovanligt markerad sterilitet. — Malm saknas åtminstone i hela N delen, ehuru elitoralen här och var uppvisar ett svagt järntillskott genom närvaron av partiellt mycket svagt järnöverfällt grus och sand.

2. Inom Åminne-området undersökta sjöar.

Bossarydsjön. — Högsta lodade djup c:a 2 m. — Stränder av sand och grus, ställvis rikligt malmförande.

Fyllerydsjön. — Till stor del rena grusstränder. — Sjön är betydligt sänkt. — Till följd av sänkningen erbjuder sjön den abnorma bilden, att malmfälten i stort sett ligga på grundare vatten än 1 m. Malmen ligger här delvis också på den torra stranden i en mäktighet av upp till en eller annan dm.

Herrestadsjön. — Stränder av grus och block. — Icke desto mindre torde de vara fullständigt malmfria. — Ett sedan gammalt känt krutmalmfält ligger emellertid vid en stenör i mitten av sjöns N del.

Kassensjön. — Högsta lodade djup 3 m. Övervägande grusiga blockstränder. Längs V stranden fördyade, med *Sparganium* som yttersta flytbladsformation. Där ej heller malm. Ö stranden däremot ej fördyad, utan *Sparganium*, med malm.

Källundasjön. — Blockiga grusstränder, delvis rikligt malmförande.

Vidöstern. — Sjön utgöres av en längs Ö stranden löpande djupränna, varifrån grundare avsnitt utbreda sig mot V. Högsta djupet uppgår i djupränna till 35 m. — Från denna djupränna avviker hela västra delen av sjön genom sin relativt grunda beskaffenhet med ett genomsnittligt djup på endast c:a 5 m. Här ligga också de egentliga malmfälten, angående vilkas kvantitativa fördelning i relation till djupförhållandena den bifogade kartan (tavl. 3) ger en närmare överblick.

Stränderna utgöras i N delen av sjöns grundare delar till stor del av ler, varemot sand-, grus- och blockmaterial behärskar hela S delen av sjön. I överensstämmelse därmed är den litorala vegetationen rikligt resp. ytterst sparsamt företrädd. — Från samtliga andra av mig undersökta sjöar avviker *Vidöstern* genom den roll, som leran spelar för dess bottenbeskaffenhet. Inom samtliga av mig undersökta grundare delar av sjön är nämligen den glaciala leran endast överlagrad av ett högst någon dm:s lager av gyttja, vadan också nutidens såväl växt- som djurvärld ävenledes betingar en vidare bearbetning av leran.

Årevedsjön. — Blockiga grusstränder, här och var något malmförande.

3. Inom Huseby-området undersökta sjöar.

Salen. — Stränder till stor del bestående av block och grus och i så fall rikligt malmförande. Malm uppträder emellertid ävenledes — ehuru mycket skraggblandad — vid örar i S delen av sjöns mitt.

Åsnen. — Har åtminstone i dess norra, av mig undersökta del i stort sett samma karaktär som Salen. Ställvis rikligt malmförande. Från bägge dessa sjöar ha stora mängder av malm upptagits för Huseby bruks räkning. Malmfisket fortgår för övrigt här ännu, enligt gamla tiders arbetssätt, ehuru endast i en mycket ringa skala.

II. Undersökningarnas tekniska förutsättningar.

Vi framhöllo redan inledningsvis, att sjömalmsbildningens kemiska förutsättningar numera torde få anses ganska väl klarlagda. De stora luckorna i vår hittillsvarande kännedom om sjömalmsproblemet ligga alltså på andra områden — de angå såväl malmens fördelning inom den limniska zoneringen, som ock i första hand spörsmålet om orsaken till malmernas ytterst växlande former i deras samband med bottenbeskaffenhet och biologiska faktorer. Det gäller alltså här frågor, vilka i första hand måste besvaras genom komparativa undersökningar ute i naturen. I första hand måste dessa inriktas på spörsmålet om malmernas beroende av olika bottenbeskaffenhet i relation till bottenavlagringarnas struktur och dess vegetationsförhållanden.

Fig. 1. Lod med dubbla provkoppar. Efter E. NAUMANN 1916. C:a 1/8.

Fig. 2. Profillodare. Efter E. NAUMANN 1917 b. C:a 1/10.

De tekniska förutsättningarna bli därför här-

vidlag till stor del liktydiga med kritiskt genomförda bottenstudier. Slamavlagringarnas struktur måste studeras på olika vertikala och horisontala nivåer. Variationen kan här vara betydlig, då nämligen sjömalmerna typiskt endast tillhöra vissa zoner av litoralen, vilka i motsats till den profundala regionen utmärka sig genom en överhuvudtaget mycket växlande bottenbeskaffenhet. Vi återkomma senare

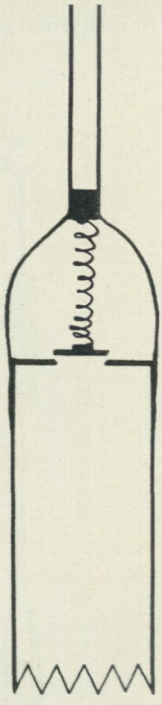


Fig. 3. Schema för O. LARSSON's malmprovare. C:a 1/5.

Fig. 4. Bottenskrapa för fältmässigt bruk. C:a 1/10.

till dessa frågor och ingå i detta sammanhang endast på det rent undersökningstekniska.

Det är fältundersökningarnas första uppgift att fastställa malmens fördelning över sjöbottnen. Jag har därvid i allmänhet följt den undersökningsgången, att arbetet börjas vid en väl markerad strandpunkt och därifrån till att börja med uteslutande under lodning föres rakt ut mot öppna sjön. Jag återvänder dock merendels strax mot stranden längs en i sned vinkel mot den förstnämnda lagd lodlinje, går sedan längs en ny linje tillbaka till öppna sjön o. s. v. Härvid måste eventuella malmfält överskäras och man får alltså en

god överblick över de allmänna zoneringsförhållandena. Först därpå tillgripas andra undersökningsmetoder än lodandet. De apparater som härvid i första hand komma till användning äro följande:

1. Ett *kopplod* av min konstruktion, med ställbara lodkoppar. Detta utskickas gång på gång, och det erhållna provet slammas direkt i den vitlackerade lodkoppen. Man får alltså härigenom reda på, var strandens grus- och sandavlagringar sluta resp. var de övergå i den profundala gyttjan. På gränsen mellan dessa zoner ligger merendels

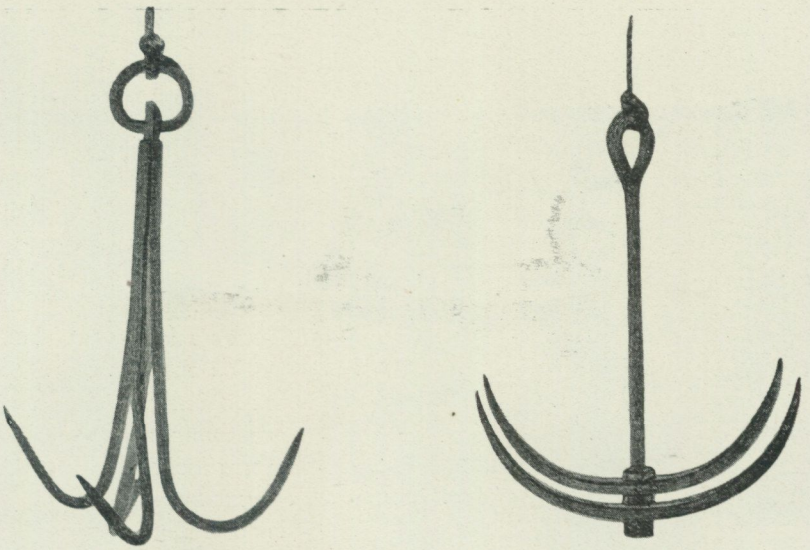


Fig. 5—6. Miniatyrdragg och sammanläggbar dragg enligt E. NAUMANN. C:a 1/4.

malmfältet. Några verkliga profiler från vissa bestämda zoner kunna dock ej uttagas med denna apparat. — Lodets konstruktion har förut utförligen beskrivits, vadan jag i dessa frågor kan nöja mig med en hänvisning till en av mina äldre publikationer (1916). Jfr f. ö. fig. 1.

2. Ett *profillod* av min konstruktion. Detta användes först där de hårda sandavlagringarna sluta och där alltså övergångszonen till profundalen börjar. Apparaten möjliggör en säker uppfattning angående de stratigrafiska förhållandena i den malmbildande zonen. — I konstruktionsfrågor hänvisar jag till min skrift härom 1917 b. Jfr f. ö. fig. 2.

3. Sedan sålunda på detta sätt en översikt över zoneringsförhållandena erhållits och typiska profiler från malmfälten och dess närhet

upptagits, övergår jag till den grövre undersökningen, vilken naturligtvis särskilt inriktas på strandregionen och i första hand på dess malmbildande zon. Därvid användes framför allt en liten lätt *skrapa* (fig. 4), vilken framföres inom, i och utanför det egentliga malmfältet. Skrapmaterialet siktas i sikt med 1 à 2 mm:s maskor. Siktningen fullständigas med en slamning (varigenom finare element, vilka passera sikten, erhållas), antingen av lodkoppmaterial direkt i den för detta ändamål vitlackerade lodkoppen eller ock av skrapmaterial t. ex.

Fig. 7. Den LARSSON'ska malmprovaren i arbete. Stången är målad i röda och vita fält, varigenom djupet omedelbart kan avläsas.

på en emaljerad tallrik. — Jämsides med skrapningen verkställes *draggning* för att därigenom komplettera den bild av vegetationsförhållandena, som den lätta skrapan merendels ger alltför ofullständigt. Jag använder härvid antingen en liten miniatyrdragg av vanlig typ, fig. 5, eller ock en liten, av mig konstruerad sammanläggbar dragg av den typ, som avbildats i fig. 6.

* *
*

Alla dessa arbeten äro tydligen rent *kvalitativa*, i första hand avseende insamlandet av så mycket material som möjligt från de olika

malmfälten. Där så befinnes önskvärt, kompletteras de emellertid med en kvantitativ analys av malmfältens fyndigheter. För detta ändamål användes en av ingenjör OSKAR LARSSON vid Åminne konstruerad *»malmprovare»*. Denna — som i ett schematiskt längdsnitt avbildats i figur 3 — utgöres av en plåtcylinder, som på en lång stång — man kan t. o. m. från roddbåt arbeta med 10 meters stänger — nedskjutes i malmlagret. Vid uppdragandet spärrar den väl insvarvade ventilen vattentillflödet uppifrån, och en kvantitativ profil kan på detta sätt upptagas även från relativt lösa bottnar.

I överensstämmelse med arbetets önskvärt komparativa läggning lägges också undersökningen utanför malmstränderna så »brett» som möjligt — efter ovan skisserat allmänna program, vars innebörd enklast torde framgå av vidstående skiss, fig. 8.

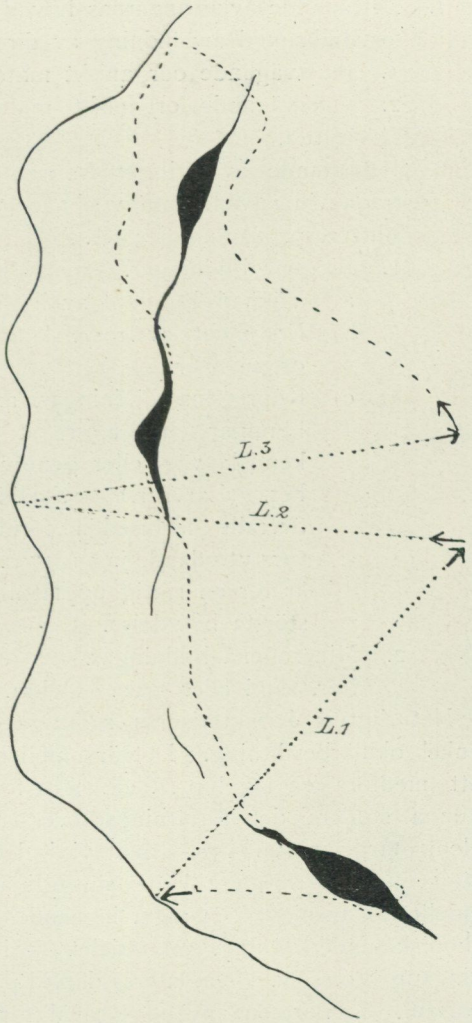


Fig. 8. Det allmänna undersökningsschemat för malmstränder. De punkterade linjerna L1, L2, L3 beteckna de lodserier, som först tagas med kopp- resp. profillod. Först därpå inledes skrapning (längs den streckade linjen), innanför, i och utanför malmfältet.

* * *

Undersökningarna i fältet inriktas i första hand på ett fastställande av malmernas ställning inom den limniska zoneringen ävensom angående det malmförande skiktets profilstruktur. Jag använder härvid den terminologi, som jag förut för andra ändamål utarbetat och hänvisar därom närmare till min avhandling av år 1917 (a). Jag diagnosticerar alltså proven på följande sätt:

1. Beträffande avlagringarnas huvudmassa, sådan densamma är att fastställa med användning av direkta lod- eller skrapprov:
   1. Övervägande oorganiskt material: ler, sand eller grus.
   2. Övervägande organiskt material: gyttja eller dy resp. dygyttja.
2. Beträffande avlagringarnas elementardelar, sådana dessa framträda vid användning av sikt- och slamningsprov genom följande sikt- resp. slamningsrester.
   1. Biogena bildningar.
      a) Vävnadsfragment av högre växter; *Isoëtes*-sporer o. s. v.
      b) Fragment av resp. lämningar efter kalkproducerande organismer.
      c) Koprogena bildningar, antingen i form av exkrementklumpar eller aggregat därav, vare sig uppkomna på kemisk väg eller genom djurvärldens vidare verksamhet. (Larvrör.) — Särskilt denna, förut så gott som överallt förbisedda formbildning av slammet — åt vars utredande jag 1917 (a) ägnat ett ingående kapitel — är för en riktig uppfattning av sjömalmernas genesis av största betydelse.
   2. Minerogena bildningar.

      Ler, sand eller grus. Ockra. Färdiga sjömalmer.

Naturligtvis karakteriseras samtliga dessa bildningar redan vid en enkel okulärbesiktning. Det är emellertid här som eljes fördelaktigt att medföra en låg lup (t. ex. ×8) för att därigenom redan i fältet kunna studera de »förjärningsprocesser» av de olika avlagringarnas elementardelar, vilka — som vi i det följande skola närmare klarlägga — leda fram till de slutgiltiga malmerna. Härför erfordras emellertid ävenledes en mera ingående, till laboratoriet förlagd mikroskopisk undersökning. Materialet — i form av direkta prov, slamningsprov o. s. v. — monteras därvid parallellt i glycerin och kanadabalsam. Preparaten användas såväl för fastställande av ifrågavarande förjärningsprocesser som ock för efterletning av de morfologiskt påvisbara järnbakterier, vilka på sin tid tillerkändes en så stor roll vid sjömalmsbildningen. I vissa fall kan det naturligtvis därvid vara fördelaktigt att först vidtaga en utlösning av järnet med HCl eller också att först verkställa en mikrokemisk tinktionsanalys på Fe^{III}. Jfr i tekniska frågor vidare E. NAUMANN 1917 a. — För vissa uppgifter erfordras naturligen ävenledes slipprov av malmerna på deras olika utbildningsstadier enligt sedvanlig teknik.

III. Sjömalmernas bildningsprincip.

Vi ha redan inledningsvis lämnat en allmän klarläggning av dessa spörsmål och framhöllo därvid, att själva *utfällningen* av det malmbildande materialet måste betraktas för sig, *formbildningsfrågan* för sig.

Det gäller alltså här först och främst att klarlägga de betingelser, varav själva utfällningsprocessen är beroende. Dess rent kemiska förutsättningar känna vi redan av det föregående. Spelar emellertid det organiska livet härvidlag direkt eller indirekt en mera ingående roll?

I överensstämmelse med vår inledningsvis givna översikt ha vi att granska detta spörsmål från olika synpunkter.

1. *Den högre resp. lägre växtvärlden som miljöförändrare.*

Malmfältens ställning inom den limniska zoneringen — deras karaktär av strandnära bildningar — betingar, att de *merendels* uppvisa en högre växtvärld i form av helt submersa fanerogamer och kärlkryptogamer. De typiska malmfältväxterna äro i första hand *Isoëtes* — de gamla malmfiskarnas »malmgräs» — och, ehuru av mindre betydelse, *Lobelia*. Därjämte bör anföras *Subularia aquatica* jämte *Juncus supinus f. fluitans*.

Submersa mossor träffas visserligen ofta i malmsjöar, men tillhöra enligt min erfarenhet typiskt *icke* malmfälten.

Det allmänna inflytande, som denna vegetation — i första hand karakteriserad av *Isoëtes* — måste utöva på sin miljö, i första hand genom syrgasproduktion resp. genom exkretion av alkalier o. s. v., är visserligen självklart. *Någon specifik järnanrikning i form av inkrustation o. s. v. erbjuder emellertid jämlikt mina erfarenheter icke denna malmfältens typiska växtvärld.* Motsatsen till kalkavlagringarnas genesis — varöver man vidare jämföre NAUMANN 1921 — är påfallande. *Den högre växtligheten kan alltså vid järn- och manganmaterialets utfällning endast inverka i miljöförändrande riktning.* Effekten blir alltså endast den amorfa, finkorniga ockran, som lagrar sig över bottnen — alldeles som hade det gällt en rent kemisk utfällning.

2. *Den specifika vegetationen av järnorganismer.*

Det måste ju naturligtvis överhuvudtaget förefalla mycket sannolikt, att olika typer av morfologiskt påvisbara järnorganismer i större mängd ävenledes uppträda på de nivåer av sjöbottnen, där grundvattnet framträder. *Så är emellertid jämlikt mina undersökningar icke desto mindre icke fallet.* Den ockra, som uppstår på våra sjöbottnar, kommer därför att erbjuda en uteslutande fingranulerad struktur, så gott som utan morfologiskt påvisbara järnbildande organismers skelettbildningar.

3. *Rotsystemets biologiska-mekaniska inflytande på bottnen.*

Jag har redan förut i en specialpublikation (1921 b) lämnat en allmän översikt av dessa frågor. Det torde emellertid vara otvivelaktigt, att rotsystemets effekt härvidlag mindre sammanhänger med själva utfällningsfrågan än med formbildningsproblemet — till följd av de »initialmöjligheter», vilka åvägabringas genom rotsystemets mekaniska bearbetning av bottenmaterialet. I samma riktning — men icke på något annat sätt, ehuru härvidlag ofta i en alldeles dominerande utsträckning — gör sig också den lägre djurvärlden gällande vid sjömalmens formbildning. Vi återkomma emellertid i det följande närmare till dessa frågor.

* *
*

Sjömalmsbildningens princip är alltså uppkomsten av en finkornig ockra — icke uppbyggd av järnskelett — vilken senare eller ock relativt samtidigt genom konkretionsbildning diagenetiskt överföres i de olika malmformerna. Några organismer, vilka direkt betinga formernas uppkomst, finnas alltså icke här. Motsatsen till kalkavlagringar av liknande typ är mycket påfallande — ty där betingar ju merendels det organiska livet såväl kalkens utfällning som formens uppkomst. Ett enda dylikt fall har visserligen genom mina undersökningar (1922 c) blivit känt även för järnets vidkommande — det enda från tusentals provtagningspunkter. Det gäller här en järnutfällande *myxophycé* med ett om vissa *Nostoc*-arter erinrande växtsätt, vilken genom sin järnutfällning direkt producerar en malm av denna typ. I realiteten saknar alltså detta förhållande varje betydelse, även om det naturligtvis rent teoretiskt måste tillerkännas ett betydande intresse som en anmärkningsvärd fysiologisk-morfologisk konvergens mellan kalkens och järnets utfällningshistoria.

Sjömalmernas formbildningsproblem faller alltså i stort sett alldeles utanför de direkt biologiska frågeställningarna. Hur hela detta rikhaltiga formmaterial, varöver i det följande lämnas en terminologisk översikt, uppstår, kan först senare utredas — sedan vi erhållit en allmän uppfattning om malmernas ställning inom den limniska zoneringen och angående deras kemiska struktur. Det skall härvid också trots allt visa sig, att en riktig uppfattning härav till mycket stor del just är beroende av en ingående kännedom om de biologiska processerna inom bottnen.

IV. Sjömalmsformernas terminologi.

Det är en ganska rikhaltig terminologi, som kommit till användning vid sjömalmernas benämning. I det stora hela har den utgått från folkspråket i Sverige och Finland och i första hand grundats på malmernas form, mindre på deras struktur. Det torde vara lämpligt att redan här i ett sammanhang lämna en definierande översikt över densamma i den form, vari den i det följande kommer att av oss tillämpas.

Vi gruppera alltså de olika malmformerna på följande sätt.

I. *Mer eller mindre kulformiga malmer.*

Kallades av de gamla malmfiskarna ofta med ett gemensamt namn »*pärlmalm*». Följande järnmalmstyper ha sedermera utskilts därav:

Krutmalm.
Hagelmalm.
Ärtmalm.

Beroende av formbildningsfaktorerna kunna dessa malmtyper såväl uppträda i sin relativa renhet som ock i inbördes kombination. I undantagsfall kunna de vara centralt genombrutna. Vi återkomma i det följande till den kausala klarläggningen av dessa frågor.

Några typiska prov av dessa pärlmalmer ha i naturlig storlek avbildats på omstående figurer 9—10. De representera — liksom andra här i detta manér reproducerade bilder — direkt på fotografiskt papper framställda silhuettbilder. Det torde vara uppenbart, att denna princip för en »fotografering utan kamera och plåtar» just för uppgifter av denna natur måste anses som synnerligen tjänlig. Konturteckningen i naturlig storlek — just vad vi härvidlag behöva — erhålles ju nämligen på detta sätt direkt, utan anlitande av de sed-

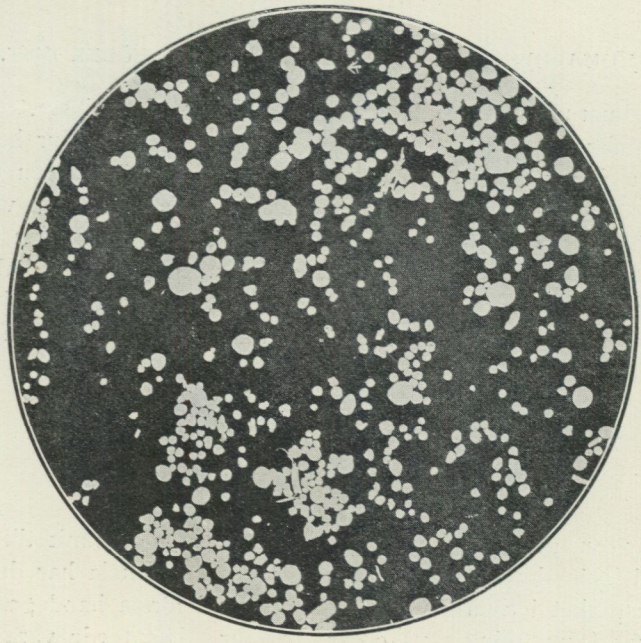


Fig. 9. Osorterat prov från ett av Vidösterns malmfält. Huvudsakligen krut- och hagelmalm. Naturlig storlek.

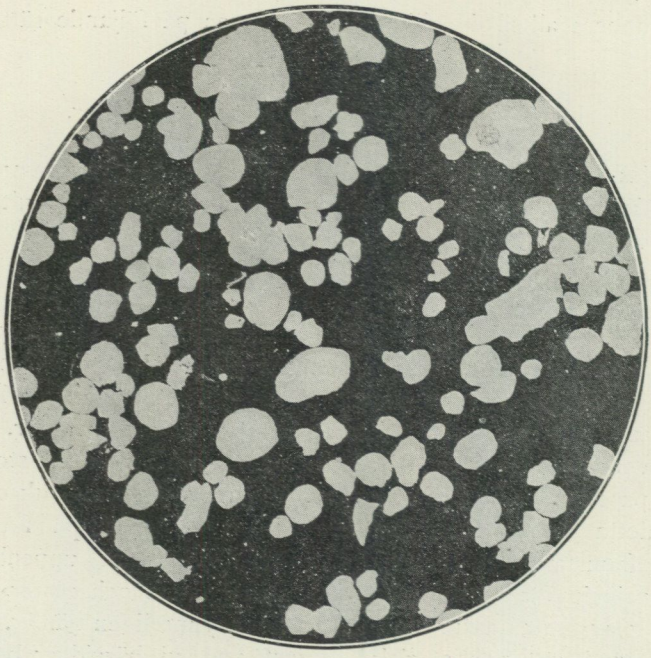


Fig. 10. Osorterat prov från ett av Hillens malmfält. Ärt- och bönmalm. Kantmalm. Naturlig storlek.

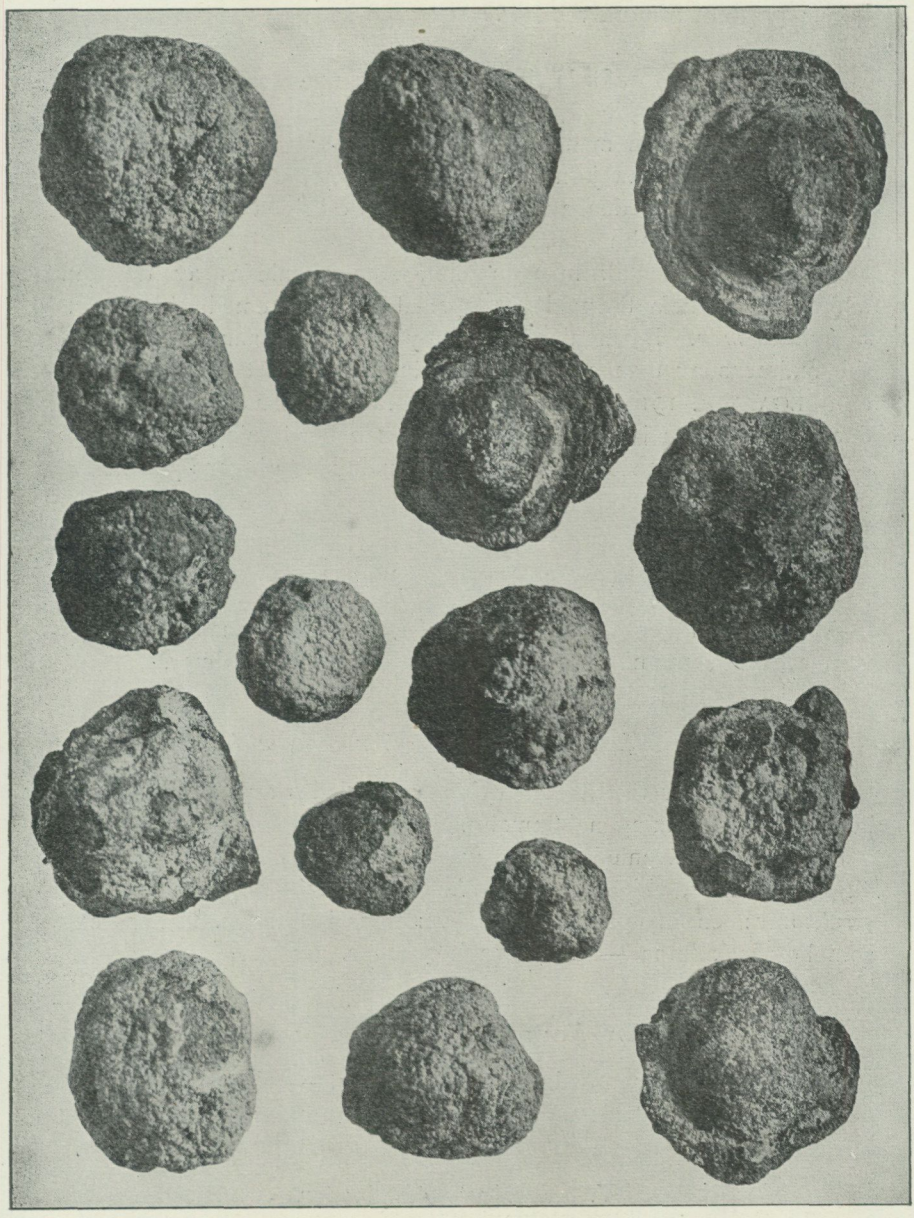


Fig. 11. Sotkulor från Vidöstern. Här och var framträder en tendens till utbildning av ett ekvatorialt bälte. Ungefär naturlig storlek.

vanliga komplicerade omvägar, vilka för övrigt på detta område aldrig kunna prestera samma resultat.

Samtliga ovan anförda kulmalmformer representera typiskt *järnmalmer*. Dock torde ävenledes *manganmalmen* kunna uppträda i dylika typer, liksom man för övrigt torde ha att förutsätta en genomförd parallell mellan järn- och manganmalmer överhuvudtaget. Sålunda representerar den av VOGT (1915) beskrivna *korintmalmen* en manganrik hagelmalm o. s. v.

En alldeles specifik manganmalm, som ävenledes av de gamla malmfiskarna belagts med ett specialnamn, är emellertid den s. k. *sotkulemalmen*. Benämningen är mycket betecknande med hänsyn till malmens av manganockrorna betingade mycket lösa struktur. — NØRREGAARD (1916) har begått en språklig lapsus och på grundval därav skapat den icke mindre betecknande benämningen *sort-kugler*. — Med sotkulorna torde den finska malmhanteringens *potatismalm* böra jämföras.

II. *Penningformade malmer.*

Beteckningen ger omedelbart definitionen. — Kunna i undantagsfall vara centralt genombrutna. — Typiskt endast järnmalmer.

III. *Mer eller mindre bönformade malmer.*

Malmtypen är rätt allmän och har ävenledes av befolkningen belagts med beteckningen bönmalm.

Hit för jag ävenledes den av VOGT (1915) närmare beskrivna älg(lort)malmen, vilken emellertid har sin specialkaraktär i den kemiska strukturen: en manganhalt, som överstiger järnhalten. Därav ock — som hos sotkulorna — dess lösa konsistens.

IV. *Mer eller mindre spolformiga malmer.*

Beteckningen ger omedelbart definitionen. — Kunna vara centralt genombrutna. — Hittills endast kända som järnmalmer. — Jfr fig. 12-13.

V. *Kantiga malmformer.*

Överhuvudtaget mycket vanliga, ehuru ej på de egentliga malmfälten, där de gamla malmfiskarna — vilka ju skapat terminologien — hållit till. Malmen erbjuder en utpräglat kantig och gropig yta,

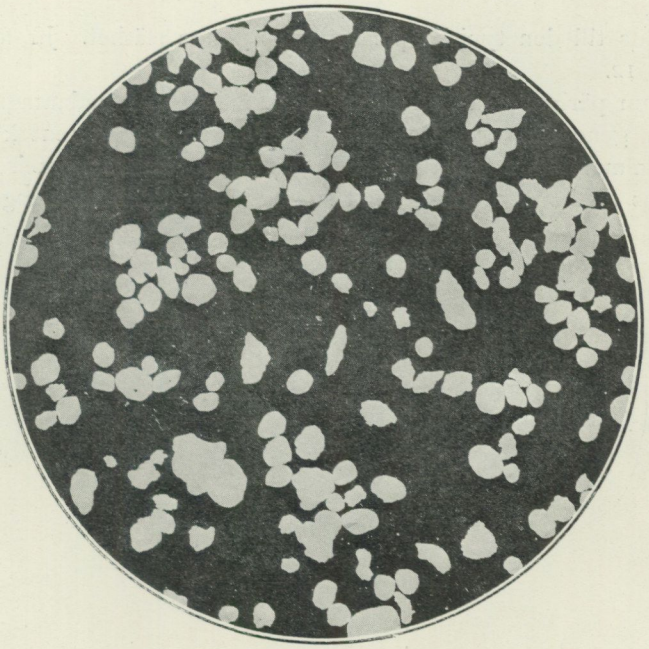


Fig. 12. Osorterat malmprov från Bossarydsjön. Bön-, ärt-, hagel- och spolmalm. Kantmalm. Naturlig storlek.

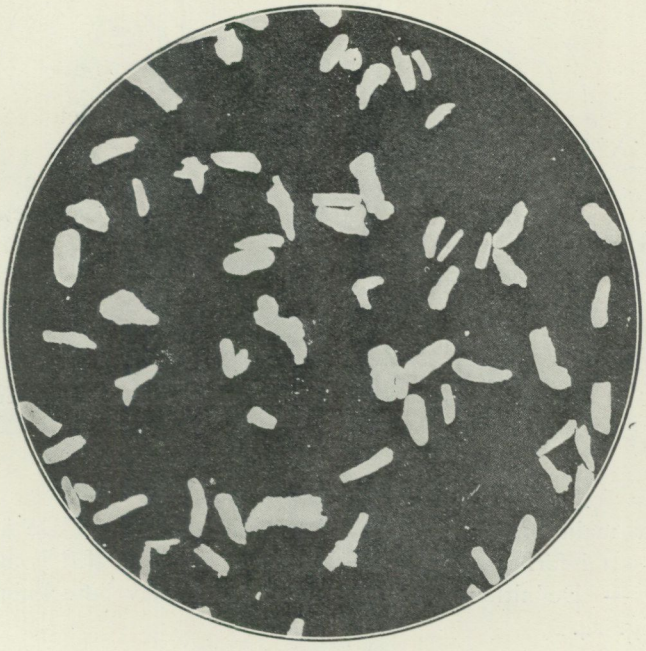


Fig. 13. Spolmalm från Bossarydsjön. Naturlig storlek.

i motsats till den typiska pärlmalmens jämna släthet. Jfr för övrigt fig. 10, 12.

Liksom pärlmalmen kan även denna malmtyp i undantagsfall vara centralt genombruten. De kantiga malmerna övergå rent kontinuerligt i kulmalmernas olika typer och kunna i överensstämmelse därmed beläggas med mot kulmalmerna svarande parallellbeteckningar.

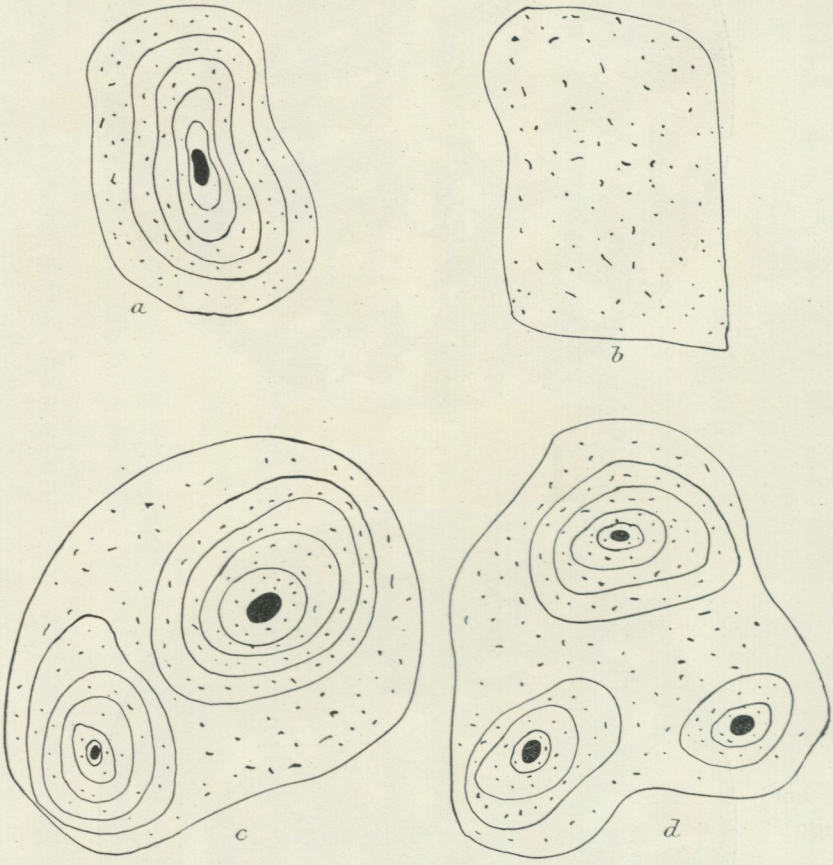


Fig. 14. Schema för olika typer av skraggkakor. Sedda från den övre ytan. a) Kantiga kakor. C:a 1/8. b—d) Avrundade kakor med koncentrisk skiktning kring en eller flera kärnor. C:a 1/8.

VI. *Rör- och rännformiga malmer.*

Dessa malmformer ha förr icke särskilt utskiljts. De äro också i stort sett i förhållande till de vanliga typerna (I, II, III) mindre allmänna. — Definitionen framgår utan vidare av beteckningen. Jfr också fig. 24.

VII. *Sköldformiga malmer.*

Beteckningen *sköldmalm* har införts av AARNIO (1918), som därmed betecknar »nästan runda, uppåt konvexa, om romerska runda sköldar påminnande tunna stycken, vilka i diameter kunna mäta 9 cm.» — Malmtypen representerar sannolikt en form av skragg; jfr sid. 36.

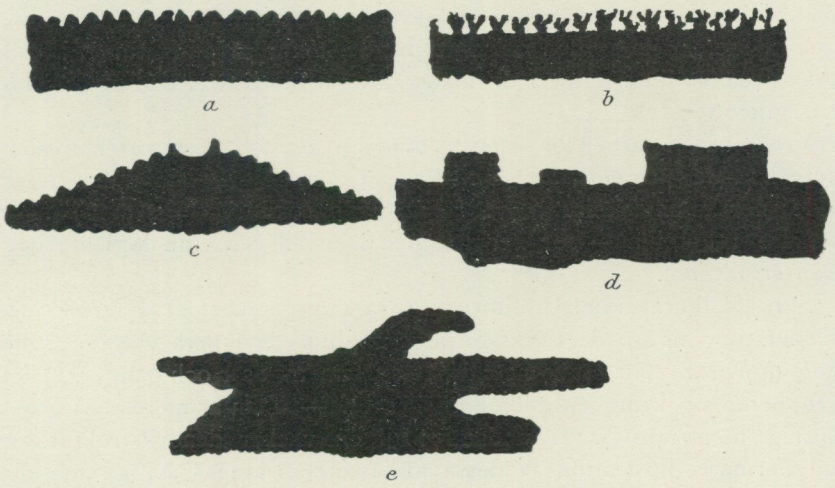


Fig. 15. Schematisk genomskärning av olika skraggtyper. C:a $^1/_2$. a) Sedvanlig knottrig yta. b) Yta med dendritstruktur. c) Det från bildningskärnan utgående koncentriska systemet sänker sig terrassformigt. d) Skragg med som avhuggna toppar uppstående bildningskärnor. e) En i flera étager uppbyggd skraggkaka.

VIII. *Nostoc-liknande malmer.*

Ha formen av små, c:a 1 cm. höga och ett par cm. breda, runda kakor, vilkas kupoliserade yta ger dem intrycket helt enkelt av aggregat av ärtmalm. Denna malmtyp upptäcktes av mig 1915 i Förhultsjön och uppstår där genom järn- och mangananrikning i kolonierna av den förut (sid. 28) omtalade myxophycéen. Den har sedan dess icke någonstädes återfunnits. Angående närmare detaljer hänvisar jag till min specialpublikation häröver, 1922 c.

IX. *Pipmalmen.*

Den äldre svenska litteraturen upptar en specifik pipmalm. Den synes utgöras av malmkakor, genomdragna av vertikalställda kanaler.

Jag har icke själv iakttagit denna pipmalm, vilken dock strukturellt torde vara att jämföra med en sammankittad, centralt genomborrad spol- eller rörmalm.

X. *Den kakformiga malmen.*

Åtminstone i södra Sverige betecknades denna malm av de gamla malmfiskarna helt enkelt som »skragg». Den bildar ofta flera cm. tjocka, merendels spröda och lättvittrade kakor av ända till $^1/_4$ kvm:s yta — sannolikt än mer, då malmkakorna merendels endast erhållas i fragment.

VOGT anför (1915) för denna skivmalm det för vissa sorter mycket betecknande .namnet »kokakemalm». Däremot synes mig den ävenledes norska beteckningen »paddehat»-malm (paddehat = svamp) något svårare att tolka — för så vitt man icke vill söka analogien i den lösa strukturen.

Skraggkakorna kunna till formen vara kantiga eller också avrundade. Understundom äro de terrassformigt uppbyggda i flera etager. Ofta nog uppvisar ytan ett koncentriskt system av åsar och gångar, vilket grupperar sig kring en eller flera kärnor. — Ytan är merendels grovkornig men uppvisar i undantagsfall en vacker dendritstruktur. — En närmare illustration av dessa förhållanden lämnas av fig. 14—15.

I undantagsfall visa sig skraggkakorna uppbyggda av sammankittade ärt- och bönmalmer. VOGT kallar denna specialtyp *konglomeratmalm*. Den finländska allmänbeteckningen är *plåtmalm* (AARNIO 1918). De olika strukturer, som skraggmalmen har att uppvisa, bli emellertid först genetiskt förklarliga. Vi återkomma därför härtill i det följande.

All denna malm är järnfattig och relativt manganrik. De orsaker, som betinga detta förhållande, skola i det följande närmare klarläggas.

* *
*

De olika malmformer, vilka ovan anförts, kunna till övervägande del ha ett mycket heterogent ursprung. *Mellan malmformen och dess genetiska förutsättningar råder alltså i stort sett icke något direkt samband.* Hur emellertid dessa frågor till sina närmare detaljer gestalta sig, kan först i det följande klarläggas — sedan vi lärt känna själva formbildningens princip, sådan denna i verkligheten gör sig gällande på malmens bildningsnivåer.

V. Malmernas fördelning inom den eulimniska zoneringen.

Det är ett gammalt väl känt faktum, att sjömalmen *väsentligen* ligger i strandens närhet. Redan SWEDENBORG utredde på sin tid dessa frågor, och STAPFF gav en vidare översikt över den dåtida kännedomen härom.

För en närmare diskussion angående dessa förhållanden torde det emellertid vara erforderligt att införa en mera distinkt terminologi för den *eulimniska zoneringen*. I en föregående skrift (1920) har jag för bottnens vidkommande uppdelat den eulimniska zoneringen i två huvudgrupper: den *litorala* och den *profundala*. De litorala zonerna ligga närmast stranden, och deras botten är typiskt betäckt med högre vegetation. Efter vegetationens fysionomi särskiljes inom den limniska litoralen dels en *sublitoral* — eller det första konstant subakvatiska bältet — med överståndare såsom vass och säv och flytbladsväxter såsom näckrosor och nate, dels en *elitoral*, där den högre vegetationen är begränsad till bottenskiktet. Denna elitoral övergår i *profundalen* eller djupvattenszonen, vilken saknar all högre vegetation.

Av dessa zoner är det *elitoralen*, som typiskt behärskas av sjömalmsbildningarna. Dock icke varje elitoral. Fastmera måste vi räkna med en serie olika former för den eulimniska zoneringen, av vilka somliga äro malmförande, andra ej. En van iakttagare kan sålunda icke blott särskilja sjöar, som *kunna* vara malmförande från deras motsats utan även *möjligt* fyndiga strandtyper från absolut ofyndiga. Huruvida sedan malm överhuvudtaget förekommer eller ej är en fråga, som regleras av omgivningarnas geologiskt-mineralogiska beskaffenhet och av bäckenets hydrografi — alltså av tillgången på lättvittrande mineral i de lösa jordlagren och av en för grundvattnet lätt genomtränglig terräng i form av grus eller sand.

Den typiska malmstranden är merendels sandig eller grusig, ofta belagd med block. Dess motsats domineras däremot av dytorv. Vid stränder av sistnämnda beskaffenhet skall man alltså förgäves leta efter malm, även om de ingå i ramen för en eljest typiskt malmförande sjö. Orsaken härtill får antagligen sökas däri, att de stranddy och dytorv producerande växtsamhällena undvika de stränder, där det järnhaltiga grundvattnet framträder. Den typiska malmstranden är vidare långsluttande och har alltså en ganska bred elitoral. Vid bråddjupa klippstränder — där alltså en elitoral zon saknas — skall man därför också i det stora hela förgäves leta efter malm.

Fig. 16. Typisk malmstrand i småländsk sjö. I det sublitorala blockfältet endast en gles *Phragmites*-association med något *Equisetum*. Stråken vid Aneboda. Foto 1917.

Naturligen kombineras ofta möjligt fyndiga och absolut ofyndiga strandtyper inom en och samma sjö, och även om den möjligt fyndiga strandtypen alldeles dominerar, så kan den dock uppvisa en av grundvattensförhållandena betingad total malmbrist. Än vanligare är dock den fläckvisa malmförekomsten inom elitoralen, betingad av grundvattnets ojämna utträdande till densamma. *Klart är att en närmare utredning av dessa förhållanden måste baseras på en för varje speciellt fall mycket detaljerad hydrografisk undersökning* Det har emellertid icke varit mig möjligt att organisera någon dylik, och jag måste därför begränsa mig till det allmänna påpekande, som här givits. *Sjömalmsproblemets rent hydrografiska innebörd måste därför i framtiden upptagas till en närmare behandling från speciellt härpå inriktade synpunkter.*

Vi måste f. n. alltså lämna dessa hydrografiska specialfrågor åsido och begränsa oss till en framställning av de båda extremer för den limniska zonationen, vilka i malmfrågan komma i betraktande. Den möjligt fyndiga och den absolut ofyndiga strandtypens zonering är nämligen högst olikartad.

Sålunda ger en typisk profil från en malmsjö i stort sett denna bild:

Fig. 17. Typisk dystrand med *Carex rostrata*, *Equisetum* och *Potamogeton natans* vid småländsk sjö. Ej malmförande. Frejen vid Aneboda. Foto 1917.

Eulitoralen domineras av sand eller grus, endast i undantagsfall av lera.

Sublitoralen

Övre sublitoralen har väsentligen samma bottenbeskaffenhet som eulitoralen. — Karakteristisk är framför allt en mycket gles *Phragmites*- resp. *Scirpus*-association, gärna med undervegetation av *Lobelia*.

Undre sublitoralen uppvisar en tunn, sandig gyttja över bottensanden. Flytbladsformationen är merendels icke vidare utvecklad.

Elitoralen kännetecknas genom ett mäktigare, fortfarande mycket sandblandat gyttjelager, varöver typiskt vilar en tunn röd ockerfällning, som kilar ut såväl i riktning upp- som nedåt. Karaktärsväxt: *Isoëtes*.

Profundalen äger en mycket mäktig, typiskt icke alls sandblandad gyttja, i motsats till litoralzonernas så gott som utan vävnadsfragment av högre växter och utan överlagrande ockerskikt.

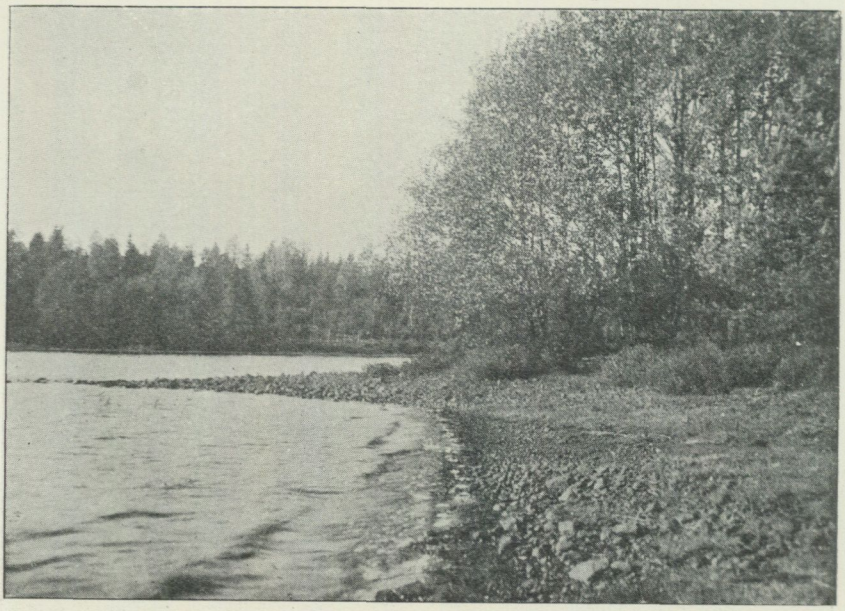


Fig. 18. Malmförande steril grus- och klapperstrand vid Fyllerydsjön. Foto 1917.

I motsats till malmsjön ger däremot den ofyndiga strandtypen denna profil:

Eulitoralen domineras av dy eller dyblandad sand.

Sublitoralen:
- *Övre sublitoralen* har väsentligen samma bottenbeskaffenhet som elitoralen. — Här kan växa en gles *Phragmites-* resp. *Scirpus*-association. I dysjöar dominera emellertid de stora *Carices*.
- *Undre sublitoralen* uppvisar en relativt mäktig dygyttja och kännetecknas genom en ofta mäktig flytbladsformation — innerst näckrosor, ytterst nate.

Elitoralen uppvisar en mäktig dygyttja, utan högre vegetation eller också endast bevuxen med en gles *Isoëtes*-vegetation.

Profundalen representerar en vidare, vegetationslös utveckling av föregående zon. Strukturellt avviker bottenslammet här som vanligt genom en mindre halt av vävnadsfragment, än den, som karakteriserar litoralzonerna.

* *
*

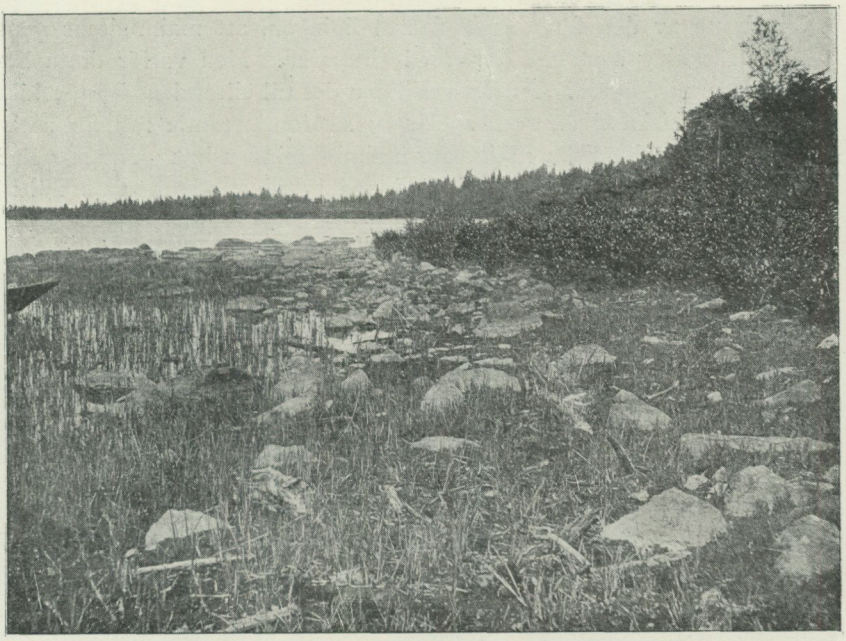


Fig. 19. Typisk fördyad blockstrand med *Carex rostrata* i småländsk sjö. Ej malmförande. Frejen vid Aneboda. Foto 1917.

I överensstämmelse med här klarlagda förhållanden ger alltså den malmförande Smålandssjön typiskt en tvärprofil av det utseende, figuren sid. 44 utvisar. Stranden är blockigt grusig och fattig på högre vegetation samt faller långsamt av mot djupet.

I »lersjöar» av *Vidösterns* typ träda naturligtvis blockfälten och därmed gruset tillbaka. Härmed sammanhänger ock den i lersjöarnas sublitoral mera yppiga vegetationen. Bortse vi emellertid härifrån, så blir tvärprofilen densamma. Karakteristiskt är i varje fall frånvaron av en rikligare flytbladsformation, indicerande en fördying, som ej är tänkbar vid malmstränder.

Det är ju visserligen helt naturligt, att övergångstyper måste givas mellan de olika zoneringstyper, som ovan exemplifierats. I deras extrema utbildning är emellertid differensen högst utpräglad, och i stort sett kan framför allt närvaron av en riklig flytbladsformation i form av näckrosor och särskilt nate anföras som indikatorn på en bottenbeskaffenhet, där ingen malmbildning är att vänta. I vilket fall som helst träffas den aldrig vid fördyade sjöstränder; och aldrig inom dysjöar. Några typiska illustrationer till dessa sjötyper lämnas av bifogade fotografier från småländska sjöar.

Vi funno av den föregående framställningen, att malmfältens *typiska* utsträckning sammanfaller med elitoralen. Men varför detta begränsade uppträdande? Är det verkligen det till elitoralens bottenskikt knutna organiska livet, som spelar en så dominerande roll för realiserande av den kemiska miljö, där malmbildningen kan gå av stapeln?

Vissa författare ha uttalat sig i denna riktning. I motsats härtill framhåller AARNIO (1918) i första hand den omständigheten, *att det*

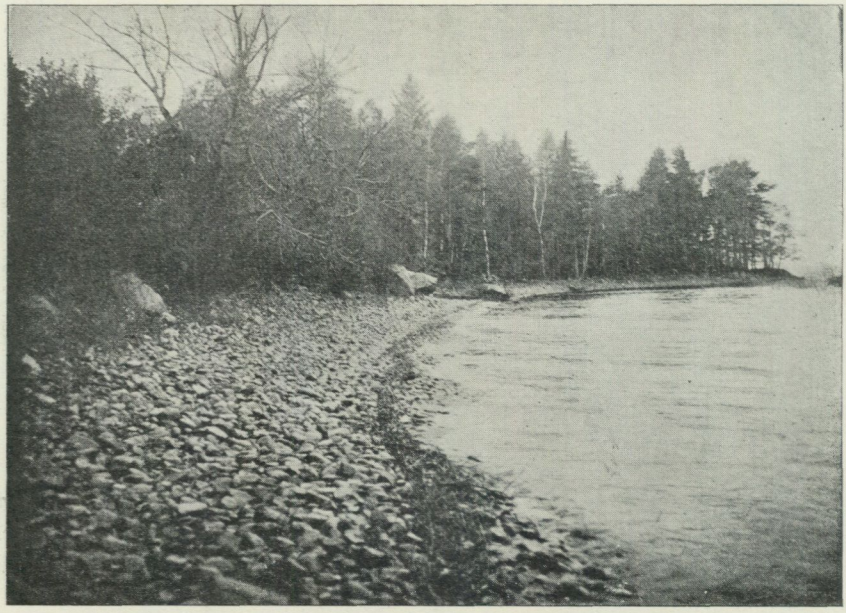


Fig. 20. Malmförande steril klapperstrand vid sjön Salen. Foto 1917.

ju just är i denna zon, som det järnhaltiga grundvattnet framträder och utgjuter sig över sjöbottnen. Detta är också enligt min mening det primära sakförhållandet vid elitoralens utbildning som malmfält. En riklig växtvärld kan visserligen vara — och är typiskt — utvecklad i bottenskiktet inom denna zon. Men den kan också enligt mina erfarenheter ofta nog alldeles saknas, och den är alltså ingalunda att betrakta som ett *conditio sine qua non.* Elitoralens växtvärld betingas för övrigt ökologiskt antagligen i första hand av ljusförhållandena och torde icke röna någon mera ingripande inverkan av det här framträngande järnhaltiga grundvattnet — ty vegetationens fysionomi är jämlikt mina erfarenheter alldeles densamma vid när- eller frånvaro därav. *Ett mera intimt samband mellan vegetation och malmbildning får därför icke principiellt förutsättas.*

Merendels korrelerar emellertid malmbildning och elitoral växtlighet. Att det organiska livet då — som vi redan i det föregående utrett — kan spela en ganska väsentlig roll för en lämplig utfällningsmiljös uppträdande, torde vara otvivelaktigt, även om dessa processer icke kunna anses innebära någon mera djupt ingripande betydelse för ämnesomsättningen hos en inom elitoralen eventuellt utvecklad växtvärld. Det principiellt viktiga är härvidlag i första hand det, *att utfällningen äger rum inom elitoralen och att därvid en finkornig ockra uppkommer, vari förut kända järnbakterier eller andra morfologiskt påvisbara järnorganismer icke spela någon mera väsentlig roll.*

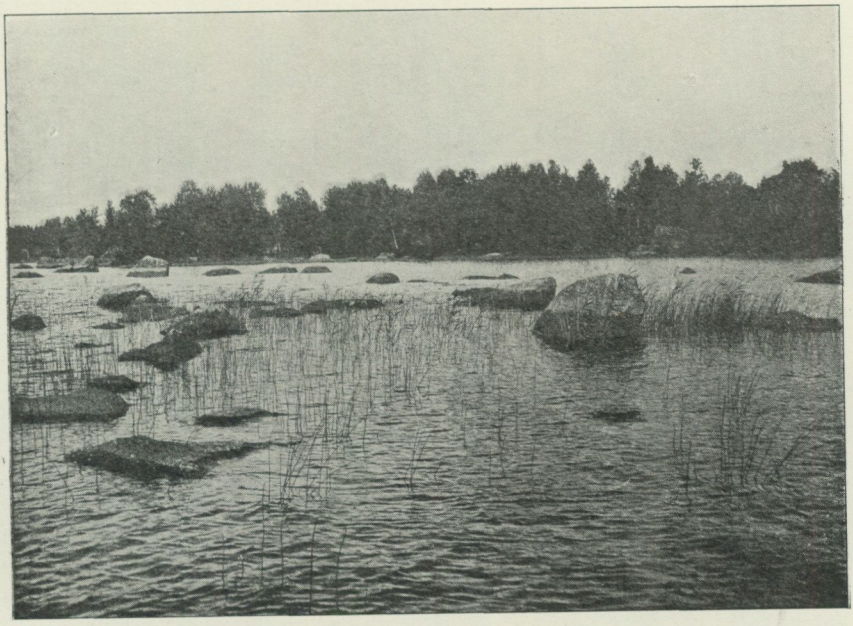


Fig. 21. Typisk steril malmstrand med blockfält i småländsk sjö. Stråken vid Aneboda. Foto 1917.

Den utfällda ockran kan antingen som ett tunt rött lager överdraga bottnen inom elitoralen och i dess närhet; eller ock blandar den sig mera likformigt med gyttjan. Det malmbildande lagret når merendels sitt maximum vid 3 à 5 meters djup samt avtager därifrån i mäktighet såväl inåt som utåt. Dessa skiktningsförhållanden studeras bäst med användning av profillodet. En serie härmed från tilltagande djup uttagna profiler ger i överensstämmelse med det här klarlagda en bild, som bäst åskådliggöres genom omstående figur 23. — Vad ockrans vidare öden beträffar, så går den snart nog i kon-

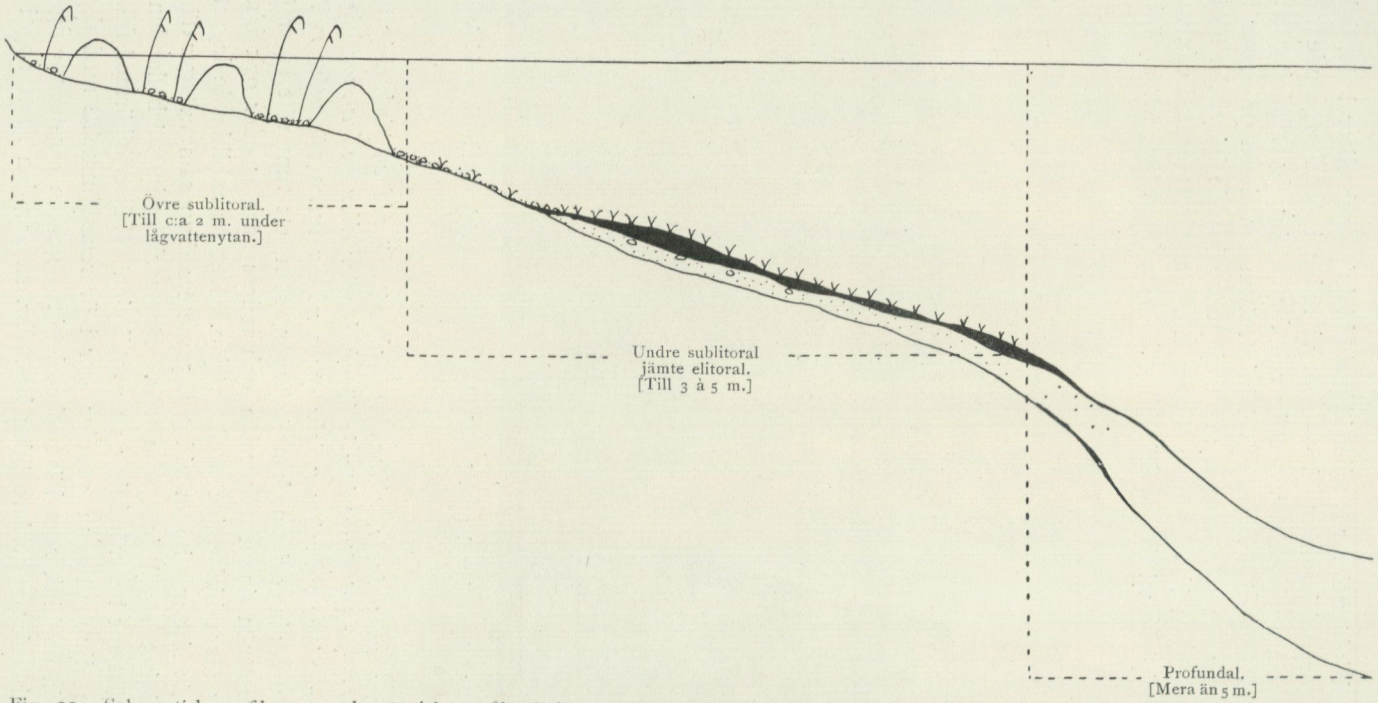


Fig. 22. Schematisk profil genom den typiska smålandssjöns malmstrand. Den ursprungliga bottnen markeras — liksom den senare bildade gyttjebottnen — av en hel linje. Malmfältet — vars mäktighet överdrivits — inlagt med svart. Block, grus och sand inlagda, sistnämnda element punkterat.

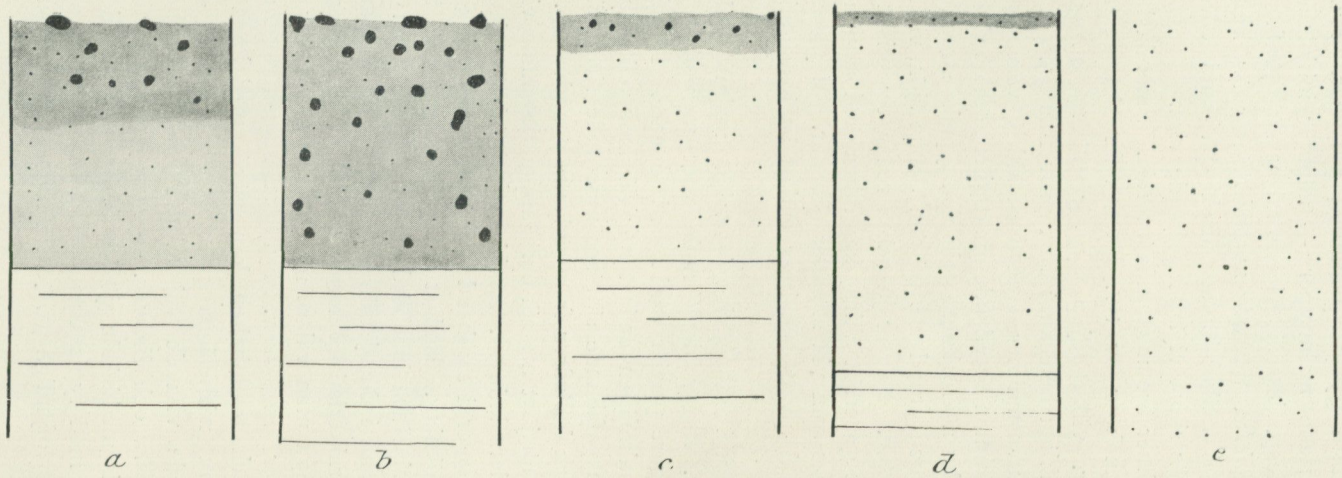


Fig. 23. Schematisk översikt över de övre bottenhorisonternas förhållande inom en malmförande elitoral resp. vid dess övergång i profundalen.

Den normala gyttjan grovt punkterad; ockerhorisonter inlagda i grått. Grunden parallellstreckad.

a) Strax vid det elitorala malmfältets början. Den över grunden vilande gyttjan uppvisar en differentiering i en övre och en undre horisont. Den övre starkt ockerförande, innehållande något färdigbildad malm. b) Vid det elitorala malmfältets maximum. Hela gyttjan överförd i en rikligt malmförande ockergyttja. c) Vid det elitorala malmfältets slut. d) En bit ned i profundalen. Det elitorala malmfältets inflytande endast markerat genom ett obetydligt ockerlager, som vilar på den typiska gyttjan. e) Profundal profil, utan ockerhorisont.

kretion kring allehanda i gyttjan befintliga partiklar. Härigenom uppstå de mest olikartade malmtyper — alltefter initialmaterialets växlande beskaffenhet resp. dess läge i elitoralens stratigrafi. *Det är av en principiell betydelse, att all malmbildning är knuten till gyttjelager.* En normal malmbildning direkt på sand eller ler är alltså otänkbar. *Varför* skola vi i det följande visa.

Emellertid, alla malmer äro ingalunda litorala. Sålunda beskrivas exempelvis djupvattenmalmer av SV. EKMAN för Vettern från icke mindre än 16 lokaler, vilkas djup uppgår till 25 m. och däröver. Som särskilt rikliga betecknas de i prov från 43, 91 och 120 meter. Dylika djupvattensmalmer ernå dock aldrig vare sig samma storlek eller som lager samma betydande mäktighet som de elitoralt begränsade — vare sig dessa äro knutna till den typiska stranden inom elitoralen eller till öar och grund ute på den öppna sjön, vilka aldrig höja sig över vattenytan. Det är ju också redan teoretiskt ganska självklart, att man rent generellt aldrig kan räkna med samma grundvattenstillskott på djupet som vid stränder och öar. Möjligen representera också en del djupvattensmalmer endast en insvämning från andra nivåer.

Elitoralen är emellertid sällan *kontinuerligt* malmförande. Är så undantagsvis fallet, så är dock malmfältet merendels mycket ojämnt, i det att mäktigare partier växla med tunnare. I vanliga fall uppträda emellertid malmfälten endast *fläckvis* inom elitoralen, därmed på ett synnerligen påfallande sätt accentuerande sin avhängighet av ett i form av ojämna källådror framträdande grundvatten. Detta förhållande torde vara förtjänt att närmare uppmärksammas vid framtida hydrografiska undersökningar, varvid naturligtvis ävenledes omgivningarnas lösa jordlager i samband härmed måste underkastas en mera ingående undersökning. Endast på dylikt sätt kunna tydligen dessa frågor, vilkas allmänna innebörd visserligen redan nu är klar, på ett för varje specialfall i detalj tillfredsställande sätt besvaras.

Åtskilliga mycket karakteristiska exempel på detta sjömalmens fläckvisa uppträdande framgå utan vidare med stor tydlighet av den bilagda malmkartan över *Vidöstern*. Fyndiga ställen kunna ligga helt nära ofyndiga, och malmhalten kan växla med ända till det 10-faldiga på varandra närbelägna provtagningspunkter. — Alldeles samma förhållande visa de vid A.-B. Åminne bruk befintliga malmkartorna över *Unnen* och *Bolmen*. — Man jämföre härtill ävenledes den inledningsvis meddelade sjöförteckningen, varav det framgår, att även småsjöar med typiska »malmstränder» icke desto mindre kunna vara såväl rent ofyndiga (t. ex. *Fiolen*), som också (t. ex.

Hisshultsjön, *Myingen*) uppvisa en i allra högsta grad fläckvis begränsad malmfyndighet.

Ett särskilt belysande fall i denna riktning har meddelats mig av ingenjör O. LARSSON vid Åminne. Jag anför det här som exempel på ett fall, där man har problemet om grundvattensströmmarnas samband med malmbildningen framträdande i en ovanligt accentuerad skärpa. Fallet gäller den stora sjön Flåren, belägen strax Ö om Vidöstern. Vid de undersökningar, som vintern 1917—1918 här utfördes av A.-B. Åminne bruk, befanns nämligen hela södra sjön nästan totalt sakna malm, varemot norra delen visade sig normalt malmförande, à la Vidöstern. Av 147 på södra delen av sjön fallande prov voro däremot 139 absolut ofyndiga, 7 visade spår till malm, *varemot ett enda prov visade den rikaste malmfyndighet, som överhuvudtaget påträffades i hela sjön*. Södra sjöns i det stora hela absoluta ofyndighet måste betecknas som så mycket mera anmärkningsvärd, som djupet på hela denna del var högst $4^1/_2$ meter och med normal uppgrundning mot stränderna — alltså i själva verket vad man ju eljest skulle velat beteckna som idealet för en malmbildande sjö.

Ett mera slående exempel på malmfältens oregelbundna fördelning torde näppeligen kunna uppletas. Och just till dylika extremer torde enligt vår mening framtidens hydrografiska forskning med största utsikt till framgång ha att vända sig, då det blir tal om en verkligt exakt utredning av det malmfältens detaljerade beroende av grundvattensförhållandena, vilket redan nu kan anses fastslaget, ehuru det till sin närmare innebörd är fullständigt outrett.

VI. Sjömalmernas kemiska struktur.

I fråga om sjömalmernas kemiska struktur är den redan föreliggande litteraturen mycket utförlig. Det största analysmaterialet återfinnes hos STAPFF, J. ASCHAN, O. ASCHAN och AARNIO. Det vidsträckta material, som av de tre förstnämnda av dessa forskare framlagts, har sammanfattats och från enhetliga synpunkter diskuterats av VOGT i hans olika arbeten. Jfr ävenledes sammanställningen i BEYSCHLAG, KRUSCH och VOGT's handbok.

Det torde icke vara erforderligt att här på nytt upprepa hela detta analysmaterial. Dess principiella innebörd är också allmänt känd och torde korteligen kunna sammanfattas på följande sätt: sjömalmerna bestå till övervägande del av järn, minst c:a 20 %, högst c:a 76 % Fe_2O_3 (= c:a 14 % resp. 53 % Fe). Manganhalten växlar betydligt, från c:a $0._5$ till c:a 46 % Mn_2O_3 (= c:a $0._3$ resp. c:a 29 % Mn). —

Den viktigaste »främmande» inblandningen är kiselsyra, varav halten (beräknad som SiO_2) vid maximum kan uppgå till c:a 41 %. Fosforsyrehalten är relativt låg och växlar mellan c:a 0.05 % och c:a 1.2 % (= c:a 0.02 och 0.5 % P).

De avsevärda variationer, som sjömalmens kemi erbjuder, framträda ävenledes inom ramen för en och samma sjö. Vår kännedom härom är emellertid ganska obetydlig, och en komplettering av det föreliggande analysmaterialet torde därför *på detta område* få anses som mycket önskvärd.

Som ett i denna riktning mycket belysande exempel kan jag här också meddela ett sammandrag av analyser av det omfattande malmmaterial från Vidöstern, vilket förvaras vid Åminne bruk. — Analyserna ha utförts vid K. Tekn. Högskolans materialprovningsanstalt i Stockholm och avse vid 80° C. torkat material. De ha ställts till mitt förfogande av A.-B. Åminne bruk.

	Provets beskaffenhet.	Järn. Fe.	Mangan. Mn.	Kiselsyra. SiO_2.	Svavel. S.	Fosfor. P.
N:r 1.	Generalprov Tännö ö — Färjans ö. — Omfattar 61 prov *ärtmalm*	45.3 %	1.9 %	11.0 %	0.015 %	0.43 %
» 2.	Tännö ö — Färjans ö. — Omfattar 26 prov *skraggblandad malm*	28.6 %	10.8 %	20.9 %	0.016 %	0.20 %
» 3.	Tännö ö — Färjans ö. — Omfattar 7 prov *sotkulor*	25.5 %	21.0 %			
» 4.	Nordsjön — Tännö ö. — Omfattar 33 prov *ärtmalm*	41.3 %	2.7 %	13.9 %	0.016 %	0.46 %
» 5.	Nordsjön — Tännö ö. — Omfattar 63 prov *skraggblandad malm*	30.1 %	10.7 %			
» 6.	Kålleboviken. — Omfattar 30 prov *ärtmalm*	41.5 %	2.2 %	15.1 %	0.017 %	0.35 %
» 7.	Kålleboviken. — Omfattar 39 prov *skraggblandad malm*	28.7 %	9.7 %			
» 8.	Sydsjön. — Omfattar 72 prov *ärtmalm*. Sandblandad	33.0 %	1.7 %	27.1 %	0.013 %	0.32 %
» 9.	Sydsjön. — Omfattar 64 prov *skraggblandad malm*	23.2 %	9.2 %			
» 10.	*Ärtmalm* av eg. vikt över 1.3, från Tännö ö — Färjans ö. Omfattar 63 prov	45.1 %	1.4 %	10.9 %	0.011 %	0.46 %
» 11.	*Ärtmalm* av eg. vikt över 1.5, från Tännö ö — Färjans ö. Omfattar 8 prov	47.3 %	0.9 %	8.1 %	0.015 %	0.53 %

Det här meddelade analysmaterialet torde lämna en mycket belysande illustration till sjömalmens varierande kemi även inom en och samma sjö. Vid en närmare granskning av materialet framträder detta framför allt med hänsyn till förhållandet mellan järn och mangan med stor skärpa. Vi se, hurusom värdena för bäggedera röra sig inom mycket vida gränser. Extremerna representeras här av den goda ärtmalmen resp. sotkulorna. Dem emellan representerar i kemiskt hänseende skraggen ett övergångsstadium; och så, att ju mer skraggartad malmen blir, dess lägre halt av järn, dess högre av mangan uppvisar densamma. Mellan dessa kemiskt definierade olika malmtyper föreligger också ett genetiskt samband, vilket vi i ett följande avsnitt från något mera vidsträckta synpunkter skola närmare belysa.

* *
*

Den primära orsaken till malmernas växlande järn- och manganhalt kan naturligtvis bero på primära differenser i grundvattnets beskaffenhet — alltså i en sådan riktning, att vi måste räkna med specifika järn- och mangankällor, beroende av olikheter i berggrundens eller de lösa jordlagrens beskaffenhet. Men denna olikhet i malmmaterialets beskaffenhet kan också helt enkelt bero på koncentrationsändringar med hänsyn till grundvattnets beskaffenhet — det kan »avjärnas», och ett primärt järn- och manganrikt grundvatten kan alltså redan vid sin framkomst till sjöbottnen vara speciellt anrikat med hänsyn till mangan. Eller ock kan denna anrikning först där gå av stapeln, eventuellt först i samband med grundvattnets oxidation. VOGT, som först (1906) ägnat dessa frågor en ingående granskning, lägger huvudvikten just vid denna i étager fortskridande utfällning vid grundvattnets oxidation, varvid järnet kvantitativt tillhör en betydligt senare facies än manganet.

I överensstämmelse härmed förklarar också VOGT, att den separata järn- och manganmalmsbildningen kan framgå som effekten av en och samma bergarts förvittring. I det av honom (1915) särskilt exemplifierade fallet — Storsjön i Norge — anser han sig härvid uteslutande ha att räkna med sura bergarter, övervägande granit. *Icke desto mindre realiseras härigenom malmer med ända upp till 29.9 % Mn.* Om förhållandet alltså verkligen är så, att man i detta fall icke kan räkna med några andra bergarter resp. jordlager, varigenom grundvattnet kan ha framsipprat, så kan tydligen den separata järn- och manganutfällningen enligt VOGT's schema förklaras på ett mycket enkelt sätt. Med stor skärpa talar f. ö. i denna riktning VOGT's mycket betydelsefulla undersökningar (1906) vid Glitrevandet i Norge,

där faktiskt en verklig manganockra framgår som anrikningseffekten av en kvartsporfyrs vittring.

Som något anmärkningsvärt bör dock framhållas, *att man inom sjöar, där dräneringsområdet vilar på en synbarligen helt likartad berggrund*, jämlikt mina erfarenheter, *ingalunda alltid finner denna korrelation mellan separat järn- och manganmalmbildning, som teoretiskt kunnat väntas.* Som ett i denna riktning mycket belysande exempel kan jag hänvisa till vidstående analysöversikt över Bolmenmalmens kemi. Berggrunden är här densamma som vid Vidöstern. Så ock de lösa jordlagren. Men icke desto mindre är Bolmenmalmen mycket lågprocentig med hänsyn till mangan, Vidösternmalmen däremot, som vi sett, ställvis i detta hänseende mycket högprocentig. De närmare detaljerna framgå av analyssammanställningen. Analyserna ha utförts vid K. Tekn. Högskolans materialprovningsanstalt och avse ett vid 80° torkat material. Analyserna ha ställts till mitt förfogande av A.-B. Åminne bruk.

N:r [Samtliga n:r avse generalprov.]	Järn. Fe %	Mangan. Mn %	Svavel. S %	Fosfor. P %
0	41.9	1.35	0.016	0.23
1	37.9	1.36	0.022	0.29
2	40.3	1.13	0.020	0.22
3	41.6	1.61	0.033	0.23
4	42.6	1.18	0.018	0.19
5	40.8	0.85	0.020	0.18
6	39.3	1.26	0.027	0.20
7	38.8	1.55	0.019	0.13
8	38.4	1.10	0.017	0.11
9	43.4	1.96	0.045	0.14
10	41.3	1.10	0.028	0.23
11	41.9	1.58	0.227	0.17
12	42.3	1.85	0.019	0.20
13	37.4	1.30	0.0038	0.21
14	40.9	1.15	0.023	0.12
15	41.2	2.00	0.020	0.12
16	42.0	1.00	0.017	0.38
17	33.2	2.30		0.14
18	34.9	3.36		0.15
19	34.9	2.98		0.17
20	27	4.90		
21	26.7	5.06		
22	25.2	5.37		

Det anförda analysmaterialet torde till fullo visa, att någon konstant korrelation mellan järn- och manganmalmer *ingalunda med absolut säkerhet blir fallet inom sådana områden, där dräneringsvattnet konsekvent genomlöper ett material av sura bergarter.* Skraggbildningar med ringa manganhalt finnas visserligen även i Bolmen, men sotkulor eller andra egentliga manganmalmer torde med säkerhet ej där — som i Vidöstern — förekomma. Men varför icke? Detta är återigen en sådan fråga, vilken endast kan besvaras på grundval av en monografisk bearbetning av begränsade sjöarealer med hänsyn till grundvattnets beroende av traktens geologiskt-mineralogiska förutsättningar. Så länge icke dylika föreligga, kan problemet heller icke vidare utredas. På forskningens nuvarande ståndpunkt få vi nöja oss med att hänvisa till dess existens.

Men att problemet existerar måste faktiskt anses som säkert. Man kan ju visserligen mycket väl tänka sig, att den i vissa sjöar konstaterade allmänna manganrikedomen är att förklara ur till graniten i omgivningarna bundna brunstensförekomster, av en obetydlig och rent lokal utsträckning. Möjligen kan även inspräng̈ningen av basiska och således absolut manganrikare men — i förhållande till järnet — därpå relativt fattigare bergarter spela en viss roll härvidlag. Det är ju möjligt, att detta också är faktorer att räkna med. De behöva emellertid — jämligt VOGT's (1906) betydelsefulla undersökningar vid Glitrevandet — icke förutsättas, utan hela förloppet måste kunna förklaras, även om man endast har att räkna med en berggrund av typiskt sur karaktär, utan några specialicerade mineralförekomster.

Möjligen kunde man tänka sig ett besvarande av det framställda spörsmålet genom en kartografisk bearbetning av det redan föreliggande analysmaterialet av sjömalmer från Sverige, Norge och Finland i dess relation till geologiskt-mineralogiska faktorer. *Men denna väg är absolut ogångbar.* Hela det äldre analysmaterialet representerar ju nämligen så gott som uteslutande relativt enstaka prov från olika sjöar. Då nu emellertid — som vi särskilt med stöd av analyser från Vidöstern kunnat visa — den kemiska strukturen kan variera så oerhört även inom en och samma sjö, så blir ock följden därav, att alla enstaka analyser *för detta ändamål* måste betraktas som alldeles värdelösa. Vad som erfordras är fastmera ett stort analysmaterial från var och en av ett stort antal sjöar. Först när ett dylikt en gång föreligger, kan alltså tiden anses vara inne att upptaga denna fråga till en närmare behandling.

* *
*

En närmare och verkligt tillfredsställande utredning av sjömalmernas kemi med hänsyn till den tillsynes relativt enkla frågan om korrelationen mellan järn- och manganhalt kan alltså endast framgå ur ett ingående studium av grundvattnets kemi i dess relation till geologiskt-mineralogiska faktorer, sådant detta under *längre* observationstider visar sig framträda inom begränsade och absolut överblickbara undersökningsområden. Sannolikt varierar grundvattnet betydligt såväl till kvantitet som kvalitet, varav också olikheter i malmbildningen måste bli beroende. Att utfällningsförhållandena under tidernas lopp betydligt växla, är i varje fall säkert och tar sig också ett monumentalt uttryck i de djupt ingripande sekundära omvandlingar av malmfälten, till vilkas närmare skildring vi i det följande återkomma.

VII. Järnmalmens formbildningsproblem.

Sedd i belysning av den limniska zoneringen torde det gamla och hittills fullständigt oklara formbildningsproblemet i själva verket trots allt böra betecknas som mycket enkelt. Den äldre forskningen kände icke dessa förhållanden och baserade därför sina hypoteser på rent teoretiska spekulationer, vilka därför icke heller kunnat bli bestående inför verkligheten — om de ens överhuvudtaget kunnat betecknas som sannolika.

Den mest gångbara av dessa äldre hypoteser är ovillkorligen STAPFF'S av 1865. Han föreställde sig ju nämligen, att de större skraggmalmerna helt enkelt uppstått ur en över sjöbottnen likartat och jämnt utfälld ockra, som sedermera hårdnat. Pärl-, hagel-, ärt- och bönmalmernas oolitformer förklarade han däremot *icke som någon diagenetisk slutprodukt av en först utfälld ockergyttja*, utan han antog fastmer, att dessa bildningar uppstått *kring genom undervattenskällor i virvlande rörelse städse dansande sandkorn*. Analogislutet med sprudelstenarna är påfallande. Penningmalmens form förklaras ur en vidare utbyggnad av detta resonemang: »Först då ockeravsättningen så tilltagit, att vattenströmmen icke längre förmår hålla kornet fritt svävande, upphör den likformiga och allsidiga inkrusteringen, och malmklotet tillväxer mera i den ena riktningen än i den andra, varigenom det får en irreguljär skapnad. — — — I många fall upphör den sfäriska likformiga inkrusteringen, så snart kornen blivit $^1/_2$ à $1\,^1/_2$ linjer tjocka, men den ytterligare tillväxten sker i reguljära, uti ett gemensamt plan liggande ringar, vilka tillsammans framkalla den s. k. penningmalmens skivartade form. Den ringformiga ockeravsättningen framkallas sannolikt genom vattenström-

mar, som äro riktade vertikalt mot den uppkomna penningmalmens plan. Strömmen måste då symmetriskt böjas kring skivans kant, varest en ringformig virvel uppkommer, uti vilken ockra företrädesvis avsättes. Villkoren för denna procedur uppfyllas, så snart t. ex. pärlmalmskorn ligga vertikalt över en uppstigande vattenådra, svävande men ändock tillräckligt stadigt för att av vattenströmmen icke vidare kunna vältras.»

Den förklaring, som STAPFF här lämnar till de vanligaste sjömalmstypernas uppkomst, kan utan överdrift betecknas som äventyrlig. Våra malmbottnar skulle jämlikt densamma onekligen erbjuda ett rörligt liv, och aktningsvärda källor vore erforderliga för att hålla malmkornens virveldans vid makt åtminstone tills de nått en diameter av ett par millimeter. Frånsett denna orimlighet och frånsett det otänkbara i så många specialiserade utlopp på malmfälten, så måste hela denna teori dock redan falla på det kända sakförhållande, att malmen merendels vilar på eller i gyttja — en avlagring, som ju vore otänkbar på av dylika strömningar kännetecknade fält.

STAPFF'S teori angående formbildningsproblemet måste alltså numera betraktas som fullständigt ohållbar. Den är eljest genomförd med logisk skärpa och måste mot bakgrunden av den tid, som ju eljest saknade närmare kännedom om de limniska avlagringarnas allmänna fördelning, förefalla mycket plausibel. I motsats häremot torde emellertid en — något senare — teori som den SJÖGRÉEN'ska (1862) även med historiskt perspektiv icke förtjäna annan beteckning än ett kuriosum. SJÖGRÉEN beskriver nämligen i sitt anförda arbete, hurusom malmärterna bildas av maskar, vilka spinna dem. De iakttagelser, som kunna ligga bakom detta fullständigt orimliga påstående, undandraga sig visserligen alldeles vårt bedömande. Mähända har han haft med bottenlevande larver och oligochæter att göra samt därvid förväxlat deras exkrement med krutmalm.

Den senare litteraturen har väsentligen accepterat STAPFF's hypotes i formbildningsproblemet. Något nytt har egentligen icke framkommit, förrän KOLKWITZ, WELTNER och WESENBERG-LUND först nära nog ett 50-tal år senare bevisade vissa bönmalmers uppkomst genom en järnanrikning i och på skal av snäckor. Något principiellt nytt innebär visserligen icke detta, ty likartade företeelser voro sedan länge kända för till nutida marina avlagringar knutna mangankonkretioner, varom man närmare jämföre i det följande. Men dylikt är även på det limnologiska området ett specialfall av i allra högsta grad lokalt begränsad betydelse och saknar därför varje betydelse för en uppfattning av formbildningsproblemet i stort.

Senast har AARNIO (1918) på nytt anslutit sig till den STAPFF'ska hypotesen om för nära nog varje malmkorn gällande specialströmmar och för övrigt vidare utvecklat densamma. Någon vidare giltighet kunna vi dock ej tillerkänna dessa resonemang.

För vår del anse vi oss fastmera helt enkelt böra betrakta de olika malmformerna som i första hand effekten av konkretionsföreteelser, vilka naturligtvis växla såväl efter »initialmaterialets» beskaffenhet som ock efter dess stratigrafiska läge. Det primära blir alltså en finkornig ockra, vare sig densamma utfälles på rent kemisk väg eller mera direkt eller indirekt sammanhänger med det organiska livet på denna nivå. Det organiska livet kan visserligen direkt bidraga till ockrans utfällning, men praktiskt taget aldrig direkt till de olika malmformernas uppkomst. Fastmer uppstå desamma om varandra på sjömalmsfälten i ytan och djupare ner i malmfältets gyttja helt enkelt som konkretioner kring olika bildningskärnor, vilka ofta nog kunna vara kemiskt fullständigt indifferenta i förhållande till järnoxiden och liknande fällningar. Sålunda anrikas på detta sätt det först *ofta nog* i form av en typisk ockra eller ockerblandad gyttja utfällda järnet till separata centra. Detta är alltså en process, som förlöper fullständigt oberoende av alla egentliga livsfaktorer. Detta hindrar dock icke, att det understundom är livet självt, som levererar de initialer, kring vilka ockerpartiklarna samlas. I princip gäller alldeles detsamma för de egentliga myrmalmerna, varemot den översilade markens ockror ju i allmänhet stanna på ockerstadiet.

Sjö- och myrmalmernas rikedom på växlande former betingas alltså helt enkelt av det ursprungliga initialmaterialets växlande beskaffenhet resp. av dess läge i malmfältets stratigrafi. Vi skola i det följande närmare utveckla denna synpunkt, som på ett enkelt och naturligt sätt torde bringa reda i formbildningens hittills städse oklara problem.

Vi ha i det föregående funnit, hurusom den väsentliga malmbildningen försiggår inom en långsamt sluttande elitoral i sådana sjöar, där grundvattnets kemiskt-fysikaliska förhållanden — beroende av omgivningarnas geologiskt-mineralogiska struktur — överhuvudtaget möjliggör en malmbildning. De orsaker, vilka betinga järnets utfällning till den fingranulerade ockran ha därvid också närmare klarlagts. Det sista stadiet i sjömalmernas bildning betecknas emellertid av de kända malmformernas framträdande ur ockergyttjan. Formbildningen kan alltså vara fullständigt skild från den primära utfällningen, även om dessa processer väl i allmänhet förlöpa relativt samtidigt.

Uppkomsten av de olika malmtyperna betingas av olikheten i det initialmaterial, kring vilket konkretionen går av stapeln resp. av detsammas olikartade fördelning inom bildningslagrets profil. *Formbildningsproblemet blir sålunda här en fråga av rent kemiskt-fysikalisk innebörd, utan direkt samband med biologiska realiteter.* Vi skola i det följande närmare utföra detta resonemang från de synpunkter, vartill vi själva kommit under våra vidsträckta fältarbeten. Det torde emellertid först vara lämpligt att meddela en översikt över de initialer, som härvid komma ifråga. De utgöras i själva verket av alla de slags grövre element, vilka överhuvudtaget kunna uppträda i gyttjan. Vi erhålla alltså följande översikt:

A. Organiskt resp. organogent material.
Fallförna från supralimniska skogszoner o. s. v.
Vävnadsfragment av litoralzonens växter.
Koprogena bildningar.
Skelettrester av mikroorganismer.
Skelettrester av mollusker.

B. Oorganiskt material.
Lera.
Sand.
Grus.

Granskar man närmare detta initialmaterial, så befinnes ju dess fördelning inom den limniska zoneringen i väsentlig grad utpräglat zonär. Vi kunna från dessa synpunkter uppställa omstående typiska fördelningsöversikt.

Elitoralen uppvisar alltså, som man kan vänta av dess ställning inom zoneringen, en blandningstyp mellan sublitoral och profundal. *Alla de grövre element, som här uppträda inom gyttjan, kunna nu också tjäna som initialer vid konkretionsbildningen.* Dessa initialer äro ju emellertid ingalunda städse fördelade i relativt samma mängd. Sålunda kan exempelvis den allolimniska förnan dominera i sjöar med barrträdsbevuxna blockstränder, men däremot praktiskt taget saknas i sjöar med av ängsmark behärskade sluttningsstränder. Eller ett oorganiskt material kan exempelvis bildas av typiskt osorterat moränmaterial eller också av avslammad finsand o. s. v. Vidare kunna de koprogena bildningarna — beroende av faunan reglerande faktorer — gå högre eller lägre, så ock — ävenledes beroende av ökologiska faktorer — de skelettproducerande mikroorganismerna. Den största växlingen

Initialer	Inom sublitoralen	Inom elitoralen	Inom profundalen
A. Organiskt material			
Allolimnisk förna	← Tilltagande		
Litoral »	← Tilltagande		
Koprogena bildningar	Tilltagande →		
Skelettrester av mikroorganismer			
a) litorala	← Tilltagande		
b) pelagiska	Tilltagande →		
Skelettrester av mollusker	Tilltagande →	← Tilltagande	
B. Oorganiskt material			
Lera	← Tilltagande		
Sand	← Tilltagande		
Grus	← Tilltagande		

erbjuda naturligtvis molluskskalen, då desamma praktiskt taget helt enkelt alldeles saknas inom de kalkfattiga urbergsområdena. *Det är ju under dessa omständigheter självklart, att malmens form måste kunna bli mycket växlande såväl inom en och samma lokal som framförallt på lokaler inom olika sjöar.* Ty varje elitoral har sin förhärskande initialtyp — därmed också sin genetiskt säkert karakteriserbara malm, som också ofta nog redan till formen uppvisar helt olika typer. Vi behandla därför i det följande de olika malmtyperna var för sig, grupperade efter de växlande initialerna.

1. Konkretionsbildningens princip.

Ehuru själva konkretionsförloppet rent empiriskt — som vi i det följande skola närmare utreda — erbjuder en hög grad av enkelhet, så är dock dess kemiskt-fysikaliska innebörd hittills ytterst föga utredd. Sjömalmsbildningens problem med särskild hänsyn till konkretionsförloppets kemi erfordrar därför alltjämt en serie speciellt härpå inriktade undersökningar. Även som en utgångspunkt för dylika torde emellertid den följande framställningen vara av betydelse.

Varje konkretionsbildning av den typ, som det här är fråga om, innebär ju en attraktion av det finkorniga präcipitatet kring vissa

kärnor i en eljest relativt homogen grundmassa. För att förklara en dylik attraktion torde emellertid några kemiska reaktioner ingalunda behöva förutsättas. Det torde därför vara fullt berättigat, att rent teoretiskt räkna med den möjligheten, att det finkorniga präcipitatet i form av Fe_2O_3 helt enkelt antätnar omkring de olika initialer, som elitoralen har att uppvisa — alldeles så, som en kristallisation av en lösning fortskrider, där den en gång börjat. I verkligheten torde nog detta också mycket ofta vara fallet, ehuru sannolikt även initialernas kemiska beskaffenhet åtminstone vid den första järnutfällningen på ett eller annat sätt gör sig gällande. Och har en dylik väl en gång börjat — så fortsätter konkretionen också utan vidare, så länge som något nytt, »okonsoliderat» material står till förfogande.

Med utgångspunkt från dylika synpunkter torde det vara berättigat att gruppera initialmaterialet på följande sätt:

Kemiskt relativt indifferenta kroppar.

Hit torde endast böra föras kvartssand o. d.

Kemiskt icke indifferenta kroppar.

Övervägande adsorptivt verksamma initialer.

Koprogena bildningar.
Flertalet vävnadsfragment av högre växter.

Genom kemiska reaktioner verksamma initialer.

Kalk.
Vävnadsfragment med högre garvsyrehalt (t. ex. bark) o. s. v.

Att i detalj klarlägga de olika reaktioner, som härvid kunna gå av stapeln, torde på forskningens nuvarande ståndpunkt icke vara möjligt. Hela förloppet torde kunna förklaras som en ren konkretion ur förut utfällt material. Tydligen är dock ävenledes ett samtidigt förlöpande av utfällning och konkretion tänkbart. I huvudsak torde det därvid vara fråga om en oxidation av humus, varvid järnet faller som humat; eller också om rena koagulationsverkningar mot den kolloida Fe_2O_3. Sålunda har bl. a. AARNIO studerat den sistnämndas koagulationsbetingelser vid kontakt med en del sådana bildningar, vilkas närvaro kan förutsättas på sjöbottnen. Vidare äro ju reaktioner mellan verkliga lösningar tänkbara såväl mellan t. ex. växtlämningar (till följd av garvsyrehalt) som ock mellan mollusk-

skal (till följd av kalkhalten) och tillströmmande järnlösningar. Det torde emellertid vara otvivelaktigt, att den rena attraktionsprincipen jämsides härmed gör sig gällande och med tiden — sedan de primmära reaktionerna gått av stapeln — blir den alldeles dominerande. För de kemiskt verkligt indifferenta initialernas vidkommande torde man överhuvudtaget endast ha att räkna med denna sistnämnda princip.

2. De olika malmformerna och deras beroende av initialmaterialets beskaffenhet.

Malmens växlande form är delvis utan vidare en ren effekt av den ursprungliga initialens utseende. Sålunda är det ju självklart, att t. ex. en liten rundslipad kvartsinitial primärt måste föranleda ett malmkorn av krutets typ, en större koprogen bildning av haglets, ett tillplattat gruskorn av penningens o. s. v.

Den primära typens senare öden beror emellertid ävenledes av initialens stratigrafiska läge. Sålunda tendera överhuvudtaget alla rundare initialer, vilka ligga nere i gyttjan, till en relativt sfäriskt koncentrisk tillväxt; de i slamytan däremot till en tillplattad, penningeartad. Särskilt är detta fallet på bottnar med en mycket ringa mäktighet av det malmbildande skiktet. Naturligtvis varierar dock detta ävenledes med det förhållandet, om man har att räkna med ett grundvatten, som gjuter sig fram över det elitorala slammet eller ock uppstiger genom detsamma. På detta sätt kan exempelvis en malm av penningtyp tydligen även uppkomma ur en helt rundad initial. *Från den definitiva malmens utseende får alltså direkt icke slutas till initialens beskaffenhet.*

Högst olikartade initialer kunna leverera en morfologiskt överensstämmande slutprodukt. Det är därför icke tillräckligt att helt enkelt karakterisera en malm som, låt oss säga, ärtmalm, utan man måste tillägga: via sand, via koprogena bildningar o. s. v. Står formnamnet blankt, så har man alltså därmed endast uttalat sig om den färdiga malmens morfologiska utseende, icke om initialmaterialets beskaffenhet.

Med hänsyn till de olika malmformer, vilka alltså kunna framgå ur ett högst heterogent initialmaterial, skall i det följande meddelas ett antal exempel. Den terminologi för malmformernas benämning, som därvidlag kommer till användning, har redan i ett föregående avsnitt definierats.

3. Den alloktona förnan som initial.

Allokton förna finns visserligen inom praktiskt taget alla sjöars slamanlagringar i form av blad- och barkrester o. s. v. från supralitoralvegetationen. Understundom — inom verkliga skogssjöar — kan den alldeles dominera. Föreligger samtidigt en elitoral med rikhaltiga tillskott av järnhaltigt grundvatten, så kan också den del av den alloktona förnan, som är mera resistent, undergå en fullständig »förjärning» på sjöbottnen. Man får då på detta sätt en limnisk bildning, vars förutsättningar ju till det allra väsentligaste betingas av omgivningarna.

Dylika fall äro överhuvudtaget mycket vanliga. Men det hör dock till sällsyntheterna, att denna form för malmernas genesis alldeles dominerar. Ett mycket belysande fall i denna riktning erbjudes emellertid av *Grissjön*. I den renhet, vari det här vid vissa delar av stranden föreligger, hör det visserligen till sällsyntheterna. Fallet erbjuder emellertid med hänsyn till formbildningsproblemet en enastående klarhet och torde därför vara förtjänt av en särskild uppmärksamhet. Det var också här, som jag första gången insåg sambandet mellan initial och form, att de förra måste växla samt att sålunda även malmformerna åtminstone genetiskt karakterisa skilda sjötyper.

Grissjöns stränder utmärka sig genom en typiskt »småländsk» fysionomi — blockfält, som behärska gruset. Barrskogen går emellertid ställvis helt nära intill sjön, och man finner också i dess strandregion stora massor av allokton förna, särskilt tallbarksmaterial. Annan förna är i förhållande härtill sällsynt. Tallen fäller ju också — i motsats till alla andra träd i den svenska floran — typiskt sin bark; och i form av runda och ovala stycken.

Ett stycke ut mot elitoralen uppvisar emellertid detta rikhaltiga förnematerial en typisk »*förjärning*». *Kring de olika barkstycken, som vila på den ockerrika gyttjan anrikas nämligen det här utflockade järnet i stor skala.* Den primära effekten härav blir en ringvall av järn, men med tiden fortskrider järnöverfällningen över hela barkstycket, så att småningom *en typisk, centralt intryckt malmpenning föreligger*. Det övriga förnematerialet järnöverfälles likaledes och ger på detta sätt upphov till de mest olikartade malmtyper.

Denna princip för malmernas formbildning är inom *Grissjön* ställvis alldeles förhärskande. Något annat fall av denna typ i större skala har jag däremot icke påträffat. Med hänsyn till vegetations-

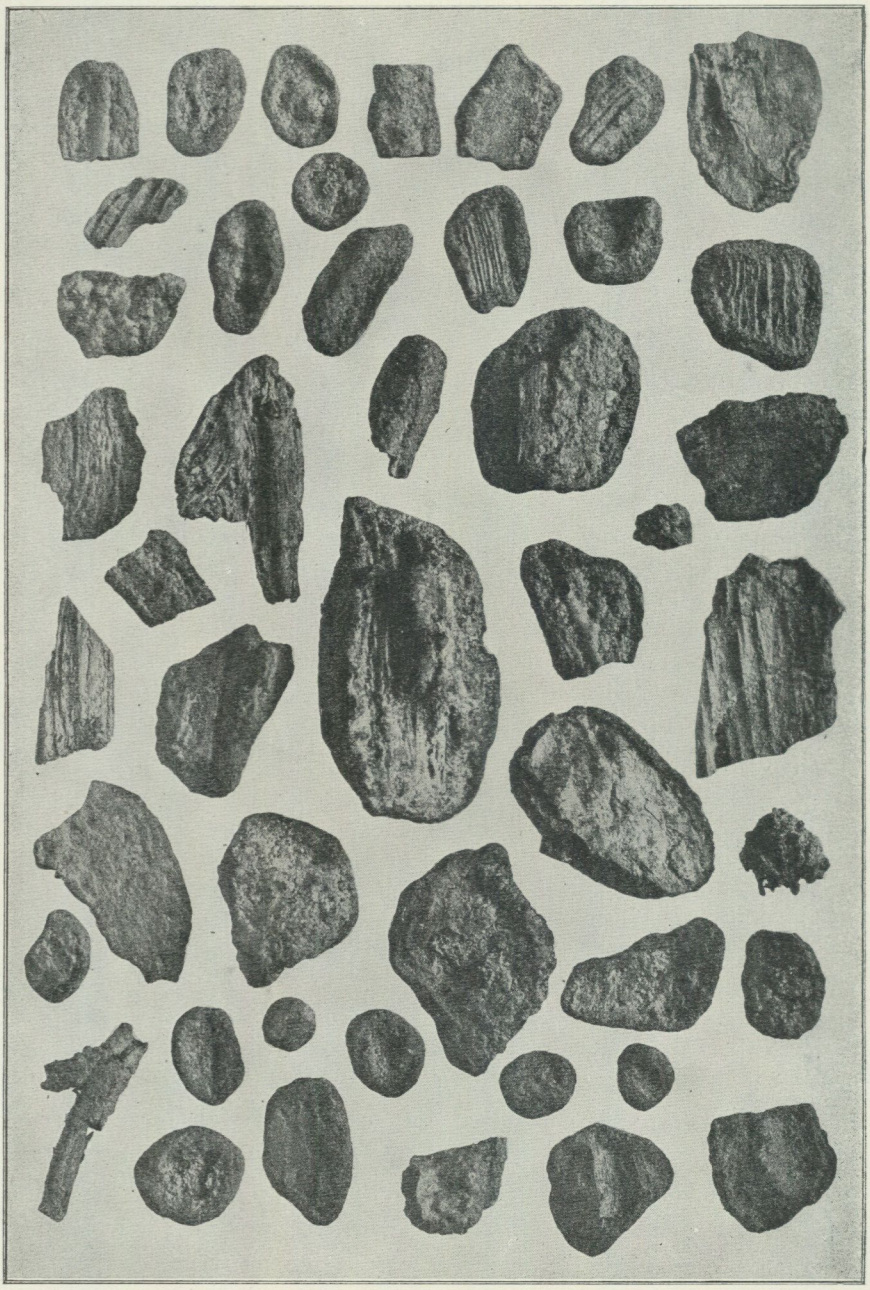


Fig. 24. Malm från Grissjön. Dels färdig, dels *in statu nascendi.* Initialmaterialet utgöres här till övervägande del av tallbarkstycken. Man ser också desamma i alla stadier av järnöverfällning, från ringvallstadiet till den färdiga penningen. En del kant- och rörmalm, dels färdig, dels *in statu nascendi.* Ungefär naturlig storlek.

förhållandena vid de småländska sjöarna gör den sig dock ofta nog märkbar som en mer eller mindre påfallande insprängning, även om gruset där merendels blir den dominerande initialen.

De olika malmformer, vilka äro att härleda ur järnanrikning kring allokton förna, kunna grupperas på följande sätt:

I. *Penningformade malmer.* — Särskilt den avfallande tallbarken spelar härvid en betydelsefull roll. I de specialfall, där barken genombrytes av kvistar, uppkommer antingen en centriskt eller excentriskt skaftad penningmalm eller ock en på ett eller annat sätt genombruten penningmalm.

II. *Kantiga malmer.* — Uppstå via diverse barkmaterial.

III. *Rör- och rännformiga malmer.* — Uppstå genom järnanrikning i kvistar, där av en eller annan anledning barklagret isolerats och för sig tjänar som initial: antingen helt — då effekten blir en rörmalm — eller ock fragmenterat — då effekten blir en rännformad malm.

IV. *Kakformiga malmer.* — Uppstå direkt genom järnanrikning på större barkstycken. — Uppträda sällan, men ha av mig iakttagits även på björkbark som initial.

V. *Några andra malmformer* (jfr översikten sid. 29—36) uppstå icke ur detta initialmaterial.

Som redan framhållits, kunna dessa malmtyper lätt nog upptäckas i flertalet av de småländska sjöarna. Att de emellertid — som i Grissjön — ställvis alldeles dominera, är dock ett rent undantag. Det är eljest fastmer — och det ligger ju också nära till hands att tänka sig — det här nästan allestädes närvarande morängruset, som spelar rollen av den dominerande initial, gentemot vilkens inflytande alla andra element träda tillbaka.

4. Sand, grus och klapper som initialmaterial.

Intet initialmaterial kan naturligtvis vara mera rikligt för handen än sand och grus. Det är för de småländska sjöarna med moränbotten helt enkelt att anse som en grundläggande karaktär. Materialet avtar ju i riktning mot profundalen men ingår ännu som en riklig inblandning i elitoralens malmbildande gyttja.

De malmformer, som uppstå genom denna konkretionsbildning, kunna grupperas på följande sätt.

I. Sanden som initial.

Typiskt bilda sandkornen endast en primärt mycket fin kulmalm, alltså en krutmalm. Genom följande tillväxt kan emellertid denna

övergå i hagel- och ärtmalmer. Fortskrider järnavsättningen oregelbundet — särskilt vid kornets läge i slamytan — kan effekten under tidernas lopp ävenledes bli en penningmalm.

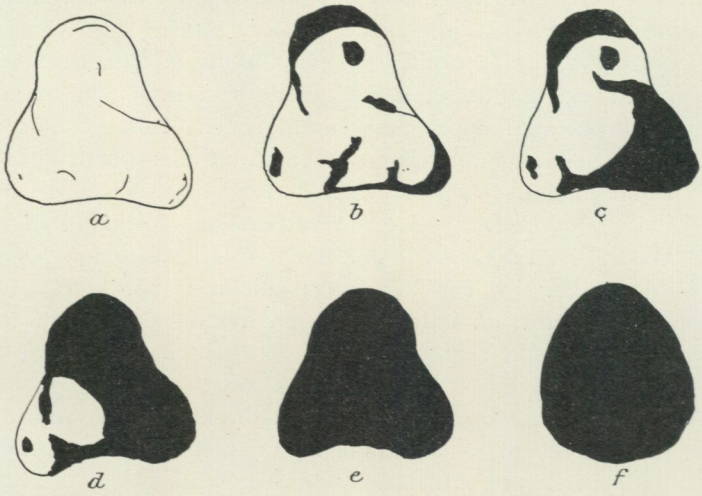


Fig. 25. Schematisk översikt över kvartssandens järnöverfällning och övergång i krutmalm genom attraktion av den utflockande järnmassan. a) Det intakta sandkornet. b—d) Rostfläckar börja uppträda. e) Järnöverfällningen är slutförd. f) En typisk krutmalm föreligger.

Fig. 26. Schematisk översikt över rostfläckarnas struktur å förjärnande kvartssand. a) Den vanliga typen. b) Partiell *Siderocapsa*-struktur. c) Dendritstruktur. Liksom b mycket sällsynt.

Den princip, som sandkornens förjärning följer, kan enklast åskådliggöras t. ex. genom vidstående bild, fig. 25. Vi se därav, hurusom sandkornet småningom täckes av rostfläckar, vilka särskilt uppträda längs sprickor och repor i detsamma. Med tiden sammanflyta dessa fläckar — och av det »rostande» sandkornet har blivit en krut-

malm. — Rostfläckarna visa i allmänhet en sedvanlig »oorganisk» struktur (jfr fig. 26 a). Dendritbildningar (jfr fig. 26 c) äro sällsynta. Än mera sällan träffas bildningar (jfr fig. 26 b), vilka erinra om järnbakterier av typen *Siderocapsa*. Dylika äro emellertid *mycket* sällsynta, och något annat, som skulle kunna anses tyda på en mor-

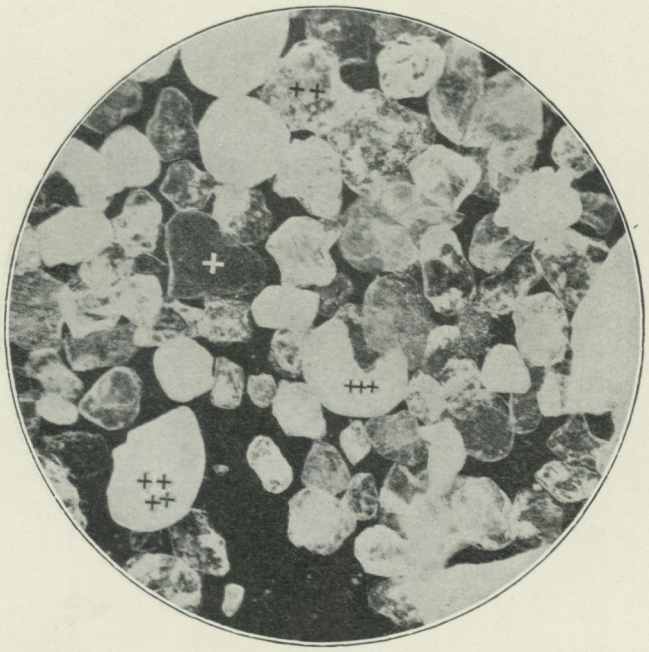


Fig. 27. Sandig krutmalm från Vidöstern. Mikrofotografi × 20. Man ser här alla stadier av den fortskridande järnöverfällningen. Sålunda anger exempelvis
+ Ett intakt sandkorn.
+ + Sandkorn med en diffus rostfläckighet.
+ + + Sandkorn med en stor excentrisk järnsköld.
+ + + + Färdig, något kantig krutmalm.

fologiskt påvisbar bakteriell verksamhet, kan icke heller morfologiskt påvisas. *Det torde därför överhuvudtaget vara fullt berättigat att betrakta hela järnanrikningsprocessen även kring sandkornen som en rent kemiskt fysikalisk process.* Initialen är ju ock här merendels så indifferent ($=SiO_2$), som det ju överhuvudtaget är möjligt. Fallets principiella betydelse är därför också avsevärd.

En mycket vacker illustration till denna sandens gradvisa förjärning och övergång i krutmalm erbjudes särskilt genom en mikrofotografisk framställning av slamningsrester från sandiga malmgyttjor. Jag har därför också här medtagit några dylika representativa

bilder, till vilkas förklaring f. ö. också närmare hänvisas. De äro framställda efter min metod för mikrofotografering direkt på papper i negativa bilder. Den rena kvartssanden är därför svagt markerad; malmkrutet däremot kritvitt. Övergångsstadierna markeras genom kvartssandens gradvis allt svagare framträdande på bilden.

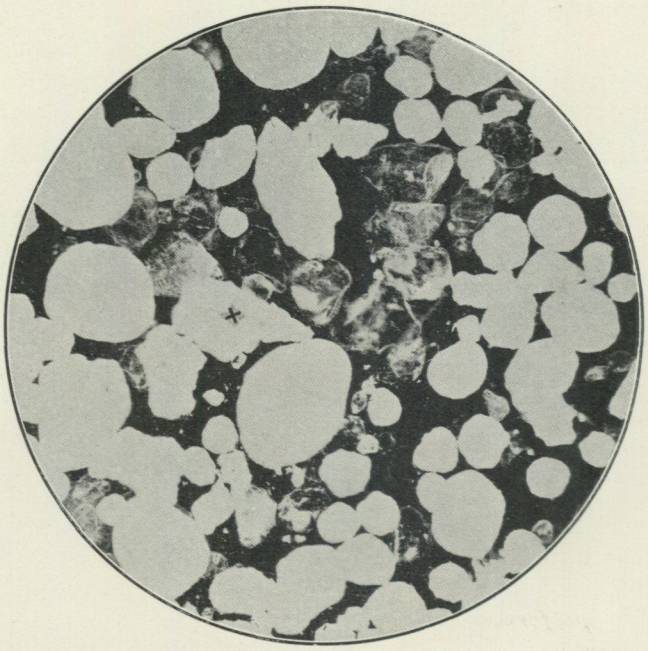


Fig. 28. En föga sandig krutmalm från Vidöstern. Mikrofotografi × 20. Den färdiga krutmalmen dominerar här avgjort över den i förjärning varande sanden. Oregelbundna korn (av typen +) representera antingen ojämna sandinitialer eller ock en initial i form av vävnadsfragment av någon högre växt.

II. Gruset som initial.

Grusets formrikedom betingar också en stor rikedom av de malmformer, vilka framgå som effekten av en däromkring skedd malmavsättning. Av en ingående betydelse är emellertid även dess läge inom ockergyttjan. En grusbit, allsidigt omgiven av ockergyttja, måste ju nämligen — som lätt inses — tendera till uppkomsten av en kulformad malm. De tillplattade penningarna uppstå däremot framför allt i ytlagret, där järnavsättningen i första hand genom nyutfälld ockra kan gå av stapeln från sidorna, varemot konkretionen från andra sidor träder tillbaka. I princip gäller naturligtvis alldeles detsamma om andra initialtyper i förhållande till det stratigrafiska läget.

De malmformer, som uppstå via grus, kunna grupperas på följande sätt:

I. Kulformiga malmer.

Alltefter initialens ursprungliga storlek uppstår här primärt en malm av krut-, hagel- eller ärtform; eller ock uppkomma de grövre formerna först sekundärt genom den ursprungliga malmens tillväxt. — Merendels börjar emellertid all grusmalm som kantmalm. Förhållandet är ju med hänsyn till morängrusets ursprungliga form egentligen självklart. Att det kunnat förbises, kan också endast förklaras därav, att kantmalmerna på de färdiga malmfält, vilka tekniskt utnyttjas, endast spela en mycket obetydlig roll. De äro fastmer karakteristiska för de malmfältets utkilningar i riktning upp- och nedåt, vilka de gamla malmfiskarna visligen undveko på grund av den här stora halten av mindrevärdig, grusblandad malm.

II. Penningformade malmer.

Uppstå i första hand genom järnanrikning kring flatare, i slamytan belägna grusbitar. De genetiska stadierna överensstämma strukturellt med motsvarande barkmalm; jfr fig. 24 och 29.

III. Mer eller mindre bönformade malmer.

Initialens form bestämmer här direkt malmformen.

IV. Spolformiga malmer.

Jfr under III.

V. Kantiga malmformer.

Denna form är grusmalmens karakteristiska ungdomsstadium, varifrån den under tidernas lopp överföres särskilt i kul-, penning- och bönmalmer.

VI. Kör- och rännformiga malmer.

Uppstå icke ur detta initialmaterial.

VII. Sköldformiga malmer.

Antagligen en form av skraggbildning. — AARNIO har även för dess uppkomst förutsatt speciella strömningar i slammassan. Denna hypotes är dock enligt vår mening även här alldeles överflödig.

VIII. Kakformiga malmer.

Uppstå därigenom, att talrika initialer på en mycket grusblandad botten så gott som *ab initio* sammanväxa. Effekten blir en grusig, lågprocentig skraggmalm.

IX. Pipmalm.

Naturligtvis otänkbar via detta initialmaterial.

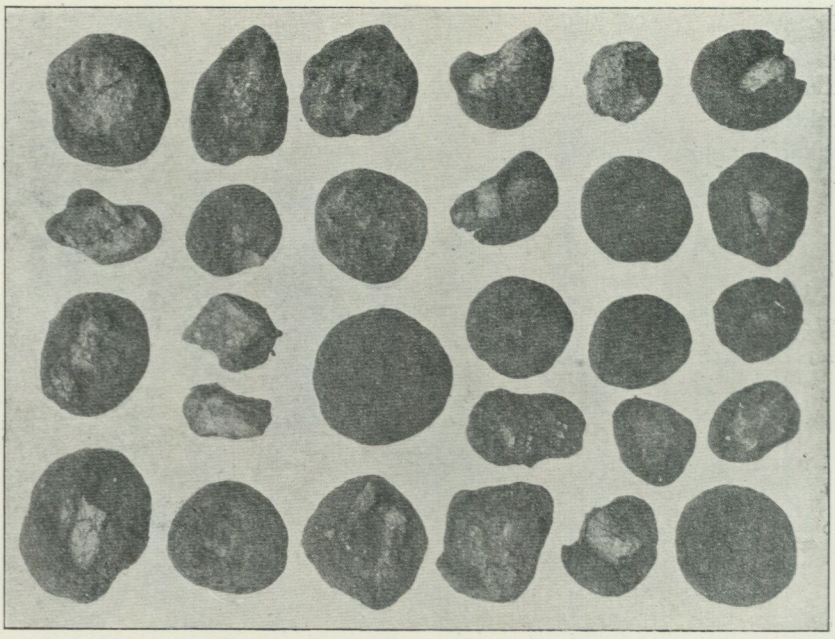


Fig. 29. Penningmalm via grus *in statu nascendi.* Man ser här i flera fall den första ringvallen av järn, vilken småningom utbreder sig över hela grusbiten. Därmed är den definitiva penningmalmen också färdig. Naturlig storlek.

III. Klapper och annan grövre sten som initial.

Att järnavsättningar även kunna uppstå kring större stenar är sedan gammalt bekant. Järnavsättningens form blir en direkt följd av stenens stratigrafiska läge — ett förhållande, som de vidstående figurerna 30 och 31 torde närmare demonstrera.

I motsats mot grövre klapper kunna flisartade stenar så gott som fullständigt järnöverfällas. När initialmaterialet sedan under tidernas lopp förvittrat och dess petrografiska struktur alltså kollaberat (jfr sid. 103—105), föreligger sålunda en med hänsyn till järn lågpro-

centig skraggkaka, utmärkande sig genom en avsevärd halt av kvarts o. s. v., vilka mineral blivit kvar vid förvittringen.

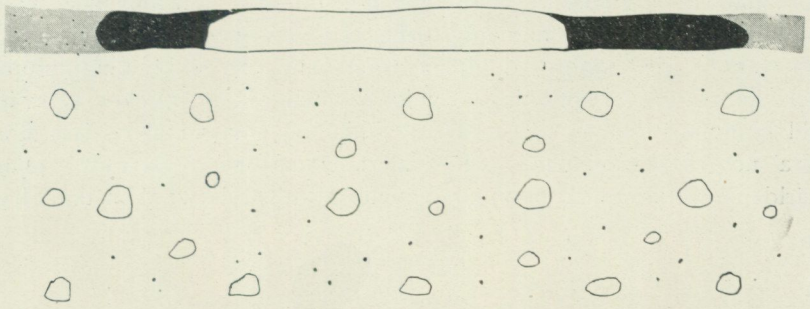


Fig. 30. Schematiskt tvärsnitt genom en ogenomsläpplig, hårdpackad grus- och sandbotten. Överlagrad av en tunn ockergyttja. Häri en stenflisa, vilken järnkringfälles. Dylika flisor kunna fullständigt »stensätta» stora arealer av sjöbottnen. Effekten av den härtill knutna järnanrikningen resp. samtidigt därmed förlöpande vittringen blir ett typiskt »skraggolv».

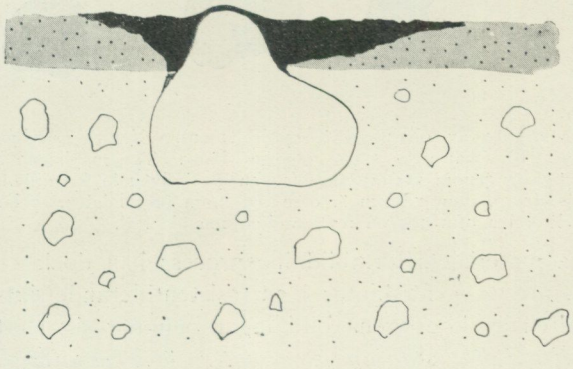


Fig. 31. I ockergyttjan här toppen av en klappersten, kring vilken en järngördel utvecklar sig. En för klappersträndер mycket karakteristisk bild.

5. Koprogena bildningar som initialmaterial.

För bottenslammets struktur spelar den slamätande djurvärlden i form av maskar och insektslarver en merendels rentav grundläggande roll. Jag har förut (1917 a) lämnat en ingående framställning av dessa förhållanden och begränsar mig därför här till en kort överblick över de företeelser, vilka särskilt för malmernas bildningshistoria äro av en ingående betydelse.

Den slamätande djurvärlden överför det ursprungligen finflockiga bottenslammet till en deciderat koprogen — d. v. s. *fingrynig — struktur.* De koprogena bildningarna äro i och för sig relativt små

(i allmänhet av c:a $^1/_2$ mm:s bredd), men större aggregat därav uppstå dock framför allt därigenom, att bottenfaunan därav uppbygger rör, vilka sedan ofta fragmenteras. En närmare illustration till dessa förhållanden erbjudes av vidstående fig. 32—35. Jämsides med denna biologiskt betingade sammangyttring torde ävenledes inom vissa sjöbottnar en rent kemisk dylik gå av stapeln. De exkrementklumpar och andra grövre bildningar, vilka sålunda till en mycket avsevärd del komma att ingå i den i övrigt finflockiga massan, äro visserligen ofta nog föga resistenta och sönderfalla därför lätt på nytt. Djurvärldens verksamhet betingar emellertid en relativt konstant halt

Fig. 32. Schematisk framställning av olika grövre gyttjeelement. Naturlig storlek. a) Koprogena elementardelar. b) Smärre, c) större aggregat därav. Typerna b och c kunna emellertid därjämte uppstå genom växtrötternas mekaniska inflytande på miljön. Denna sistnämnda bildningsprincip, som tydligen är otänkbar inom profundalen, spelar däremot inom elitoralen ofta nog en rent av dominerande roll.

därav. Det koprogena materialets formbildningsprocess kan dock — som jag förut, 1917 a, utrett — förskjutas i en resistentifierande riktning, så att alltså halten av koprogena bildningar befinner sig i ett ständigt tilltagande. *Ett dylikt stadium representera överhuvudtaget alla järnrikare bottnar genom de absorptionsprocesser med hänsyn till järnföreningar, vilka gå av stapeln i bottenslammets koprogena material.* Dylika förutsättningar äro överhuvudtaget mycket vanliga. *I de verkliga malmsjöarna går processen längre, och det hela slutar där med uppkomsten av en finare eller grövre malm — av förjärnade koproliter.*

De koprogena bildningarna äro i första hand profundalens karakteristikon. De avta betydligt i riktning mot land, och deras betydelse som malminitialer på elitoralens malmfält träder ofta nog tillbaka gentemot sand och grus. Ehuru de därför väl så gott som alltid i någon mån göra sig gällande som initialer, så hör dock uppkomsten av rena järnkoprolitfält till undantagen.

Särskilt i *Vidösterns* grusfria bottnar spelar emellertid det koprogena materialet en mycket betydelsefull, understundom alldeles dominerande roll vid malmernas formbildning. Man kan här i den f. ö. grå gyttjan med stor skärpa följa alla stadier av det koprogena materialets »förjärning». Lägger man så t. ex. en profil från en malmstrand ut mot djupet, så befinnes det, hurusom halten av röda koprogena bildningar med stor hastighet avtager i denna riktning gent-

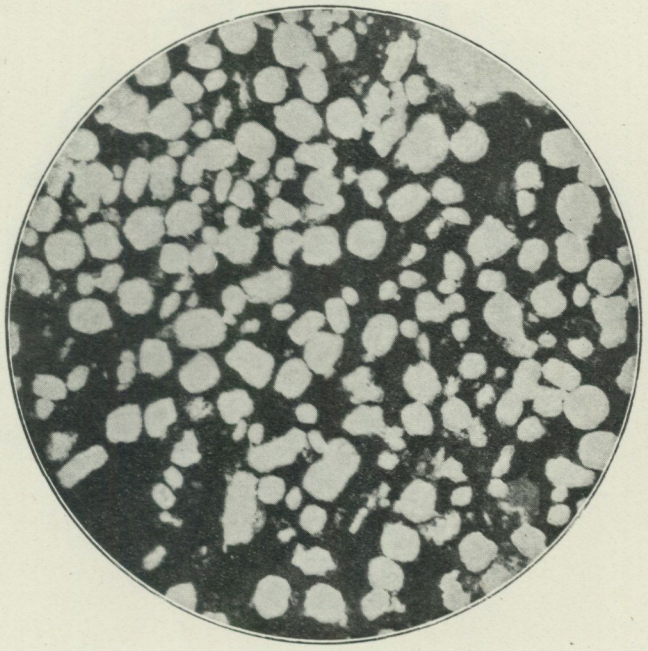


Fig. 33. Slamningsrest av en typisk järnrik dygyttja. Mikrofotografi × 20. Bilden domineras väsentligen av smärre exkrementklumpar.

emot de grå — och alldeles parallellt med den varierande stratigrafi, vi redan förut (sid. 41—46) för ett dylikt fall klarlagt och illustrerat. Slammas en typisk malmgyttja, så finner man också däri alla möjliga olika former av koprogena bildningar, från enstaka exkrementklumpar och smärre aggregat därav ända upp till verkliga gyttjebollar av nära nog en cm:s diameter. En del av dessa bildningar äro grå och relativt lösa, en del röda och lösa men andra redan bruna och hårda. Ofta nog är den koprogena massan fullständigt överförd i en ganska grov krutmalm. Behandlas ett dylikt material med HCl, så utlöses järnet, men de initialbildande exkrementklumparna bli kvar. Jfr fig. 36—37. *Ett mera belysande exempel på det koprogena materialets*

betydelse för malmbildningen torde icke kunna uppletas. Att det särskilt på sina håll i Vidöstern — jag kan såsom exempel nämna Kålleboviken, där mudderverket nu (1919) haft arbete i flera år — spelar en så stor roll, sammanhänger med den därstädes ofta nog så gott som totala frånvaron av de eljest gärna dominerande grusinitialerna i den rikliga malmgyttjan. Möjligen spelar det koprogena materialets

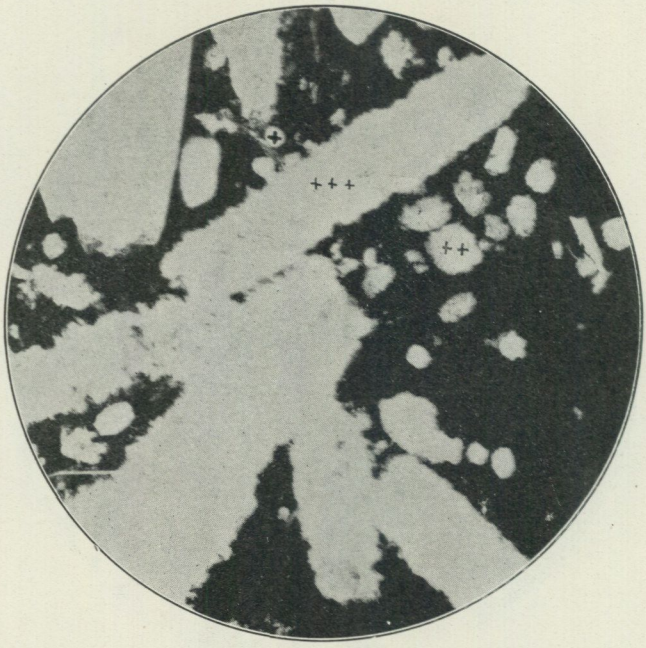


Fig. 34. Slamningsrest av en annan järnrik dygyttja. Mikrofotografi × 20. Man ser här dels små exkrementklumpar (+), dels aggregat därav (+ +) och dels verkliga rörbildningar (+ + +).

här ofta betydliga halt av finler också rent kemiskt någon roll i denna riktning.

* *
*

I likhet med varje annat initialmaterial, torde de koprogena bildningarna i första hand helt enkelt kunna fungera som »attraktionscentrum» för de i malmgyttjan utflockade järngranulationerna. Det är emellertid otvivelaktigt, att jämsides härmed en serie rent kemiska processer av helt annan art gå av stapeln. Undersökes nämligen mikroskopiskt ett i förjärning varande koprogent material, så visar

det sig visserligen ofta nog, att det helt enkelt är fråga om en allsidig järnavsättning kring initialen — alltså alldeles efter det indifferenta kvartskornets princip. *I andra fall framträda emellertid komplicerade diffusionsföreteelser, och järnet anrikas då endast till vissa bestämda centra inne i det koprogena materialet.*

Fig. 35. Slamningsrest av en annan järnrik dygyttja. Mikrofotografi × 20. Förutom smärre exkrementklumpar av olika typ, kortare och längre, av vilka de förra (+) delvis framgå genom fragmentation av de senare (+ +, + + +), framträda här ävenledes stora aggregat (+ + + +), vilka i sin tur representera fragment av de rör, som en del av den slamätande faunan uppbygger av exkrementklumparna.

På detta sätt uppstår alltså en malm av helt annan form än det ursprungliga initialmaterialets. Ibland kan denna tvivelsutan även härvidlag i princip bibehållas, eventuellt förbunden med en koncentrisk struktur, som i så fall beror av diffusionsföreteelser och icke — som eljest vanligt — av ockermaterialets gradvisa attraktion vid tillväxten inifrån—utåt. Ibland kollaberar emellertid initialmaterialets primära struktur alldeles, och av det ursprungligen ytjämna initialmaterialet kan på detta sätt uppstå en liten knottrig kantmalm. En närmare illustration till dessa företeelser lämnas av omstående fig. 38—41.

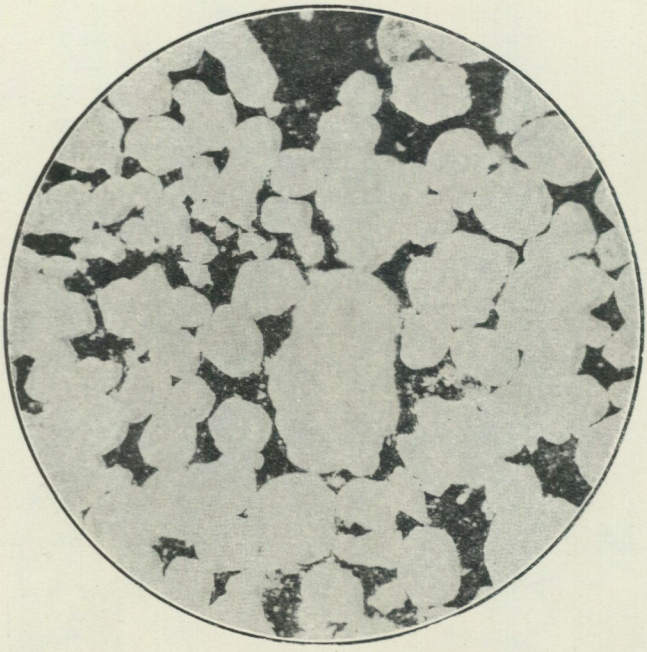


Fig. 36. Krutmalm från Vidöstern, vilken uppstått genom järnanrikning i och på koprogena elementarbildningar resp. aggregat därav. Mikrofotografi × 20.

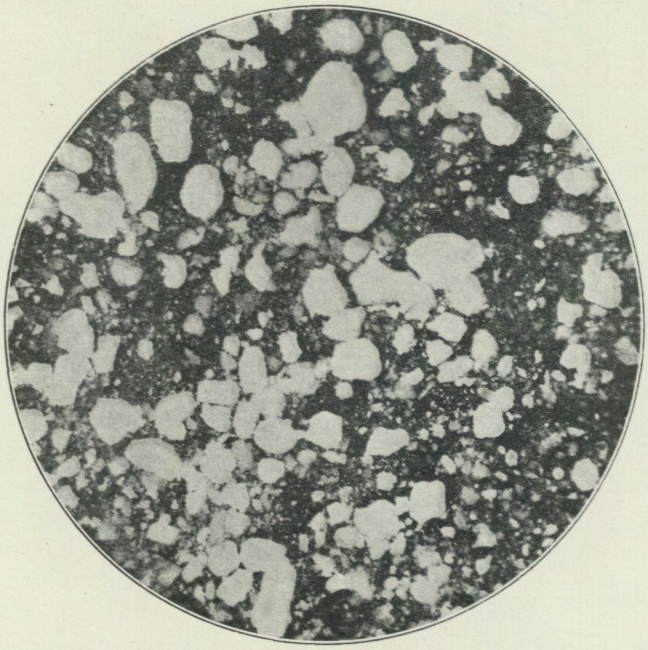


Fig. 37. Samma prov, som i fig. 36, efter behandling med HCl. Mikrofotografi × 20. Bildningskärnorna visa sig i detta fall bestå uteslutande av koprogena bildningar resp. aggregat därav. Sanden, som eljest ofta nog spelar rollen av huvudinitial vid krutmalmens genesis, saknas här alldeles.

Att på forskningens nuvarande ståndpunkt lämna en närmare utredning av dessa förhållanden är naturligtvis icke möjligt. Problemets nära samhörighet med de diffusionsprocesser i geler, vilka LIESEGANG (1913) för åtskilliga uppgifter utrett, är emellertid tydlig. Det torde därför också vara av stort intresse för denna gren inom

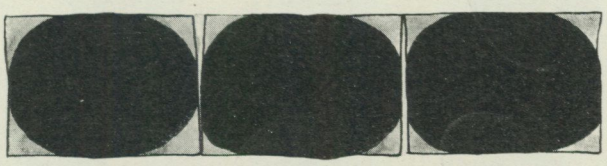


Fig. 38. Fragmentering av en längre, starkt förjärnad exkrementklump till ett flertal smärre bildningar. Härur uppstår genom diffusionsprincipen för »kanternas uteslutning» en i genomsnitt ovalformad malm. Jfr LIESEGANG's arbete om diffusionsprocesserna.

nutidens kolloidkemi att till närmare behandling upptaga de problem, som ovan skisserats. Överhuvudtaget torde visserligen diffusionsprocesser av olika slag spela en betydelsefull roll vid själva initialmaterialets sekundära omvandlingar; men *vid det koprogena materialets förjärning torde de redan från början spela en grundläggande roll.*

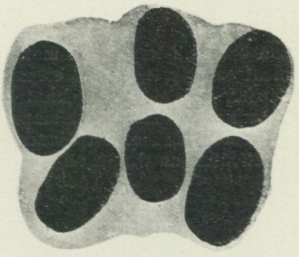


Fig. 39. Ett mindre aggregat av exkrementklumpar i en börjande järnanrikning Denna förlöper med större intensitet i själva exkrementklumparna än i det relativt lösa bindematerial, vilket sammanhåller desamma. × 20. En dylik initial levererar med tiden en större malmkula, eller ock en penning o. s. v.

Redan den allmänna utbredningen av dessa företeelser borde därför motivera ett närmare studium därav från kemisk sida. Att en utredning av denna art även för den rätta tolkningen av åtskilliga fossila malmförekomster icke skulle sakna sin betydelse, torde vara självklart.

* *

*

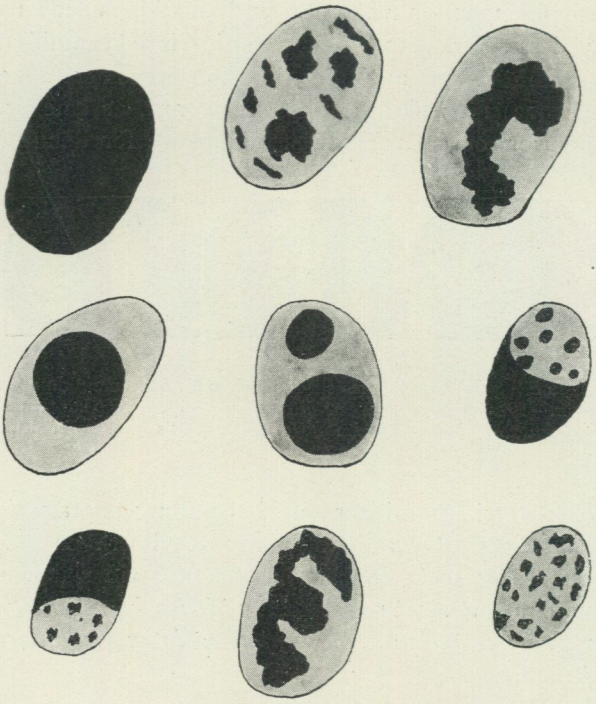


Fig. 40. Olika typer för järnanrikning i koprogent material. × 40. Ett exempel på total jämn förjärning av exkrementklumpar. — Några exempel på total förjärning från ett flertal kärnor. På detta sätt uppstår med tiden en jämnt kornformig krutmalm. — Ett flertal exempel på partiell förjärning av exkrementklumpen. En ofta övervägande fint skrovlig massa — ofta mycket karakteristisk som inblandning på de typiska krutmalmfälten — blir effekten av denna anrikningsprincip.

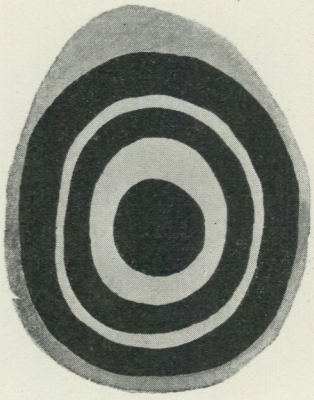


Fig. 41. Schema för järnanrikning i en grövre koprogen bildning (aggregat av exkrementklumpar), förbunden med uppträdandet av koncentriskt skiktade oxidationszoner, vilka måste betinga en primärt koncentrisk byggnad av malmkornet. — I motsats till samtliga andra i detta sammanhang meddelade bilder representerar denna figur en ren schematisering, vilken jag aldrig iakttagit i naturen, men som jag dock finner böra med stor sannolikhet förutsättas. Jfr t. ex. fig. 80.

De malmtyper, vilka äro att härleda ur ett koprogent material som initial, torde kunna grupperas på följande sätt.

1. Koprogena elementarbildningar som initial.

I. Allsidig järnanrikning efter konkretionsbildningens princip.

Typiskt uppstår här en krutmalm som primär effekt. Sammanväxning av olika initialer betingar uppkomsten även av andra typer, vilka till följd av tillväxtförhållandena komma att uppvisa en koncentrisk byggnad. Äger en dylik rum i ytlagret, blir effekten en penningmalm.

Krutmalmen kan alltså genom sedermera följande tillväxt även övergå i andra malmformer. I händelse av ett ringa järntillskott kan man dock tala om praktiskt taget permanenta krutmalmsfält. Mycket belysande exempel i denna riktning erbjudas ofta nog av sådana sjöstränder, där malmfältet jämnt faller ut mot djupet. Dess sista étage framträder nämligen då i form av en spridd krutmalmsförekomst i den eljest nästan typiskt profundala gyttjan — markerande järntillskottets sista inverkningssfär. Ju längre ut man kommer, dess mera »permanent» blir tydligen krutmalmen. — Ett belysande exempel i denna riktning erbjudes exempelvis av sjön Stråken vid Aneboda. Djupränna n är här litoralt starkt malmförande, och malmen uppstår väsentligen via grus. Malmfälten sluta som vanligt vid c:a 5 meter — men ända nere i djupränna ns mitt vid 8 à 10 m:s djup markeras förjärningsprocessen genom en ofta avsevärd halt av tydliga »järnkoproliter» i den rent profundala, sand- och grusfria gyttjan.

II. Genom diffusion begränsad järnanrikning.

Effekten blir här en liten kantmalm, vilken ofta bildar ett karakteristiskt inslag i krutmalmfälten.

II. Grövre koprogena bildningar som initial.

I. Allsidig järnanrikning.

De mest olikartade malmformer — representerande samtliga våra typer I—VII sid. 29—32 — kunna på detta sätt uppstå, beroende av initialmaterialets olikartade utseende resp. dess stratigrafiska läge.

II. Genom diffusion begränsad järnanrikning.

Jfr ovan.

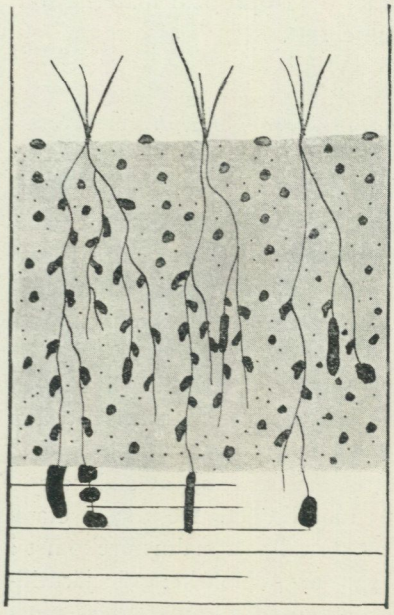


Fig. 42. Profil genom en *Isoètes*-bevuxen malmbotten. I ockergyttjan gott om färdig malm, dels uppkommen direkt ur järnanrikning till koprogent material, dels först genom dylika processer i den av växtrötterna betingade klumpstrukturen. Enstaka roströr. Längs rotkanalen i det underlagrande leret nedsipprar ävenledes järn och ger där upphov till en föga järnrik, lös malm av roströrens typ. Erbjuder leran en skiktad struktur, fragmenteras roströren ofta vid skiktytorna till en malm av en centralt genombruten penningrulles typ.

6. Initialmaterial producerat genom den högre växtlighetens mekaniska inflytande på bottnen.

Den högre växtvärldens mekaniska inflytande på bottnen tar sig ett uttryck i de finare elementens överförande till en grövre klumpstruktur resp. dess sammankittande till rotcylindrar. En senare järnanrikning uppträder allmänt i såväl den ena som den andra av dessa bildningar, alldeles oavsett den jordart, vari de uppstått. Jag hänvisar i dessa frågor f. ö. till min specialpublikation häröver l. c. 1921 b. Det är därför klart, att dessa initialer på rikligt vegetationsklädda malmfält, kunna ernå en avsevärd betydelse för formbildningen. En typisk profil genom en dylik botten är framställd i vidstående figur 42.

Icke minst gäller detta om den grövre klumpstrukturen. De initialer, som på detta sätt uppstå, erbjuda naturligtvis såväl till storlek som struktur en mycket avsevärd likhet med på annat sätt uppkomna aggregat av koprogent material.

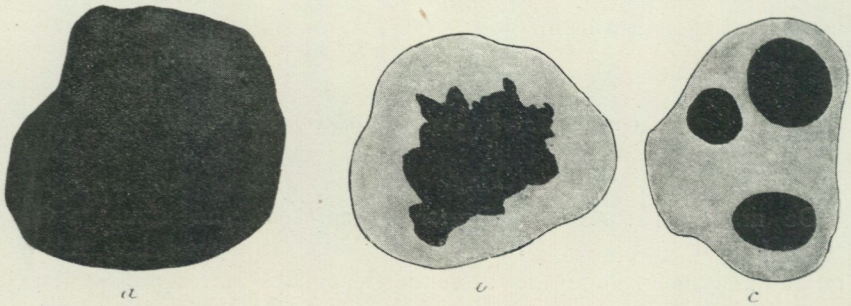


Fig. 43. Några olika typer för järnanrikning i de genom växtrötternas mekaniska inflytande utbildade gyttjeklumparna. a) Total förjärning. b) Partiell förjärning, varigenom en finknottrig krutmalm uppstår. c) Partiell förjärning, varigenom en ytjämn krutmalm uppstår.

Liksom dylika kunna även dessa initialer antingen totalt förjärnas, eller också är järnanrikningen knuten till vissa kärnor i desamma, varigenom antingen jämnt kulrunda eller knottriga malmtyper uppstå. En närmare illustration till detta förhållande lämnas av fig. 43 a—c. — Särskilt *Vidösterns* ofta rikligt med *Isoëtes* bevuxna malmfält erbjuda i denna riktning ett gott exempel. Man finner också här alla övergångar mellan grå och röda aggregat — vilka bägge-

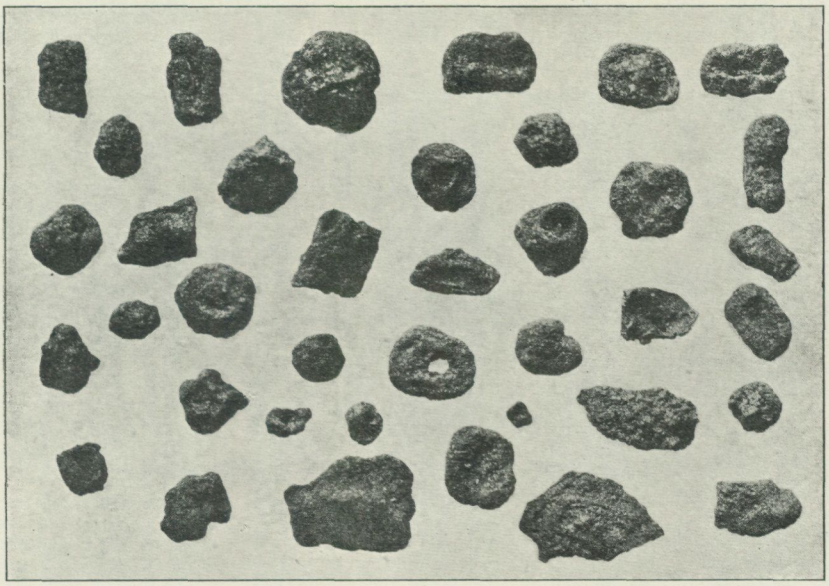


Fig. 44. Malm av obekant härkomst, erhållen vid Åminne verkstäder. Malmen utgöres av genombrutna penningar, rör, rännor och spolar. Formbildningen måste härvidlag alltså anses i första hand betingad av växtrötternas verksamhet. Naturlig storlek.

dera naturligen vid den maskinella malmupptagningen lätt sönderspolas i mudderbrunnen — fram till de definitiva malmerna av olika gestaltning.

Naturligtvis kunna under dylika betingelser ävenledes pärl-, penning- och kantmalmer av olika typ uppstå, vilka genom en mer eller mindre central genomborrning utan vidare kunna förråda dess samband med rotmaterialets inflytande på miljön. Jfr härtill fig. 44.

»Roströr» eller järnet anrikat till rotrör av fanerogamer eller kärlkryptogamer äro ävenledes mycket vanliga inom limniska avlagringar. Bildningar av denna typ kunna därför så gott som alltid påvisas på beväxta malmfält i form av *rör-*, *ränn-* eller *spolmalmer*. Dock producerar icke någon av de typiska malmfältväxterna — *Isoëtes*, *Lobelia*

och *Subularia* — dylika roströr i någon större skala. Det är snarare ett undantag att — som jag förut i min härpå inriktade specialpublikation 1921 b närmare klarlagt — detta är fallet I sin renhet torde därför denna malmtyp vara mycket sällsynt.

Fyndigheter av denna typ existera dock. Sålunda beskriver H. V. TIBERG (1903) en sjömalm från *Hugn* i Köla socken, Värmland, på följande sätt: »Malmen är tagen vid stranden av en udde strax N. om Köla kyrka, där han t. o. m. av vågorna uppkastats på land. Har vid analys i torrt tillstånd befunnits innehålla 29,95 % metalliskt

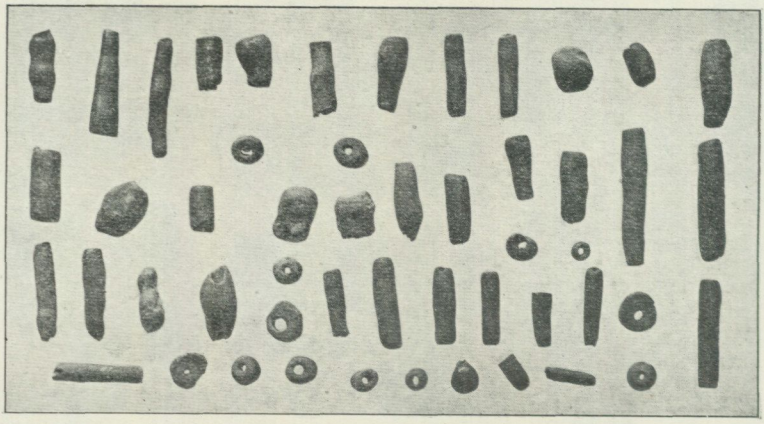


Fig. 45. Rörmalm från sjön Hugn i Värmland. Malmprovet är, som synes, mycket homogent och antyder utan vidare dess bildning kring enkla rötter. Sådana erbjudas exempelvis av *Isoëtes* m. fl. En del av rören ha — sannolikt till följd av skiktningsförhållandena i moderklyften — fragmenterats till en malmtyp, vilken snarast är att beteckna som genombrutna småpenningar. Ur Sveriges geologiska undersöknings samlingar. Något förminskad.

järn. Resten i huvudsak lera. — — — Malmens konstanta pipighet (han kallas på stället 'roströr') angiver, att han är bildad kring små växter. — — — — Jag har liknande malm från Råne älv.» Ett prov av denna malm har avbildats i vidstående fig. 45.

Här föreligger alltså en verklig rörmalm i stor skala. *Det vill dock av* TIBERG's *redogörelse synas, som hade densamma först bildats nere i leret och sedan utvaskats därav.* En dylik förekomst i större skala är alltså ingalunda att jämföra med de till den egentliga malmgyttjan knutna malmerna.

En rörmalm av denna sistnämnda, i motsats till alla andra malmformer nere i den malmgyttjan underlagrande leran bildad typ, är emellertid ganska vanlig i lersjöar, där järnet från det egentliga malmbildningsskiktet sipprar ned i leret längs rotkanalerna. Så exempel-

vis ställvis i Vidöstern. I min publikation om roströr och dylika bildningar (1921 b) har jag närmare analyserat dessa företeelser. I praktiskt hänseende spelar denna bildning dock där en mycket obetydlig roll. Den föga järnrika, leriga massan spolas nämligen merendels sönder i mudderbrunnen. Att dessa till leret knutna malmbildningsprocesser också för formbildningsproblemet hos de egentliga sjömalmerna i stort sett sakna all betydelse, torde ävenledes av det ovan anförda vara självklart. Principiellt sett erbjuda dock dessa förhållanden ett betydande intresse, och en särskild vikt måste f. ö. tilläggas desamma vid varje närmare diskussion om *myrmalmernas* formbildningsproblem.

7. Vävnadsfragment av högre vattenväxter och annan autokton förna som initial.

Vävnadsfragment av högre växter dominera ofta i litoralen för att därifrån typiskt avtaga i profundal riktning. Jag har redan förut (1917 a, 1919 a) påvisat, i vilken utsträckning järn i desamma anrikas. En mycket typisk »mikromalm» uppkommer i varje fall på detta sätt, och sannolikt kan ävenledes denna initialtyp med tiden rekrytera en viss halt av den färdiga malmen överhuvudtaget. I jämförelse med sand-, grus- och koprolitmalmerna spelar emellertid denna bildningsprincip endast en relativt obetydlig roll. De största avlagringarna av dessa vävnadsfragment träffas också på sådana fördyade bottnar, där en malmbildning överhuvudtaget är otänkbar.

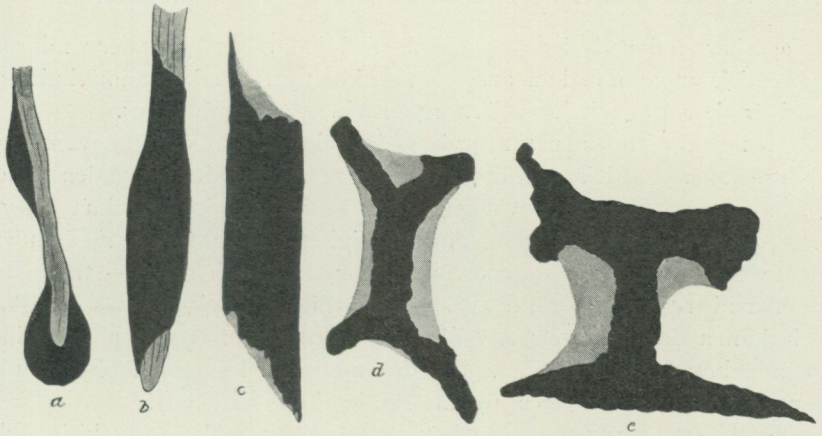


Fig. 46. Några typiska exempel på förjärnande vävnadsfragment. a, b) Finare rotbildningar, delvis med verkliga rosthylsor. c) Fragment av ledningsvävnaden hos någon fanerogam växt. d, e) Bitar av bladnervatur i förjärning. [Antagligen delvis alloktona element.] Den intensivaste förjärningen markerad med svart. Grått anger en obetydlig beläggning av finkornigt, nyutflockat material.

I någon större skala har man alltså icke att räkna med denna initial, om den väl också är allestädes närvarande och i sin mån torde bidraga särskilt till de kantiga småmalmernas uppkomst. Jfr för övrigt fig. 46.

En betydligt större roll spelar däremot ställvis en helt annan typ av den autoktona förnan — i form av de sporer, vilka den på elitoralens malmfält ofta yppigt växande *Isoëtes* producerar. Dessa genomlöpa nämligen ofta nog en med stor lätthet påvisbar förjärningsprocess, vilkens slutgiltiga effekt blir uppkomsten av en fin hagelmalm. Jfr fig. 47. Särskilt på rikligt *Isoëtes*-bevuxna bottnar kan detta bli en mycket betydelsefull faktor vid formbildningen, även om den naturligtvis i jämförelse med exempelvis det koprogena materialet städse spelar en mindre framträdande roll.

Fig. 47. Makrosporer av *Isoëtes* i olika förjärningsstadier. Processen börjar som vanligt (a, b, c) med uppkomsten av till kapillära håligheter bundna rostfläckar, vid vilkas framträdande morfologiskt påvisbara bakteriella faktorer som vanligt icke kunna påvisas. Småningom (d) sammanflyta rostfläckarna, och en fullständig järnöverfällning blir sluteffekten (e). Genom dess ytterligare tillväxt uppstår en mindre kulmalm.

8. **Skelettrester av mikroorganismer som initialmaterial.**

Jag har redan i det föregående framhållit, att elitoralens mikros merendels ingalunda kan anses som rikhaltigt. Särskilt anmärkningsvärd är dess ringa halt av järnorganismer i vanlig mening.

Emellertid samlas naturligtvis i elitoralen mikroskelett även från andra zoner — dels från litoralens högre nivåer, dels från den pelagiska zonen. Det torde väl icke vara överdrivet att beteckna *samtliga dessa skelettrester* som initialmöjligheter. I jämförelse med andra element — såsom koprogena bildningar, sand och grus — träda de emellertid redan på grund av sin obetydliga storlek alldeles tillbaka och kunna därför *i stort sett* näppeligen tillerkännas någon mera ingående betydelse härvidlag. Att de emellertid i sin mån bidraga till den finare krutmalmens uppkomst är ju dock självklart.

De skelett, varom det här blir tal, bestå väsentligen av kitin och kisel.

Att närmare anföra de olika typer, som här kunna komma i fråga, torde vara överflödigt. *Praktiskt taget alla organismer, om plank-*

toniska eller litorala, kunna nämligen härvidlag göra sig gällande för initialmaterialets uppkomst. Jag begränsar mig här till några representativa exempel under bifogande av några karakteristiska bilder.

Malmanrikningen torde härvidlag väsentligen vara att betrakta som en attraktionsprocess i den först utflockade finockran. Processen är alltså i förhållande till initialmaterialet fullständigt postvital, även om strukturer därvidlag ofta nog uppstå, vilka ju kunna synas antyda en medverkan av livet självt vid dess uppkomst. Sålunda påträffas ofta nog kiselalger — tillhörande de mest skilda släkten, pelagiska eller litorala —, vilka uppvisa en mer eller mindre avsevärd järnutfällning kring skalet. En närmare illustration till detta förhållande erbjudes av fig. 48. Man skulle ju visserligen härvidlag kunna räkna med den möjligheten, att järnfällningens uppkomst stode i samband med cellens assimilatoriska verksamhet. *Hela processen förlöper emellertid väl så glatt kring absolut tomma skal.* För kiselalgernas vidkommande har jag hittills icke ens sett densamma i relation till levande alger.

Än klarare framträder den fullständigt postvitala innebörden i denna järnanrikning exempelvis kring spongienålar. Ett dylikt fall har avbildats i omstående fig. 49. Här är ju initialen en rent livlös kropp, praktiskt taget utan rester av organiskt liv. Och icke desto mindre går järnanrikningen genom attraktion i den fingranulerade ockergyttjan av stapeln i största utsträckning. Efter vad vi redan i det föregående framhållit om kvartssandens betydelse som initial torde detta heller icke vara ägnat att förvåna.

Jämsides med kiselskeletten spela ävenledes kitinrester, särskilt av pelagiska cladocerer, en viss roll som initialer för den separata järnanrikningen. Ett par dylika förjärnade »mikrofossil» ha avbildats i omstående fig. 50.

De här meddelade fallen torde få anses tillräckliga som några representativa exempel på mikroskelettens betydelse som initialer vid järnets separata anrikning. Att ytterligare mångfaldiga dem vållar ingen svårighet, ty liknande företeelser uppträda överallt. I princip äro de emellertid alla rent likartade — demonstrerande järnets utfällning på praktiskt taget vilka resistenta kroppar som helst, vilka ligga insprängda i den eljest formlösa ockergyttjan. Några mera belysande exempel på järnkoncentrationens oberoende av vitala faktorer hos initialmaterialet torde icke heller kunna lämnas än just denna anrikning till åtminstone delvis rent indifferenta skelettrester av det organiska livet. Att dylika — här för första gången beskrivna — företeelser ävenledes vid tolkningen av åtskilliga av de s. k. järnorganismernas kemiska morfologi måste tillerkännas en icke ringa principiell betydelse torde icke behöva närmare påpekas. Jfr f. ö. NAUMANN 1919 b, 1922 a.

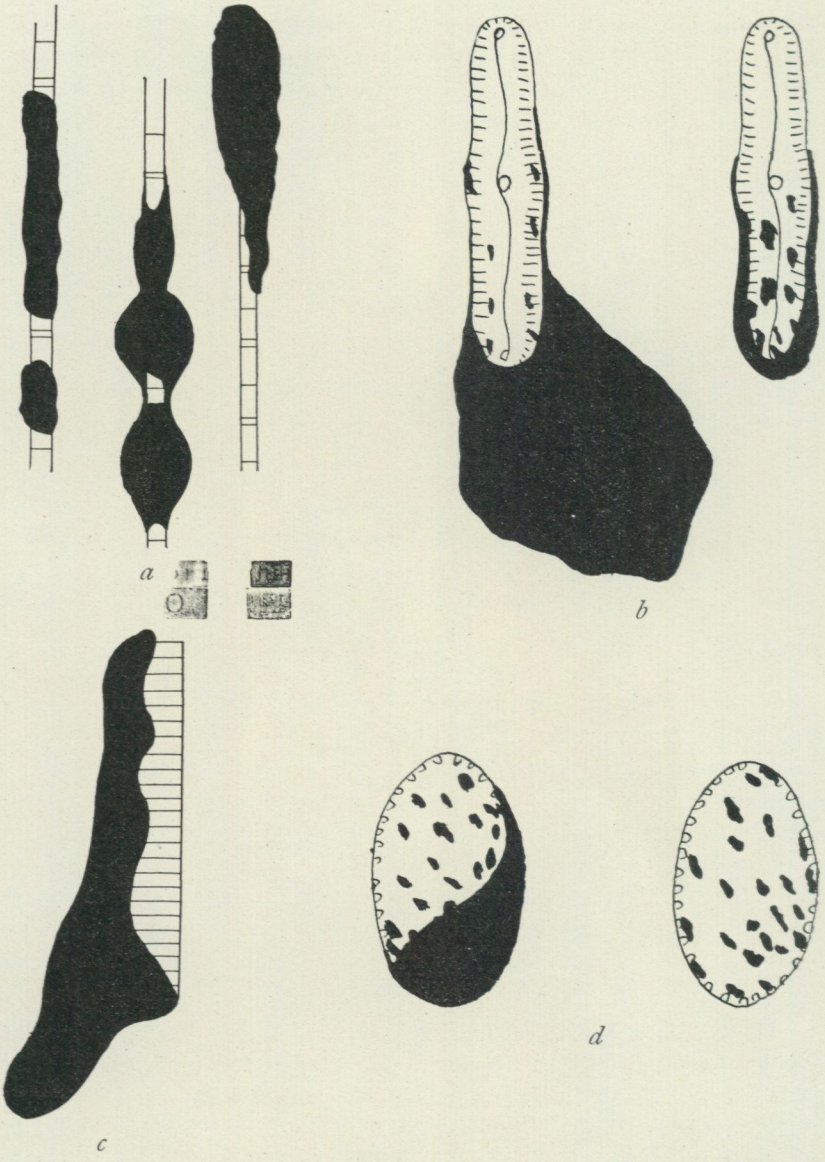


Fig. 48. Några exempel på järnutfällning kring de tomma skalen av vissa kiselalger. a) Skal av en *Melosira* (pelagisk form), delvis med fullständiga rosthylsor. b) Järnavsättning kring skal av *Pinnularia viridis* (litoral form). c) En *Fragilaria* (litoral form) med en betydande ockeravsättning. d) Olika stadier av järnöverfällning på ett *Cymatopleura*-skal (litoral form).

Det torde emellertid slutligen ävenledes i detta sammanhang böra framhållas, att förjärningsföreteelser — åtminstone partiellt — ofta nog kunna konstateras i slemmantlarna hos de stora, till den lägre

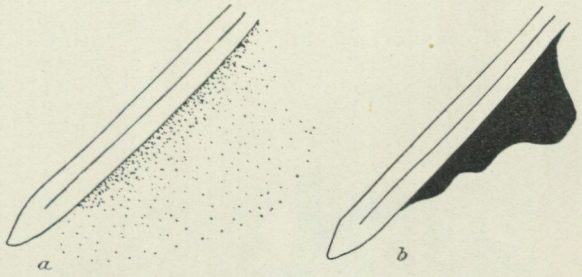


Fig. 49. Järnanrikning till en spongienål (kiselskelett). Man ser i a ett mot nålen antätnande moln av de fina oxidgranulationerna. Dessa befinna sig i en livlig Brownrörelse, vilken först upphör då de »infångas» vid ytan av kiselnålen och därigenom infogas som elementardelar i den med tiden som en solid rostklump (b) framträdande järnanrikningen.

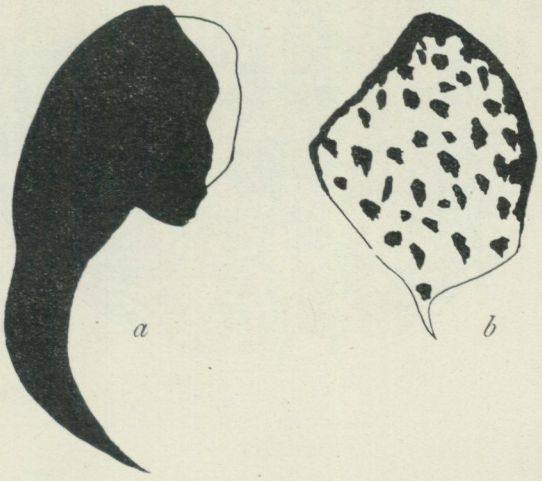


Fig. 50. Några exempel på järnanrikning till mikroskelett av kitin. a) Det fullständigt järnöverfällda snabelpartiet av en *Bosmina*. b) Ryggsköld av en *Bosmina* (pelagisk) med talrika rostfläckar.

sub- resp. elitoralen knutna *Myxophycé*-associationernas representanter — väsentligen *Nostoceta*, *Aphanotheceta*, vilkas ökologi jag på annat ställe avser att närmare skildra. Någon på detta sätt uppkommen malm har jag dock icke iakttagit, ehuru naturligen en dylik torde böra betraktas som teoretiskt möjlig. De ifrågavarande formernas förhållandevis sällsynta förekomst betingar emellertid, att dessa för-

hållanden — lika väl som den direkt malmbildande *myxophycé*, jag l. c. 1922 c beskrivit — icke kunna tillerkännas någon nämnvärd betydelse för malmbildningsproblemet i dess helhet.

9. Molluskernas kalkskelett som initial.

I motsats till det initialmaterial, som i det föregående behandlats, representera molluskskalen tydligen en faktor av mycket begränsad

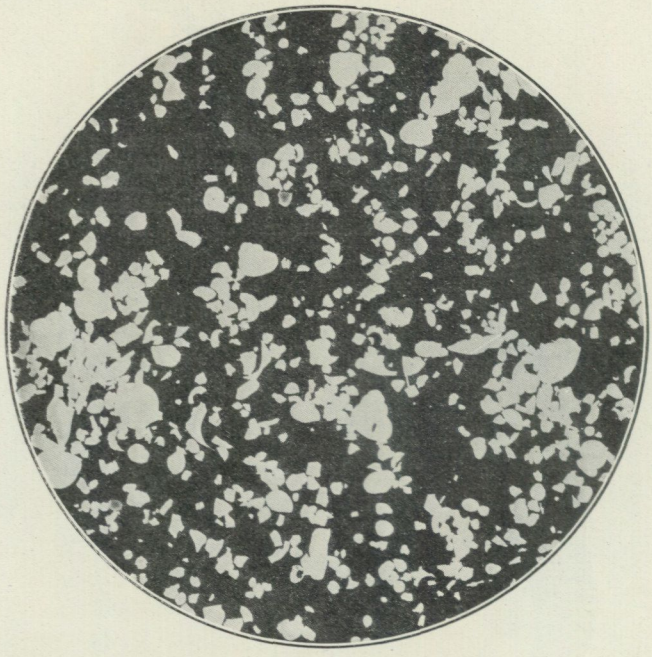


Fig. 51. Osorterad slamningsrest från ett malmfält, där krut-, hagel-, ärt- och bönmalmen väsentligen uppstått via rester av snäckskal (Valvater). Material från Furesøen på Själland. Provet består uteslutande av mer eller mindre förjärnade kalkfragment. Bilden ger också en god uppfattning om den intensiva pulverisering av de tomma snäckskalen, vilken går av stapeln i större sjöars litoralregion. Naturlig storlek.

giltighet. De saknas ju nämligen praktiskt taget alldeles inom de kalkfattiga bottenavlagringarna i urbergets sjöar. *Just inom det typiska malmområdet har man alltså icke alls att räkna med denna initialtyp.* Dess samband med formbildningen har dock sedan länge varit bekant genom undersökningar av KOLKWITZ, WELTNER och WESENBERG-LUND.

Det är särskilt snäckskal och deras fragment, vilka härvidlag fungera som initialer. Musslorna spela däremot en mindre framträdande roll.

Processen är framför allt knuten till det bälte av sjöarna, där skalresterna dominera — beläget på övergången mellan elitoral och profundal. Det ligger i sakens natur, att dessa malmfält äro mycket begränsade. De kunna också endast förutsättas inom kalkrika sjöar i de trakter, där samtidigt större avlagringar av lättvittrat moränmaterial är förhanden. De hittills kända fallen av denna typ äro

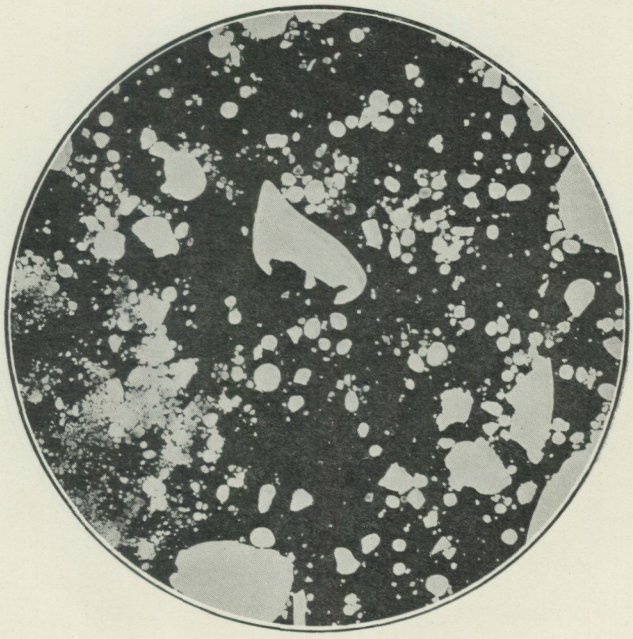


Fig. 52. Osorterad slamningsrest från ett malmfält, där krut-, hagel- och ärtmalmen väsentligen uppstått via sand; den större kantmalmen däremot via snäck- och musselskal. Material från floden Spree vid Köpenick. De finare, på bilden genom mellantoner karakteriserade kropparna, representera ännu oförjärnad kvartssand. De på bilden rent vita, något större kropparna representera däremot de fullständigt järnöverfällda kvartskornen — en färdig krut- och hagelmalm. Naturlig storlek.

också begränsade till Danmark och det nordtyska låglandet, från vilket sistnämnda jag också (1922 b) närmare beskrivit en redan förut bekant malm av denna typ från en av dess sakta strömmande floder — Spree vid Köpenick.

De malmformer, som väsentligen uppstå via kalkinitialer — genom järnutfällning och därpå följande kalkupplösning — kunna grupperas på följande sätt.

I. *Bönformade malmer.*

Framgå som effekten av en totalförjärning av hela skal av *Valvata* m. fl. snäckor.

II. *Spolformiga malmer.*

Uppstå genom förjärning av fragment av snäck- (de övre vindlingarna) och musselskal.

Fig. 53. Några av de större malmtyper, vilka kunna uppstå genom förjärning av snäckskal resp. fragment därav. Efter material från Furesøen på Själland. Hagel-, ärt-, bön- och spolmalm. Den senare ofta tillspetsad i ena ändan. En del kantmalm. Därtill en del fullständigt oregelbundna typer, vartill initialmaterial av annan härkomst torde sakna motstycke. Samtliga dessa typer äro emellertid lätt förklarliga ur den växlande pulverisering, som skalmaterialet genomgår i de större sjöarnas litoral. Naturlig storlek.

III. *Kantmalmer.*

Uppstå genom förjärning av allehanda kantiga skalfragment, såväl av musslor som av snäckor.

Det ligger i sakens natur, att även penning- och andra malmer kunna uppstå ur detta initialmaterial. Utslagsgivande är därvid som vanligt icke initialens ursprungliga beskaffenhet utan fastmer dess stratigrafiska läge.

10. Den totala bottenförjärningens princip.

I det föregående har den till vissa bestämda initialer knutna järnanrikningen och den därav beroende malmformen utförligen klarlagts. Understundom kan emellertid en dylik separat järnanrikning icke göra sig gällande, och det blir då den totala sjöbottnen, som primärt förjärnar. På detta sätt uppkommer en typ av den järnfattiga skraggmalmen i form av på ytan grovkorniga — sällan dendritstruktuerade — kakor av oval eller kantig form, understundom terrassformigt utbildade. Dessa olika skraggtyper ha redan i det föregående (sid. 36, fig. 14, 15) närmare beskrivits.

Dylika fall av all total bottenförjärning äro framför allt på grusbottnar med ringa malmgyttja mycket vanliga. Ockermaterialet sammankittar här direkt gruset, och en mycket grusig skragg uppkommer. Med tiden kan visserligen (jfr sid. 103—105) gruset vittra sönder, men effekten blir i vilket fall som helst en med hänsyn till järn lågprocentig, på kvartssand och andra dylika mineral rik kakmalm. Dylika fall äro överhuvudtaget mycket vanliga i blockigt grusiga sjöstränder.

Ävenledes på lerbottnar kan emellertid en dylik totalförjärning gå av stapeln i de fall, då det över leret vilande gyttjelagret är obetydligt men järntillskottet avsevärt. Så är exempelvis förhållandet på stora arealer av Vidösterns botten mellan Tjutö och Tännö ö. I mindre extrema fall finner man här ett upptill ockergult ler med en mycket obetydlig ockergyttja överlagrad. Med tiden inträder emellertid i denna ockerhorisont korniga konkretioner, genom vilkas sammansmältning en sammanhängande skraggkaka kan uppstå. Det genetiska förloppet av denna totalförjärning — vars olika facer väl kunna följas på det anförda bottenavsnittet av Vidöstern — har schematiskt åskådliggjorts på omstående figur 54 a—c.

* *
*

Betingelsen för uppkomsten av en tekniskt sett god malm i form av pärlor, penningar o. s. v. är alltså även en icke alltför obetydlig gyttjebildning på malmfälten. Endast om en dylik föreligger, kan också den järnets anrikning till separata initialer gå av stapeln, vilken betingar uppkomsten av en högprocentig malm. I motsatt fall inträder däremot icke en separat anrikning utan den totalförjärning, vilken med hänsyn till initialmaterialets överväldigande massa måste resultera i en med hänsyn till järn lågprocentig, på främmande in-

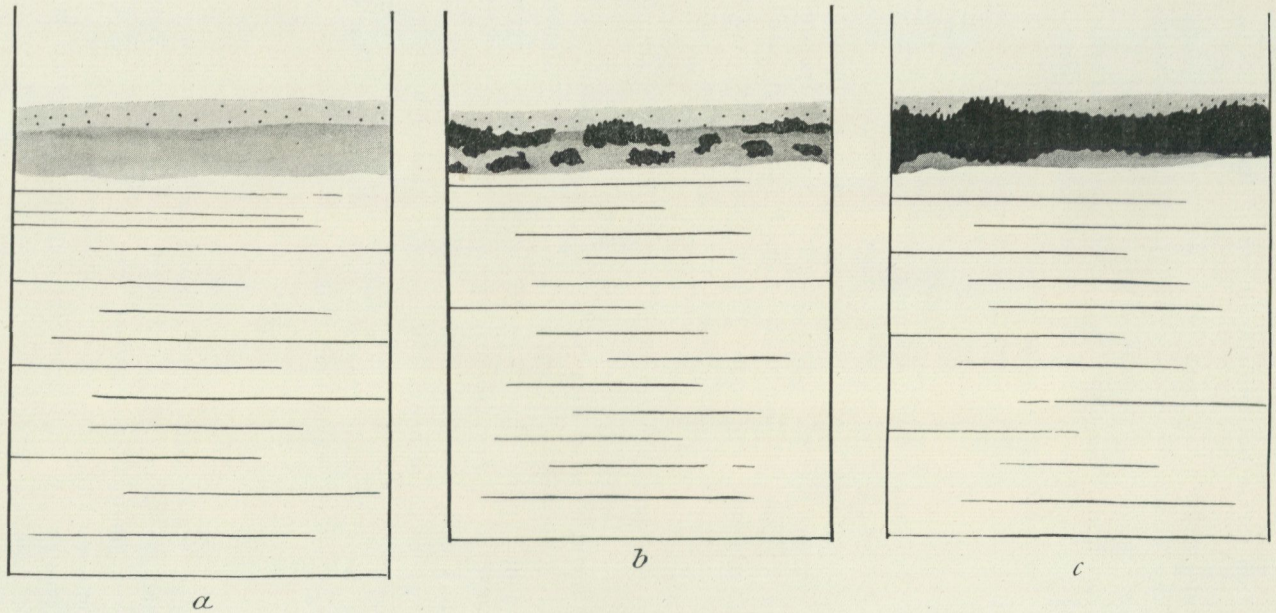


Fig. 54. Tre profiler från totalförjärnande bottnar i Vidöstern strax s. om Tjutö. Representera olika utvecklingsstadier av den totala bottenförjärningen enligt detta schema: a) Över leret (streckat) vilar en obetydlig ockergyttja (prickad). Grundvattnets avjärning kan därför med hänsyn till den obetydliga tillgången på initialmaterial icke slutföras i ockergyttjan. Leret träffas därför av en starkt järnhaltig insickring (på fig. tecknad mörkgrått. ej punkterad). b) I denna ockerhorisont utbildas en serie smärre, starkt lerhaltiga järnkakor. c) Genom deras sammanväxning uppstår ett sammanhängande golv av det totalförjärnade översta lerskiktet — den ursprungliga ockerhorisonten.

blandningar rik malm. Sålunda uppkommer skraggen *ab initio*. En annan skraggtyp uppstår emellertid först under tidernas lopp genom den sekundära förändring av malmfälten, till vilkens närmare skildring vi i det följande återkomma.

11. Om sambandet mellan sjötyp, initialmaterial och malmform.

Vi ha av den föregående framställningen funnit, vilket heterogent initialmaterial det är, som kan leda fram till uppkomsten av de olika malmformerna. Av alla dessa initialtyper spela dock endast sand, grus och koprogena bildningar en mera framträdande roll, varemot de andra i stort sett representera mera obetydliga insprängningar, även om de här och var lokalt kunna alldeles dominera.

Sand- och grusmaterialet resp. de koprogena bildningarna framträda emellertid med olika styrka inom olika sjötyper. Sålunda dominerar sand och grus i sådana sjöar, där elitoralen har en ringa utsträckning nedanför en blockig grusstrand; det koprogena materialet däremot i sådana sjöar, där elitoralen täcker större områden, fjärran från grusiga stränder eller ock i lerstränders närhet. Den första av dessa typer representeras av hela det sjömaterial, som indragits i denna undersökning — utom av Vidöstern, som åtminstone till stor del av norra sjön ensam representerar den sistnämnda typen.

Klart är, att detta förhållande ävenledes betingar en olikhet i malmformernas fördelning. Inom den förstnämnda typen är ju nämligen initialmaterialet mycket mera växlande, och flera malmformer måste därav bli följden än inom den sistnämnda med dess relativt homogena material. Det torde för övrigt med stor skärpa även illustreras av de malmprov från olika lokaltyper, som avbildas å fig. 55—58.

Klart är emellertid ävenledes, att detta måste betinga en viss olikhet i malmernas tekniska användbarhet. Malmfält, där de grusiga initialerna dominera, bli sålunda — utom möjligen där de befinna sig på toppunkten av sin utveckling — sämre än de, där koprogent material (eventuellt i kombination med finsand) är förhärskande. Detta såväl därför, som järnanrikningen naturligtvis i sistnämnda fall absolut blir mera avsevärd, som ock därför, att ett ännu i sin första utbildning varande initialmaterial betydligt lättare bortvaskas. *I bägge dessa hänseenden representerar Vidöstern åtminstone till stor del det tekniska idealet för en god malmsjö.*

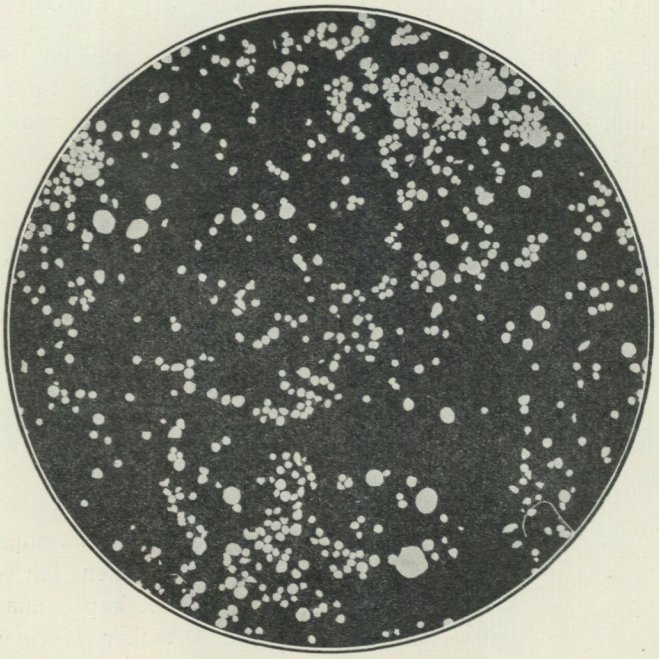


Fig. 55. Osorterad krut- och hagelmalm från ett av Vidösterns malmfält, utanför lerstrand. — Enstaka malmkorn av ärt- och hageltyp inblandade. Strukturen relativt jämn. Naturlig storlek.

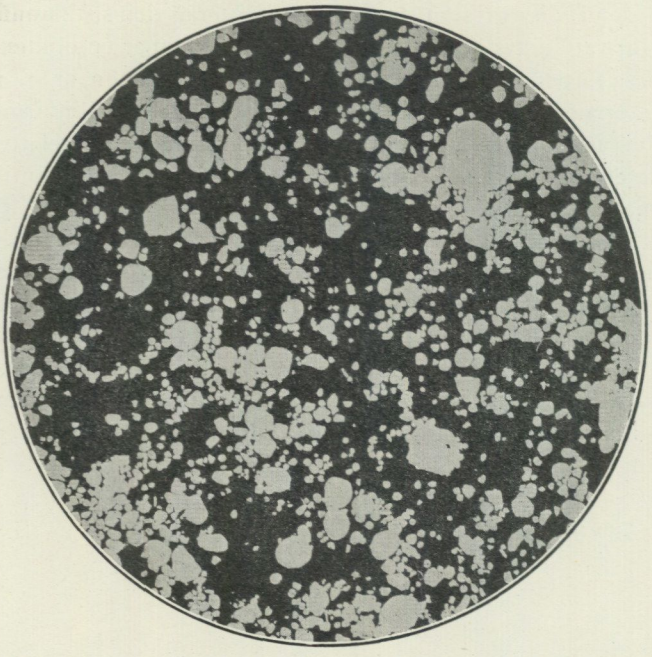


Fig. 56. Osorterad krut- och ärtmalm från ett av Stråkens malmfält, utanför block- och grusstrand. — Strukturen mycket ojämn, och de kantiga typerna dominera alldeles. Naturlig storlek.

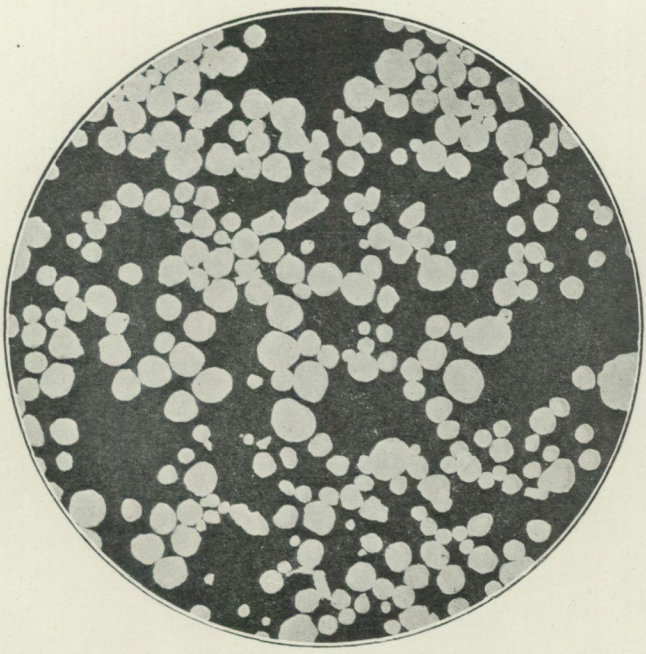


Fig. 57. Osorterad ärtmalm från ett av Vidösterns malmfält, utanför lerstrand. — Man observere provets relativa jämnhet. Naturlig storlek.

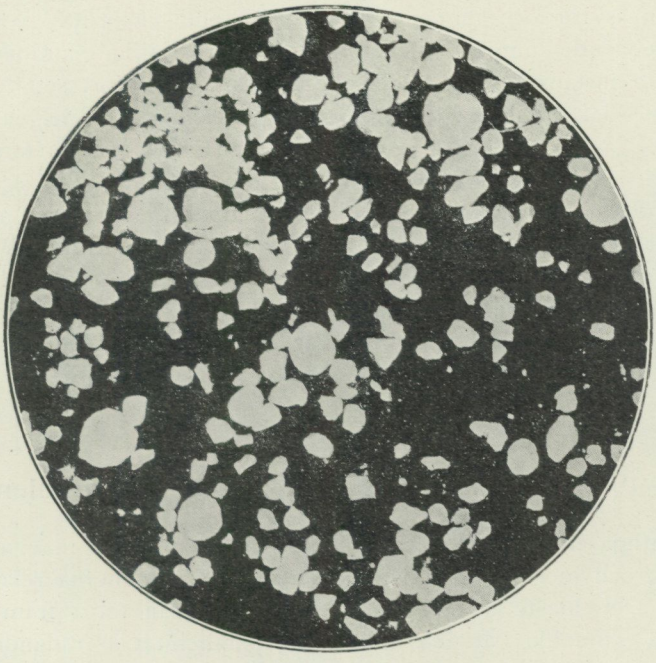


Fig. 58. Osorterad ärt- och kantmalm från ett av Hillens malmfält, utanför grus- och blockstrand. — Man observere provets mycket påfallande ojämnhet. Kantmalmen dominerar alldeles. Naturlig storlek.

12. Sammanfattning.

Vid den analys av *formbildningsfrågan*, som i det föregående lämnats, har det visat sig, att densamma väsentligen måste betraktas som ett problem av kemiskt-fysikalisk innebörd. Såväl själva *utflockningen* av det järnhaltiga urmaterialet, som ock den relativt samtidigt försiggående eller först därpå inträdande formbildningen torde alltså *kunna* gå av stapeln under former, vilka icke äro beroende av det organiska livets verksamhet.

I verkligheten förhåller sig det ju dock, som vi i det föregående närmare utrett, så, att det organiska livet redan vid själva *utflockningen*, åtminstone i dess egenskap av miljöförändrare, kan göra sig gällande på ett ingripande sätt.

Och även vid *formbildningen* spelar det organiska livet ofta nog en i samma riktning mycket betydelsefull roll.

Det betingar visserligen icke formbildningen direkt, men det skapar dock till stor del dess förutsättningar genom det rikhaltiga initialmaterial, som växt- och djurvärlden genom sin bearbetning av bottnen ger upphov till. Även i de fall, där det rent minerogena initialmaterialet dominerar, är det dock det organiska livet, som betingar malmbildningens fortgång. Ty utan organiskt liv ingen produktion av humussyror och ingen gyttjebildning, och därförutan — som vi i det föregående funnit — heller icke någon egentlig malmbildning.

I sista instans är alltså hela malmbildningen i stort sett just beroende av det organiska livet. Den regleras dock visserligen till stor del icke av dess vitala verksamhet utan är fastmer i första hand beroende av de kvarlevor, livet i olika former lämnar efter sig. Ehuru själva det kemiska reaktionsförloppet vid dessa processer ingalunda behöver direkt sammanhänga med några vitala faktorer, så är dock en närmare kännedom även om de biologiska faktorerna härvidlag nödvändig för en riktig tolkning av den miljö, där de gå av stapeln. Endast från dylika synpunkter har också formbildningsproblemets lösning blivit möjlig.

VIII. Manganmalmernas formbildningsproblem.

Egentliga manganmalmer — alltså malmer med en manganhalt av c:a 20 % och mer — äro i jämförelse med järnmalmerna relativt sällsynta. Det måste visserligen — som vi redan förut framhållit — förefalla sannolikt, att en fullständig parallellitet är rådande mellan

järn och mangan i initialfrågan. Det av oss undersökta materialet har emellertid icke möjliggjort upptäckten av mer än en enda av dessa sannolika typer för manganmalmens formbildning. *Flertalet manganmalmer uppstå emellertid icke primärt utan först genom sekundära omvandlingar på primärt utbildade järnmalmfält.* Vi frånse i detta sammanhang dessa senare typer, vilka emellertid i ett följande avsnitt skola upptagas till en mera utförlig behandling i samband med malmfältens övriga sekundära omvandlingsprocesser.

Det enda fall av en väsentligen primärt utbildad manganmalm, som jag känner, härrör från sjön *Allgunnen* i närheten av Lamhult. Det torde därför här också böra upptagas till en mera ingående granskning.

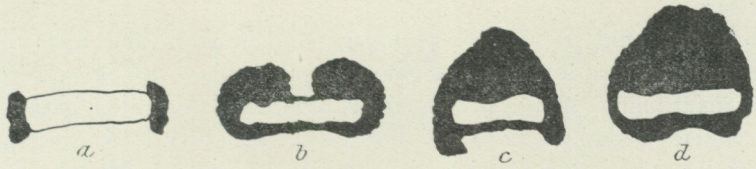


Fig. 59. Schema för sotkulornas uppkomst genom mangananrikning kring grus. Initialen förutsättes ha ett ytligt läge på bottnen, och den väsentliga anrikningen måste alltså gå av stapeln kring dess vatten- resp. översida. a) Ett tidigt stadium med föga manganoxid kring grusbitens kanter. b) Ringvallen växer i höjden och ger upphov till en form av den centralt intryckta penningens typ. c) Ett hallonliknande övergångsstadium. d) Slutstadiet. Initialens läge blir tydligen i detta fall excentriskt.

Allgunnen tillhör en av de gamla kända småländska malmsjöarna, där på sin tid ett givande malmfiske bedrevs Detta försiggick sannolikt väsentligen i de nordligaste delarna av sjön. Där ligga också betydliga järnmalmfält, jämlikt mina undersökningar utan nämnvärda manganinsprängningar. Den enda av den gamla tidens människor, som jag här sammanträffat med — min hantlangare från Rörvikstraktens sjöar, fiskaren SAMUEL ASK i Rörvik, som var med redan på 60-talet († 1920) — förklarade sig också aldrig ha sett några sotkulor varken från Allgunnen eller någon annan sjö.

Strax S om Hästön, rakt Ö om Grönviks udde, vid sjöns mittdel, ligger emellertid en skraggör, uppbyggd av stora skraggkakor av vanlig typ, d. v. s. järnfattiga men relativt manganrika. Mina erfarenheter från *Vidöstern* föranledde mig därför till en omsorgsfull överskrapning av dessa bottnar. *Härvid påträffades också stora mängder av små sotkulor.* En närmare undersökning av materialet gav också vid handen, *att de här väsentligen uppstått direkt genom mangananrikning kring grövre krosstensgrus.* Den ovanstående fig. 59 åskådliggör närmare detta utvecklingsschema.

IX. Sjömalmsfältens sekundära omvandlingar.

Vi ha i det föregående lämnat en ingående framställning av de olika malmtyper, vilka primärt uppkomma genom järnets resp. manganets separata anrikning till de olika initialerna. Härmed är emellertid malmfältets slutgiltiga öde icke avgjort. Fastmer uppträda med tiden en serie komplikationer genom sammanväxningsprocesser i det ursprungligen separat befintliga initialmaterialet, beroende av det fortsatta järn- och mangantillskottet. På detta sätt uppstår ofta nog en mycket komplicerad stratigrafi, vilken för övrigt därtill ofta nog uppvisar kemiska differenser genom inträdande dominans för mangan över järn.

Som det enklaste fallet av dessa sekundära omvandlingar torde böra anföras den typiska manganmalmens uppkomst genom separat mangananrikning kring en initial av järnmalm. Effekten härav blir helt enkelt en sotkulemalm av samma typ, som den i det föregående skildrade. En högre grad av komplikation betingas däremot av de separata malmernas sammanväxningsföreteelser, vilken, som sagt, ofta kombineras med inträdande kemiska differenser. Vi behandla därför i det följande var och en av dessa företeelser för sig.

1. Järnmalmens övergång i manganmalm.

Vi ha redan i det föregående närmare utrett, hurusom en separat anrikning av järn resp. mangan kan komma till stånd. Sker denna manganutfällning kring det sedvanliga initialmaterialet, så blir ju effekten helt enkelt en manganmalm *ab initio*. Detta fall torde emellertid vara relativt sällsynt. *Betydligt allmännare är däremot manganens separata anrikning på ett primärt järnmalmfält, varvid alltså järnmalmen fungerar som initial för manganutfällningen.* Förklaringen härtill är antagligen att söka i förändringar inom grundvattnets kemi. *Den närmare innebörden av detta problem är emellertid ännu i kemiskt hänseende fullständigt outredd och bör därför särskilt observeras vid framtida undersökningar.* Jag begränsar mig därför i det följande till en enkel, så att säga morfologisk utredning av detta spörsmål.

Det är särskilt *Vidöstern*, som erbjuder mycket vackra exempel på denna järnmalmens övergång i manganmalm. Det var också här, som jag första gången fick klarhet i de mycket omtalade »sotkulornas» genesis på denna lokal. En närmare beskrivning av dess förhållanden torde därför här böra lämnas.

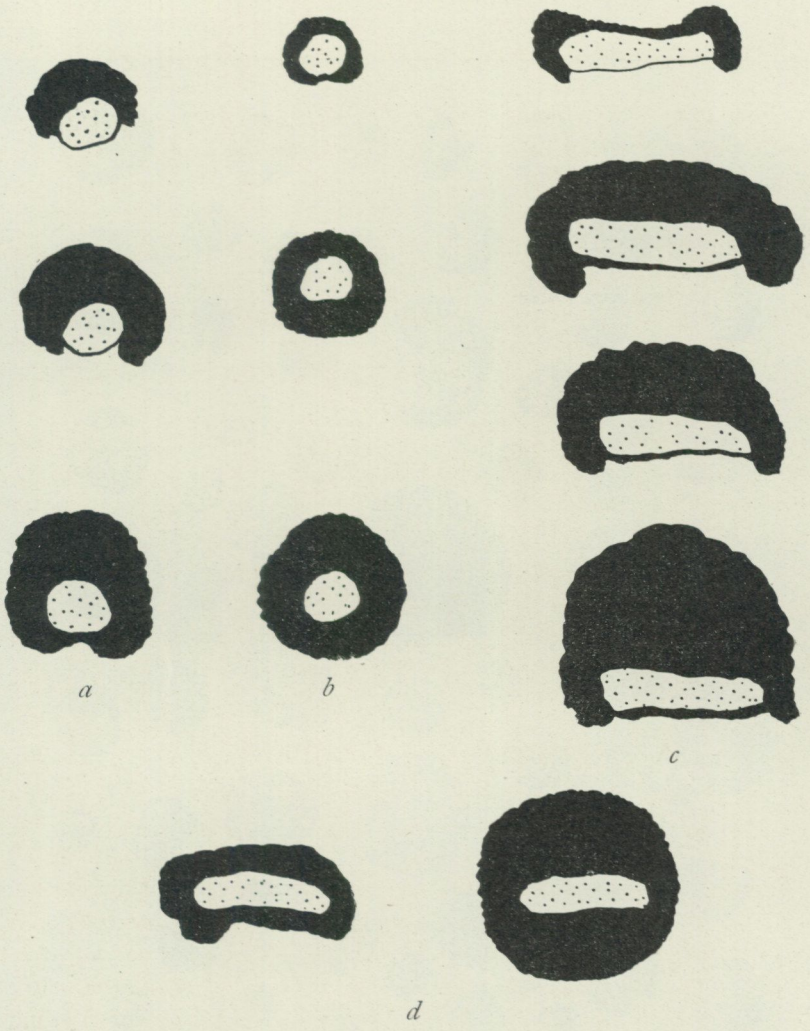


Fig. 60. Schema för sotkulornas uppkomst genom manganananrikning på en primärt utbildad järnmalm. a) Förloppet då initialen är en malmärta med ytligt läge. b) Vid dess läge nere i ockergyttjan. c) Förloppet då initialen är en malmpenning med ytligt läge. d) Vid dess läge nere i ockergyttjan. Slutstadiet kan i alla dessa fall bli en typisk sotkula. Dock tenderar överhuvudtaget initialens ytläge till utbildning av penningformade malmer.

Sotkulor träffas visserligen rätt allmänt utbredda över så gott som hela Vidösterns malmförande botten, *dock städse i kombination med skraggbildningar*. Särskilt karakteristiska äro de emellertid för den del av sjön, som går under namnet Elmespetasjön och vilken avviker från den vanliga strandfysionomien genom sina vidsträckta grusiga

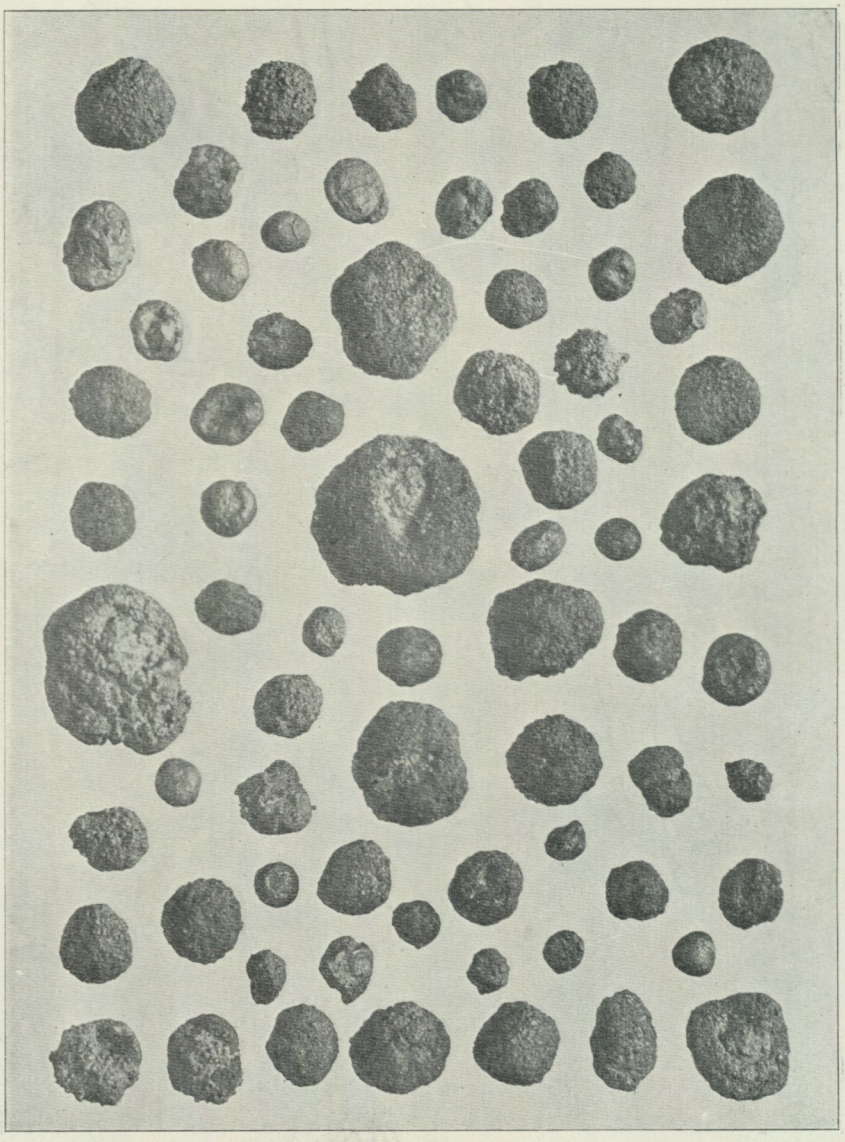


Fig. 61. Järnmalm från Vidöstern vid början övergång till manganstadiet. Det är här väsentligen ärter, som överfällas. Man ser också ett stort antal typiska järnärter med deras relativt släta, ofta ådriga yta. Den härpå inträdande manganutfällningen markeras däremot av en mycket skrovlig yta. Naturlig storlek.

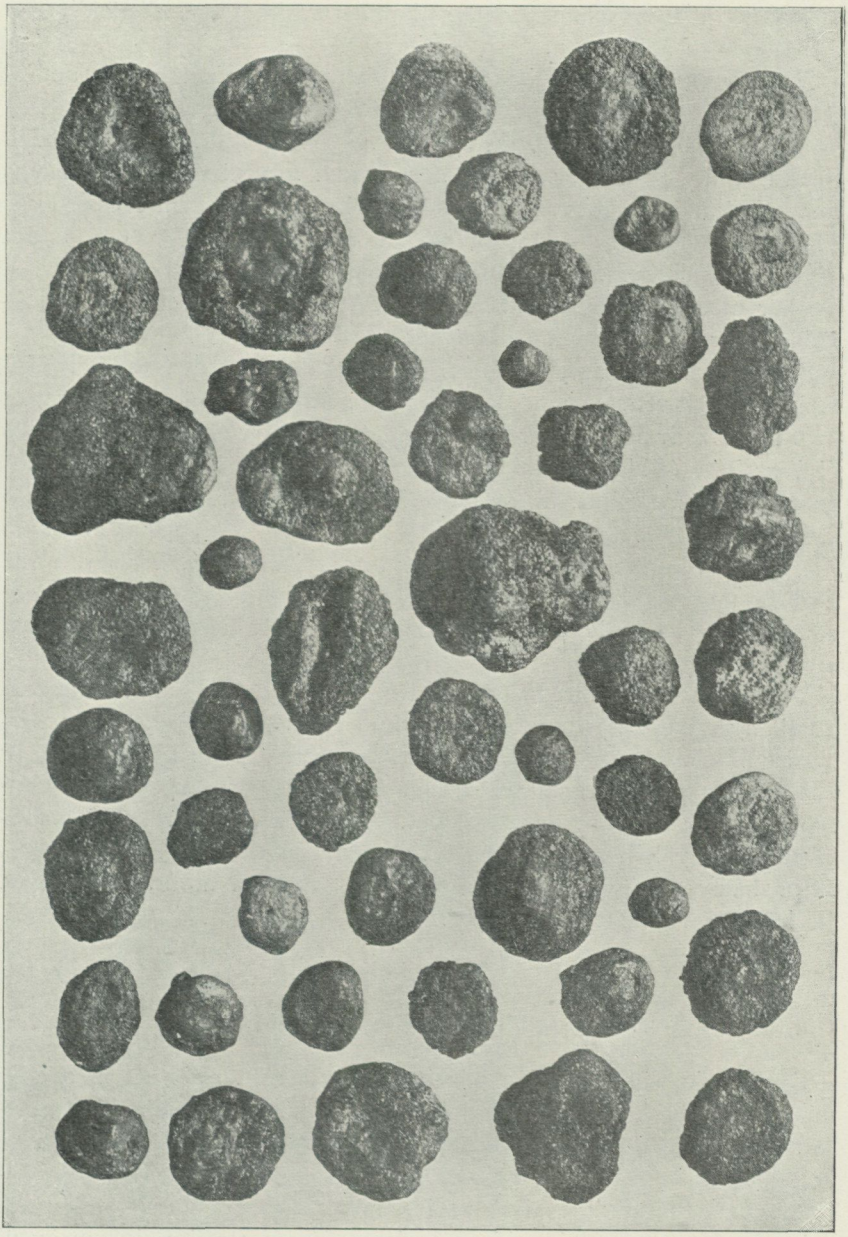


Fig. 62. Järnmalm från Vidöstern vid börjande övergång till manganstadiet. Det är här väsentligen järnpenningar, som överfällas. Man ser också enstaka dylika på bilden. I flertalet fall dominerar emellertid den skrovliga manganytan. Den börjar som en ringvall, men framträder slutligen som en allsidig överfällning, och den definitiva sotkulan är färdig.

7—202059. *S. G. U. Ser. C, nr 297, Naumann.*

blockfält. Ute på Elmespetasjön dominerar skraggen fullständigt — och därjämte sotkulorna.

Primär är emellertid icke denna förekomst. En närmare undersökning ger nämligen vid handen, *att sotkulorna här väsentligen uppstå genom mangananrikning på en primärt bildad järnmalm.* Ibland är det penningar, ibland bönor, som härvidlag spela initialens roll. Sotkulorna äro visserligen förhärskande; men jämte dem uppträda andra typer — såsom tjocka manganpenningar och andra typer — markerande manganmalmens heterogena initialmaterial. De här meddelade figurerna 60 resp. 61, 62 lämna en närmare orientering över dessa bildningsprocesser.

Sotkulemalmen är ju merendels i förhållande till den vanliga järnmalmen relativt sällsynt. Jag har icke heller påträffat densamma i några andra av mig undersökta sjöar, än i *Allgunnen* (ett enda fält), *Fyllerydsjön* (alldeles dominerande), *Källundasjön* vid Åminne Herregård (ställvis rikligt), *Salen* (ställvis rikligt), *Vidöstern* (ställvis rikligt) och *Åsnen* (ställvis rikligt). *Merendels framgår den också först som en sekundär omvandling av en primär järnmalm.* Den direkta uppkomsten gör sig visserligen städse i större eller mindre utsträckning gällande, men i dess relativa renhet (*Allgunnen*) är den mycket sällsynt.

Vi ha redan i ett föregående avsnitt klarlagt, att en separat manganutfällning måste anses tänkbar överhuvudtaget i alla sjöar med ett nederbördsområde, som behärskas av sura bergarter. I form av skragg är den också mycket allmänt utbredd, ehuru sotkulans specifika malmtyp förefaller att vara mera sällsynt. De tack vare verkställd malminventering väl kända sjöarna Vidöstern och Bolmen representera i detta hänseende två mycket belysande, varandra motsatta exempel. Jfr härtill för övrigt sid. 47—52.

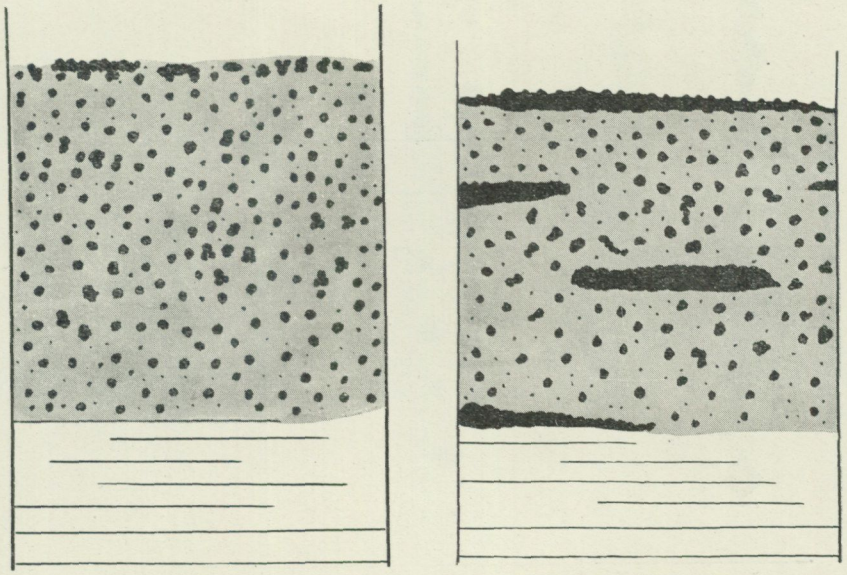
2. Sekundära konglomeratbildningar.

Det är ju, som vi redan påpekat, ganska självklart, att mer eller mindre vidsträckta konkretionsbildningar förr eller senare vid ett fortsatt järntillskott *måste* inträda på malmfälten. De torde också icke heller saknas på botten av någon malmsjö. På detta sätt sammankittas de ursprungligen isolerat i slammassan liggande malmkornen, och ofta nog uppstår härvidlag en komplicerad stratigrafi, som ävenledes uppvisar differenser i kemiskt hänseende.

Sammanväxningsföreteelser mellan de separata malmkornen äro överhuvudtaget mycket vanliga, särskilt i ytlagret av rikligt fyn-

diga malmgyttjor. *Sålunda kan på detta sätt smärre stycken av plåtmalm uppstå, vilka i kemiskt hänseende torde fullständigt överensstämma med den primära järnmalmen.*

Den sekundära konglomeratbildningen är emellertid merendels förknippad med en med hänsyn till mangan anrikad utfällning. I stort sett kunna därvid två typer särskiljas — å ena sidan en konglomeratbildning, då järnmalmen omedelbart sammankittas till skraggen, å andra sidan en dylik, då den först övergår till sotkulor, vilka sedermera sammansmälta.



a *b*

Fig. 63. Profil genom en med hänsyn till järnärtmalm rikfyndig botten. a) Malmärterna synas här och var sammanväxa. Några större konglomeratbildningar ha dock ännu icke uppstått. b) Ett långt avancerat stadium av inträdande konglomeratbildning. En sammanhängande kaka av med manganrik men järnfattig ockra sammankittade malmärter täcker bottnen. Under denna ytskragg dels oförändrad järnärtmalm, dels på olika nivåer talrika smärre skraggkakor. — Lera (streckad) underlagrar.

I. Direkt konglomeratbildning.

Denna typ är ojämförligt den vanligaste. Den uppstår överhuvudtaget som en ålderdomsbildning på järnmalmsfälten, varvid de primärt bildade järnmalmerna sammankittas med en mera manganrik ockra. Angående de bottenprofiler, som härvid uppstå, lämna de ovanstående bilderna fig. 63 a, b en närmare överblick. — I kemiskt hänseende har redan VOGT (1915) beskrivit ett dylikt fall, vilket

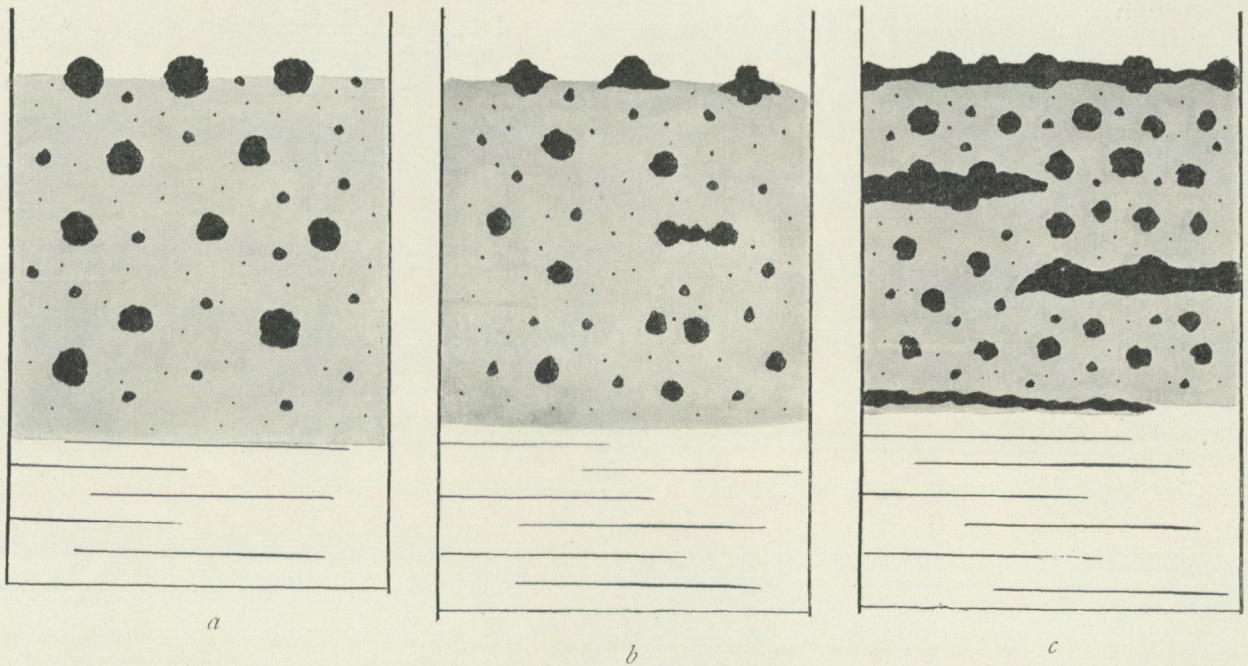


Fig. 64. Profiler genom malmbottnen i ett sotkulefält (Elmespeta sjö i Vidöstern), visande dess olika åldersstadier. a) Sotkulor uppstå sekundärt genom mangananrikning på den primärt bildade järnärtmalmen. b) Kring enstaka sotkulor uppträda äkvatoriala avsättningsringar. Andra sammankittas genom en manganrik men järnfattig ockra. c) Genom bägge dessa processer uppstår ett stadium av långt avancerad konglomeratbildning, varvid hela bottnen täckes av en sammanhängande kaka av sotkuleskragg. Under denna järnärter, sotkulor och skragg om vartannat. — Ockerhorisont inlagd i grått. Underlagrande lera streckad.

torde få anses som representativt för denna mycket vanliga företeelse.

Genom dessa processer uppstår alltså på de gamla malmfälten ett mer eller mindre sammanhängande, ofta ända till 1 dm. tjockt, järngolv, vilket ofta nog erbjuder en betydande hårdhet. Därunder *kan* en ursprunglig järnmalm vila; men hela det fyndiga lagret *kan* också på detta sätt konkretioneras till en sammanhängande järnskorpa. Man finner dylika ställen praktiskt taget inom alla malmsjöar. De gamla malmfiskarna undveko också helst dylika malmfält. Å ena sidan är ju nämligen skraggen alltför lågprocentig för att vara brytvärd, och å andra sidan var det i allmänhet icke lönande att med handkraft gå igenom det hårda järngolvet för att åtkomma den goda malm, som tilläventyrs kunde vila därinunder.

II. Konglomeratbildning via sotkulor.

I överensstämmelse med sotkulornas relativa sällsynthet är också denna konglomeratbildning ganska sällsynt, ehuru den i vissa sjöar ställvis kan bli alldeles dominerande. Så flerstädes i Vidöstern, t. ex. på Elmespeta sjö.

Utvecklingsförloppet vid denna hittills okända konglomeratbildning torde bäst framgå av vidstående figurer 64 a—c. Som vi därav finna, börjar förloppet med en separat mangananrikning kring järnkulorna, vilken särskilt i slamytan blir mycket ymnig. Småningom framträder kring de där utbildade sotkulorna en gördel, och med densammas småningom skeende vidareutveckling överföres hela ytlagret till en skraggkaka, kännetecknad av talrika kupoler, angivande de ursprungliga initialernas läge.

3. **Malmens »generationer».**

Att den manganrika skraggen, vare sig den sedan uppstår direkt — i undantagsfall — eller först via sotkulor, representerar ett ålderdomsstadium i förhållande till den goda pärlemalmen, torde av den föregående framställningen få anses som ett bevisat faktum. De gamla malmfiskarna hade också detta fullt klart för sig, och de betecknade också skraggfälten som »rutten malm».

Men stannar utvecklingen här eller går den vidare? Är skraggen det definitiva ålderdomsstadiet; eller följer härpå ytterligare en degeneration?

De gamla malmfiskarna ha härvidlag icke någon empiri att åberopa sig på, även om man då och då hör uttalanden i en dylik riktning om malmens olika åldrar. Det lär emellertid på forskningens

nuvarande ståndpunkt icke vara möjligt att lämna ett säkert svar på dessa frågor. Enligt min mening faller också detta spörsmål helt inom det mikrobiologiska området, och det är också min avsikt att upptaga detsamma till en närmare behandling vid de studier över malmfältens bakteriologi, vilka jag nu förbereder.

I själva verket torde det nämligen kunna förutsättas, att man här och var på malmfälten måste räkna med sådana bakteriegrupper, vilka genom sina ämnesomsättningsprodukter förmå upplösa manganoxiderna och därmed sätta dem i vandring på nytt. SÖHNGEN (1914)

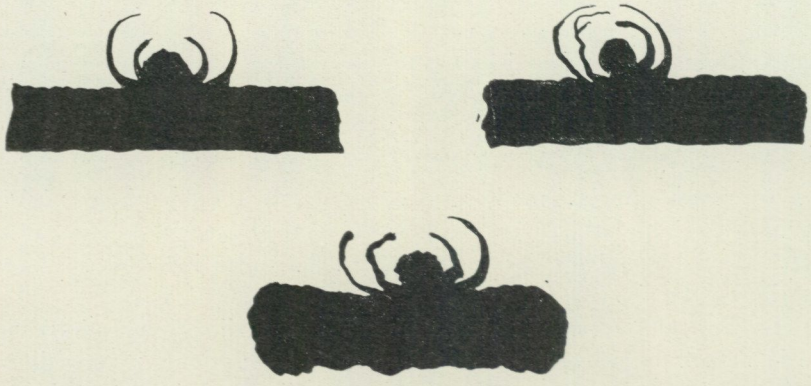


Fig. 65. Schematiskt tvärsnitt genom gammal sotkuleskragg från Vidöstern. De i mitten befintliga sotkulorna uppvisa alla stadier av fortgående förvittring. Dess centrum — järnärten — framträder med avsevärd resistens. För övrigt kvarstå fragment av en del — sannolikt de mera järnrika — av sotkulans koncentriska avsättningsringar, varemot dem mellanlagrande partier i stor skala utlösts.

har påvisat existensen av dylika bakterier i jord, och RAMBERG (1916) har med stor sannolikhet bevisat deras manganlösande effekt inom med manganoxid förorenade vattenledningsfiltra vid ett ytvattenverk.

Att manganmalmen verkligen upplöses på sjöbottnen synes mig också otvivelaktigt. Man finner nämligen ofta nog äldre sotkuleskragg, däri de senare initialerna befinna sig i alla stadier av söndervittring — ett förhållande som jag däremot aldrig iakttagit för de verkliga järnmalmernas vidkommande. De ovanstående figurerna 65 åskådliggöra närmare några dylika upplösningsstadier.

Även för järnmalmfältens vidkommande torde man böra räkna med en dylik eventualitet. *Effekten blir därigenom tydligen då också en upplösning av järnmalm.* Hithörande processer ha av mig under senare år närmare experimentellt studerats. En närmare redogörelse härför kan dock först längre fram lämnas.

Det torde dock på grundval av ovan anförda undersökningar vara uppenbart, att vi faktiskt kunna räkna med möjligheten av olika ge-

nerationer för sjömalmen. Dess höjdpunkt markeras av järnstadiet, dess degeneration av manganstadiet. Så mycket är redan nu säkert. Måhända följer härpå en regeneration, kännetecknad av ett nytt järnstadium, eventuellt efter försiggången omlagring av primärmaterialet till en helt annan nivå av sjöbottnen. Det torde vara fullt berättigat att rent teoretiskt räkna med dessa möjligheter. Endast framtidens mikrobiologiska forskning kan dock lämna en för våra specialuppgifter säker utredning angående dessa betydelsefulla frågor, vilka tydligen ävenledes vid varje diskussion om gångna geologiska perioders malmbildningar måste tillerkännas största intresse.

X. Sjömalmens mikroskopiska struktur.

Redan STAPFF beskrev ingående sjömalmens mikroskopiska struktur, och senare tiders forskare ha näppeligen haft något nytt att lägga härtill. Redan STAPFF framhöll alltså, att huvudmassan består av en amorf, koncentriskt skiktad ockra, vari dock åtskilliga andra element kunde påvisas, såsom sandkorn, vävnadsfragment, skal av kiselalger o. s. v. Han tillerkände visserligen desamma icke någon mera utslagsgivande betydelse för malmbildningen, ehuruväl »de s. k. infussionsdjuren, som ligga begravna i sjömalmen, sålunda icke böra betraktas såsom ett appendix, vilket saknar all betydelse; man bör ej glömma, att vart och ett av dessa under sitt liv har tillverkat mull till sin gravhög».

Vi stå alltså här återigen inför frågan om det organiska livets betydelse för malmbildningen. Vi ha visserligen redan förut besvarat denna fråga med stöd av våra erfarenheter från malmfältens fysionomi i detta hänseende. Det torde emellertid vara lämpligt att komplettera den förut vunna bilden även med en vidare undersökning av malmens mikroskopiska struktur. Vi särskilja därvid den grövre uppbyggnaden från den finare och behandla i det följande dessa frågor var för sig.

1. Den grövre strukturen.

I överensstämmelse med den framställning vi i det föregående lämnat om malmernas bildningshistoria torde det kunna förefalla sannolikt, att ett enkelt slipprov bör vara tillräckligt för att med all erforderlig säkerhet fastställa den ursprungliga initialen. *Detta är emellertid i stort sett icke fallet.* Fastmer fortsätter inom den i bildning varande malmen initialmaterialets sönderdelning resp. borttransporterande i all

den utsträckning, detta kan vara fallet: grusen vittrar sönder i sina elementarmineral, varav endast kvarts och dylikt blir kvar i ursprunglig form, vävnadsfragment förkolna och kalk utlöses så gott som fullständigt. Dessa processer — vilkas närmare klarläggande från kemisk sida torde böra framhållas som mycket önskvärt — betinga naturligtvis, *att man i stort sett icke kan med säkerhet rekonstruera*

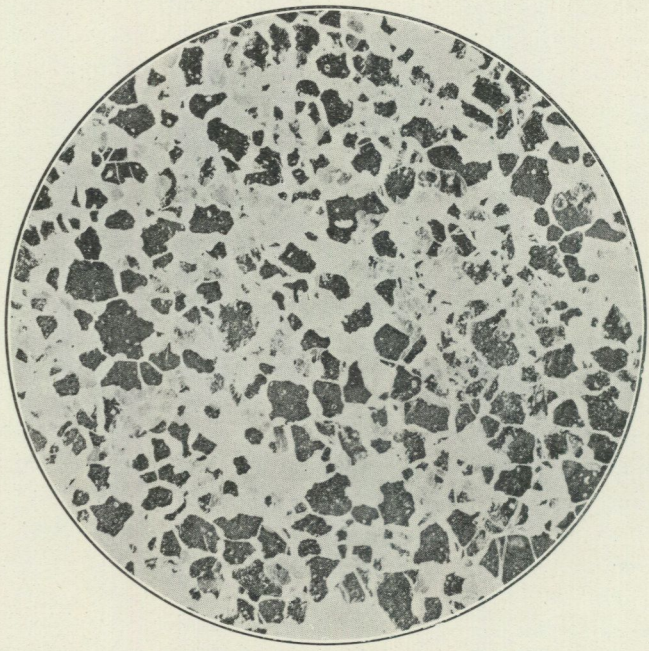


Fig. 66. Grus av kvartsit med järnbeläggning av den typ, som för fram till uppkomsten av en penningmalm. Mikrofotografi direkt på gasljuspapper. Därför också järn vitt, kvarts svart. Förstoring = 50 gånger.
Den här avbildade grusbiten representerar en mycket ung initial med endast svag järnbeläggning av ringvallens typ. I nedre kanten gränsen mellan grusytan och järnbeläggningen. Man ser, hur järnlösningen härifrån tränger sig in mellan kvartskornen, förträngande bindemedlet mellan desamma och därigenom med tiden t. o. m. i en bergart av denna typ alldeles förstörande den ursprungliga strukturen. I gnejser och dylika bergarter har naturligtvis detta förlopp en vida mer agressiv karaktär.

initialen ur den färdiga malmen. Härav torde det också bero, att formbildningsproblemet så länge kunnat förbli oklart. Man har undersökt malm från de gamla goda malmfälten — men egentligen intet funnit. Endast den profilgående marschrouten genom den limniska zoneringen har alltså kunnat lösa problemet — tack vare de ofullgångna malmer, som dominera ovan och nedom det egentliga malmfältet, och vilka lager därför också konsekvent undvikits av de gamla malmhämtarna.

Vi finna alltså, att den egentliga initialen i äldre och färdig malm i stort sett icke är morfologiskt påvisbar. Påvisbara äro endast följande initialer: kvartssand och liknande (på slip- eller syreprov), koprogena bildningar (bäst på saltsyreprov) och den som initial för mangan tjänstgörande järnsjömalmen (bäst på slipprov). Allt annat faller med tiden i spillror, och även av de största grusbitar återstår då väsentligen isolerade kvartskorn, vilka naturligtvis icke ge någon som helst riktig föreställning om det primära initialmaterialet. Förhållandet är ju onekligen mycket fatalt för en exklusiv mineralogisk analys av problemet. Det är väl antagligen just av denna orsak, som man på detta sätt aldrig lyckats få fram några säkra resultat.

Slipprovet kan alltså för en närmare förståelse av *formbildningsproblemet* näppeligen tillerkännas någon större betydelse. Jag ingår därför icke heller här vidare på de strukturer, vilka fastställts med användning av dylika prov. Deras bild är också i det stora hela mycket likartad: en merendels koncentriskt skiktad järnoxidmassa med insprängd kvartssand, koprogena bildningar, enstaka mikroskelett o. s. v. Det torde emellertid böra framhållas som en mycket intressant uppgift för den mineralogiska forskningen att med stöd av den uppfattning, som numera vunnits angående formbildningens problem, just med användning av slipprov till en närmare behandling upptaga dessa av oss konstaterade säregna förvittringsprocesser, vilka innebära en fullständig kollaps hos det primära initialmaterialets struktur. Till övervägande del betingas naturligtvis detta därigenom, att järnet tränger sig in mellan de olika mineralkornen. En del därav upplösas säkerligen snart nog; andra (väsentligen kvarts) äro däremot mera resistenta. Under alla omständigheter kollaberar på detta sätt förr eller senare den primära strukturen. Ett exempel i denna riktning lämnas av vidstående fig. 66.

2. Den finare strukturen.

Hit hänför jag alla de frågor, som angå ockrans finare struktur resp. den halt av de mikroorganismer, vilka eventuellt kunde förutsättas erbjuda en mera ingripande betydelse vid malmbildningen. Den äldre litteraturen meddelar här en serie detaljiakttagelser — vi citerade ju inledningsvis redan STAPFF — vilka dock näppeligen numera kunna anses ge något mera allmänt grepp på ämnet.

Den förste, som från mera vidsträckta synpunkter upptog denna fråga till behandling, var MOLISCH. Utgående från WINOGRADSKY'S hypotes om malmernas genetiska samband med järnbakterievegetationen, undersökte MOLISCH ett stort antal sjö- och myrmalmer sär-

skilt på närvaron av järnorganismer. Resultatet blev emellertid skäligen negativt, i det att flertalet av undersökta prov visade sig till övervägande del bestå av den amorfa ockran. Endast i tvenne prov — bägge representerande en lös ockra, sorterande under myrmalmerna — fann MOLISCH några skelett av järnbakterier.

Då emellertid MOLISCH'S material av verkliga sjömalmer icke kan anses som särskilt omfattande, har jag ansett mig böra underkasta en del av mina egna prov en närmare analys även i denna riktning. Jag har för detta ändamål framställt ett mycket stort antal preparat, särskilt av *Stråkens* och *Vidösterns* malmer, vilka monterats såväl i glycerin som i kanadabalsam med resp. utan föregången behandling med saltsyra.

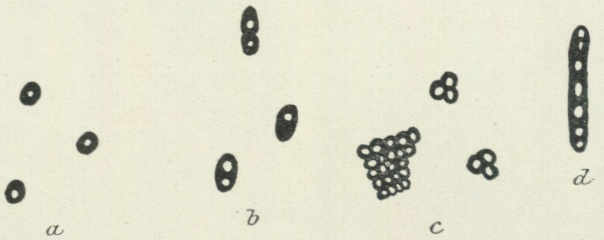


Fig. 67. Schematisk översikt över järnoxidens vanliga strukturtyper i sjömalmerna. Till vänster (a) de egentliga »kokkoiderna». För övrigt allehanda aggregat därav — såsom diplokokk- (b), streptokokk- (d) och sarcina-artade bildningar (c) o. s. v.

Resultatet av hela detta arbete har emellertid i vad beträffar förut kända morfologiskt diagnosticerbara bakterier blivit *fullständigt negativt*, och vi måste alltså synbarligen återigen instämma med MOLISCH, då han framhåller dessa formers fullständiga betydelselöshet vid sjömalmsbildningen.

Malmernas huvudmassa består fastmer av en fingranulerad ockra. Merendels framträda dessa små (endast c:a 1 à 2 μ stora) granulationer vid mikroskopisk undersökning så, som utgjordes de av en central hyalin kropp med en ringvall av järnoxid. De uppträda dels enkelt, dels i aggregat av ett flertal typer, av vilka några särskilt karakteristiska avbildats i ovanstående figur 67. Mera sällan uppträda stavformiga bildningar.

Det torde icke kunna bestridas, att dessa bildningar i allra högsta grad ge intryck av bakterier. De finnas naturligen också rikhaltigt i ockergyttjan och man kan på nytaget material mikroskopiskt följa hela den aggregationsprocess, varvid ur den i livlig BROWN-rörelse befintliga svärmen av dessa »kokkoider» — jag kallar dem så för att antyda dess morfologiska likhet med bakteriekokker av olika typ — småningom framgår en solid järnbeläggning på en eller annan fastare

del i ockergyttjan. Hela förloppet erinrar slående om det tigmotaktiska reaktionsförloppet — om icke rörelseriktningen allenast vore den BROWN'ska.

Dessa »kokkoider» kunna emellertid otvivelaktigt representera *rent* oorganiska bildningar. Sålunda erhållas t. ex. alldeles likartade strukturer enligt min erfarenhet vid framställning av $Fe(OH)_3$ ur $FeCl_3 + H_4NOH$ o. s. v. De uppvisa alltså morfologiskt typisk bakteriefysionomi, utan att dock — som ju dylika försök visa — nödvändigtvis behöva ha något med bakterier att göra. Och överhuvudtaget torde väl flera slags utflockade kolloider kunna uppvisa en dylik struktur. Kolloidkemiskt torde dylika kroppar böra betecknas som *sekundärdelar*.

Med hänsyn till vår nuvarande kännedom om malmbildningens kemi torde dessa »kokkoider» jämlikt ODÉN (1919) väl vara att anse som aggregat av utflockade kolloider.

Men varför differentieringen i en central, mindre järnrik kärna? Det är just denna, som måste föra tanken på bakterier, så mycket mera, som densamma även vid HCl-behandling blir persisterande.

Från kolloidkemisk synpunkt kan man emellertid mycket väl föreställa sig, att centrum helt enkelt utgöres av föga oxiderade, utflockade humuskolloider; periferien däremot av långt oxiderade och med järnoxid rikligt inblandade.

En rent kemisk förklaring av hela denna malmernas egenartade mikrostruktur är alltså fullt tänkbar. Detta hindrar naturligtvis icke, att även verkliga bakterier kunna dölja sig i »kokkoidernas» hyalina kärna. I vilken utsträckning detta kan vara fallet kan dock först avgöras vid framtida studier över malmfältens bakteriologi. *Sannolikt* är det här väsentligen frågan om en serie morfologiskt icke påvisbara former. I fysiologiskt hänseende ha vi möjligen här särskilt att räkna med humusoxiderande bakterier. I vilket fall som helst är det ju numera otvivelaktigt — jfr SÖHNGEN 1914, HARDER 1919 — att även ett stort antal andra, i jord och vatten mycket vanliga men morfologiskt ej påvisbara bakterier, förutom de egentliga, morfologiskt påvisbara »järnbakterierna» genom sina ämnesomsättningsprodukter åvägabringa en utfällning av såväl järn som mangan.

Det är under dessa förutsättningar tydligt, att vi åter i viss mån kunna föras fram till den punkt, där den gamla forskningen stod — att de organismer som ingå i malmen även under sitt liv »tillverkat mull till sin egen gravhög» — men efter många omvägar, där teorier uppstått och fallit och alla värden mer än en gång omreviderats för att slutligen nå en ståndpunkt, vilken var den gamla forskningen fullständigt främmande, och där endast det formella i den anförda satsen blir det

gemensamma. Huru dessa förhållanden i detalj gestalta sig på våra malmfält kan dock ännu ej överblickas. Jag planerar emellertid f. n. en speciell mikrobiologisk undersökning av desamma, varvid hela problemkomplexet om järn- och manganutfällande resp. upplösande bakterier av morfologiskt icke påvisbar typ i deras inbördes relationer avses att upptagas till behandling.

XI. Sjömalmernas kvantitativa fördelning över sjöbottnen.

Vi ha redan i en föregående avdelning av detta arbete lämnat en översikt över malmfältens läge inom den limniska zoneringen. Vi framhöllo redan då, hurusom malmfördelningen överhuvudtaget måste betecknas som mycket ojämn. Malmfälten uppträda alltså aldrig jämnt inom hela elitoralen utan visa fastmera utpräglade antätningar, beroende av grundvattenstillskottens ojämna fördelning.

De malmmängder, som sålunda föreligga, ha hittills varit rätt okända. De gamla malmfiskarna talade visserligen om goda och dåliga malmfält, men något exakt mått innebar naturligtvis aldrig detta resonemang.

Förutsättningen för en verkligt exakt kännedom om malmens kvantitativa fördelning på sjöbottnen är naturligtvis en kvantitativ provtagningsmetod. Den första apparat, som konstruerats för detta ändamål är den LARSSON'ska provtagaren, vilken vi redan i det föregående beskrivit. Naturligtvis äro även andra anordningar tänkbara. Så t. ex. SV. EKMANS under senare år (1911) för faunistiska och produktionsbiologiska studier konstruerade kvantitativa bottenhämtare. För malmarbetet torde dock LARSSON's hämtare överhuvudtaget böra betraktas som den både bästa och enklaste anordningen.

Kvantitativa undersökningar över malmfält ha emellertid före år 1919 i Sverige endast utförts för de av A.-B. Åminne Bruk disponerade sjöarna Vidöstern, Bolmen och Unnen samt inom den för Ohs bruk inmutade sjön Flåren. Dessa undersökningars syfte har visserligen varit ett rent praktiskt — att åvägabringa en säker inventering av för hyttdriften tillgängliga förråd. Emellertid erbjuda naturligtvis dessa undersökningar även ett betydande teoretiskt intresse. Det torde därför vara lämpligt att här något närmare ingå på deras tekniska förutsättningar och resultat.

Den kvantitativa malmbestämningen verkställes från isen. Istäcket indelas för den skull i rutor, och i längd- och tvärlinjernas skärningspunkter upptagas prov med den LARSSON'ska hämtaren. Avståndet från provpunkterna sättes till 300 resp. 200 m., d. v. s. det på isen uppdragna rutsystemets maskor bli rektangulära. Opereras med

mindre avstånd mellan provtagningspunkterna erhålles naturligtvis säkrare resultat. På *Vidöstern* verkställda försök ha så t. ex. i ett givet fall utvisat en förhöjning av den fastställda malmkvantiteten med 5 % vid övergång från 200×300 m.-systemet till ett à 50×50 m. — De sålunda erhållna proven tvättas med vatten och siktas över siktar med 0,5 resp. 1 mm²:s maskor och vägas efter torkning.

Vad beträffar sättet för undersökningsresultatets översiktliga framställande, så ha därvid tvenne olika metoder kommit till användning. Sålunda markerades de olika malmkvantiteterna för Bolmens vidkommande med olika färger, för Vidösterns och Unnens däremot genom ett koncentriskt cirkelsystem för varje provtagningspunkt, omedelbart angivande malmens kvantitet och art. Den sistnämnda metoden torde väl också lämna den bästa översiktsbilden.

Det delvis mycket vidlyftiga kartmaterial, som på detta sätt kommit till stånd, tillhör A.-B. Åminne Bruk men förefinnes också i duplikat hos S. G. U. Som exempel på en dylik kvantitativ malminventering har med vederbörligt tillstånd en reproduktion av kartan över Vidöstern bilagts denna framställning; se tavl. 3.

Redan en flyktig blick på kartan ger vid handen, i vilken betydande utsträckning malmens kvalitet och kvantitet varierar på olika, varandra dock ofta mycket närbelägna ställen av bottnen. Enligt av mig verkställda undersökningar kan detta i stort sett ej förklaras av växlingar i bottenbeskaffenheten, utan den grundläggande faktorn måste härvidlag fastmera vara att söka i grundvattensförhållandena. Dessa måste visserligen också variera med tiden. Vad som därför erfordras för att vinna en till dess detaljer fullt genomförd uppfattning om de orsaker, som betinga de olika malmfältens olikartade fysionomi är därför först och främst en under en följd av år fortsatt kemisk-hydrografisk bearbetning av frågan, begränsad till ett i alla hänseenden väl bekant sjösystem. Det har ännu icke varit möjligt att få en dylik undersökning till stånd. Men förrän en dylik föreligger är det, som vi redan i det föregående vid upprepade tillfällen framhållit, heller icke möjligt att härvidlag göra mer än konstatera faktum och hänvisa till principen för dess definitiva klarläggning.

Den här meddelade kartan över Vidöstern ger emellertid en mycket vacker och verkligt kvantitativ illustration till malmens elitorala fördelning resp. till dess överhuvudtaget mycket ojämna uppträdande. Den maximala malmkvantiteten uppgår här pr kvm. till 75 kg.; den minsta angivna till 0,5 kg. pr kvm.

Räknat i dess helhet vilar f. n. i Vidöstern ett malmförråd av 383,916 ton. På de olika delarna av sjön fördelar sig denna malmkvantitet på följande sätt:

Del av sjön.	N. sjön.	Mell.-sjön.	Kålleboviken.	S. sjön.	Hela sjön.
Malmmängd i kg. . .	35,146,150	129,780,000	94,388,100	124,602.450	383,916,700
Antal prov som tagits	118	319	109	256	802
Malm pr m.² i kg. .	4.964	6.78	14.432	8.112	7.978

För *Unnen* uppgår den sammanlagda malmkvantiteten till 205,962 ton; för *Bolmen* erhållas 409,321 ton malm och 349,323 ton starkt malmhaltig sand.

Förutom dessa sjöar, vilka malmkarterats under åren 1910—1912 under ledning av bergsingenjören KARL SIDENVALL (för Bolmen 1910—1911) resp. av hyttingenjören O. LARSSON (för Vidöstern 1911, Unnen 1912), föreligger ävenledes en under ledning av den sistnämnde senare uppgjord malmkarta för den under Ohs bruk hörande sjön Flåren. För övrigt ha före år 1919 icke några andra sjöar inom vårt land blivit undersökta på detta sätt.

* *
*

De malmmängder, varom det här är fråga äro ju i och för sig relativt betydliga. Och dock är ju allt detta i själva verket endast ett koncentrat på våta vägen från omgivningarnas grusavlagringar. Det torde icke vara överdrivet att beteckna dylika kvantiteter som ett mycket imponerande monument över grundvattnets osynliga arbete — så mycket mera, som dock hela denna process ännu icke torde haft mera än ett par tusen år på sig.

XII. Sjömalmens ålder.

Överhuvudtaget representera naturligtvis sjömalmerna, såsom knutna till våra i yngsta geologiska tid uppkomna sjöar, mycket unga bildningar, vilkas ålder icke kan räknas i högre än fyrsiffriga tal. *Några i denna punkt mera genomförda undersökningar existera emellertid ännu icke. Det är därför önskvärt, att detta spörsmål i framtiden mera än som hittills skett upptages av den paläolimnologiska forskningen.* Problemet har först och främst sitt teoretiska intresse. Det har emellertid ävenledes, som vi i det följande skola närmare finna, sin direkt praktiska innebörd.

Den ende, som hittills överhuvudtaget behandlat frågan om sjömalmernas ålder, är SUNDELIN (1918). Enligt hans mening gå dessa avlagringar icke längre tillbaka, än till subatlantisk tid. *Deras ålder*

skulle således icke utgöra mera än c:a 2,500 år. Den väsentliga orsaken härtill ser han i den mäktiga utvidgning av den småländska mossarealen, vilken enligt hans undersökningar just vidtager med den subatlantiska klimatförsämring, vilken inträffat på övergången mellan brons- och järnåldern, d. v. s. för c:a 2,500 år sedan. Besinnar man den utomordentliga betydelse, vilken just de av torvmossarna beroende humussyrorna spela för järnets transport från omgivningarnas lösa jordlager till sjöarna, så måste ovillkorligen detta resonemang förefalla mycket sannolikt. Ett betydligt större material, än det hittills föreliggande, torde dock vara erforderligt för att möjliggöra en mera säker och allmängiltig datering av dessa avlagringar.

Klart är ju emellertid, att sjömalmernas ålder icke kan uppgå till mer än en del av den tid, som förflutit sedan istiden. Den måste därför räknas i icke alltför höga fyrsiffriga tal. Den omlagring av järnhaltigt material, som under denna tid gått av stapeln måste ovillkorligen betecknas som mycket betydande — och detta i en alldeles särskild grad, om SUNDELIN's beräkning skulle visa sig generellt giltig. För *Vidöstern* gäller det ju så exempelvis en transport av icke mindre än 300,000 ton malm, vilken mängd i löst form framtransporterats med grundvattnet och sedan utflockats och konkretionerats på sjöbottnen, för *Bolmen* ungefärligen det dubbla o. s. v. Det torde utan vidare vara klart, att detta faktum måste tillerkännas en ingående betydelse även vid tolkningen av till äldre perioder knutna järnavlagringar av denna typ. Vi återkomma i det följande härtill.

Rikta vi emellertid blicken framåt, så måste ävenledes de nuvarande malmavlagringarnas ålder i sin mån kunna belysa frågan om de nutida malmsjöarnas öde. Det torde därvid utan vidare vara klart, att det fortsatta järntillskottet med tiden måste leda till en *fullständig förjärning av elitoralen.* Vid denna förjärning måste naturligtvis — jämlikt vad vi i det föregående utrett — med tiden allt sämre och sämre malmer uppstå i och med att den separata anrikningen till initialerna övergår i en totalförjärning och allmän konkretionsbildning å sjöbottnen. Ett sammanhängande »järngolv» över sjöbottnen måste härav bli följden. Förr eller senare måste visserligen processen sluta därigenom, att malmgolvet spärrar vägen för grundvattnet, som måste söka sig nya vägar — till andra sjöar, andra myrar, där förloppet återigen kan börja på jungfrulig mark. Elitoralens totala förjärning — med en avsevärd överskridning såväl i riktning upp- som nedåt — måste alltså bli bilden för malmsjöarnas ålderdom. Att dylika förhållanden icke sakna sin betydelse för sjöarnas allmänna biologi torde vara självklart. En avsevärd produktionsfaktor — en stor del av strandens organismformationer — av-

kopplas ju nämligen fullständigt, antingen för alltid eller till den tid, då ett nytt gyttjelager hunnit uppstå på det improduktiva malmgolvet. Man kan visserligen också uppställa den frågan, *om icke malmbildningarna ävenledes kunna med tiden upplösas* och således på nytt komma i vandring för att sedan på nytt utfällas. Vi ha redan i det föregående ägnat denna fråga den orienterande granskning, som forskningens nuvarande ståndpunkt tillåter. Faktiskt torde man också med en hög grad av sannolikhet ha att räkna med dylika företeelser.

Några verkligt säkra hållpunkter finnas dock ännu ej för detaljerat bedömande av denna fråga. *Att däremot elitoralens totalförjärning i skraggbildningens tecken representerar malmsjöarnas första ålderdomsstadium är dock ett empiriskt faktum.*

Denna malmsjöarnas ålderdomsbild erbjudes också redan av talrika ställen inom olika sjöar. Den är naturligtvis i sin mån en indikator på att malmen hastigt tillväxer, och den anträffas också fläckvis i så gott som varje sjö med en mera avsevärd malmhalt. Så exempelvis fläckvis i Vidöstern, från vilken vi redan avbildat en serie dylika typiska ålderdomsprofiler i fig. 64. Liknande kan, som sagt, fläckvis upptäckas i praktiskt taget varje i högre grad malmförande sjö. En totalt förjärnad elitoral känner jag emellertid ännu icke av egen erfarenhet. Redan grundvattnets ojämna framträdande på sjöbottnen torde ock betinga en relativt sällsynt uppkomst av dylika profiler redan i närvarande tid, även om det är otvivelaktigt, att redan totalt förjärnade fläckar av bottnen kunna spärra den gamla vägen för grundvattnet och därigenom tvinga in det i nya banor.

Lämnas emellertid icke malmfälten ostörda, utan exploateras de genom malmfiske, så uteblir naturligtvis också hela det utvecklingsförlopp, som här ovan skisserats. Malmen borttages ju nämligen då, medan den ännu befinner sig på höjden av sin utveckling — i form av separata malmkorn — och de ålderdomliga konglomeratbildningarnas inträde förhindras. Att malmfisket därigenom förbättrar malmarealen — och därmed otvivelaktigt håller det normala produktionsförloppet inom sjöarna vid makt — är visserligen otvivelaktigt. Men vad blir följden för malmfisket självt? Den goda malmen tages bort, och de tillgängliga resurserna tömmas.

Dock, icke för evigt. Alltjämt fortsätter ju nämligen järntillskottet över de skattade malmfälten. *Man måste också under dylika omständigheter förutsätta en nybildning av malmer.* Att en dylik måste komma till stånd, är visserligen redan teoretiskt självklart. Men det har också i vårt gamla sjömalmsland sedan ett årtusende tillbaka varit en praktisk erfarenhet. Redan SWEDENBORG uttalade

också på sin tid utförligt dessa förhållanden i överensstämmelse med de gamla malmfiskarnas hypoteser.

Den praktiskt betydelsefulla frågan är ju emellertid nu, *med vilken hastighet de skattade malmfälten återväxa*. Frågan har redan förut vid flera tillfällen behandlats inom litteraturen. Så — under senare tid — bl. a. av THORELD, STAPFF, AARNIO och andra. Väsentligen stödja sig dock alla dessa autorer på gamla malmfiskares berättelser och antaga i överensstämmelse därmed en regeneration inom 20 à 30 à 50 år. Att dessa siffror till en övervägande del snarare representera malmfiskarnas önskningar än empiriska fakta, torde dock vara otvivelaktigt. Lika otvivelaktigt synes dock, att en återväxt *kan* medhinnas redan inom loppet av några decennier.

Efter den utredning, som vi i det föregående förebragt, torde det emellertid också vara självklart, *att ett rent generellt svar icke kan lämnas på denna fråga*. Malmens första bildningsförutsättning är ju nämligen att söka i det järnhaltiga grundvattnets kemi och hydrografi. Differenser härutinnan måste alltså betinga differenser i malmfältens tillväxthastighet. *Frågan om »regenerationen» kan därför endast lösas för varje specialfall för sig*. Så länge några grundvattensstudier av antydd art icke föreligga, kunna därför icke heller några säkra hållpunkter till dess mera detaljerade bedömmande uppställas. Det är visserligen relativt sannolikt, att en regeneration i vissa fall kan gå av stapeln inom några decennier. I andra fall — man tänke t. ex. på aldrig skattade krutmalmsfält — kräver denna regeneration med ännu större säkerhet en tidrymd av århundraden, ja årtusenden. Varje malmfält har alltså sin — för övrigt icke konstanta — regenerationskoefficient. Att med vår nuvarande kännedom om malmbildningsproblemet *generellt* tala om en regenerationstid är vetenskapligt oberättigat, ty den primära empirien saknas alldeles. Här föreligger därför för framtidens forskning ett mycket betydelsefullt problem, av största allmänna intresse och för övrigt med en direkt praktisk innebörd, vilket bäst torde böra behandlas inom ramen av en hydrografisk-geologisk monografi av ett visst bestämt vattenområde.

I vetenskaplig diskussion måste alltså tills vidare regenerationsfrågan lämnas alldeles öppen. Förutom den väg till dess lösande, vilken ovan klarlagts, torde emellertid även böra framhållas önskvärdheten av en sammanställning av säkra empiriska fakta. Ett experiment i stor skala till frågans lösning representerar för övrigt den under senare år noga karterade muddringstekniken i Vidöstern. Här bör därför med tiden, genom kvantitativa malmstudier på renmuddrade fält, kunna erhållas ett verkligt empiriskt bevismaterial — enligt vår mening i så fall det första, som lämnats till belysande av denna betydelsefulla fråga.

XIII. Sänkta malmsjöar.

Några fullständigt tappade malmsjöar ha icke kommit med inom de av mig undersökta områdena. I litteraturen beskrivas emellertid — ehuru mera i förbigående — en del hithörande fall. Så bl. a. av

Fig. 68. Strandparti från Fyllerydsjön. Hela ytlagret mellan blocken utgöres av en manganrik kulmalm, vilken torrlagts vid sänkningen. Foto 1917.

THORELD. Studiet härav kan emellertid näppeligen sägas ha befordrat malmfrågans vidare utveckling.

Att så dock *kunnat* vara fallet torde dock böra framhållas som självklart. Bättre möjligheter till studier över den horisontala och vertikala fördelningen av malmfälten, än den, som tappade sjöar måste erbjuda, torde väl nämligen näppeligen kunna tänkas. Ett utnyttjande av dessa möjligheter hade *förr* kunnat vara av stor betydelse. *Numera*, med nutidens limnologiska teknik, vilken möjliggör fullständigt genomförda profilstudier på alla de djup under vattenytan, varom det här kan bli fråga, betyder dock detta intet. Det har alltså heller icke för mig varit något särskilt behov att uppsöka några dylika sjöar.

Ett betydligt större intresse torde emellertid böra tillerkännas studiet av sådana malmsjöar, vilkas vattenspegel sänkts en eller annan meter. Härigenom realiseras ju nämligen fullständigt abnorma förhållanden med hänsyn till den ursprungliga limniska zoneringen, och förhållandena inom malmbildningsbältet förryckas mer eller mindre fullständigt.

Det är emellertid endast en sjö av denna typ, som kommit med i

Fig. 69. Gammal sjöbotten vid Fyllerydsjön. Täckt av ett flera dm tjockt lager av manganrik kulmalm. Strandens sterilitet med hänsyn till den högre vegetationen är, som framgår av bilden, avsevärd. Foto 1917.

min undersökning, nämligen *Fyllerydsjön* i närheten av Åminne gård. Visserligen har bland det övriga sjömaterialet en mindre sänkning träffat bl. a. Allgunnen och Vidöstern, men densamma har icke i *större* utsträckning kunnat sträcka sina verkningar ned till den egentliga malmbildningszonen.

Fyllerydsjöns stränder bestå till stor del av grus, och det torde vara otvivelaktigt, att denna initialform här spelat en dominerande roll. Sänkningen — som utförts i två omgångar — torde sammanlagt uppgå till ett par meter. Här har sänkningen också blottlagt större delen av de gamla malmfälten, och man träffar också på stränderna ett typiskt rensköljt malmfält resp. långa driftvallar av malm.

Dessa svarta, så gott som fullständigt vegetationslösa stränder ge landskapet en ytterst ödslig karaktär.

Man kan därför också här på stränderna ställvis vandra på fullständiga malmfält. *Det är emellertid högst påfallande, att några järnkällor icke synas här framträda.* Fastmera hade ju raka motsatsen bort väntas i överensstämmelse med den uppfattning, som vi i det föregående utvecklat angående malmfältens bildningsbetingelser. Delvis kan visserligen den torrlagda strandens malmfält förklaras som driftmaterial, ty den malm, som ännu vilar på sjöbottnen, intar i det väsentliga det abnorma djupet av (räknat från lågvattenståndet) 0—1 m. och måste alltså — som också driftlinjerna vid stranden visa — kunna undergå transport genom is och vågor. På större djup än 1 m. avtar malmhalten högst betydligt. Förhållandena äro alltså här fullständigt abnorma, otänkbara under naturliga förutsättningar. Till övervägande del intar också den vid Fyllerydsjön torrlagda malmen ett sådant läge, att den ingalunda kan förklaras som drift utan fastmera måste anses ligga *in situ. Men icke desto mindre finner man på dessa malmfält icke några järnhaltiga källor.* Detta förhållande synes därför också utan vidare antyda, att sjösänkningen ävenledes förorsakat betydliga rubbningar i grundvattnets rörelser inom denna trakt. Förhållandet är ju av stort intresse, men några närmare hållpunkter för dess bedömande i allmänhet saknas dock ännu fullständigt.

Förutom *Fyllerydsjön* ha, som redan i det föregående påpekats, ett flertal andra av de sjöar, som ingått i mitt material utsatts för sänkningar. De ha emellertid i stort sett icke varit så ingripande, att malmfältens typiska läge nämnvärt rubbats. Endast där så är fallet, kan man tydligtvis också förutsätta möjligheten av en nybildning av malm på djupare vatten — en möjlighet, som i så fall åtminstone inom vissa gränser också borde kunna utnyttjas för närmare studier i regenerationsfrågan. Förutom vid *Fyllerydsjön* har jag emellertid endast vid en begränsad del av *Vidöstern* sett malmen liggande på torra landet, nämligen vid Elmespetasjöns blockfält. Sannolikt är det emellertid där till stor del fråga om malm, som efter sjösänkningen med is och vågor förts upp till den torra stranden — samt, icke minst, om rester av malm, som de gamla malmfiskarna här upplagt.

* *
*

Det är ju i själva verket redan av malmfältens läge inom den limniska zoneringen alldeles självklart, att *varje* sjösänkning måste öva ett visst inflytande på deras allmänna förutsättningar. Redan en flyk-

tig blick på ett profilschema, sådant som det i fig. 16 meddelade, torde också vara tillräcklig för en allmän orientering i denna fråga. Det inses ju nämligen därav utan vidare, att varje sänkning av det befintliga medelvattenståndet förändrar de existerande malmfältens ställning inom den limniska zoneringen. Följden härav *kan* bli, att desamma genom drift omlagras, att malmens tillväxtmöjligheter ruineras och att den högre strandfloran vandrar ut mot de gamla malmfälten. Därmed är också varje möjlighet till deras rationella exploaterande genom maskinell upptagning omöjliggjord.

Sannolikt innebär emellertid en dylik mera avsevärd sänkning också en förskjutning av det malmbildande området i riktning mot djupare vatten. Under den förutsättningen, att grundvattnets rörelser icke äventyras genom sänkningen, och i de fall, där sjöprofilen långsamt sluttar, kan därför också en nybildning av malmfält på helt nya arealer förutsättas. De tider, som härför åtgå, torde emellertid vara avsevärda, och näppeligen ägnade att utan vidare kompensera vad som förlorats.

Klart är emellertid, att en allmängiltig utredning om sjösänkningars inflytande på malmfälten icke kan givas till sina närmare detaljer. Förutsättningarna för spörsmålets detaljerade besvarande växla ju nämligen från fall till fall. I första hand bero ju nämligen malmbildningarna och möjligheterna för dess exploaterande av sjöprofilen — d. v. s. av malmfältens läge och djup. *En kvantitativ malmkartering av den typ, som i det föregående beskrivits, utgör därför den första förutsättningen för varje närmare klargörande av detta från fall till fall växlande spörsmål.* I vissa fall måste också otvivelaktigt malmfyndigheterna anses representera ett intresse, som icke får helt förbises vid företag av denna art.

XIV. **Sjömalmens homologier.**

De malmbildningar, vilka f. n. pågå på bottnen av våra sjöar och vilka äro särskilt karakteristiska för Fennoskandias, nordvästra Rysslands och Kanadas moränområden, erbjuda ett stort antal homologier inom äldre formationer. Sålunda måste hit överhuvudtaget hänföras alla äldre bönmalmer ävensom alla slags järnooliter, bland vilka de bekantaste väl torde vara Lothringens minetter och Clintonmalmen. Det torde vara överflödigt att här närmare ingå på dessa förhållanden, vilka f. ö. redan ingående diskuterats, bl. a. av BEYSCHLAG, KRUSCH och VOGT i deras stora handbok (1913) samt — senast — av HAYES

(1915). Vi vilja emellertid framhålla, att de av oss här meddelade undersökningarna i flera hänseenden torde möjliggöra en klarare överblick över dessa förhållanden. Detta gäller särskilt vissa frågor angående oolitmalmernas genesis.

Sålunda vållar det ju oss numera icke den ringaste svårighet att förklara oolitmalmerna såsom uppkomna genom attraktionsföreteelser i en ockergyttja resp. som en diagenetisk omvandling därav, utan att därför behöva införa den äventyrliga principen för initialernas virveldans i bottenkällornas strömdrag, vilken ännu — efter STAPFF — accepteras av flertalet författare. Ävenledes torde i en alldeles särskild grad förjärningsprocesserna i ett koprogent bottenmaterial böra uppmärksammas vid förklaring av de fossila malmerna. Detta är nämligen en i flertalet bottnar allestädes närvarande initialmöjlighet, vilkens betydelse dock hitintills städse fullständigt förbisetts av den geologiska forskningen. Man jämföre härtill ävenledes den princip för oolitmalmernas formbildning, som av oss blivit påvisad för en av myrmalmens typer, sid. 137 o. följ.

Vad oolitmalmernas genesis beträffar, så har som bekant ävenledes frågan om dess primära egenskap av järnmalmer underkastas tvivelsmål, och de ha understundom uppfattats som sekundära, inom ramen för en helt annan och senare geologisk epok än bildningstidens järnvandlade kalkooliter. Detta antagande torde visserligen numera böra utrangeras som orimligt. Sannolikt är väl emellertid, att även i äldre avlagringar järnutfällningen kan ha arbetat med initialer av kalk varvid — som i vissa nutida sjömalmer — kalken sedan fullständigt ersatts med järn.

* *
*

Även inom nutidens marina avlagringar ha emellertid sjömalmerna sina paralleller — visserligen icke i form av järn-, utan som mangan-malmer. Hit höra framför allt de mangankonkretioner, vilka utförligt beskrivits särskilt i Challengerexpeditionens stora oceanografiska arbete. De träffas merendels på mycket stora djup (1 000—6 000 m.). De uppvisa en yttre fysionomi, vilken kan erinra om sotkulornas. I allmänhet äro de dock betydligt större. Angående deras genetiska förutsättningar föreligger en ganska avsevärd litteratur (av BUCHANAN 1870, GÜMBEL 1878, MURRAY 1876, MURRAY och IRVINE 1895). MURRAY härleder för sin del urmaterialet ur basiska underhavsklippor, vilka förvittrat, varemot GÜMBEL (1878) framhåller underhavskällors betydelse. Sannolikt torde väl också denna sistnämnda faktor böra tillmätas den största betydelsen. Initialmaterialet utgöres hu-

vudsakligen av hajtänder och andra kalkrika kroppar (såsom hörselben o. s. v.), och bildningarna förklaras helt enkelt genom konkretion. Enligt MURRAYS åsikt tillväxa de mycket långsamt, vilket han finner bevisat såväl därigenom, att en riklig djurvärld kan leva på deras yta, som ock därav, att initialmaterialet understundom utgöres av skelettrester från sådana djur, *vilka numera äro utdöda.* I kemiskt hänseende visa de en struktur av sotkulornas typ med i genomsnitt 27.46 % Fe_2O_3 och 23.60 % Mn_2O_3. *Det torde därför överhuvudtaget vara mycket berättigat att inom vissa gränser parallellisera dessa bägge bildningar.* Skillnaden dem emellan ligger däri, att de oceaniska mangankonkretionerna uppstå primärt på en initial av kalk; de limniska däremot i allmänhet först sekundärt på en redan utbildad järnmalm.

Mangankonkretioner ha från marina avlagringar ävenledes beskrivits av NORDENSKIÖLD och LINDSTRÖM från Kariska havet. Till sin form äro dessa emellertid mera kakartade — ovala, platta. Liknande bildningar ha f. ö. ävenledes påträffats inom Finska viken och kunna jämlikt mina erfarenheter från på Riksmuseet befintligt material helt enkelt förklaras som kring grus genom konkretion genomförd mangananrikning.

Sannolikt äro dylika bildningar betydligt mera allmänt utbredda, särskilt i våra grunda hav. Det torde väl också vara otvivelaktigt, att framtida undersökningar på denna punkt skola nå fram till fullständiga parallellföreteelser till de förhållanden, vilka vi i det föregående för de limniska avlagringarnas vidkommande klarlagt.

XV. **Södra och mellersta Sveriges sjömalmsförekomster.**

Den föregående framställningen av malmernas bildningshistoria har väsentligen baserats på fältundersökningar inom några av våra gamla malmområden på det småländska höglandet. Materialets rikhaltiga beskaffenhet och de växlande sjötyper, som kommit med vid fältarbetet, torde också utan vidare motivera en mera generell tillämpning av dessa erfarenheter samt att ävenledes på grundval härav lämna en kortfattad framställning över de svenska sjömalmsförekomsterna överhuvudtaget.

Det material, som härvidlag kommit till användning, är emellertid icke grundat på egna fältarbeten. Fastmera har för detta ändamål, förutom uppgifter i S. G. U:s publikationer, i första hand använts den rikhaltiga samling av inmutningssedlar och andra arkivhandlingar, som finnes på Kommerskollegii bergsbyrå samt i bergmästarearkiv och som redan förut på uppdrag av S. G. U. sammanställts av nuv.

bergmästaren C. ASPLUND till en på generalstabens kartblad inprickad översikt över de svenska sjö- och myrmalmerna. På grundval av detta material, kompletterat med en del nyare erfarenheter, har den här bifogade översiktskartan, tavl. 4, också sammanställts vid S. G. U.

Det föreliggande primärmaterialet torde för södra och mellersta Sveriges vidkommande få anses som tillfredsställande. För hela norra delen av vårt land är det emellertid tvivelsutan mycket ofullständigt. Kartan har därför också begränsats till att allenast omfatta södra och mellersta Sverige.

Givetvis gör kartan intet som helst anspråk på fullständighet. En del i Sveriges geologiska undersöknings register[1] omnämnda förekomster ha ej införts redan därför, att de ej kunnat tillfredsställande lokaliseras. Inom vissa områden, där uppmärksamheten varit särskilt inriktad på sjö- och myrmalmsförekomster, skulle ett avsevärt antal ytterligare förekomster kunnat utmärkas, men skulle i så fall bilden av sjö- och myrmalmernas *fördelning* över hela landet säkerligen hava försämrats. Sådan kartan föreligger, torde den i det hela riktigt avspegla dessa malmers fördelning och relativa frekvens inom olika delar av kartområdet. Ehuru även för norra Sverige (och närmast Dalarna, Gästrikland och Hälsingland) ett betydande antal fyndorter äro registrerade, är dock materialet där så pass ofullständigt, att det ansetts lämpligast att icke låta kartan omfatta norra Sverige, alldenstund därigenom en skev bild skulle åstadkommits för landet i dess helhet.

Ofullständigheten är slutligen säkerligen större i fråga om myrmalmerna än beträffande sjömalmerna, som i tekniskt hänseende spelat större roll och därför varit ivrigare eftersökta.

De frågor angående malmförekomsternas samband med landets geologiska förhållanden, som en dylik översiktskarta i första hand kan klargöra, torde vara de, vilka angå malmens beroende av berggrund och lösa jordlager.

Södra Sveriges förnämsta sjö- och myrmalmsdistrikt omfattar såsom synes det småländska höglandet med därtill hörande delar av Älvsborgs och Skaraborgs län, västra delen av Kalmar län och norra Skåne. Ett andra utpräglat sjö- och myrmalmsdistrikt sträcker sig från Tiveden i söder väster om Närkesslätten över Kilsbergen till Nora och Filipstads bergslager samt över större delarna av Värmland. Sannolikt är det vid norra kartgränsen synliga sjömalmsfattiga området mellan Värmland och Dalarna endast skenbart, beroende på ofullständigt material. Så ha en del uppgifter om sjömalmer

[1] Detta omfattar omkring 1,200 sjömalmsfyndigheter och omkring 600 myrmalmsförekomster.

i Dalarna, som icke kunnat tillräckligt lokaliseras, ej medtagits å kartan.

Inom övriga delar av kartområdet äro ifrågavarande malmbildningar såsom synes vida sparsammare.

Redan en flyktig blick på den här meddelade kartan visar, att de väsentliga malmförekomsterna tillhöra trakter, vari de lösa jordlagren utgöras av sand och grus.

Betydligt mindre är deras frekvens inom områden, där leran dominerar.

Vad beträffar frågan om malmförekomsternas samband med den fasta berggrunden, så är följande att anföra:

En jämförelse mellan malmkartan och geologiska kartor visar, att något iögonenfallande samband *i stort* mellan sjö- och myrmalmernas utbredning å ena sidan samt de olika silikatbergarterna å den andra knappast kan sägas förekomma. Synbarligen innehålla alla våra silikatbergartsterränger inklusive på dessas bekostnad bildade jordarter tillräckligt av lösliga järnhaltiga mineral för uppkomsten av för malmbildningen nödiga järnlösningar. Detta innebär givetvis icke, att silikatberggrundens sammansättning skulle vara betydelselös för sjö- och myrmalmsfrekvensen. Under för malmbildningen i övrigt lika gynnsamma omständigheter giva lättvittrande bergarter, rika på sådana mineral som hornblände, järnsulfider etc., givetvis vida lättare upphov till sjö- och myrmalmer än svårvittrande eller järnfattiga bergarter. Inom olika delar av vårt land kan man också *i detalj* spåra ett samband mellan ymnig förekomst av lättvittrande järn-magnesiasilikatbergarter eller järnsulfidrika bergarter å ena sidan samt riklig utveckling av järnrik ortsten, myrmalm och sjömalm å den andra.

I ett avseende är emellertid berggrundens inflytande på sjö- och myrmalmernas utveckling redan i stort fullt omisskännligt och sedan länge bekant. Såsom ju framgår av kartan, undvika malmerna i regeln kalkberggrund. Detsamma gäller om områden med kalkrika jordarter.

Större sjö- och myrmalmsförekomster träffas endast mera sällan på mycket låga höjder över havet. Såsom kartan utvisar, tillhöra de huvudsakligen områden ovan marina gränsen eller närmast under densamma. Denna sjö- och myrmalmernas fördelning torde bero därpå, att malmerna i fråga med förkärlek bildas i trakter rika på morän, grus och sand, och där tillika humussyrerika bildningar spela stor roll. Fattigdomen på sjö- och myrmalmer inom de lågt liggande områdena under marina gränsen skulle då sammanhänga med de för malmbildningen mindre gynnsamma grundvattenförhållanden, som kännetecknа dessa till stor del av fina sediment upptagna områden. I vad mån den större frekvensen på torvmarker på högre nivåer haft något större

inflytande på sjömalmernas fördelning låter sig knappast avgöra. En jämförelse mellan malmkartan, tavl. 4, och torvmarkskartor visar i alla händelser icke något påtagligt samband mellan torvmarksfrekvensen och frekvensen på sjö- och myrmalmer.

Man kan fråga sig, huruvida bildningen av våra sjö- och myrmalmer fortgått likformigt över hela den postglaciala tiden, eller om den är utmärkande för någon viss del därav.

Otvivelaktigt hava betingelser för dessa malmers bildning redan tidigt förelegat. I vissa av våra torvmossar har man också lager av järnockror, tillhörande den postglaciala tidens äldre skeden. Vad de å kartan utmärkta sjö- och myrmalmerna beträffar, så äro dessa emellertid — i varje fall till alldeles dominerande del — mycket *unga* bildningar. Det är — såsom vi redan sid. 110—113 närmare klarlagt — åtskilligt som visar, att det kalla och nederbördsrika *subatlantiska* klimatet, som vid järnålderns början efterträdde den föregående varma och torra subboreala värmetiden, medfört en kraftig stegring av sjö- och myrmalmsbildningen i vårt land. I själva verket är en sådan följd av det subatlantiska klimatomslaget, med dess ökning av grundvattencirkulationen, höjning av nivåerna i vattendragen och kraftiga transgression och nybildning av torvmarkerna, så gott som given.

Som bekant förlägges det subatlantiska klimatomslaget av SERNANDER m. fl. till övergången från bronsåldern till järnåldern. Det är av visst intresse, att järnålderns början i vårt land sammanfaller med ökade betingelser för uppkomsten av just de malmer, som utgjort råmaterial för vår äldsta järnframställning. Mera än en tillfällighet torde man dock näppeligen hava att se i detta sammanträffande.

* *
*

Det allmänna sambandet mellan sjö- (och myr-)malmernas fördelning i relation till de geologiska förhållandena, som framgå av denna översiktskarta erbjuder i teoretiskt hänseende intet nytt. AARNIO har redan förut (1918) i princip konstaterat alldeles samma förhållanden i Finland. Och i själva verket är ju allt detta endast en ren konsekvens av den sjömalmernas allmänna bildningshistora, vilken till sina grundlinjer klarlagts redan genom STAPFF och andras studier på 1850- och 60-talet — nämligen att bildningsmaterialet väsentligen härrör från omgivningarnas lättvittrande lösa jordlager samt att utfällningen framförallt går av stapeln inom de sjöar, vilka tillhöra trakter, där sanden och gruset dominera.

III. Myrmalmens bildningshistoria och förekomst.

Som vi av den föregående framställningen funnit, uppträda sjömalmerna inom hela det bottenlager, som vilar på elitoralens grund. Någon egentlig och principiell skillnad mellan olika horisonter i denna bottenprofil föreligger här typiskt och primärt icke med hänsyn till en olikartad utbildning av malmen häri.

I motsats härtill uppträda emellertid myrmalmerna på tvenne helt skilda horisonter, inom vilka malmbildningen också ger helt olika slutresultat: å ena sidan de malmer — eller rättare sagt ockror — som uppstå på en översilad mark, å andra sidan de övervägande verkliga malmer, vilka utfällas på en djupare horisont under markytan. Dessa tvenne typer för myrmalmsbildningens genesis måste — som vi i det följande skola närmare finna — hållas mycket strängt i sär från varandra. De beteckna också helt olika bildningsförutsättningar och ett helt olikartat slutresultat.

Myrmalmsfrågan har ingalunda inom litteraturen varit föremål för samma livliga intresse, som sjömalmsfrågan. Det är egentligen endast dess kemi, som hittills närmare klarlagts genom arbeten av AARNIO, ODÉN och andra, varjämte MOLISCH här och var i sina arbeten behandlat en serie hithörande biologiska problem. Frågan om myrmalmernas bildning sammanhänger emellertid delvis också med sådana podsoleringsprocesser, vilka under senare tid närmare studerats. Jfr för Sveriges vidkommande TAMM 1919.

Beträffande de egentliga myrmalmsbildningarna råder här ännu en i så gott som alla hänseenden mycket stor oklarhet. Den efterföljande framställningen är därför väsentligen att uppfatta som en allmän klarläggning av myrmalmsfrågans innebörd i dess relation till sjömalmsproblemet.

I. Undersökningsområde.

Angående de allmänna principer, som varit vägledande vid valet av undersökningsområde, kan jag här begränsa mig till en hänvis-

ning till vad jag på tal om sjömalmerna anfört. Jag har för myrmalmernas vidkommande valt alldeles samma undersökningsområde och grupperar alltså de undersökta lokalerna på följande sätt.

I. Tillhörande Lamhultsområdet.

Det är huvudsakligen de lösa och rent tillfälligt utfällda ockrorna, som inom detta område blivit föremål för närmare undersökningar. Verkliga myrmalmer äro här endast kända från ett fåtal lokaler. Sannolikt äro de dock — att döma av de ytfällda ockrornas allestädes närvaro — rätt allmänt företrädda inom området, ehuru de aldrig här — utom vid Torp — varit föremål för något efterletande och därför förblivit allmänt obekanta. Jag har icke heller här besökt några andra fyndorter av denna typ än de, vilka rent tillfälligtvis kommit i min väg. Dessa äro:

Aneboda. — Föga mäktiga och till sin utsträckning mycket begränsade lager ha flerstädes påträffats i åkerjord tillhörande N. Aneboda, Strömsdal och Mellangården. Så ock vid en gård i *Förhult.* — Mycket begränsade malmkörtlar ha ävenledes av mig påträffats i en försumpad barrskog på Södra Sveriges Fiskeriförenings ägor i Aneboda, helt nära Övre Hagadammens sydöstra del.

Djupasand. — Hårda, delvis ortstensartade lager av järnsammankittat grus — alltså icke någon egentlig myrmalm — genomsätta ställvis åkerjorden på dess sluttning mot sjön Stråken.

Torps bruk. — I närheten härav påträffas flera anmärkningsvärt vidsträckta malmfält, vilka också — i motsats till de nyss nämnda — på sin tid tekniskt utnyttjats för hyttdrift. Dessa voro väsentligen *Bokelids* malmtag — en höstetid merendels översvämmad ängsmark — *Eskekärr* och andra malmtag på sluttningen mot Stråken — i björkhagar — samt smärre fält inom den blockiga tallskogen N om bruket. N om bruket, mellan Moheda och Lidnäs stationer, ligger därtill helt nära stambanan ett mycket litet fält av rödjord, d. v. s. ytfälld ockra, vilket dock aldrig varit föremål för någon bearbetning.

II. Tillhörande Åminneområdet.

Det har här varit mig möjligt att med lätthet undersöka ett ganska stort antal lokaler för verkligt typiska myrmalmsförekomster. Dylika efterletades nämligen på sin tid med största ihärdighet av befolkningen för att sedermera brytas för det gamla Åminnebrukets räkning. Icke mindre än ett 40-tal förekomster inom området äro där-

för allmänt kända och på sin tid inmutade. Att ytterligare utöka detta antal skulle icke heller med hänsyn till den äldre befolkningens ingående kännedom i dessa frågor vålla någon svårighet. — Personligen har jag besökt följande fyndigheter.

Bossaryd. — Här finnes såväl typisk myrmalm i de åkrar, som slutta mot sjön med samma namn, som ock ett mindre fält rödjord av ytfälld ockra, beroende av numera sinade källor. — Ingendera av dessa lokaler ha dock någonsin exploaterats.

Brännölagret. — Representerar en typisk malm, belägen i form av spridda körtlar i en tallbevuxen ljungmark av rätt stor omfattning. — Bröts på sin tid för det gamla Åminnebruket.

Forsheda Bolagård. — Typisk malm, belägen i kanten av en åker, på sluttningen från en barrskogshöjd. — Har brutits.

Furet. — Talrika gamla malmtag ligga här på en barrskogsbevuxen sluttning, helt nära dess övergång i högmossen.

Helmershus kvarn, N om Örtebro. — Myrmalm i ljunghed. — Har ej brutits.

Odinslund. — Ytfälld ockra i form av rödjord av Bossarydsfältets typ. — Har aldrig exploaterats.

Sanden. — På den tallbevuxna sluttningen mot Storån talrika gamla malmtag av typisk malm.

Stora Ryd vid Hånger. — Ytfälld ockra i form av rödjord. — Har aldrig exploaterats.

Sjöstorp, strax S om Åminne bruk vid landsvägen till Hånger. — Litet malmtag i en björkhage.

Sjöstorp, strax S om Åminne bruk vid landsvägen till Hånger. — Obetydliga och aldrig exploaterade fyndigheter vid basen av rullstensåsar.

Stenshyltan. — Talrika gamla malmtag på ljunghedarna.

Sörtorpet. — Gammalt malmtag i björkhage på sluttningen mot Herrestadsjön.

Tjutaryd. — Talrika men aldrig exploaterade malmförekomster vid moränkullarnas sluttning mot gårdens uppodlade mark.

Vasabron. — Rödjord av Bossarydfältets typ samt — i närheten därav — typiskt djupfälld malm i en ljunghed. Lagren ha aldrig exploaterats.

Wellersten. — Talrika gamla malmtag i barrskogarna.

Vesthorja. — Obetydliga och aldrig exploaterade fyndigheter av typisk malm i åkerjorden under torpet Åstorp.

Torpet *Ävjan* under Fröset Norragård. — Talrika gamla malmtag i försumpade delar av barrskogen.

Samtliga dessa fyndigheter äro föga avsevärda och utpräglat fläckvis fördelade. En stor del av de gamla malmkörtlarna äro alldeles utgrävda men sannolikt existera andra i deras närhet. Det är ju under sådana omständigheter självklart, att en närmare kartering av dessa fyndigheter icke varit möjlig utan genom mycket tidskrävande arbeten. Att genomföra något dylikt — vilket för övrigt för de uppgifter, som här för oss förelegat, icke torde kunna anses vara av någon egentlig betydelse — har icke heller varit möjligt. Jag måste därför också här begränsa mig till en rent kvalitativ utredning över grundprinciperna för myrmalmens utbildning.

II. Undersökningarnas tekniska förutsättningar.

För myrmalmernas vidkommande blir naturligtvis — i motsats till vad som gällde sjömalmerna — själva undersökningstekniken mycket enkel. Malmernas relativt ytliga läge betingar nämligen, att man i själva verket uteslutande kan begränsa sig till upptagande av smärre grävningsprofiler.

Den väsentliga uppmärksamheten har vid fältarbetet ägnats frågan om malmernas fördelning i markprofilen samt deras samband med vegetationsförhållandena. De lösa jordlagrens beskaffenhet karakteriseras därvid på vanligt sätt, varvid emellertid en särskild uppmärksamhet — i förekommande fall — ägnas åt rotsystemets mekaniska inflytande på desamma och därmed realiserade initialmöjligheter.

Den till laboratoriet förlagda undersökningen har i första hand avsett att uppmärksamma malmfältens halt av morfologiskt påvisbara järnorganismer o. s. v. De tekniska förutsättningarna bli härvid överensstämmande med vad som förut på tal om sjömalmerna framställts. De kemiska förhållandena, vilka redan avhandlats i en utförlig litteratur, ha däremot av mig ej vidare uppmärksammats.

* *
*

Den ringa tid, som jag kunnat ägna myrmalmsfrågan — inom Åminneområdet så gott som uteslutande förlagd till regniga och snöiga höstdagar, då ett givande sjöarbete icke varit möjligt — har betingat en avsevärd begränsning av mina myrmalmsundersökningars plan och deras tekniska förutsättningar. Att de icke desto mindre måste anses fullt tillräckliga för en allmän klarläggning av frågan i dess relation

till sjömalmsproblemet, torde dock framgå av det följande. På grundval av en dylik allmän orientering torde emellertid framtida undersökningar böra avse en allmän fördjupning av dylika studier och därvidlag särskilt böra inriktas på vissa specialfrågor, vilka ännu äro fullständigt obekanta.

Jag vill bland dessa särskilt framhålla en detaljerad utredning av myrmalmsfältens samband med grundvattnets beskaffenhet ävensom frågan om avlagringarnas ålder. Det är nämligen otvivelaktigt, att ett stort antal av dessa bildningar nu äro slutförda och alltså tillhöra en förgången tid. En framtida speciellt härpå inriktad undersökning, avseende en säker datering av lagren i deras samband med traktens hydrografiska och geologiska utvecklingshistoria — som ju även ger ett direkt svar på frågan om myrmalmens bildningstid — torde därför vara av betydande intresse för flera olika områden av geologisk forskning.

III. Myrmalmernas bildningsprincip. — Malmformernas terminologi.

Myrmalmen har liksom sjömalmen sin första förutsättning i de lösa jordlagrens lättvittrande mineral. Sannolikt i första hand under humussyrornas inverkan kommer så järnet i vandring, för att inom denna facies utfällas antingen på en översilad mark eller nere i markens övre horisonter. De kemiska förutsättningarna för denna utfällning torde vara likartade med dem, som vi för sjömalmernas vidkommande, på grundval av undersökningar av AARNIO, ODÉN och andra, refererat.

Det blir alltså nu i första hand vår uppgift att närmare utreda den frågan, i vilken utsträckning det organiska livet direkt eller indirekt deltager i dessa processer. Spörsmålet kommer naturligtvis att gestalta sig något olika för den yt- resp. djupfällda malmens vidkommande, vadan vi också här behandla dessa bildningar var för sig.

I. Den ytfällda myrmalmen.

Hithörande lager bildas på översilad mark, där grundvattnet framträder i form av en källåder. Beträffande det organiska livets samband med denna process särskilja vi i överensstämmelse med i det föregående utvunna synpunkter tre olika faktorer.

1. *Den högre resp. lägre växtvärlden som miljöförändrare.*

I motsats mot sjöbottnens elitorala malmfält utmärka sig dessa lokaler för myrmalmens bildning ofta nog genom en mycket riklig och vid själva malmutfällningen synbarligen mera direkt verksam vegetation, särskilt av *Juncus conglomeratus*, *Ranunculus flammula*, *Comarum palustre*, *Scirpus palustris*, *Callitriche*-arter jämte vissa *Carices*.

Fig. 70. Typisk ockerbildning av övergående natur. Den rikliga ockermassan impregnerar alldeles växtresterna. Om icke dylika ockerförekomster vore av en rent tillfällig natur, skulle man tydligen även ha att räkna med en speciflk, på detta sätt primärt utbildad järntuff. — I motsats mot dessa bildningar utmärka sig de permanenta ockrorna genom en så gott som fullständig frånvaro av växtmaterial. C:a $^2/_3$ av naturlig storlek.

Att denna vegetation först och främst måste inverka i miljöförändrande riktning är visserligen självklart. Effekten härav blir, liksom på det elitorala malmfältet, en jämn utfällning av amorf ockra över bottnen.

Ett stort antal av dessa växter — jag nämner därav särskilt *Callitriche*-arterna — utmärker sig emellertid därtill också genom *verkliga järninkrustationer på blad och stänglar*. Jag lämnar i detta sammanhang den frågan åsido, i vilken mån växterna själva eller

först epifyta järnbakterier, i första hand av typen *Siderocapsa*, härvidlag representera den utslagsgivande faktorn. Spörsmålet har visserligen sitt stora växtfysiologiska intresse och skall av mig också på annat ställe närmare belysas från dessa synpunkter. För malmbildningsfrågan är detta av ett mindre intresse. *Huvudsaken är härvidlag förekomsten av en högre växtvärld med typiska järninkrustationer, varigenom alltså ockerutfällningen även tillföres bio-*

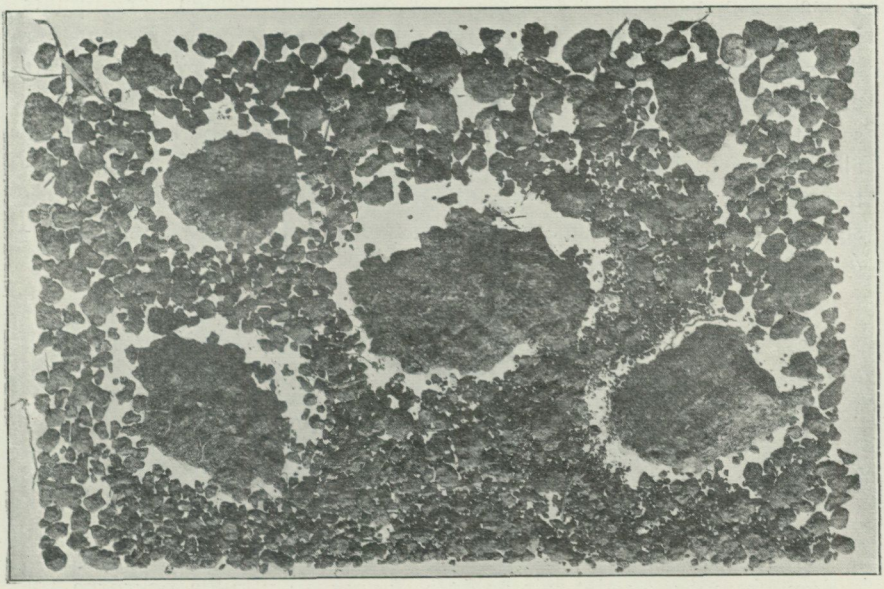


Fig. 71. Myrmalm från Stråkens strand, söder om Svenan. Man ser här såväl kantmalm som ock fragment av den slaggstrukturerade kakmalm, vilken merendels följer under kantmalmen. C:a $^2/_3$ av naturlig storlek.

gent formade element. Ockran får sålunda under dessa omständigheter ingalunda samma jämna och finkorniga karaktär, som på de elitorala malmfälten.

2. *Den specifika vegetationen av mikroskopiska järnorganismer.*

Den siderofila mikrofloran kan på dessa lokaler i motsats till vad som är fallet på elitoralens malmfält vara ytterst rikligt företrädd. Så kan vara fallet med flertalet järnbakterier, av vilka *Chlamydothrix ochracea* jämte *Gallionella ferruginea* kunna bilda avlagringens huvudmassa, varemot typer sådana som *Siderocapsa* och *Chlamydothrix sideropus* merendels uppträda epifytiskt och därigenom

bilda en mer eller mindre integrerande del av den högre vegetationens järninkrusteringar. Släktet *Clonothrix* uppträder rätt spritt, varemot släktet *Crenothrix* inom vissa områden alldeles saknas. Förutom dessa förut kända morfologiskt påvisbara järnbakterier har jag vid mina undersökningar upptäckt en serie nya typer av järnfällande kokker och stavar, vilka ofta nog i en mycket väsentlig utsträckning göra sig gällande vid de förut omnämnda inkrustationernas uppkomst. En närmare redogörelse för dessa förhållanden har lämnats i min avhandling om järnorganismer 1922 a. Andra järnorganismer — såsom *Trachelomonas*-arter o. s. v. — kunna förekomma rätt allmänt men spela med hänsyn till skelettets ringa resistens i motsats till järnbakterierna icke någon roll som ockerbildare. Det är alltså endast dessa förutnämnda element i den siderofila mikrovegetationen, som i en mera grundläggande utsträckning kunna göra sig gällande för ockrans struktur. *Ockror, till väsentlig del uppbyggda av järnskelett, äro alltså här möjliga.*

3. *Rotsystemets biologiskt-mekaniska inflytande på bottnen.*

Saknar för de ytfällda myrmalmernas vidkommande all betydelse.

* *
*

Som framgår av det här anförda, *kunna* de ytfällda ockrorna till sin utbildning vara fullständigt beroende av en mycket direkt verksamhet från det i äldre mening morfologiskt påvisbara organiska livets sida — alltså en genesis, som för sjömalmernas vidkommande icke alls har någon motsvarighet. Möjligen kunna ävenledes härvidlag morfologiskt icke påvisbara organismer i en större eller mindre utsträckning göra sig gällande. De ockror, som uppstå på detta sätt — resp. på övervägande oorganisk väg — äro emellertid mera finkorniga än de förstnämnda, vilka merendels framträda i en finflockig struktur. *I vilket fall som helst stannar emellertid alltid den ytfällda ockran på ockerstadiet och går ej vidare till en verklig malmbildning genom konkretionsföreteelser.* Motsatsen till den limniska ockergyttjans princip är ju påfallande.

Den ytfällda ockran *kan* vara mycket resistent och således bli en permanent bildning. Detta torde dock endast gälla för de finkorniga ockror, vilkas genetiska förutsättningar i varje fall delvis äro att söka på det rent kemiskt-fysikaliska området. *I motsats härtill äro de fin-*

flockiga ockror, som uppstå under en mera direkt medverkan av det organiska livet i form av fanerogam växtlighet, bakterier o. s. v. föga resistenta och gå snart åter i upplösning. Sålunda representera också alla de ockerlager i form av mer eller mindre mäktig »rödjord», jag vid mina undersökningar påträffat, den finkorniga typ, i vars struktur rester av det morfologiskt påvisbara organiska livet spela en mycket ringa roll. Alla de finflockiga, verkligt biogena ockror, vilkas utvecklingshistoria jag — särskilt vid Aneboda — kunnat följa genom längre tider, år efter år, ha däremot visat sig vara mycket övergående bildningar. De giva alltså icke heller upphov till någon definitiv jordart.

De ytfällda ockrorna kunna alltså generellt grupperas på följande sätt.

1. Resistenta bildningar.

Uppstå antagligen till väsentlig del genom rent kemiskt-fysikaliska processer, då det järn- eller manganhaltiga vattnet i form av en källa utgjuter sig över en primärt eller sekundärt vegetationsfri mark. Struktur finkornig, såvida ej underlagret genom hopkittningar av sand och grus betingar en annan form. — Relativt sällsynta bildningar.

2. Tillfälliga bildningar.

Uppstå under en ofta nog mycket intim medverkan från det morfologiskt påvisbara organiska livets sida. Struktur flockig. — Ytterst allmänna inom alla trakter med lättvittrat moränmaterial, såväl vid egentliga källor som ock i diken och pölar, där dagvattnet samlar sig.

II. Den djupfällda myrmalmen.

Den djupfällda myrmalmen bildas *nere i marken*, ehuru på relativt ytliga horisonter, där ett uppstigande grundvatten kommer i kontakt med oxiderande nivåer. Merendels framträder kantmalmen redan på ett djup av en eller annan dm., och vid en halv meters djup är i allmänhet hela den malmbildande horisonten passerad. Dess bildningsprincip är i första hand rent kemisk-fysikalisk — de övre markhorisonternas rikedom på syrgas och tillgång på koagulerande elektrolyter. Även härvidlag kan visserligen det organiska livet ingripa — ehuru antagligen mindre vid själva utfällningen utan fastmer först vid den egentliga formbildningsprocessen. Till dessa förhållanden återkomma vi i det följande. Liksom sjömalmen framträder den djupfällda myrmalmen först i form av en finkornig ockra, vilken dock så gott som omedelbart koncentreras till de specifika initialerna.

De djupfällda malmerna — vilka alla representera permanenta bildningar — kunna grupperas på följande sätt.

I. Malmen representeras av mer eller mindre rundade korn.
   1. Verkliga kulmalmer (oolitiska) av olika typer. — Mycket sällsynta.
   2. Kantmalmer. — Mycket allmänna.

Fig. 72—73. Myrmalm av de slaggstrukturerade kakornas vanliga typ. Ytan är något gropig och visar talrika märken efter de rotkanaler, som löpa in mellan det genom järnet sammankittade materialet. C:a $^2/_3$ av naturlig storlek.

II. Malmen representeras av större kakor.
   1. Kakmalmer av slaggstruktur. Genomdragna av oregelbundna hål- och gångsystem o. s. v. — Mycket allmänna.
   2. Kakmalm av oolitstruktur. — Mycket sällsynta.

* *
*

Jämföra vi sjömalmernas bildningsprincip med myrmalmernas, så äro ju motsatserna i enlighet med det ovan anförda högst påtagliga. Rätteligen torde sjömalmerna endast vara att analogisera med de i form av ytfällda ockror framträdande myrmalmerna. Bäggedera bero ju nämligen av källor, vilka gjuta sig ut över de malmbildande fälten. Det utflockade materialet genomgår emellertid på sjöbottnen en senare konkretionsbildning. På land stannar det på ockerstadiet — permanent, om utflockningen varit en mer eller mindre rent kemiskt-fysikalisk pro-

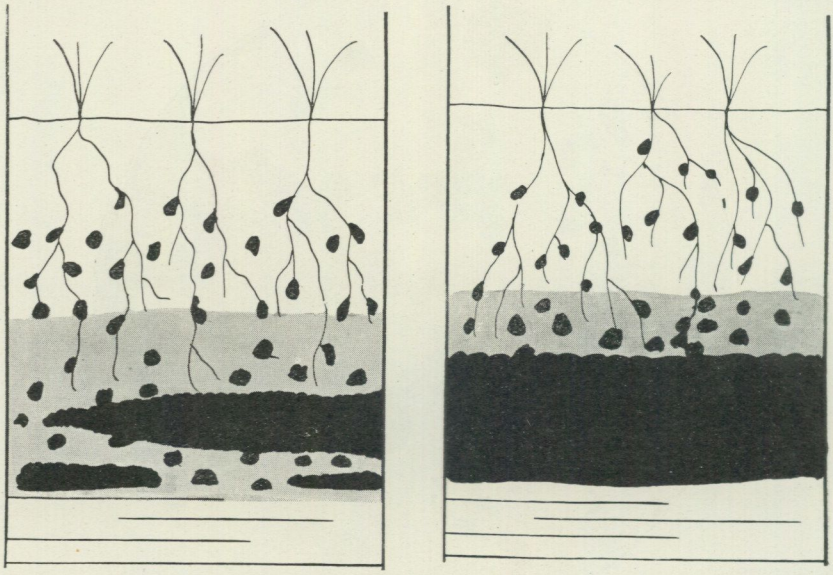
cess, övergående, om den varit intimt beroende av det morfologiskt påvisbara organiska livet i form av fanerogam växtlighet eller trådbakterier av siderofil typ. *Endast den förstnämnda av dessa typer kan analogiseras med sjömalmerna.* Icke desto mindre blir ju den slutgiltiga effekten helt olikartad: å ena sidan en verklig malm, å andra sidan typiskt endast en ockra. Måhända kan detta enkelt nog förklaras av den olika markstruktur, varöver grundvattnet här har att

Fig. 74. Den slaggstrukturerade kakmalmens typiska fysionomi. Slipsnitt. Direkt mikrofotografisk pappersbild. Håligheterna — svarta — markera de bortdöda växtrötternas rotkanaler. Förstoring c:a 25 gånger.

framtränga: å ena sidan sjöbottnens ofta mäktiga gyttjor, med deras rikliga tillgång på separat beläget initialmaterial, till vilket grundvattnet lätt kan nedsila, å andra sidan en fastare markyta, utan större initialmöjligheter, där ockermaterialet därför snart nog också måste bli det i ytan alldeles dominerande elementet. Det torde icke sakna sin betydelse att från kolloidkemiska synpunkter närmare klarlägga detta problem. För närvarande kan endast faktum konstateras; dess kausala klarläggning är i övrigt osäker.

IV. Myrmalmernas formbildningsproblem.

Ett formbildningsproblem existerar tydligen överhuvudtaget icke för de ytfällda ockrornas vidkommande: ty de representera *ab initio* den formlösa ockra, som aldrig hinner längre utan antingen — om den är utbildad på rent oorganisk väg — permanerar som sådan



a *b*

Fig. 75. Schematisk profil genom myrmalmsförande mark med hög genomsnittlig grundvattensnivå (inlagd i grått). Malm svart. Underst det ogenomsläppliga markmaterialet (parallellstreckat) a) Överst dominerar som vanligt kantmalmen. På djupare nivåer därjämte en del slaggartade kakor. b) Över det ogenomsläppliga markskiktet har utbildats en tjock malmkaka av slaggartad struktur. Typen b) kan representera en genetisk utveckling av a). Merendels kombineras kant- och kakmalmens uppträdande. Vid en mindre avsevärd förjärning kan dock kantmalmen bli alldeles dominerande.

eller ock — vid ett mera avsevärt deltagande av det organiska livet vid dess utbildning — snart nog på nytt träder i vandring till nya områden. *Det är alltså egentligen endast för de djupfällda, typiska myrmalmerna, som man kan tala om ett formbildningsproblem.*

Formbildningsproblemet sammanhänger härvidlag så gott som uteslutande med rotmaterialets rent mekaniska inverkan på markens struktur. Som vi av det föregående erinra oss, var denna faktor

redan för *sjömalmernas* vidkommande av en viss betydelse, ehuru den därvidlag ingalunda kunde jämföras med djurvärldens inflytande på miljön genom dess koprogena effekt. För *myrmalmernas* vidkommande äro emellertid förhållandena rent omvända. Här är det nämligen *växtvärlden*, som i första hand betingar initialmaterialets uppkomst, varemot *djurvärlden* härvidlag endast i en betydligt mindre utsträckning gör sig gällande.

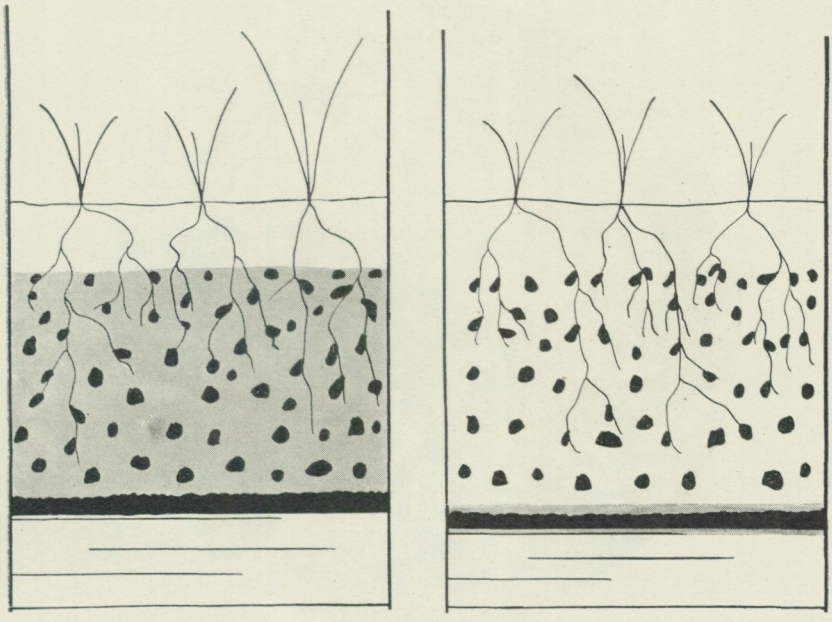


Fig. 76. Schematisk profil genom myrmalmsförande mark vid mycket växlande grundvattenstånd. Grundvattnets nivå inlagd i grått. Malm svart. a) Maximalställningen. Inträffar särskilt vår och höst, varvid alltså förjärningen kan gå av stapeln ända upp i de allra högsta markhorisonterna. b) Minimum. Endast skiktet närmast den ogenomsläppliga grunden vattenförande. Vattnets endast periodiska framträngande till de övre horisonterna betingar här en mindre intensiv förjärning. Effekten blir övervägande en kantmalm. På djupare nivåer uppstår emellertid därjämte en kakmalm.

Rotmaterialet betingar — som jag förut (1921 b) i en specialpublikation närmare utrett — i första hand en allmän uppluckring av jordmånen, såväl genom det finare materialets överförande i en mer eller mindre grov klumpstruktur, som ock genom uppkomsten av rotcylindrar av tätt packat markmaterial. Denna rötternas inverkan på markbeskaffenheten betingar naturligtvis å ena sidan en allmän förbättring av miljön i oxidativt hänseende, dels också uppkomsten av

ett för järnanrikning gynnsamt *initialmaterial*. Den djupfällda malmen uppkommer alltså typiskt helt enkelt därigenom, att det järn- resp. manganhaltiga grundvattnet kommer i kontakt med denna horisont. Den kemiska miljön på den nivå, dit grundvattnet når, betingar omedelbart utflockningen — den mekaniska strukturen formbildningen. En schematisk illustration till dessa företeelser lämnas av fig. 75 och 76. Naturligtvis växlar grundvattnets uppstignings-

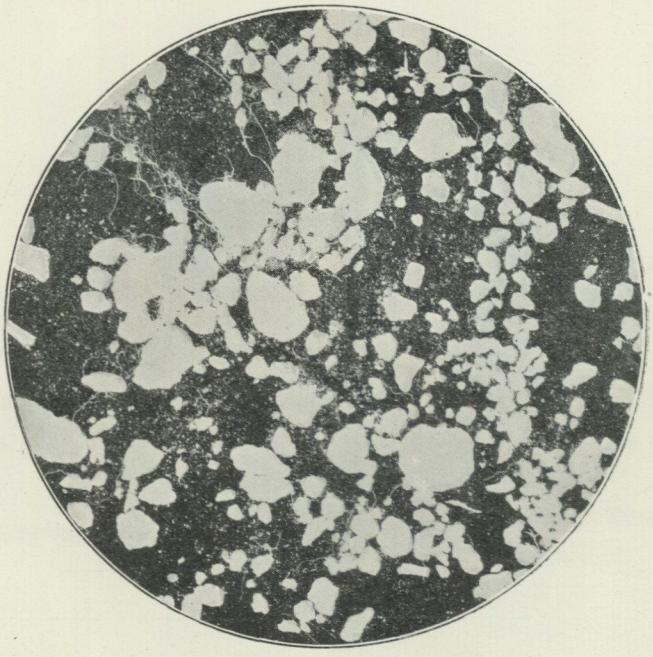


Fig. 77. Finare resp. grövre klump- och hylsstruktur i en väsentligen av dyjord bestående jordmån vid Vellersten. Hela materialet svagt förjärnat och därför mycket löst. Den slutgiltiga förjärningen av ett dylikt material resulterar merendels i uppkomsten av kantmalm resp. slaggstrukturerad kakmalm. Naturlig storlek.

horisont betydligt med årstiderna, vadan en inom de malmbildande horisonterna kontinuerligt förlöpande förjärningsprocess ingalunda behöver förutsättas. Jfr härtill schemat i fig. 76. Dessa sistnämnda förhållanden torde för övrigt vara av en icke ringa växtbiologisk betydelse.

De initialer, vilka vid dessa processer komma i fråga, uppbyggas till en övervägande del av genom rötternas verksamhet i klump- och hylsstruktur överfört finare markmaterial i form av ler, mo eller fin sand. De olika myrmalmsformernas beroende av dessa formbildningsprocesser kan korteligen sammanställas på följande sätt.

A. *Malmformer, beroende på järn- eller mangananrikning i finare eller grövre klumpmaterial av relativt separat läge.*

Representera — jämte kaktypen, varom jfr nedan — myrmalmens vanligaste typ. Merendels framträder densamma i form av *kantmalm*, endast i ytterst sällsynta undantagsfall i form av om sjömalmens järnärter erinrande ooliter. Jag känner en dylik malm, för övrigt *in statu nascendi*, endast från Sörhyltans gamla malmtag, varemot

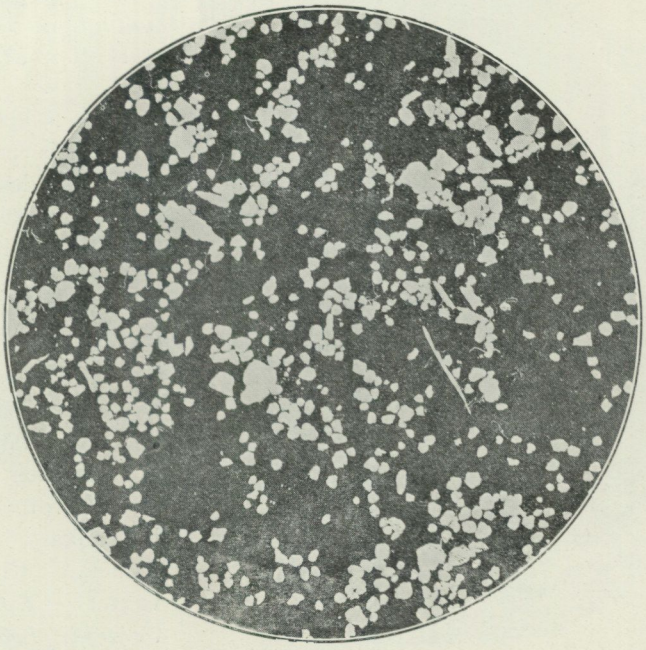


Fig. 78. Finare klumpstruktur (med en obetydlig inspräng̈ning av hylsor) i en väsentligen av finmo bestående jordmån vid Sörhyltan. Hela materialet svagt förjärnat och därför mycket löst. Den slutgiltiga förjärningen av ett dylikt material kan resultera i uppkomsten av en typiskt oolitstrukturerad kakmalm.

på samtliga andra av mig undersökta lokaliteter en kantmalm eller slaggstrukturerad kakmalm påträffats.

Med hänsyn till de komplicerade diffusionsprocesser, vilka måste förutsättas gå av stapeln i det genom rotens verksamhet i olika riktningar bearbetade markmaterialet, torde det emellertid böra framhållas som *sannolikt*, att även ett stort antal andra malmtyper härvid kunna uppstå. Man jämföre för övrigt härtill min specialpublikation om rosträr och likartade bildningar (1921 b).

Att de malmtyper, som sålunda måste förutsättas, och vilka antagligen i flera hänseenden strukturellt erbjuda jämförelsepunkter

till sjömalmerna, dock i jämförelse med kant- och slaggmalmen representera undantagsfall, är emellertid säkert. Ett närmare studium av dessa typer — varför förutsättningen naturligtvis i första hand är ett mycket stort material — torde dock med hänsyn till sitt stora teoretiska intresse, icke minst som en sannolik homologi till talrika fossila malmtyper, böra framhållas som mycket önskvärt.

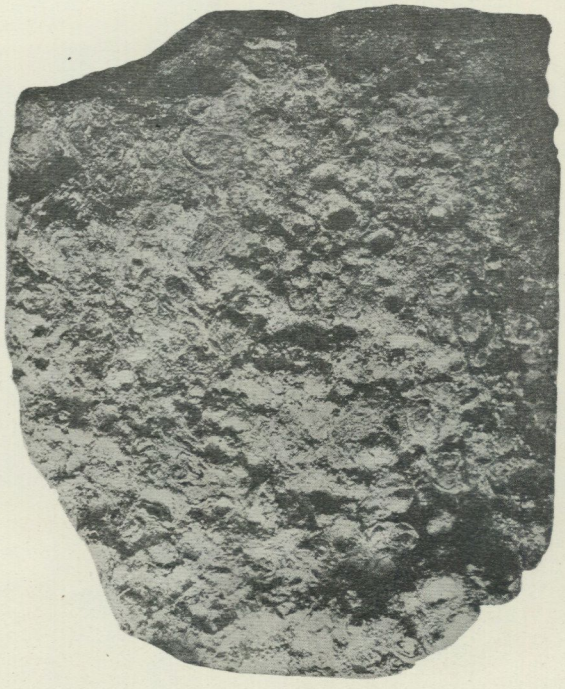


Fig. 79. Myrmalm från Sörhyltan av den oolitstrukturerade kakans sällsynta typ. Dessa malmkakor ligga som vanligt underst. De överlagras här av en malm, som erinrar om hagelsjömalmen. Genom sammankittning därav uppstår tydligen den oolitstrukturerade kakmalmen. C:a 3 : 1.

B. *Malmformer, beroende på järn- eller mangananrikning i rothylsor av separat läge.*

Till följd av den merendels täta rotfilten äro dessa bildningar mycket sällsynta. Jag har också endast i enstaka undantagsfall påträffat dem i skogsmark. Motsatsen mot förhållandena på elitoralens malmfält är påfallande men förklaras lätt av rotmaterialets helt olikartade beskaffenhet. Elitoralens växter — *Isoëtes*, *Subularia*, *Lobelia* — uppvisa nämligen endast ett fåtal rötter, vilka växa så gott som rakt ned i slammet, varemot myrmalmsfältens flora därjämte uppvisar ett stort antal representanter med i form av birötter väl utvecklat rotsystem. Detta genomsätter i form av en tät filtartad massa malmernas bildningsmiljö och betingar därmed i första hand den slaggstrukturerade malmens uppkomst.

C. *Malmformer, beroende på järn- eller mangananrikning i en jordmån med tätt liggande rothylsor resp. elementarklumpar.*

Denna *slaggstrukturerade kakmalm* representerar jämte den under A anförda mindre kantmalmen myrmalmens vanligaste typ. Merendels uppträda dessa former jämsides — överst kant-, nederst

kakmalmen. Den typiska profilen har närmare åskådliggjorts å figurerna 75—76. *I själva verket representeras densamma på ett undantag när av samtliga de typiska myrmalmsförekomster, som*

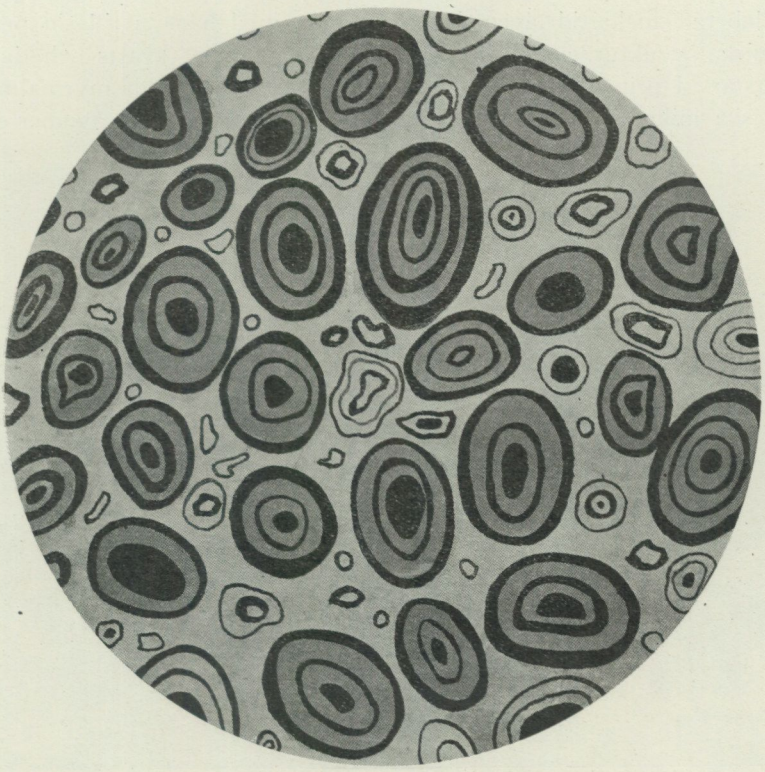


Fig. 80. Schema för den oolitstrukturerade kakmalmens fysionomi. I den relativt svagt förjärnade grundmassan — ursprungligen en fin mobildning — ligga talrika ooliter. Den genomsättes också av ett stort antal rotkanaler, kring vilka mer eller mindre deciderade roströrbildningar resp. system av oxidationsringar framträda. Ooliterna torde såväl kunna uppstå genom diffusionsprocesser kring rotkanalerna som — framförallt — genom järnanrikning i det klumpstrukturerade markmaterialet. De enskilda ooliterna erbjuda en koncentrisk struktur, vilken dels torde vara beroende av diffusionsprocesser i initialmaterialet (jfr sid. 73—74, fig. 41), dels av malmkornens senare tillväxt genom successiv ockeravsättning. Efter ett slipsnitt.

jag haft tillfälle att närmare undersöka — alldeles oavsett variationer i markbeskaffenhet resp. vegetation.

* *

*

Jämsides med det initialmaterial, vilket sålunda utbildas genom växtvärldens verksamhet, kan emellertid naturligtvis även här sand och grus i en större eller mindre utsträckning härvidlag göra sig gällande. De lättvittrade bergarter, varom det här merendels är fråga, kollabera emellertid även här snart nog med hänsyn till sin petrografiska struktur, varav alltså med tiden endast kvarts och dylikt återstår. I princip överensstämmer alltså den djupfällda myrmalmens typiska mikrostruktur alldeles med järnmalmen. Halten av mer eller

Fig. 81. Skärning i morän vid Aneboda. Foto 1917. Bakom åsen t. v. ett kärr, vars humusvatten sipprar fram i grusmassan längs förjärningszonen.

mindre förändrade växtlämningar är dock större, och den koncentriska skiktningen över huvud taget föga framträdande.

I de undantagsfall, då grusmaterialet alldeles dominerar i malmbildningsskiktet blir emellertid effekten snarast en malmsammankittad grusbotten — jämförbar med vissa skraggbildningar och i viss mån representerande en parallell till vissa ortstensbildningar.

Över huvud taget torde ortstensbildningarna — särskilt i vårt land — ofta nog ha förväxlats med myrmalmerna. Naturligtvis äro dessa bildningar i deras extrema fall lätta nog att hålla i sär, varemot övergångsbildningarna torde kunna vålla betydliga svårigheter härvidlag. Varje *fläckvis* fördelning av dessa bildningar torde dock visa, att de

verkligen betingas av grundvattensförhållandena och alltså *genetiskt* ej böra ställas vid sidan av de av podsoleringshorisonter beroende ortstenarna i egentlig mening. *Strukturellt* kunna emellertid dessa bildningar, då de föreligga i en mindre deciderad utbildning, erbjuda en påfallande överensstämmelse. Man finner sålunda i jordarter av morängrus ofta nog hårda bankar bestående av järnsammankittat grus, vilka även kunna förlöpa på en nivå, som ligger betydligt under rot-

Fig. 82. Detaljbild [partiet längst till vänster] av samma skärning som i fig. 81. Foto 1917. Man ser här t. v. den hårda banken av järnsammankittad morän. Densamma motstår i hög grad förvittringen och representerar en utpräglat brant avsats, varemot de icke järnsammankittade moränmassorna t. h. rasat ner till ett jämnsluttande plan.

materialets inverkningszoner, men där dock av en eller annan anledning ett järnhaltigt grundvatten framsipprar. Grusets förjärning kan härvidlag uppvisa alla mellanstadier från ett strukturellt bibehållet grus med järnsammankittning fram till en verklig myrmalm. Fall sådana som dessa representera ju dock *genetiskt* ingalunda några ortstensbildningar utan torde fastmer böra anföras såsom mycket belysande exempel på myrmalmer *in statu nascendi* under övervägande fysikaliskt-kemiska betingelser.

De *typiska* myrmalmerna kunna alltså lätt nog utskiljas från de *typiska* podsoleringsföreteelserna. Mellan dessa extremer löper emel-

lertid en övergångsserie, vars olika element hittills icke tillräckligt beaktats. Hit höra otvivelaktigt flertalet av de bildningar, vilka TAMM (1920) betecknat som »alloktona ortstenar», varemot de av honom som autoktona betecknade tydligen representera typiska podsoleringsfenomen.

Särskilt inom Aneboda-området äro bankar av järnsammankittat grus rätt vanliga. Bildningar av denna typ kunna otvivelaktigt representera förstadier till verklig myrmalm. Stannar emellertid utvecklingen, så blir effekten snarast en ortstenbildning — ehuru i en form, som icke är beroende av podsolering utan av från annat håll härrörande järnvatten. Denna »alloktona» ortsten kan bli definitiv — men den kan säkerligen också representera en étage på vägen mot malmstadiet.

V. Myrmalmslokalernas allmänna fysionomi.

Vad som i första hand betingar myrmalmernas uppkomst är, som vi redan förut framhållit, grundvattensförhållandena i marken. Inom de trakter, där de lösa jordlagrenas karakter överhuvudtaget tillåter en större transport av järn eller mangan, kan man alltså förutsätta en utfällning därav i form av myrmalmer av den ena eller den andra typen överallt där grundvattnet får tillfälle att träda i dagen eller komma i kontakt med markhorisontens övre, oxidativa eller också på annat sätt malmfällande skikt. Allteftersom den ena eller den andra av dessa förutsättningar uppfyllas, blir effekten en ytfälld ockra eller en djupfälld malm.

Inom de trakter, där ett lättvitttrande moränmaterial spelar en dominerande roll för de lösa jordlagrens fysionomi, finna vi därför överallt dessa malmbildningar på sådana ställen, där grundvattnet närmar sig eller når dagytan. Särskilt karakteristiska lokaler äro försumpade depressioner i skogsmark — gärna i närheten av bäckar — samt vidare alla sluttningar från kullar och åsar. Nästan överallt där dessa sistnämnda övergå i de sänkor, som ursprungligen behärskats av kärren men som numera till stor del uppodlats, skall man därför kunna finna åtminstone en antydan till dessa malmbildningar. Så ock ofta nog i försumpade skogar och i sanka ängar. De *ytfällda* malmerna bildas ovanpå marken, de djupfällda *nere* i marken, merendels på den horisont, som betecknar gränsen mellan myllan och ett undre, mindre uppluckrat och mindre genomsläppligt material. Framtränger det järnhaltiga grundvattnet i en jordart, uppbyggd av

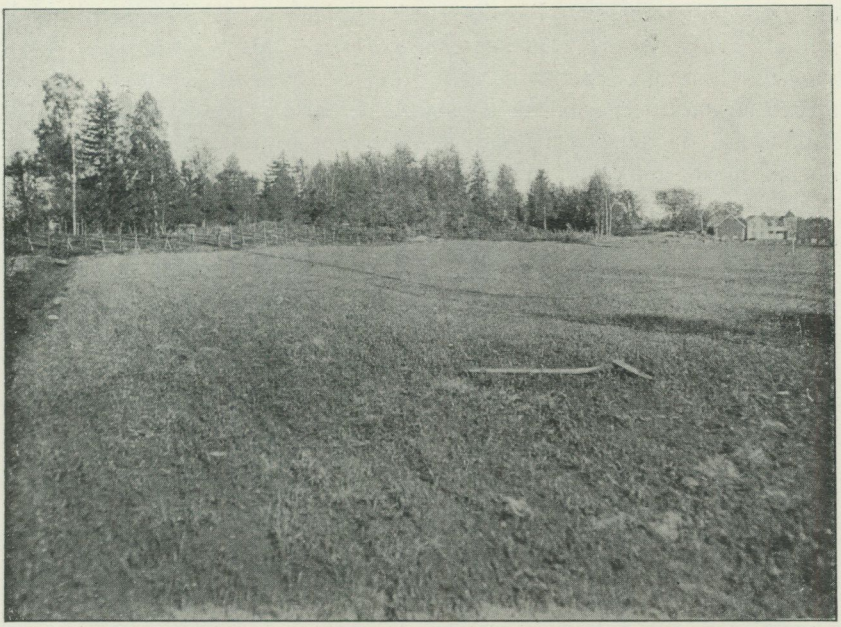


Fig. 83. Tjutaryd vid Åminne bruk. Foto 1917. Vid den skogklädda moränkullens övergång i den uppodlade lermarken framträder i dikesskärningar en obetydlig myrmalmsförekomst. Det är just på dylika lokaler som myrmalmen — ofta nog i större mängder — anträffas.

ren sand eller grus och på en nivå, där rotmaterialet icke kan göra sitt strukturbetingande inflytande gällande, så blir däremot effekten merendels endast ett järnsammankittat grus av ortstenens strukturella beskaffenhet. En allmän uppfattning om de typiska myrmalmslokalernas allmänna fysionomi torde i övrigt bäst framgå av bifogade fotografier, fig. 81—92.

* *
*

De *i form av ockror utfällda myrmalmerna bero* ju typiskt av ett till dagytan i form av källor framträngande grundvatten. Är ockeravsättningen härvid obetydlig, så finner man icke heller någon olikhet med hänsyn till vegetationen i järnöverfälld och järnfri kärrmark. Detta är också den principiella lokalbeskaffenheten för den miljö, vari de *biogena och rent tillfälliga ockerbildningarna* uppstå. Vid mera ymnigt flödande källor kan emellertid ockeravsättningen bli så betydlig, att all vegetation fullständigt dränkes i den alltjämt till-

tagande ockermassan. På detta sätt uppstå de alldeles sterila rödjordfält, vilka också representera *definitiva och permanenta bildningar*. Sannolikt betingas detta av avlagringarnas ringa halt av förruttnelsekraftig organisk substans. Likartat ligga tydligtvis förhållandena, då det ockerbildande materialet utgjuter sig över en från början steril sand- eller grusmark.

De *djupfällda* malmerna bero ju däremot på ett till de översta markhorisonterna uppstigande grundvatten. Otvivelaktigt äger här-

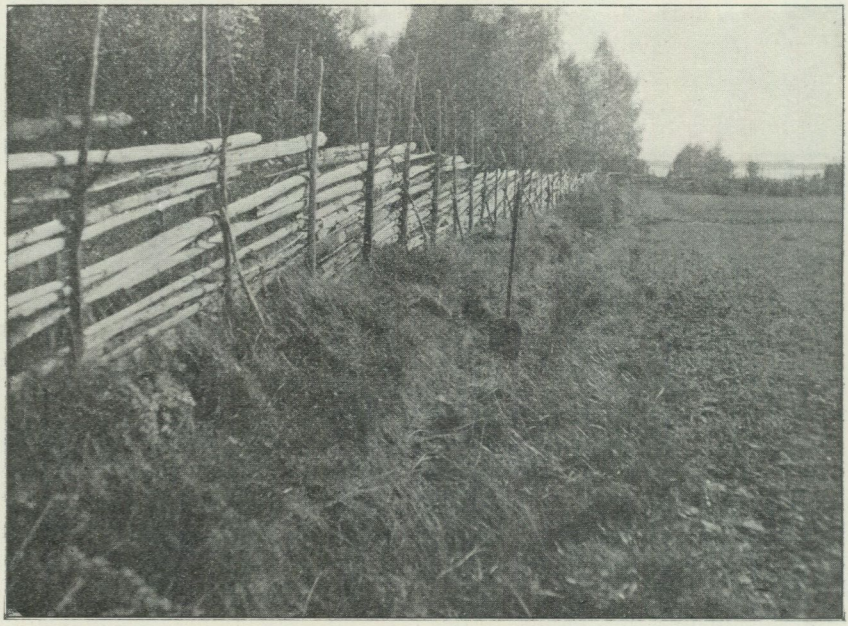


Fig. 84. Tjutaryd vid Aminne bruk. Foto 1917. Dikets botten utgöres av lera, som överlagras av myrmalm.

vidlag också det egentliga dagvattnet en ganska ingående betydelse. Utfällningshorisonten växlar naturligtvis alltefter höjden av den nivå, som det järnhaltiga vattnet når. Vad dessa djupfällda malmer beträffar, så har jag icke heller härvidlag kunnat fastställa något som helst direkt samband mellan malmbildning och vegetation. Fastmera synes vegetationen framträda i samma fysionomi på malmbildande fläckar som normalt. Möjligen är det till stor del just växlingarna i det järnförande grundvattnets uppstigningshorisont — det når antagligen sitt maximala höjdläge då vegetationen har sitt minimum — som betingar dess synbarligen ringa inflytande på växttäckets sammansättning.

Dessa förhållanden torde dock sannolikt vara mycket komplicerade och kunna näppeligen utredas på grundval av ett så litet material, som det, vilket — särskilt av fyndigheter *in statu nascendi* — stått till mitt förfogande. Jag kommer därför senare att göra desamma till föremål för en speciell undersökning.

Klart är ju emellertid, att de djupfällda myrmalmerna förr eller senare måste betinga en avsevärd förändring av miljön i alla de fall,

Fig. 85. Tjutaryd vid Åminne bruk. Foto 1917. Rensköljd malm på leriga dikesbottnar.

där en sammanhängande malmskorpa — vilket ju merendels inträffar — kommer till utbildning underst i markprofilen. Principiellt överföres ju nämligen under tidernas lopp en dylik lokal till en ökologisk typ, som motsvarar ortstensfältens. Detta är ju emellertid en fråga av rent växtbiologisk innebörd, utan närmare samband med malmbildningsproblemet, vadan jag heller icke här närmare ingå på densamma.

* *
*

Flertalet av de egentliga myrmalmsförekomster, som jag haft tillfälle undersöka, ha representerat avslutade bildningar. Endast i undantagsfall — såsom vid Aneboda, nära Hagadammen, och vid Kärda, Sörhyltan, ävensom på några andra ställen — har jag funnit dem *in statu nascendi*. Detta stadium är lätt att skilja från det definitiva. I det sistnämnda fallet framträder nämligen vid grävning i lagret antingen icke något vatten alls, eller också ett av normalt utseende. I det förstnämnda fallet fylles däremot grävhålet snart nog med ett vatten, rikligt

Fig. 86. Från sluttningarna vid S. Stråkens västra strand. Foto 1917. Det är i en dylik mark, som de flesta av Torps bruks gamla malmtag ligga insprängda.

innehållande den i form av ett finkornigt präcipitat föreliggande ockra, vilkens successiva anrikning i klump- och hylsstrukturens elementer med lätthet kan följas. Dessa malmer *in statu nascendi* äro också mycket lösare och mjukare än de definitiva, vilka i första hand utmärka sig genom sin hårdhet och sprödhet. *Iakttagelser sådana som dessa visa ju med stor tydlighet, att de djupare liggande myrmalmerna verkligen bildats på samma nivå och i samma växtformation, vari de f. n. ligga, och alltså ingalunda — såsom ofta anses — representera några överväxta sjömalmer.* Där dylika fall verkligen föreligga, vållar det emellertid icke någon svårighet att ur malmernas form bestämma deras genetiska facies.

VI. Myrmalmernas kemiska struktur.

Myrmalmernas kemi har hittills icke bearbetats med samma livlighet som sjömalmernas. Det föreliggande analysmaterialet är därför också ganska obetydligt. Det är ävenledes av den orsaken svårt överblickbart, emedan de olika former, vari myrmalmen kan uppträda, icke hållits tillbörligt i sär.

Fig. 87. Från Eskakärrens malmtag på västra sluttningen mot sjön Stråken. Foto 1917. De vattenfyllda hålorna i marken representera utgrävda malmkörtlar.

Liksom för sjömalmernas vidkommande ha vi emellertid även här att räkna med två extrema typer: järn- och manganmalmer. Vi behandla här desamma var för sig.

I. Järnmyrmalmer.

De *ytfällda* myrmalmer, som jag påträffat och vilka ibland framträda i form av en som rödjord utbildad permanent ockra, bestå till övervägande del av järnoxid.

De *djupfällda* myrmalmer, som jag påträffat, ha ävenledes uteslutande varit verkliga järnmalmer. Som exempel på den kemiska

strukturen hos dylika slaggformade kakmalmer kan jag anföra tvenne analyser av sådana malmer, vilka på sin tid förhyttats vid det gamla Åminnebruket. Analyserna ha erhållits därifrån. De ta sig ut på följande sätt:

Myrmalm från Herrestad.

	%
Vattenhalt	14.80
Kiselsyra	3.16
Lerjord	1.48
Järnoxid[1]	78.14
Manganoxidul	0.12
Kalk	2.22
Talk	0.08
	100.00

Fosforsyrehalt = 0.0969 %.

[1] 78.14 % Fe_2O_3 = 54.698 % Fe.

Myrmalm från Fänestad.

	%
Vattenhalt	21.800
Kiselsyra	8.132
Lerjord	3.128
Järnoxid[1]	65.609
Manganoxidul	0.436
Kalk	0.603
Talk	0.302
	100.010

[1] 65.609 % Fe_2O_3 = 45.926 % Fe.

Som av de meddelade analyserna framgår, avvika dessa myrmalmer med hänsyn till sin kemiska struktur knappast från motsvarande sjömalmer. Ävenledes nere i marken är alltså en relativt ren järnanrikning möjlig, även om sannolikt järnprocenten i flertalet fall ligger betydligt lägre och halten av »föroreningar» däremot till följd av de här ofta förminskade möjligheterna till anrikning kring separatbelägna initialer är betydligt större.

II. Manganmyrmalmer.

Några malmer av denna typ ha icke påträffats inom de av mig undersökta områdena. Sannolikt äro de emellertid — jämlikt VOGTS utredning av 1906 — fullt tänkbara även inom trakter där det primära

Fig. 88. Från Bokelids gamla malmfält. Foto hösten 1917.

Fig. 89. Gammalt malmtag i Ävjans skogar. Foto 1917. Man finner dylika — under den kallare årstiden vattenfyllda — gravar rätt ofta inom de gamla småländska malmdistrikten.

materialet uteslutande består av sura bergarter. Järnets och manganets likartade förhållanden torde också tillåta oss att överhuvudtaget behandla dessa malmer från samma synpunkter.

Manganmyrmalmer av yt- resp. djupfälld typ ha särskilt behandlats av VOGT i hans anförda arbete av 1906. Det framgår härav, att manganhalten i vissa fall kan stiga ända till 50 % — alltså en siffra, vilken motsvarande sjömalmer aldrig uppnå. Parallellt med

Fig. 90. En malmhög vid Sjöstorp, nära Åminne bruk. Foto 1917. I björkdungen finns ett litet försumpat parti, där malmen uppstått efter de djupfällda malmernas vanliga typ. Man finner dylika malmhögar rätt ofta i de småländska skogarna. Merendels äro de så gott som direkt bevuxna med lingonris, som även ymnigt uppträder på de högar av sjömalmer, vilka ligga här och var på stränderna av gamla malmsjöar.

manganmyrmalmen uppträder emellertid konsekvent en ockerbildning av järn, och i olika facies dominerar än den ena, än den andra av dessa metalloxider. Så ligga exempelvis förhållandena vid Glitrevandet i Norge, där primärmaterialet utgöres av kvartsporfyr. Samma företeelse finner man emellertid — jämlikt WEIBULL 1907 — även vid Björnstorp i Skåne, där emellertid primärmaterialet anses utgöras av diorit. VOGT har f. ö. sammanställt en del andra fall. Det är också VOGT, som först lämnat den teoretiska förklaringen till detta förhållande under hänvisning till den étageformiga utfällningen ur oxiderande järn- och manganlösningar.

* * *

Huruvida ävenledes för myrmalmens vidkommande ålderdomsstadier, kännetecknade genom en inträdande tendens till separat mangananrikning — som ju fallet är med sjömalmerna — kunna uppträda, är ännu okänt. Det är vidare ävenledes alldeles obekant, om man för de vanliga myrmalmerna kan räkna med degenerations- och regenerationsföreteelser av den typ, som vi i det föregående för sjömalmerna utrett. Besvarandet av alla dessa frågor får därför ställas på framtiden. Det torde väl emellertid vara sannolikt, att de djupfällda myrmalmerna i dessa hänseenden utmärka sig genom en betydligt större konstans än sjömalmerna. Bildningsmiljön blir ju nämligen här med tiden mera isolerad genom den avspärrning från grundvattnet, som kakmalmens utbildning innebär. Sannolikt betingar detta också en större konstans med hänsyn till malmernas kemiska struktur; och sannolikheten torde väl därför också näppeligen peka i den riktningen, att vi i dessa hänseenden ha att räkna med några mera utpräglade paralleller mellan sjö- och myrmalmernas senare öden.

VII. **Myrmalmernas kvantitativa förhållanden.**

Sannolikt äro de nutida myrmalmsförekomsterna överhuvudtaget i jämförelse med sjömalmsfälten av en mycket underordnad betydelse. Den ringa roll, de ha spelat i tekniskt hänseende, har emellertid otvivelaktigt också medfört, att dessa fyndigheter i det stora hela icke vidare beaktats.

Vad de *i form av ockra ytfällda* myrmalmerna beträffar, så har deras mäktighet i de av mig undersökta fallen växlat från några mm:s till några d:ms djup och deras utsträckning från några till något tusentals kvm. Mera avsevärda — och förut för rödfärgstillverkning exploaterade — fält av denna typ ha emellertid beskrivits av CRONQUIST från Hälsingland.

De *djupfällda, verkliga myrmalmer*, jag på ort och ställe haft tillfälle undersöka, ha också i kvantitativt hänseende visat sig vara skäligen betydelselösa. Merendels är det endast fråga om små körtlar av en mäktighet om högst ett eller annat tiotal meters sträckning. Malmkörtlarna kunna dock ligga relativt tätt, och i närheten av Torps bruk — den största fyndighet av denna typ, som jag sett — ligga de spridda över väl en km:s längd av de västra sluttningarna mot den gamla malmsjön Stråken.

Denna malmfältens fläckvisa fördelning innebär naturligtvis avsevärda svårigheter såväl för en riktig uppskattning av deras kvantitativa förhållanden som ock vid deras tekniska exploatering. I princip är visserligen fördelningsbilden på sjöbottnen alldeles densamma, men de yttre betingelserna för fastställandet av deras utsträckning ävensom för deras exploaterande ligga ju här ojämförligt mera gynnsamt.

Det torde därför också vara otvivelaktigt, att sjömalmerna i tek-

Fig. 91. *Juncus effusus*-kärr vid Aneboda. En mycket typisk lokal för ytfällda ockror av övergående karaktär.

niskt hänseende snarare ägna sig för bearbetning. Å andra sidan är det otvivelaktigt, att de för vissa uppgifter — såsom exempelvis vid användning som gasreningsmassa — äro myrmalmerna, och särskilt »rödjorden», avsevärt underlägsna. För dylika uppgifter kan det därför bli av tekniskt intresse att närmare lära känna myrmalmernas kvantitativa förhållanden. Att dessa i stort sett i jämförelse med sjömalmerna avsevärt träda tillbaka, torde visserligen vara säkert. Först en planmässig genomforskning av större områden kan dock ge en mera tillförlitlig upplysning om de kvantiteter, vari myrmalmerna *kunna* uppträda — måhända i sådana mängder, att en exploatering i en eller annan riktning även från nutida synpunkter kan vara möjlig.

VIII. Myrmalmens homologier.

Liksom sjömalmen har ävenledes myrmalmen sina homologier inom äldre formationer. Det torde dock vålla någon svårighet att med säkerhet vid de fossila förekomsterna hålla i sär sjö- och myrmalmer.

Den förste, som på ett mera genomfört sätt homologiserat hithörande bildningar är VOGT i sitt redan vid flera tillfällen i det före-

Fig. 92. Utdikad kärrmark vid Bossaryd. Foto 1917. Stora delar av torvjorden här täckta av en ytfälld ockra av den permanenta typen. Dessa partier ställvis alldeles vegetationslösa. Typisk rödjordlokal.

gående anförda arbete av 1906. Enligt VOGT's därstädes närmare utförda uppfattning måste de främsta manganförekomster, vilka hittills blivit bekanta — Kutaïs i Kaukasien och Nicopol vid Dnjepr; bägge tertiära — betraktas som fossila myr- och till dels även sjömalmsförekomster. Samma bildningsprincip torde f. ö. ävenledes böra förutsättas för ett stort antal andra förekomster, särskilt av mangan. Jag hänvisar f. ö. i detta hänseende till BEYSCHLAG,'s KRUSCH's och VOGT's stora handbok av 1913, där denna synpunkt närmare utvecklats för järn- och manganmalmer, evad de måste hänföras till sjö- eller myrmalmernas facies. Att studiet av de nutida sjö- och myrmalmernas bildningshistoria härigenom vinner i betydelse för geolo-

gien i dess helhet, torde vara självklart och har ävenledes av VOGT med skärpa framhållits.

Det torde ävenledes vara otvivelaktigt, att den utredning av myrmalmernas formbildningsproblem, vilken i det föregående lämnats, även vid tolkning av vissa fossila järnmalmers struktur måste tillerkännas en viss betydelse. I alldeles särskild grad synes mig detta gälla om uppkomsten av de oolitstrukturer, vilka här för första gången klarlagts under arbete med material *in statu nascendi*.

IX. Södra och mellersta Sveriges myrmalmsförekomster.

För att möjliggöra en allmän överblick över myrmalmens fördelning inom Sverige, ha ävenledes samtliga genom inmutningssedlar eller andra arkivhandlingar kända fyndigheter inprickats på översiktskartan, tavl. 4. Liksom för sjömalmernas vidkommande har detta primärmaterial väsentligen sammanställts av nuv. bergmästaren C. ASPLUND. Att primärmaterialet måste vara rätt ofullständigt, ligger emellertid i sakens natur.

Helt säkert är denna ofullständighet i primärmaterialet betydligt mera avsevärd för myr- än för sjömalmernas vidkommande. De sistnämnda ha ju nämligen på sin tid spelat en större teknisk roll och därför också varit livligare eftersökta. Myrmalmerna ha däremot i stort sett varit föremål för ett långt mindre intresse i detta hänseende.

Att kartmaterialet för dessa senare malmers vidkommande måste bli mycket ofullständigt får således betraktas som självklart. Där dessa malmer överhuvudtaget eftersökts, finna vi emellertid, att de med hänsyn till sin utbredning fullständigt överensstämma med sjömalmernas. Dessa malmer äro ju också att anse som var sin facies av samma process. Till vad som förut (sid. 119—122) sagts på tal om sjömalmernas utbredning i deras relation till Sveriges geologiska beskaffenhet ha vi därför här intet att tillägga.

IV. Om sambandet mellan sjö- och myrmalmer.

Den äldre forskningen arbetade delvis med mycket äventyrliga föreställningar om sambandet mellan sjö- och myrmalmer. Sålunda uttalas i äldre arbeten ofta nog den satsen, att egentligen sjömalmerna intet annat äro, än myrmalmer, som utsvämmats från kärren. Andra hyllade en motsatt extrem och sågo i myrmalmerna väsentligen torrlagda sjömalmer. T. o. m. STAPFF ansluter sig (1865) väsentligen till denna sistnämnda uppfattning.

Som vi i det föregående närmare klarlagt, har emellertid senare tiders forskning fastmera bevisat den relativa självständigheten hos dessa bildningar. De representera, så att säga, var och en sin facies av grundvattnets stora avjärningsprocess.

Klart är ju därför också utan vidare, att en intim korrelation måste föreligga mellan sjö- och myrmalmernas uppträdande. I stora drag torde detta också framgå av den av oss, tavl. 4, meddelade översiktskartan över södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer.

Allt detta är ju i själva verket också ganska självklart. Endast en del av det järnhaltiga grundvattnet når sjöarna och utgjuter sig över dess elitoral. Andra delar därav träda fram som källor på fastmarken och förorsaka en ytfälld ockra av större eller mindre resistens — andra åter förorsaka i de relativt ytliga markhorisonterna de järnanrikningar, som sedan gammalt gått under namnet av myrmalm i egentlig mening. Där järnet är i vandring, markeras alltså detta på olika sätt såväl inom ramen för fastmarkens som sjöarnas liv.

* *
*

Sambandet mellan sjö- och myrmalmerna torde emellertid icke endast böra betraktas från synpunkten av denna korrelation. De egentliga sjö- och myrmalmerna representera tvivelsutan »definitiva» avlagringar, markerande den relativa slutpunkten för järnvandringen sådan denna framträder i två olika facies. I motsats härtill måste däremot åtminstone vissa typer av de ytfällda myrmalmerna — och särskilt de,

vilka uppstått under en mera intim och direkt medverkan av det organiska livet — uppfattas som rent tillfälliga avlagringar. De blomstra upp för en kort tid — merendels för en sommar — för att snart åter gå sin upplösning till mötes. *Mellan dessa bildningar och de egentliga malmerna kan alltså föreligga ett verkligt genetiskt samband.* Från sin tillfälliga deposition vandrar alltså järnet i dessa fall vidare, kanske till nya övergångsstadier i det organiska livets hägn, för att dock med tidernas lopp småningom hamna i de mera resistenta typer i form av egentlig sjö- och myrmalm, vid vilkas utbildning det organiska livet direkt spelar en mindre framträdande roll.

De betydelsefulla processer, vilkas effekt är en upplösning av redan utfällda malm- eller ockerlager, äro emellertid till sin närmare natur alltjämt så gott som fullständigt okända.

V. De svenska sjö- och myrmalmernas praktiska betydelse.

Det första järn, som framställdes inom vårt land, arbetade med myr- och sedan med sjömalmer som råmaterial. Industrien räknar gamla anor och går tillbaka till tiderna före Kristi födelse.

Det var i form av det s. k. *hedningasmidet*, som järnindustrien först började — såväl hos oss, som i andra länder. Det torde här i landet på ett och annat ställe, särskilt i Dalarna, ha levat kvar ända till in på 1800-talet. Råmaterialet utgjordes härvid uteslutande av sjö- och myrmalmer, till en början säkerligen endast av de sistnämnda, vilka gingo under beteckningen *örke*. De blåstes i *blästerugnar* eller *källingar*, och det färdiga järnet kallades *blästra*. Järnet blev emellertid mycket ojämnt och slaggblandat samt understundom så hårt, att det måste på nytt nedsmältas för att kunna bearbetas. Det användes bl. a. för tillverkning av liar, knivar och dylikt, men en stor del gick i handeln som gångbart mynt under beteckningen *osmund*. — I tekniska frågor hänvisar jag f. ö. till ODELSTIERNAS handbok. En del svenska blästerugnar från gamla tider ha beskrivits av den sistnämnde ävensom av TIBERG. Beträffande litteratur från våra grannländer jfre man t. ex. A. M. WIESENER 1913.

Med tidernas lopp utvecklade sig ur denna primitiva järnhantering en verklig masugnsdrift, och särskilt i Småland blåstes sjö- och myrmalm vid många hyttor ända fram på 1860-talet. Epoken tillhör emellertid nu i stort sett det förflutna. Sjö- och myrmalmshanteringens historia är ännu icke skriven, men den torde för en kommande bearbetare kunna erbjuda mycket av intresse. Det är ingalunda vår avsikt att här vidare ingå på dessa frågor. Några kortfattade notiser om de gamla bruk, vilka arbetat och delvis ännu arbeta i de trakter, dit våra egna undersökningar varit förlagda, torde dock vara av intresse.

Huseby var sålunda på sin tid ett av de största bruken i dessa trakter. Det räknar sina anor ända från 1500-talet. Den gamla hyttan

står ännu kvar, och en eller annan blåsning verkställes ännu för malmrättigheternas bevarande. Under bruket höra alltså ännu följande sjöar: Hela Salen, 3/4 Åsnen, Hela Femlingen, Virestadsjön, Gavan, 1/2 Möckeln, Mosjön, Vederslövsjön. — Vid bruket torde så gott som uteslutande sjömalmsblåsning ha ägt rum.

Ohs bruk anlades 1637 och nybyggdes 1666. Brukets egentliga malmsjöar voro de stora, helt nära Vidöstern belägna sjöarna Rusken,

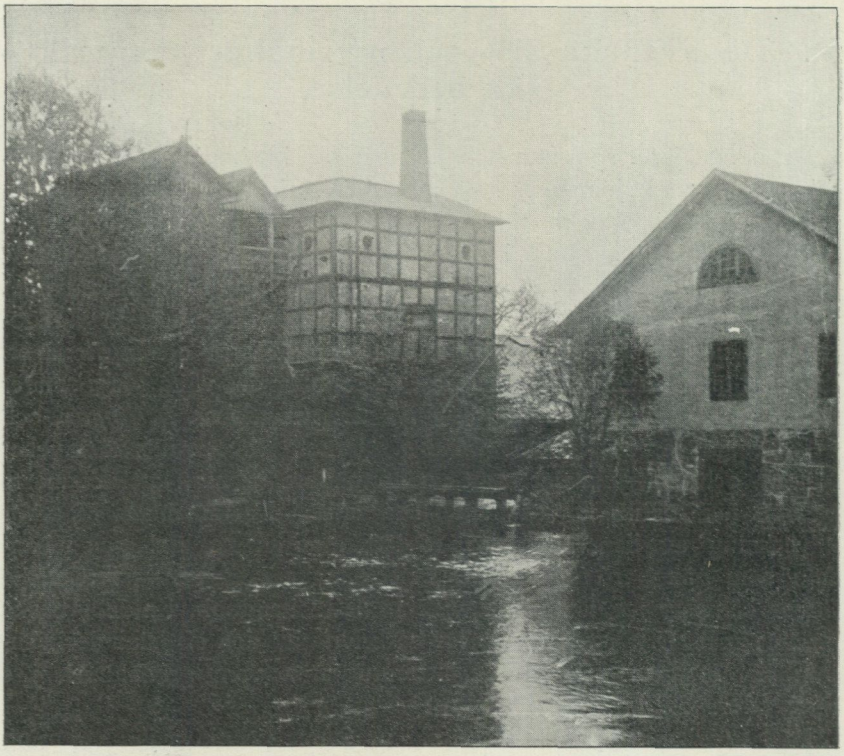


Fig. 93. Huseby bruk, Vislanda. Foto 1917.

Flåren och Furen. Därjämte fördes hit malmer från ett flertal av Lamhultstraktens sjöar. — Masugnsdriften nedlades emellertid här alldeles 1889.

Torps bruk smälte på sin tid — väsentligen på 1860-talet — bergmalm från Gustafsberg jämte myrmalm från kringliggande marker. Därjämte fördes hit sjömalm från sjöarna Stråken, Rymmen, Sjöatorpasjön, Dansjön, Bergsjön, Lädjasjön, Härlövsjön och Sandsjösjön. Bruksrörelsen har sedan denna tid alltjämt utvidgats, men hytt-

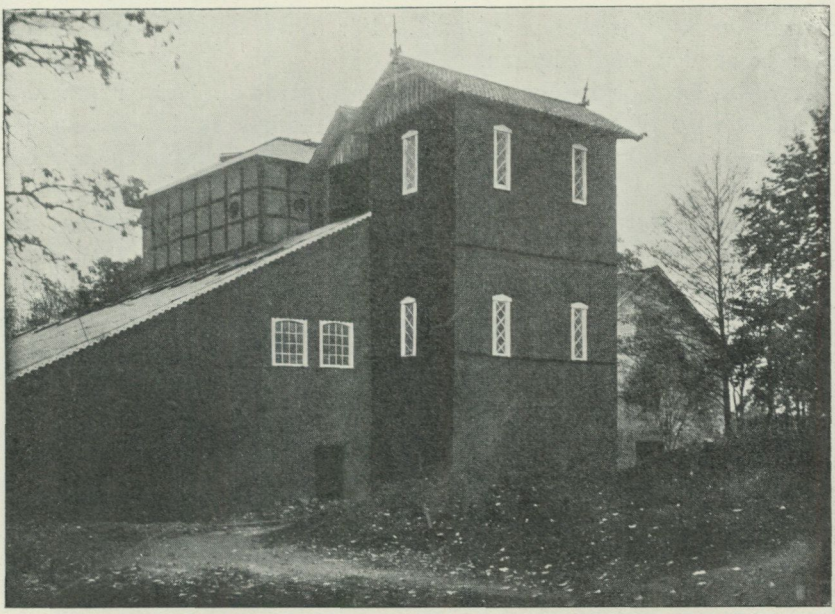


Fig. 94. Hyttan vid Huseby bruk. I förgrunden malmhögen. Foto 1917.

Fig. 95. Torps bruk, Moheda, under den tid, då hyttan ännu existerade. Hyttan till vänster. Efter en vid bruket erhållen fotografi.

driften inställdes redan på 70-talet. För närvarande kvarstår endast en ruin av den gamla hyttan.

Åminne bruk anlades 1826 vid herrgården av samma namn men flyttades 1900 till sitt nuvarande läge vid Åminne station på Skåne—Smålands järnvägar. — Vid det gamla bruket förhyttades myrmalmer — varav ett stort antal inom trakten belägna inmutats — jämte malm från de till bruket hörande resp. därför utnyttjade sjöarna Vidöstern, Bolmen, Herrestadsjön och Nästasjön. Den nuvarande hyttan,

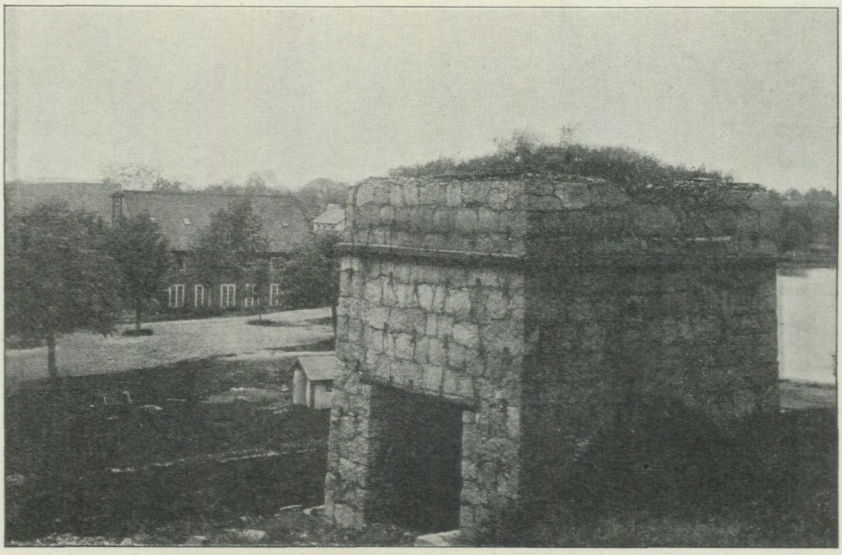


Fig. 96. Torps bruk, Moheda. Ruinen av den gamla masugnen i våra dagar. Efter en vid bruket erhållen fotografi.

vilken representerar Sveriges enda f. n. i verklig drift varande sjömalmsverk, arbetar uteslutande med *Vidösterns* malm.

* *
*

Den äldsta järnhanteringen arbetade otvivelaktigt endast med myrmalmer som råmaterial. Först sedermera kom användningen av sjömalmer mera allmänt i gång, och ända sedan 1500-talet torde man ha lagt huvudvikten vid detta råmaterial. Dock arbetade man ända in i den gamla malmindustriens sista år gärna med mycket blandade uppsättningar för att därigenom få en, som man ansåg, säkrare hyttgång.

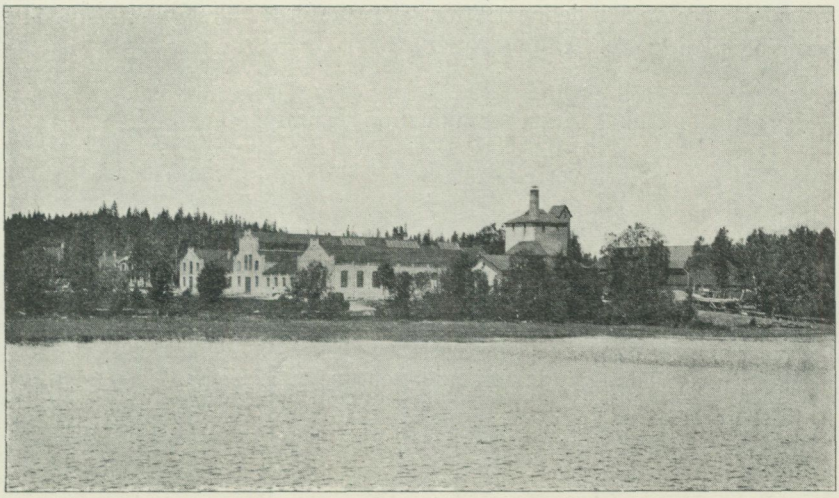


Fig. 97. Åminne nya bruk och verkstäder. Efter fotografi av O. LARSSON.

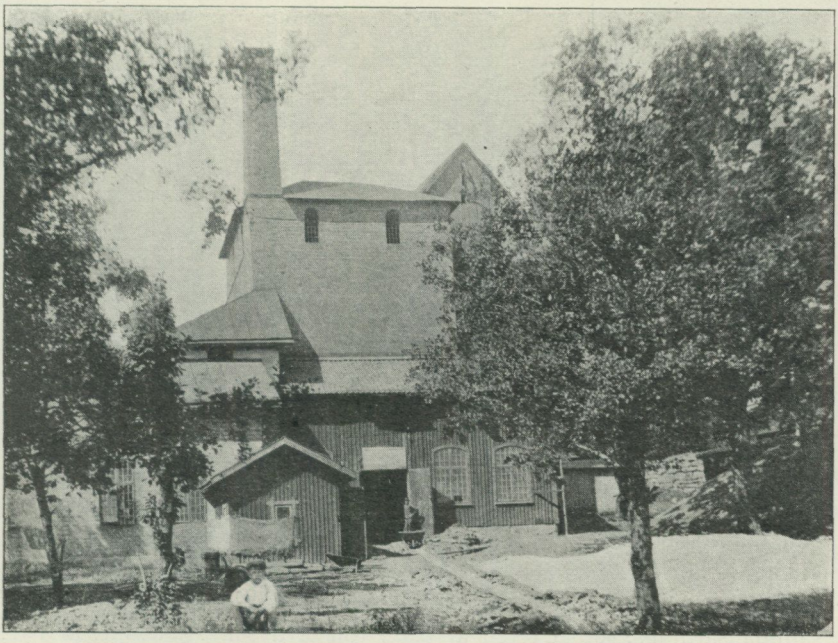


Fig. 98. Hyttan vid Åminne bruk. Foto 1917.

Som ett exempel i denna riktning kan anföras följande typiska uppsättningsplaner från Åminne gamla bruk.

Exempel på en gammal Åminneuppsättning:

Malm från Vidöstern	64.51 %
» » Bolmen	14.10 »
» » Herrestadsjön	5.32 »
» » Nästasjön	6.82 »
Myrmalm	9.25 »

För råmaterialet gällde följande genomsnittsanalys:

Malm från:	Vidöstern.	Bolmen.	Herrestadsjö.	Nästasjö.	Myrmalm.
Vattenhalt		27.100	14.050	26.030	21.800
Kiselsyra		6.707	22.433	5.917	8.132
Lerjord	En genom-	1.630	3.009	1.522	3.128
Järnoxid	snittligt god	63.423 1)	57.415 2)	51.233 3)	65.609 4)
Manganoxidul	ärtmalm;	0.748	0.879	14.424	0.436
Kalk	jfr sid. 48.	0.457	0.866	0.952	0.603
Talk		0.437	0.881	spår	0.302
Förlust			0.467		
Summa		100.502	100.000	100.078	100.010

1) 63.423 % Fe_2O_3 = 44.396 % Fe
2) 57.415 % Fe_2O_3 = 40.190 % Fe
3) 51.233 % Fe_2O_3 = 35.863 % Fe
4) 65.609 % Fe_2O_3 = 45.926 % Fe

Dylika blandade uppsättningar voro på sin tid mycket vanliga. Ofta nog ingingo — som vid Ohs och Torp m. fl. ställen — därtill även bergmalmer i beskickningen, men merendels var det endast en blandning av sjö- och myrmalmer. Separat myrmalmsmältning tillämpades däremot icke — lika så litet som separat sjömalmsmältning. Det är först det nya Åminne bruk, som inslagit denna senare väg och därvid nått fram till det utmärkta gjuttackjärn av Vidösternmalm, vilket inom fackmannakretsar anses vara en kvalitetsvara av rang. Åminnetackjärnet tillverkas f. n. i fem olika kvaliteter av följande sammansättning; kapaciteten är c:a 7 ton pr dygn. Analys av år 1912:

	N:r 1.	N:r 2.	N:r 3.	N:r 4.	N:r 5.
Kem. bundet kol . .	0.77	0.81	0.88	1.15	2.06
Grafit	2.52	2.74	2.53	1.76	0.40
Si	2.07	1.59	1.49	1.03	0.62
Mn	1.34	0.93	0.90	0.65	0.47
S	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
P	0.76	0.75	0.78	0.84	0.85

* * *

Sjömalmen upptogs inom den gamla malmindustrien med handkraft, väsentligen vintertid från isen, eller ock sommartid från flotte.

De gamla malmfiskarnas arbetssätt och utrustning torde — under jämförelse med bifogade bilder fig. 99—102 — lätt nog framgå av nedanstående år 1865 av dåvarande förvaltaren J. F. MALMSTRÖM vid Åminne bruk sammanställda redogörelse. Densamma torde icke förut ha blivit publicerad men finns i original i baron A. LILLIECREUTZ på Åminne intressanta malmarkiv. Den av förvaltaren MALMSTRÖM sammanställda redogörelsen är av följande lydelse:

Malmfiskarens fulla skrud utgöres av »*axelputa*, varå *dragstången* vilar, som, efter upphuggning av hål å isen, med *dragrakan* hopdrager den å sjöbottnen varande malmen mitt under hålet. När all den malm är hopdragen, som finnes å den yta, han med rakan över-

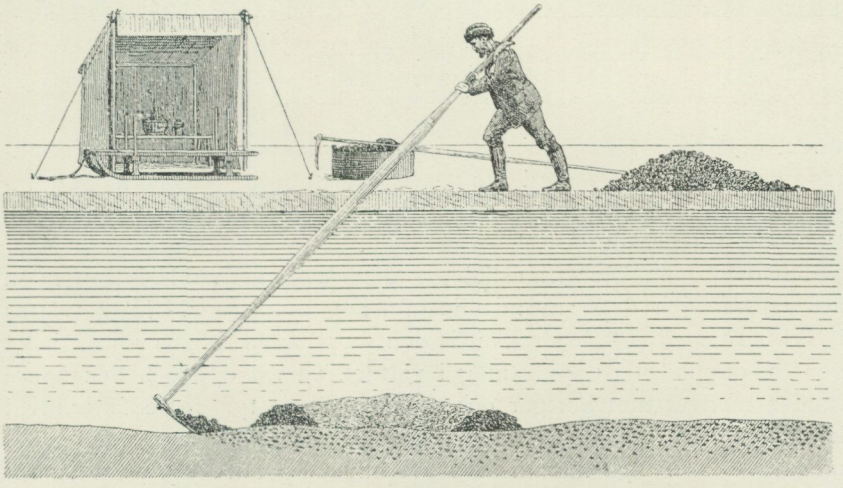


Fig. 99. De gamla malmtagarnas arbetssätt. Efter en av MELANDER publicerad teckning.

sträcker, nedsättes *sällingen* varefter *kastrakan* tages, och med densamma ikastas malmen i sällingen, som efter den blivit full upptages och dess innehåll utstjälpes på isen om vintern och å flotten om sommaren, och så fortsättes tills det hopdragna uppkommit. *Dragrakan* återtages, och bottenytan övergås ånyo minst en gång, och så fortfares, som ovan är nämnt, tills ingen malm kännes kvar å bottnen, och förekommer det högst sällan, att tre gånger hopdragning i varje hål sker, men nästan alltid två; detta mest beroende huvudsakligast på malmtillgången och vana eller oskicklighet hos arbe-

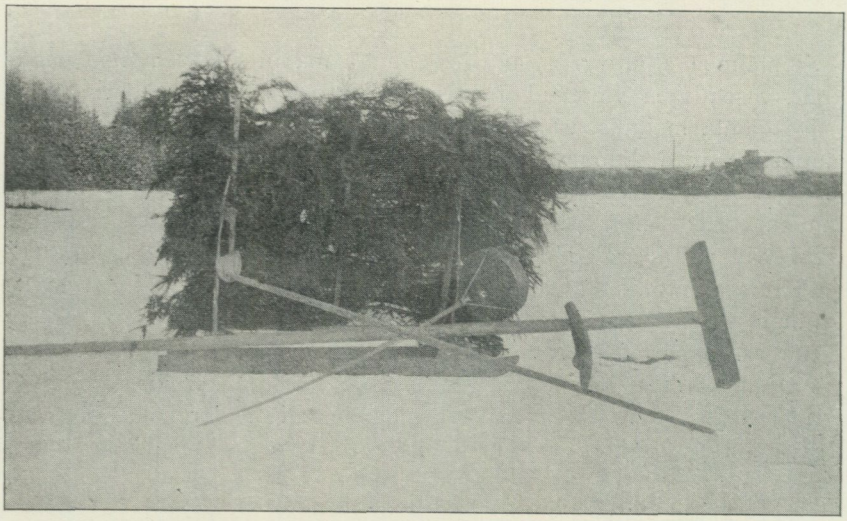


Fig. 100. De gamla malmtagarnas redskap. Efter fotografi av O. LARSSON. Man ser här kälken med skylet (antingen ett verkligt tält eller också en vindskärm av granris), slörrakan (= dragrakan) med dragskon, kastrakan och sällingen.

taren. Härefter tages *redslet*, varmed det upptagna redslas och tvättas, då lera och fin sand samt sten dels frånskiljes genom tvättningen och dels genom plockning bortkastas. Nu är malmen färdig till transport till bruket.»

Till denna allmänna framställning anmärker emellertid MALMSTRÖM, att *redslet* och dess användande ofta nog övergås. Malmen tvättas i så fall »med — kastrakan i den hopdragna högen under hålet genom oupphörlig uppkastning i vattnet, varvid dyn och den finare sanden med vattnet bortgår och malmen såsom tyngre nedfaller invid kastrakan i högen». — Detta gäller dock framförallt krut- och hagelmalm, ehuru många malmfiskare överhuvudtaget tillämpat denna förenklade teknik.

* * *

Fig. 101. Malmupptagning för hand från isen utanför Åminne bruk. A. KINDBLOM Värnamo foto.

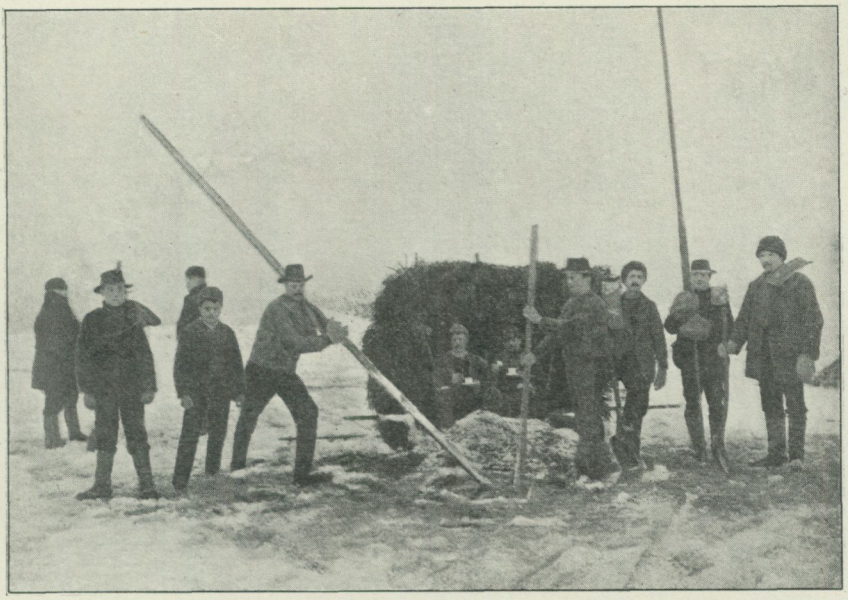


Fig. 102. Ett malmupptagarelag å isen utanför Åminne bruk 1907. Efter ett vid bruket befintligt fotografi. Sällingen är nedstucken till bottnen, och arbetaren t. v. bearbetar materialet med kastrakan.

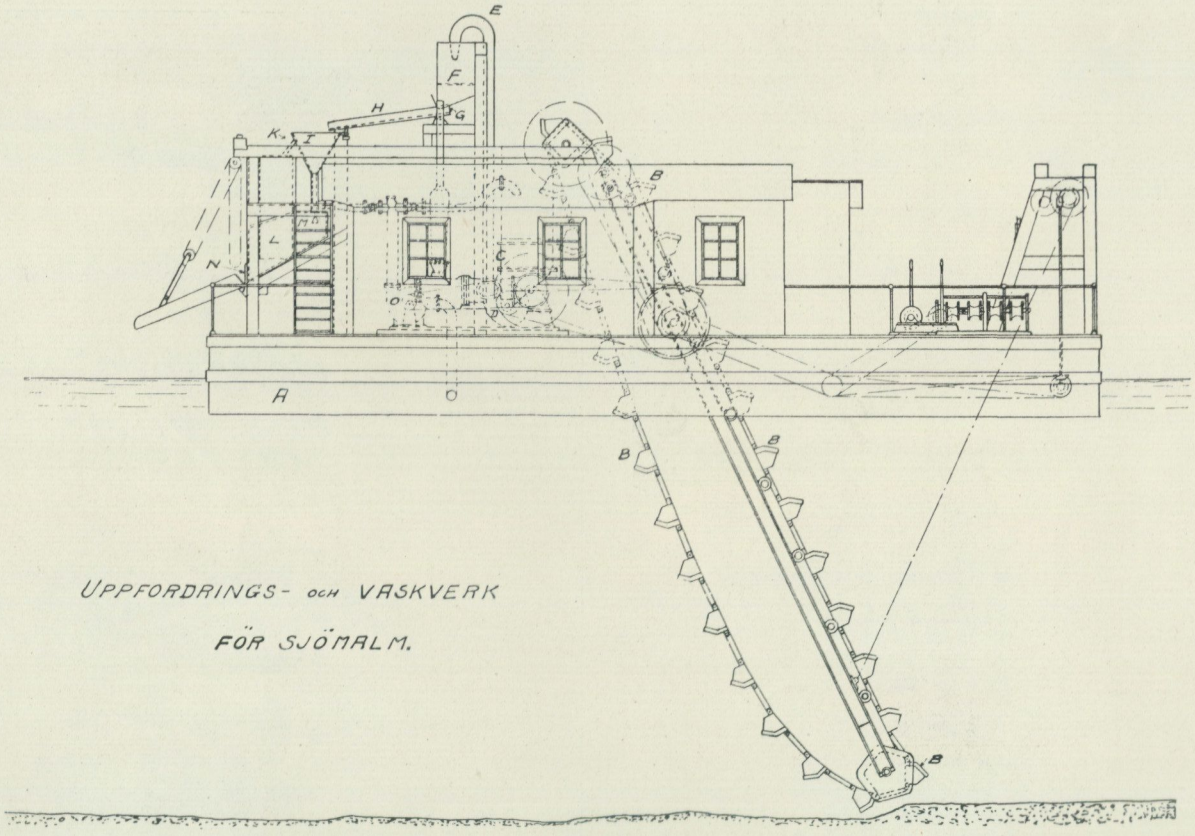


Fig. 103. Plan av MELANDERS malmuppfordringsverk. Från MELANDER 1909.

De gamla malmfiskarnas arbete var hårt; men det ansågs på sin tid som mycket lönande. Andra tider ha emellertid kommit sedan dess. Vid det enda järnbruk, som f. n. uteslutande och i större skala bearbetar sjömalmer, nämligen *Åminne*, har man också i stort sett uteslutande övergått till en maskinell malmuppfordring med användning av mudderverk. Den första maskin av detta slag, som byggts, konstruerades av NILS MELANDER och har sedan arbetat på Vidöstern. MELANDER har (1909) utförligen beskrivit dess konstruktion, vartill rörande maskinella detaljer hänvisas. Drivkraften är en fotogenmotor på 35 hkr. Verkets princip bygger f. ö. på en vanlig muddring med skopor, och muddermassan — som alltså i Vidöstern innehåller det malmförande skiktet, d. v. s. ockergyttjan med dess malm, fin sand och högre växter (särskilt *Isoëtes*), jämte underlagrande ler — tvättas sedan i mudderbrunnen med kraftiga vattenstrålar, innan den samlas i fickan. Härifrån avtappas den tvättade malmen i pråmar, spolas på nytt och är så färdig att gå till hyttan, där den på linbana transporteras upp från lastkajen. Under hänvisning till bifogade planritning (fig. 103) beskriver MELANDER själv verkets mera detaljerade arbetssätt sålunda:

»Verket arbetar på följande sätt: *A* är en medelst ankare, linor och motor förhalbar pråm, under vars rörelser de kring mudderverkets tumlareaxlar rörliga och förställbara, 700 mm. breda skoporna *B* avskumma och uppfordra det malmförande bottenlagret. Skopramen kan ställas för arbete å intill 7 m. djup.

Det uppfordrade, malmen innehållande muddret, huvudsakligen bestående av lera, gräs och sand o. s. v., nedfaller genom gallerverk under riklig vattenbegjutning i muddersprutan *C*, vars centrifugalpump *D* transporterar massan vidare tills den, efter passerandet av erforderliga galler och knivsystem, i form av en tunn lervälling, däri malmkornen ligga fria, framkommer vid mynningen av röret *E* och samlas i behållaren *F*. Av en tunn och bred vattenstråle vid *G* tages den genom luckan på behållarens *F* framsida lagom påmatade lervällingen utför planet *H* och nedföres i tratten *I*. Genom denna frampressas nedifrån och uppåt en väl avpassad vattenström, som är nog stark att bortföra leran och övriga föroreningar, lättare än malmen, över läppen *K* till sjön. Malmen, som är tyngre, nedfaller i behållaren *L*. Vid en hastighet hos strömmen av 0.5 m. pr sek. ha malmkornen befunnits kunna hålla sig svävande i densamma. När den c:a 1.25 ton malm rymmande behållaren blivit fylld, avstänges med ventilen *M*, som är rörlig i vertikal led, förbindelsen mellan malmbehållaren *L* och tratten *I* fullt vattentätt; luckan *N* öppnas med ett handgrepp, och malmen nedrasar i en bredvidliggande transportpråm. När

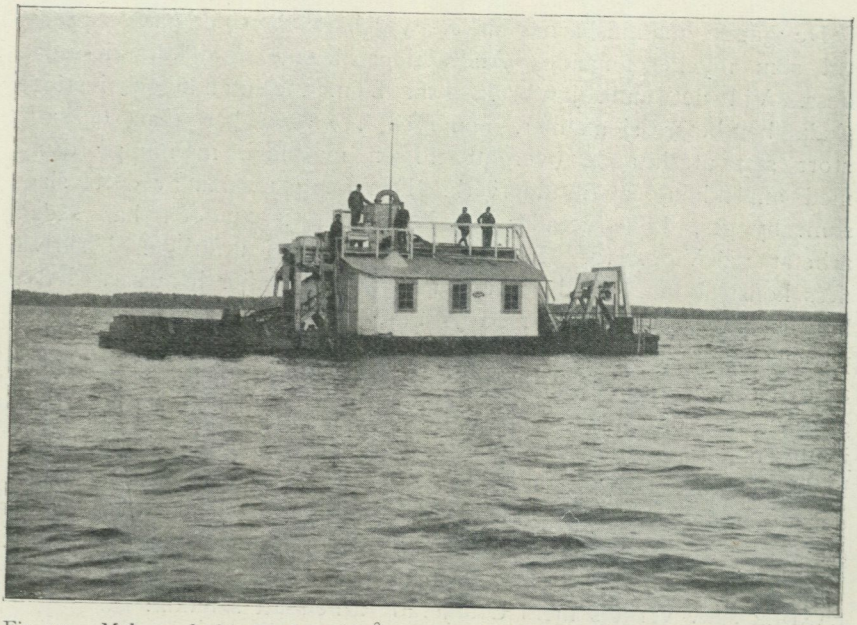


Fig. 104. Malmuppfordringsverket vid Åminne bruk. Till vänster fickan och mudderpråmarna. Till höger skopstället. I mitten maskinhuset. Efter ett vid bruket befintligt fotografi.

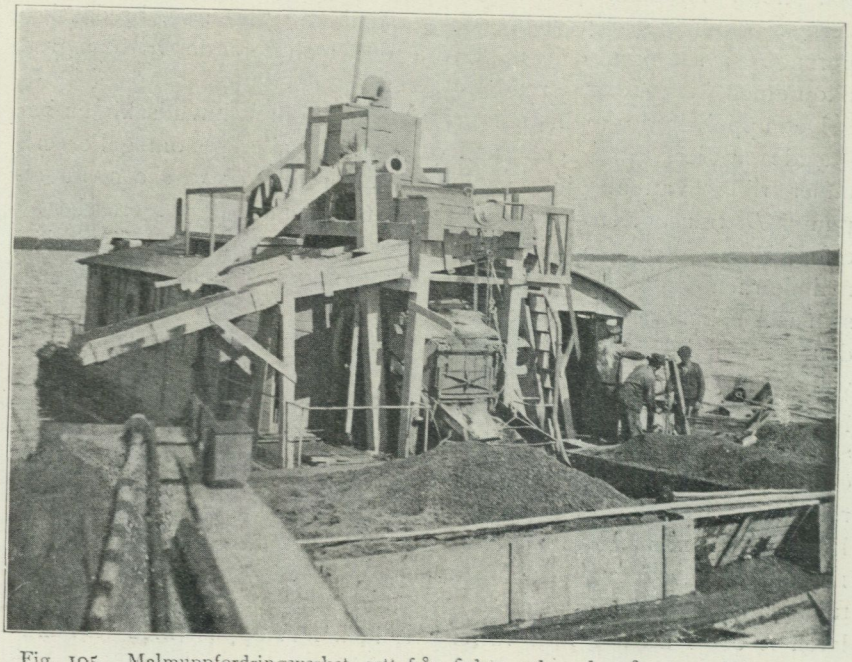


Fig. 105. Malmuppfordringsverket, sett från fickan och malmpråmarna. Foto 1917.

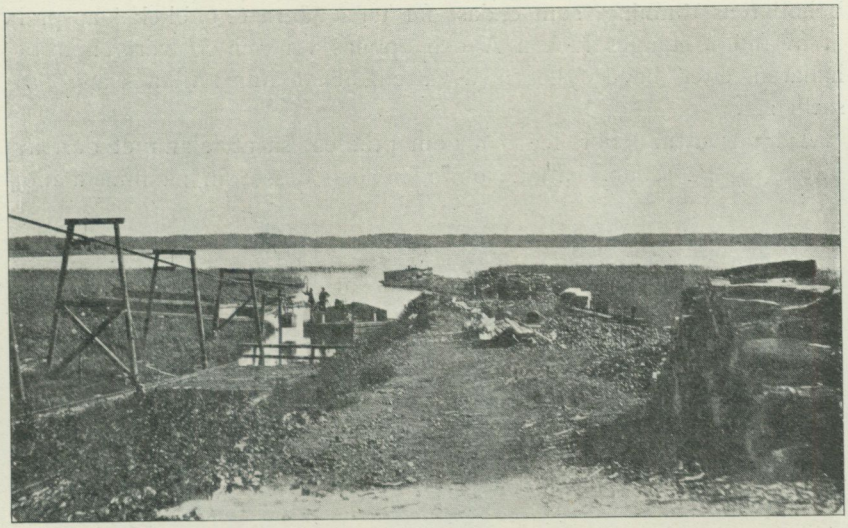


Fig. 106. Lastkajen vid Åminne bruk. Malmen går härifrån på linbana upp till hyttan. Foto 1917.

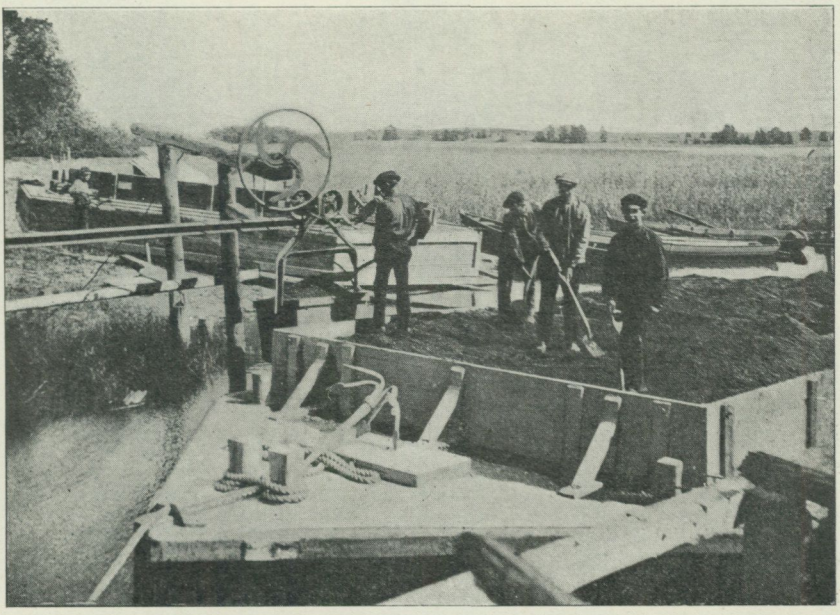


Fig. 107. Malmlossning vid Åminne bruk. Foto 1917.

behållarens tömning, som endast får taga några ögonblick i anspråk, är avslutad, stänges luckan *N* och öppnas ventilen *M*, varigenom behållaren efter hand fylles med vatten, och malmen tillåtes ånyo avsätta sig.

Avloppsvattnet bör ledas bakom pråmen, så att slammet däri avsätter sig på redan skattade områden, och dessutom på minsta möj-

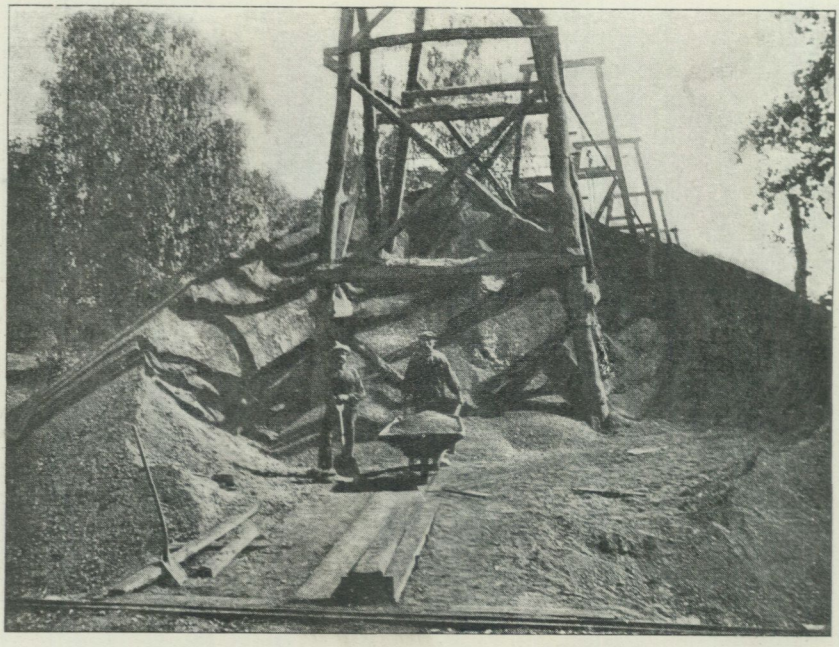


Fig. 108. Malmhög vid Åminne bruk sommaren 1917. I mitten ställningen för linbanan.

liga sätt hindrar erhållande av klarvatten från sjön genom centrifugalpumpen *O*.

Påpekas bör, att malmen vid denna vaskningsmetod blir ojämförligt renare än vid arbete för hand, vadan utsikt torde finnas till minskad kolåtgång vid dess smältning.»

Från gamla dagars malmfiske till dessa maskinella uppfordringsverk är ju steget avsevärt. Att det förstnämnda för all överblickbar framtid spelat ut sin roll, torde också vara självklart. En framtida sjömalmsindustri måste därför just rikta sin blick på en modern teknik, vilken i en av de många härvid tänkbara formerna realiserats vid

Åminne bruk i form av dess med rätta berömda malmuppfordringsverk. För närvarande (1919) äro tvenne dylika verk i arbete på Vidöstern.

* *
*

Årsproduktion av sjömalmer är f. n. i genomsnitt endast ett par tusen ton, vilka så gott som uteslutande härröra från Åminne bruk.

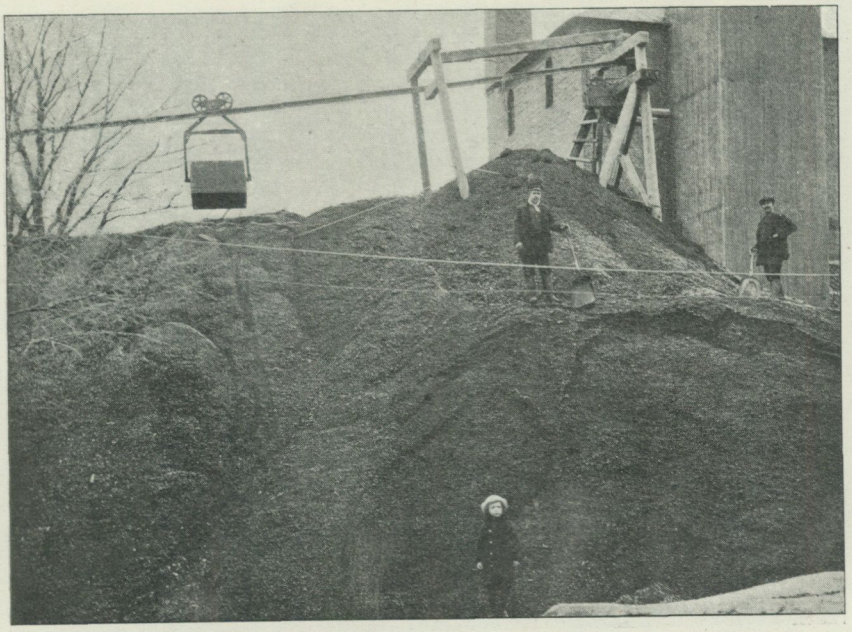


Fig. 109. Malmhög vid Åminne bruk ett år före blåsningens början för säsongen. Efter foto av O. LARSSON.

Nedgången sedan gamla tiders glansdagar är påfallande och torde bäst framgå av nedanstående efter officiella uppgifter sammanställda statistik.

År	Produktion i medeltal pr år.	År	Produktion.	År	Produktion.
1861—1870 . . .	11 539 ton.	1911 . . .	3 060 ton.	1916 . . .	2 442 ton.
1871—1880 . . .	8 018 »	1912 . . .	1 339 »	1917 . . .	3 166 »
1881—1890 . . .	2 709 »	1913 . . .	3 822 »	1918 . . .	4 451 »
1891—1900 . . .	1 397 »	1914 . . .	1 670 »	1919 . . .	6 049 »
1901—1910 . . .	1 063 »	1915 . . .	3 376 »	1920 . . .	4 653 »

För närvarande spelar den svenska sjömalmsindustrien en mycket obetydlig roll. Rikta vi emellertid blicken mot framtiden, så torde det dock med fog kunna framhållas, att dessa fyndigheter borde ägnas en något större uppmärksamhet än vad som f. n. är fallet. Vi ha ju nämligen i våra sjö- och myrmalmer tillgång på ett råmaterial, vilket i själva verket förutom för järnsmältning kan användas för ganska olikartade tekniska ändamål — särskilt för fram-

Fig. 110. Staplar av sjömalmstackor vid Åminne sommaren 1917.

ställning av gasreningsmassa — och för vilka behovet f. n. åtminstone delvis täckes genom import.

Säkerligen skulle också en järnframställning i större skala kunna löna sig. Att härav i varje fall kan uppstå en industri av aktningsvärd lokal betydelse torde av den utredning, som lämnats i det föregående, få anses som otvivelaktigt. Man bör också besinna, att sjömalmerna för framställning av tackjärn representera en *kvalitetsvara*. Förbetingelsen för en utvidgad malmindustri av denna typ är dock tydligen i första hand en säker kännedom om de tillgängliga förråden och tillgången på rationella metoder för deras tillgodogörande. I båda dessa hänseenden har Åminne bruk lagt grundvalen

för en mera rationell drift än den som var möjlig vid gamla dagars järnhantering.

Visserligen måste sjömalmerna i jämförelse med bergmalmerna tillsvidare alltjämt spela en obetydlig roll. Därav säkerligen också den ringa uppmärksamhet, som för närvarande — enligt vår mening med orätt — kommer desamma till del. Men detta förhållande måste dock tydligen under tidernas förlopp förskjutas, och det torde då också en gång bli framtidens människor förbehållet att närmare begrunda innebörden av SWEDENBORGS uttalande om sjömalmerna: »*Estque thesaurus hic perennis et inexhaustus.*»

Litteratur.

Den här anförda litteraturförteckningen har avsiktligen begränsats till sådana arbeten, vilka mera direkt kunna anses äga samband med sjö- och myrmalmsbildningens problem eller ock i ett eller annat härvidlag betydelsefullt hänseende ha en monografisk karaktär.

I överensstämmelse härmed har i den här meddelade litteraturförteckningen speciallitteraturen om sjö- och myrmalmens homologier uteslutits. Man finner den emellertid närmare sammanställd och diskuterad i de arbeten av BEYSCHLAG, KRUSCH och VOGT resp. av BECK, av MURRAY och RENARD samt av VOGT, vilka här nedan citeras. Utelämnad är vidare all litteratur angående limniska avlagringar i allmänhet. Den återfinnes också sammanställd hos NAUMANN 1921 (a).

Utelämnad är här vidare den mycket stora järn- och manganlitteratur, vilken avhandlar dessa metallers oxidutfällningar inom vattenledningsverk. Den största sammanställningen i dessa frågor återfinnes emellertid i SCHWERS här nedan citerade, även i bibliografiskt hänseende om stor omsorg vittnande arbete.

Uteslutits har vidare den likaledes rätt talrika speciallitteraturen angående järn- och manganbakterier (resp. -organismer över huvud taget). Den återfinnes nämligen utförligt sammanställd framför allt av MOLISCH i hans nedan citerade arbete av 1910. Jfr härtill ävenledes HARDER 1919 och NAUMANN 1922 a.

Av kemisk litteratur har endast sådan, som direkt avhandlar sjö- och myrmalmsbildningens kemi, anförts. I anförda publikationer av AARNIO, ODÉN, HJ. SJÖGREN och STAPFF finner man f. ö. ett stort antal mer eller mindre direkt härmed sammanhängande specialpublikationer citerade.

AARNIO, B., Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand- und Grusböden. — Geol. Kommissionen i Finland. Geotekn. Medd. 16. Även Diss. Helsingfors 1915.

—, Om sjömalmerna i några sjöar i Pusula, Pyhäjärvi, Loppis, Sormeriemi och Tammela socknar. — Mit deutschem Resumé. — L. c. 20. Helsingfors 1918.

AMBROSIANI, S., Malmhantering i Värend. — En Bergsbok. Några studier över svensk bergshantering tillägnad CARL SAHLIN $19^{15}/_{12}21$. Stockholm 1921.

ARPPE, A. E., Några betraktelser över järnets naturalhistoria med avseende i synnerhet å sjö- och myrmalmernas uppkomst och beskaffenhet. — Övers. av Finska Vetenskapssocietetens förhandlingar 1867.

ASCHAN, J., Om några förekomster av manganrik sjömalm i Norra Savolaks. — Teknikern. Helsingfors 1906.

ASCHAN, O., Humusämnena i de nordiska inlandsvattnena och deras betydelse, särskilt vid sjömalmernas daning. — Helsingfors 1906.

—, Die Bedeutung der wasserlöslichen Humusstoffe (Humussole) für die Bildung der See- und Sumpferze. — Zeitschr. f. prakt. Geologie 1907.

BEYSCHLAG, F., KRUSCH, P., VOGT, J. H. L., Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. — Stuttgart 1913.

BECK, R., Die Leere von den Erzlagerstätten. — Berlin 1913.

VAN BEMMELEN, J., Über das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 22. 1900.

—, Les accumulations ferrugineuses dans et sous les tourbières. — Archives Néerl. des sciences exactes et naturelles. Sér. 2. Tome 4. 1900.

BLOMBERG, A., Beskrifning till kartbladet Ölmestad. — S. G. U. Ser. Ab, nr 5. 1879.

BISCHOF, G., Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. — Bonn. 2 A. 1863—1866.

CRONSTEDT, A. F., Försök till en mineralogi eller mineralrikets uppställning. — 2. uppl. Stockholm 1781.

CRONQVIST, A. V., Om sjömalmsfyndigheter i Kolsnaren, Viren och Högsjön i Södermanlands län. — G. F. F. Bd 5. 1880—81.

— Om ockerlager vid Stråsjö i Jerfsö och Färila socknar i Helsingland. — L. c. 1886.

EHRENBERG, C. G., Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. — Leipzig 1854.

EKMAN, Sv., Neue Apparate zur qualitativen und quantitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. — Int. Revue der Hydrobiologie. 1911.

—, Die Bodenfauna des Vettern. — L. c. 1915.

ERDMANN, A., Bidrag till kännedomen om Sveriges qvartära bildningar. — S. G. U. Ser. C, nr 1. Stockholm 1868.

FRÜH, J. und SCHRÖTER, C., Die Moore der Schweiz. Beiträge zur Geol. der Schweiz. Geotechn. Ser. 3. — Bern 1904.

GÆRTNER, A., Über Vivianit und Eisenspaat in Mecklenburgischen Mooren. — Diss. Güstrow 1897.

GAIDUKOW, N., Über die Eisenalge Conferva und die Eisenorganismen des Süsswassers im allgemeinen. — Ber. der Deutschen Botan. Ges. 1905.

GUMÆLIUS, O., Myrmalm från Järlehyttan. — G. F. F. Bd 2. 1874.

v. GÜMBEL, C. W., Über die im Stillen Ocean auf dem Meeresgrunde vorkommenden Manganknollen. — Sitz.-Ber. der Kaiserl. Bayer. Akademie 1878. München 1878.

HARDER, E. C., Iron-depositing Bacteria and their geologic relations. — U. S. Geological Survey. Prof. pap. 113. Washington 1919.

HAUSMANN, J. FR. L., Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806—1807. — Göttingen 1811.

HAYES, A. O., Wabana iron ore of Newfoundland. — Canada. Geolog. Survey. Mem. 78. Ottawa 1915.

HOLMBERG, H. J., Materialier till Finlands geognosi. — Bidrag till Finlands naturkännedom. 1858.

HUMMEL, D., Beskrifning till kartbladet Vexiö. — S. G. U. Ser. Ab, nr 3. 1877.

IGELSTÖM, L. J., Sveriges malmer och nyttiga mineralier. — II. Uppl. 1872.

KINDLER, A., Bemerkungen über die Bildung einiger Eisenerze. — Pogg. Ann. Bd. 37. 1837.

KLEBS, R., Das Sumpferz (Raseneisenstein) unter besonderer Berücksichtigung des in Masuren vorkommenden. — Königsberg in Pr. 1896.

KOLKWITZ, R., Schizomycetes. — Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. — Leipzig 1909.

LIESEGANG, R. E., Geologische Diffusionen. — Dresden und Leipzig 1913.

LIESKE, R., Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von Spirophyllum ferrugineum Ellis, einen typischen Eisenbakterium. — Diss. Leipzig 1911.

LINDSTRÖM, G., Analyser af bergarter och bottenprof från ishafvet, Asiens nordkust och Japan. — Stockholm 1884.

MELANDER, NILS, Om sjömalm samt uppfodrings- och vaskverk därför. — Bih. till Järnkontorets Annaler. Stockholm 1909.

MIGULA, W., System der Bakterien. — Jena 1900.

MOLISCH, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. — Jena 1892.

—, Die Eisenbakterien. — Jena 1910.

—, Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen. Sitz.-Ber. der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften. Math.-nat. Kl. Bd 118. Wien 1909.

—, Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen. — L. c. Bd 119. 1910.

MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanzen. — Jena 1914.

MURRAY, J. and RENARD, A. F., Report on deapsea deposits. — Report sc. results. Challenger. London 1891.

— and IRVINE, R., On the manganese oxides and nodules in marine deposits. — Trans. Royal Soc. Edinburgh 1894.

NAUMANN, E., Om provtagning av bottengyttjor vid djuplodning. Mit deutschem Resumé. — S. G. U. Årsbok 1915.

—, Über die Mikrophotographie auf Gaslichtpapiere in negativen Bildern. — Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. 1915.

—, Undersökningar över fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gyttje- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. Mit deutschem Resumé. — K. Sv. Vet.-Akad:s Handlingar. Band 56. 1917 (a).

—, Om profillodning i gyttje- och dyavlagringar. Mit deutschem Resumé — S. G. U. Årsbok 1916. Stockholm 1917 (b).

—, Om järnets förekomstsätt i limniska avlagringar med särskild hänsyn till pyritens bildningsförutsättningar och uppträdande däri. — Mit deutschem Resumé. — S. G. U. Årsbok 1918. Stockholm 1919 (a).

—, Notizen zur Biologie der Süsswasseralgen. I. Über die Ausfällung des Eisenoxyds bei einer Art der Gattung Lyngbya Ag. — Arkiv för Botanik 16: 1. 1919 (b).

—, Några synpunkter angående de limniska avlagringarnas terminologi. — S. G. U. Årsbok 1920. Stockholm 1920.

—, Die Bodenablagerungen des Süsswassers. — Eine einführende Übersicht. — Archiv f. Hydrobiologie 1921 (a).

—, Om rosträr och vissa därmed jämförliga bildningar. Mit deutschem Resumé. — S. G. U. Årsbok 1920. Stockholm 1921 (b).

—, Sjö- och myrmalmernas bildningshistoria. — En Bergsbok. Några studier över svensk bergshantering tillägnade Carl Sahlin $19^{15}/_{12}$ 21. Stockholm 1921.

—, Untersuchungen über die Eisenorganismen Schwedens. I. Die Erscheinungen der Sideroplastie in den Gewässern des Teichgebiets Aneboda. — K. Sv. Vet.-Akad:s Handlingar. Band 62. Stockholm 1922 (a).

—, Über die „Seenerz"-Bildung in der Spree bei Köpenick-Berlin. — Archiv f. Hydrobiologie 1922 (b).

—, Notizen zur Biologie der Süsswasseralgen. II. — Arkiv för Botanik. 1922 (c).

NORDENSKIÖLD, A. E., Vegas färd kring Asien och Europa. — Stockholm 1880—81.

NØRREGAARD, E. M., Om Sømalmen og dess anvendelse til jernfremstilling. — Sten och cement. Svensk tidskrift för praktisk geologi. 1916.

ODELSTIERNA, E. G., Järnets metallurgi. — Stockholm 1913.

ODÉN, Sven, Die Huminsäuren. — Dresden 1919.

PEKLO, J., Über eine manganspeichernde Meeresdiatomé. — Österr. Botan. Zeitschr. 1908.

POTONIÉ, H., Eisenerze, veranlasst durch die Tätigkeit von Organismen. — Naturw. Wochenschr. 1906.

—, Manganerze, die genetisch den Eisenlimoniten entsprechen. — L. c. 1906.

—, Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. — Berlin 1910.

—, Die recenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätte. — Berlin 1911.

RAMANN, E., Bodenkunde. — III. A. Berlin 1911.

RAMBERG, L., En driftstörning vid Lunds vattenverk, förorsakad av manganhaltigt ytvatten. — Hygien. Tidskr. Bd 9. 1916.

RINMAN, CARL, Kort underrättelse om sättet att smälta sjö- och myrmalmer i blästerugnar. — Stockholm 1794.

RINMAN, SVEN, Bergwerks-Lexikon. I—II. — Stockholm 1788—1789.

— Försök till järnets historia. — Stockholm 1782.

RULLMAN, W., Die Eisenbakterien. — Franz Lafar's Handbuch der technischen Mykologie Bd. III. Jena 1904—1907.

SITENSKY, FR., Über die Torfmoore Böhmens. — Archiv der naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. — Prag 1891.

SUNDELIN, U., Om limonitbildningar m. m. i Småland. — Bih. till Järnkontorets Annaler 1918.

SCHWERS, H., Le fer dans les eaux souterraines. — Revue d'Hygiène et de police sanitaire. Paris 1908.

SENFT, F., Die Torf- und Limonitbildungen. — Leipzig 1862.

—, Synopsis der Geologie und Mineralogie. — 1876.

SERNANDER, R., Svenska kalktuffer. — G. F. F. Bd 37 och 38. 1915—1916.

SJÖGREN, HJ., Om de svenska järnmalmlagrens genesis. — G. F. F. Bd 13. 1891.

SJÖGRÉEN, C. W., On the swedish lake-ores. — Eksjö 1862.

STAPFF, F. M., Om sjömalmers uppkomst. — Järnkontorets Annaler 1865.

—, Über die Entstehung der Seenerze. — Zeitschr. der Deutschen Geolog. Ges. 1866.

STOLPE, M., Beskrifning till kartbladet Nydala. — S. G. U. Ser. Ab, nr 14. 1892.

SWEDENBORG, EMANUEL, Opera et philosophica. II. Regnum subterraneum s. minerale. De Ferro. — Dresdæ et Lipsiæ 1734.

SÖHNGEN, L., Umwandlungen von Manganverbindungen unter dem Einfluss mikrobiologischer Prozesse. — Zentralbl. f. Bakteriologie und Parasitenkunde. II. Bd 40. 1914.

TAMM, O., Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. — Diss. Stockholm 1920.

THORELD, A F., Eger man säker kännedom om tidsförloppet för sjö- och myrmalmers återväxt? — G. F. F. Bd 3. 1876.

TIBERG, H. V., Beskrifning till en af H. V. Tiberg — — vid industriutställningen i Karlstad år 1903 anordnad kollektivutställning af värmländska — — — stenarter, som ej äro att hänföra till gruppen bergmalmer. — Karlstad 1903.

UHLE, W., Der Wurmsee (Starnbergersee) in Oberbayern. Eine limnologische Studie. — Wiss. Veröff. des Ver. f. Erdkunde zu Leipzig. Leipzig 1901.

VOGT, J. H. L., Über Manganwiesenerz und über das Verhältnis zwischen Eisen und Mangan in den See- und Wiesenerzen. — Zeitschr. f. prakt. Geologie 1906.

—, Om manganrik sjømalm i Storsjøen, Nordre Odalen. — Mit deutschem Resumé. — N. G. U. Aarsbok 1915.

DE VRIES, H., Die Pflanze und Tiere in den dunklen Räumen in der Rotterdamer Wasserleitung. — Jena 1890.

WALLERIUS, J. G., Mineralogia eller mineralriket. — Stockholm 1747.

WEIBULL, M., Ett manganhaltigt vatten och en brunstensbildning vid Björnstorp i Skåne. — Fysiografiska sällskapets handlingar. N. F. 17. Lund 1907.

WELTNER, W., Über den Tiefenschlamm, das Seenerz und über Kalksteinaushöhlungen im Madüsee. — Arch. f. Naturgeschichte. 1905.

WESENBERG-LUND, C., Studier over Søkalk, Bønnemalm og Søgytje i Danske Indsøer. With an Engl. summary. — Medd. fra Dansk Geologisk Forening. Nr 7. Kbvn 1901.

WIESENER, A. M., Om bøndernes jernsmeltning paa Voss i gamle Dage. Naturen 1913.

WINOGRADSKY, S., Über Eisenbakterien. — Botan. Zeit. 1888.

WOLLNY, E., Die Zersetzung der org. Stoffe. — Heidelberg 1897.

12—202059. *S. G. U. Ser. C, nr 297, Naumann.*

Resümee.

Titel der Arbeit: *Über die See- und Sumpferze Süd- und Mittelschwedens. Ihre Genesis, Vorkommen und praktische Bedeutung.*

Einleitung.

Die verschiedenen Fragen, welche sich um das alte Problem über die Entstehungsweise der See- und Sumpferze sammeln, sind bisher niemals von den Gesichtspunkten der jetzigen Forschung Gegenstand einer zusammenfassenden Bearbeitung gewesen. Auch sind mehrere Spezialfragen noch ganz unklar. Die vorliegende Arbeit bezweckt deshalb, sowohl eine Reihe Spezialfragen näher zu beleuchten, wie auch eine zusammenfassende Darstellung von dem Gesamtproblem zu geben. Es liegt aber auf der Hand, dass sie in mehreren Hinsichten keine endgültige Lösung aller dieser Spezialfragen aus den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften geben kann. Wenn dies auch nicht der Fall ist, wird sich doch hieraus jedenfalls eine distinkte Problemstellung für künftige Forschungen ergeben.

I. Die allgemeine Stellung der See- und Sumpferzfrage.

I. Definition der Begriffe See- und Sumpferz.

Die Definition wird hier streng *genetisch* begründet und der *gegenwärtigen* Lage dieser Erze deshalb hierbei keine Bedeutung zuerkannt. *Seeerze* sind somit *in Seen* gebildet, *Sumpf-* bezw. *Wiesenerze* aber *in oder auf nassem Boden.*

II. Übersicht über die vorliegende Literatur.

Die erste zusammenfassende Darstellung über die Genesis der Erze wurde schon von Stapff im Jahre 1865 gegeben. Nach dieser Zeit wurden speziellere Fragen vor allem von Winogradsky, Molisch und Harder — betreffs der Biologie der Erze — sowie ferner — betreffs der Chemie — von Aschan, Aarnio und Odén behandelt. Hierzu kommen noch die geologisch sehr bedeutungsvollen Arbeiten von Vogt. Andere Arbeiten sind aber nur von einer geringeren Bedeutung. Sie sind in dem Literaturverzeichnis angeführt, wo allerdings nur Publikationen, die in wirklich direktem

Zusammenhang mit der Erzfrage stehen, aufgenommen sind. Auch sind eine Reihe kleinerer Spezialpublikationen, deren Titel den Arbeiten der genannten Autoren leicht entnommen werden können, dort nicht angeführt.

III. **Prinzip der Erzbildung.**

1. *Chemisches.*

Die Erzbildung wird durch eine Ausscheidung von Eisen aus dem Grundwasser bedingt. Das Urmaterial gehört somit den Umgebungen an, wo es durch verschiedene Prozesse vor allem aus dem eisenreichen Moränenmaterial ausgelöst wird. Diese Lösung wird somit transportiert und früher oder später wiederum gefällt — in Seen (Seeerz) bezw. in oder au euchtem Boden (Sumpferz). Wir haben somit zu unterscheiden:

1. Die *Auslösung* des Eisens. Erfolgt wahrscheinlich in erster Linie durch die Einwirkung der Humussäuren. Auch das organische Leben selbst kann sich indessen hieran durch Bakterientätigkeit beteiligen. Vergl. SÖHNGEN 1914.

2. Bei dem *Transport* handelt es sich nach ODÉN wahrscheinlich in erster Linie um Eisenhumate in wirklicher oder kolloider Lösung. Andere Kombinationen (wie z. B. als $Fe(HCO_3)_2$) dürften nach ODÉN nur verhältnismässig selten in Frage kommen können. — AARNIO erklärt den Transport vor allem als eine durch Humus als Schutzkolloide bedingte Lösung von kolloidem Fe_2O_3. — Es dürfte aber noch nicht möglich sein, mit Sicherheit zu beurteilen, ob auch eine derartige Möglichkeit wirklich besteht.

3. Bei der *Ausfällung* handelt es sich nach ODÉN in erster Linie um eine Oxydation der Humussäuren. Hierdurch wird das Eisen als Ion frei, wodurch minder oxydierte Humussäuren koaguliert werden. Es entsteht hierdurch ein feinkörniges Präzipitat. — Derselbe Effekt tritt ein, wenn das $Fe(CO_3)_2$ einfach durch Oxydation als $Fe(OH_3)$ gefällt wird. — Nach AARNIO wird die Ausfällung des Eisens von Fe_2O_3 in Form eines feinkörnigen Präzipitats einfach durch das Verdünnen der Transportlösung bedingt. — Über die Prozesse bei der Auslösung, Transport und Ausfällung des Mangans ist noch nichts in Details bekannt. — Betreffs weiterer Einzelheiten über die Chemie s. vor allem die Arbeiten von O. ASCHAN, AARNIO und ODÉN.

2. *Biologisches.*

Wie aus der gegebenen Auseinandersetzung ersichtlich, kann die *Ausfällung* des Eisens schon in rein chemischer Weise erklärt werden. Es fragt sich aber nun, ob doch nicht das organische Leben hieran in Wirklichkeit mehr oder minder beteiligt ist. Von derartigen Gesichtspunkten aus dürfte man etwa mit den folgenden Möglichkeiten zu rechnen haben:

I. Einfluss der höheren bezw. niederen Pflanzenwelt auf das Milieu.

A. Auf das Wasser.

Produktion von O_2 bezw. von Alkalien der höheren Flora. — Vergl. MOLISCH 1892, 1910. — Dazu noch verschiedene Stoffwechselprodukte morphologisch nicht nachweisbarer Bakterien. — Vergl. SÖHNGEN, HARDER.

Das Milieu wird selbstverständlich hierdurch in einer die Ausfällung des Eisens begünstigenden Richtung verändert.

B. Auf den Boden.

Das Bodenmaterial wird aufgelockert und in Klumpen- bezw. Wurzelröhrenstruktur umgewandelt. Hieran ist übrigens auch die Tierwelt, besonders auf dem Seeboden, lebhaft beteiligt. — Vergl. E. NAUMANN 1919.

Die unter A angeführten Prozesse begünstigen die Ausfällung, die unter B schaffen hingegen ein für die Anreicherung günstiges Initialmaterial.

II. Die mikroskopische Pflanzenwelt als ein spezifisch eisenfällender Faktor.

Hierher gehört die gesamte morphologisch nachweisbare *siderophile* Formation. S. hierzu näheres bei MOLISCH 1910, HARDER 1919, NAUMANN 1922 (a).

3. *Das Problem der Formbildung.*

Sowohl See- wie Sumpferze treten in einem grossen Formreichtum auf. Die hierfür bestimmenden Faktoren sind aber noch vollständig unbekannt.

II. Entstehung und Vorkommen der Seeerze.

I. Untersuchungsgebiet.

Zwecks näherer Untersuchungen über die Entstehungsweise der Seeerze in ihrer Relation zu den oben angeführten Faktoren wurden 3 verschiedene Gebiete in der seenreichen Provinz Småland ausgewählt: die Umgebung von Aneboda und Lamhult, von Åminne und von Huseby. Es handelt sich hier durchgehends um eine typische Formation der kalkarmen Urgebirge. Es dominieren Granite und Gneise mit einer ziemlich unbedeutenden Einsprengung von Diorit. Die Landschaft ist durch das Moränenmaterial in erster Linie charakterisiert. Sie ist zum grossen Teil mit Nadelwäldern bedeckt, bezw. hier und da von oft sehr ausgedehnten Hochmoorbildungen eingenommen. Humusgewässer sind demnach auch hier überhaupt sehr charakteristisch. — Untersucht wurden hier ca. 40 kleinere und grössere Seen.

II. Technik der Untersuchung.

Die Arbeit an Ort und Stelle bezweckt in erster Linie eine sichere Auffassung über die Stellung der Seeerze in der limnischen Zonation zu begründen bezw. von den Schichtungsverhältnissen der Erzfelder eine genaue Kenntnis zu erhalten.

Die Arbeiten auf dem See wurden deshalb immer mit einigen Lotlinien von dem Ufer aus begonnen. Gebraucht wurde hierbei das Lot von NAUMANN; s. Fig. 1. Nach Entdeckung der Erzfelder — sie liegen im allgemeinen dem Ufer parallel — folgt ein genaues Profilloten mit dem Profillot NAUMANNS; s. Fig. 2. Um reichhaltiges Material zu erhalten, wurde selbstverständlich auch die Dretsche benutzt, und zwar sowohl innerhalb wie ausserhalb der Erzfelder. Quantitative Untersuchungen über die Produktion an Erz wurden in gewissen Fällen mit dem LARSSON'schen Apparat durchgeführt; s. Fig. 3, 7. Er besteht aus einer oben mit Deckelventil dersehenen Röhre, die in den Boden eingerammt wird.

Die Proben wurden an Ort und Stelle gesiebt und geschlämmt. Bei ihrer Bearbeitung im Laboratorium wurde die Aufmerksamkeit vor allem auf das etw. Vorhandensein morphologisch nachweisbarer siderophiler Organismen bezw. auf den Effekt der Tier- und Pflanzenwelt auf die Struktur des Bodens eingerichtet.

Näheres über die Technik derartiger Untersuchungen s. übrigens bei E. NAUMANN 1917 (a).

III. Bildungsprinzip der Seeerze.

Die Bildungsprinzip der Seeerze kann kurz folgendermassen resümiert werden: Es entsteht durch die Ausfällung der mit dem Grundwasser eingeführten Eisenverbindungen ein feinkörniges Präzipitat, das dann relativ gleichzeitig oder erst später in gewissen Initialen konzentriert wird. Die Ausfällung des feinkörnigen Präzipitats ist nicht direkt von der morphologisch nachweisbaren Pflanzenwelt abhängig. Eiseninkrustierte Pflanzen fehlen nämlich auf den Erzfeldern, und die morphologisch nachweisbare siderophile Mikroflora ist hier überhaupt nur sehr spärlich vertreten.

Die *Ausfällung* ist somit jedenfalls z. T. als ein rein chemisch-physikalischer Prozess zu betrachten. Dass sie durch den Effekt der Pflanzenwelt auf das Milieu begünstigt werden kann, liegt aber auf der Hand. Für die spätere *Konzentration* des feinkörnigen Präzipitats zu den definitiven Erzbildungen spielt aber die Pflanzenwelt u. a. durch ihren Effekt auf die Struktur des Bodens eine oft beträchtliche Rolle. Sie wird allerdings in dieser Hinsicht unter limnischen Bedingungen von der Tierwelt weit übertroffen.

Auch die Ausbildung der definitiven Erzformen muss somit in erster Linie als ein physikalisch-chemisches Problem betrachtet werden. Zwar ist eine Alge durch NAUMANN 1922 (c) bekannt gemacht worden, die eine Ausfällung des Eisens in Gestalt zusammengesetzter Erbsenerze bedingt. Dies ist aber eine Ausnahme, der für das Verstehen des Formbildungsproblems überhaupt keine nähere Bedeutung zuerkannt werden kann.

IV. Terminologie des Seeerzes.

Die verschiedenen Erzformen können folgendermassen gruppiert werden.

I. *Erze von sphärischer Form.*

Je nach der Grösse sprachen die alten Erzfischer von *Schiesspulver-*, *Schrot-* und *Erbsenerzen*. Diese Bezeichnungen haben sich dann auch in die wissenschaftliche Literatur eingebürgert. Abb. s. Fig 9—10.[1] Diese Erze können durch Fe_2O_3 oder durch Mn_2O_3 charakterisiert sein. Als spezifische Manganerze sind aber die losen „*Russkugeln*" zu betrachten. — Abb. s. Fig. 11.

II. *Erze von Scheibenform.*

Gelderz.

[1] Alle hier in dieser Manier publizierten Bilder sind auf Gaslichtpapier direkt in natürlicher Grösse hergestellte »Schattenbildphotographien». — Über die Technik dieser besonders für derartige Aufgaben sehr leistungsfähigen Methode s. näheres bei E. NAUMANN 1915, 1917 (a).

III. *Erze von Bohnenform.*

Abb. s. Fig. 10, 12.

IV. *Erze von Spulform.*

Abb. s. Fig. 13.

V. *Kantenerz.*

Bietet eigentlich betreffs der Grösse und allgemeinen Form fast alle die oben angeführten Typen dar, zeichnet sich aber vor allem durch ein kantiges Aussehen aus. Abb. s. Fig. 10, 12.

VI. *Erze von Rohr- bezw. Rinnenform.*

Vergl. Fig. 24, 45.

VII. *Schilderz.*

Kleineres Kuchenerz.

VIII. *Nostocartiges Erz.*

Wird direkt durch das Wachstum einer *Nostoc*-ähnlichen *Myxophycee* gebildet. Stellt kleinere Kuchen etwa von dem Aussehen von Erbsenerzaggregaten dar. — Ein sehr seltener Typus. Bis jetzt nur in einem Fall aufgefunden. Näheres hierüber bei E. NAUMANN 1922 (c).

IX. *Pfeifenerz.*

Kann als ein zusammengewachsenes Spul- oder Röhrenerz definiert werden. Im Vergleich mit den obengenannten Typen gewiss sehr selten. Vom Verfasser niemals gesehen. Bezeichnung aus der älteren schwedischen Literatur aufgenommen.

X. *Kuchenerz.*

Bildet auf dem Seeboden grosse Kuchen, die in verschiedenster Weise entstehen können. Abb. s. Fig. 14. Ihre Oberfläche ist entweder rauh oder — selten — dendritartig strukturiert. Abb. s. Fig. 15.

* *
*

Die angeführten Erzformen entstehen vor allem durch Konkretionsprozesse. Das Initialmaterial kann aber hierbei sehr heterogen sein. Zwischen Initialtypus und fertigem Erz besteht somit im grossen und ganzen keine nähere Parallelität. Die folgende Darstellung von den Bildungsbedingungen des Seeerzes wird dies in Details klar legen.

V. Stellung der Erze in der limnischen Zonation.

Das Erzfeld liegt typisch *elitoral* und folgt derartigen Ufern, wo Sand- und Grusablagerungen vorherrschen. Die Vegetation des Sublitorals ist deshalb auch unbedeutend. Als Charakterformen der elitoralen Pflanzenwelt der Erzfelder sind *Isoëtes* (in erster Linie), *Lobelia* und weiter *Subularia* anzuführen. — Über das Profil eines erzführenden Sees, s. Fig. 22.

Einige typische Bilder von den Erzseen Smålands zeigen die Fig. 16, 18, 20—21. Die Fig. 17, 19 zeigen aber die normale Physiognomie nicht erzführender Seen. In Fig. 19 ist zwar das Ufer steinig, aber mit Dy bedeckt, und in Fig. 17 handelt es sich um einen die Dybildung indizierenden Verlandungsbestand, der niemals mit Erzbildung verbunden ist. Vergl. auch Fig. 68—69, welche die Litoralregion von erzführenden Seen, wo eine Regulierung stattgefunden hat, darstellen.

Das elitorale Auftreten des Seeerzes hängt gewiss ganz einfach von den *Grundwasserverhältnissen* ab. Auf diesem Niveau sickert nämlich das Grundwasser von den Umgebungen auf den Seeboden ein. In Übereinstimmung hiermit zeigt die ockerführende Gyttja ein Maximum des Ockergehalts eben im Elitoral. Von dort verdünnt sich die ockerführende Schicht sowohl gegen das Litoral wie gegen das Profundal. — Vergl. hierzu die Profile, welche in Fig. 23 abgebildet sind: a) beim Anfang des Erzfelds, b) in der Mitte desselben, c—d) Übergang gegen das Profundal.

Die Verteilung des Erzes im Elitoral zeigt sich im allgemeinen als ausgesprochen *fleckenartig*. Dies weist ja übrigens ohne weiteres auf seine Abhängigkeit von den Grundwasserverhältnissen hin.

VI. **Chemie der Seeerze.**

Die Seeerze sind entweder als Eisen- oder Manganerze zu bezeichnen. Die chemische Struktur wechselt aber auch innerhalb eines und desselben Sees ganz beträchtlich, und es existiert tatsächlich ein kontinuierlicher Übergang zwischen den extremen Typen. Vergl. hierzu die Darstellung S. 48, wo die chemische Struktur der Erzfelder des Vidöstern auf Grund von mehreren Hunderten Einzelproben in Gestalt von 11 Generalproben, verschiedenen Teilen des Sees entsprechend, zusammengestellt worden ist. Von diesen Proben sind Nr. 1, 6, 8, 10 und 11 als gutes Erbseneisenerz zu bezeichnen. Nr. 2, 5, 7, 8, 9 repräsentieren hingegen Kuchenerz und Nr. 3 ein typisches Manganerz. In anderen Fällen ist aber die Zusammensetzung mehr homogen. Vergl. hierzu die Analysen vom Bolmensee S. 50. Sie beziehen sich auf 22 Generalproben aus verschiedenen Teilen des Sees.

Wie diese Verhältnisse zu erklären sind, wird aber erst in dem folgenden näher auseinandergesetzt werden können. Vergl. hierzu näheres auch bei ASCHAN, AARNIO und VOGT.

VII. **Die Eisenerze und das Problem der Formbildung.**

1. *Prinzip der Konkretion.*

Die Eisenerze der Seen sind überhaupt als Konkretionsbildungen zu bezeichnen. Ihre elitorale Lage bedingt selbstverständlich einen grossen Reichtum des hierbei in Frage kommenden Initialmaterials. Die Bildungen, welche sich als Zentra für die Konkretion in erster Linie beteiligen, können folgendermassen gruppiert werden:

A. *Organisches Material.*

Die allolimnische Förna . . . Nimmt in Richtung gegen das Profundal ab.
» autolimnische » . . . . » » » » » » ».
Koprogene Bildungen . . . . Nehmen » » » » » zu.

Skelettreste mikroskopischer Organismen	
a) Litorale	Nehmen in Richtung gegen das Profundal ab.
b) Pelagische	» » » » » » zu.
Skelettreste von Mollusken	» » » » » » ab.

B. *Anorganisches Material.*

Sand	Nimmt in Richtung gegen das Profundal ab.
Grus	» » » » » » ».

Es liegt auf der Hand, dass ein Initialmaterial wie das angeführte z. T. als chemisch rein indifferent betrachtet werden muss. In gewissen Fällen muss aber dazu auch vorausgesetzt werden, dass das Initialmaterial selbst auch bei der Ausfällung tätig sein kann — sei es durch Sorptionsvorgänge oder auch durch wirkliche Reaktionen. Diese Fragen sind aber noch vollständig unbearbeitet. So kann das Pflanzenmaterial z. B. durch den Gehalt an Gerbstoff, die Molluskenschalen wegen ihres Kalkgehalts mit Eisenlösungen reagieren u. s. w. Auch wenn wirkliche Reaktionen somit jedenfalls anfangs vorhanden sein *können*, ist doch die Konkretionsbildung bei dem späteren Zuwachse der Erze vorherrschend.

2. *Der Erztypus in seiner Abhängigkeit von Initialmaterial.*

Wie schon oben angedeutet, hängt die definitive Form des Erzes nicht nur von der Beschaffenheit des Initialmaterials ab. Auch die Lage desselben in der erzbildenden, ockerführenden Gyttja ist hierbei von Bedeutung. Es sind hier 3 verschiedene Fälle möglich.

a) Eine dünne Ockergyttja lagert über dem aus unebenem Moränenmaterial bestehenden Grund. Das eisenführende Grundwasser sickert über denselben hervor. — Die Konkretion erfolgt hier um einzelne Gruskörner, in erster Linie in Gestalt einer ringförmigen Ausscheidung. Effekt: Hauptsächlich Erze des Pfennigtypus.

b) Eine dickere Ockergyttja mit zerstreuten Initialen. Das eisenführende Grundwasser sickert über dieselbe hervor. — Effekt: In der Oberflächenschicht Pfennigerze, tiefer hingegen Kugelerze usw.

c) Wie b), aber das eisenführende Grundwasser steigt von unten empor. Effekt: Wie in b), aber die Eisenausscheidung ist in entgegengesetzter Weise orientiert.

Die verschiedenen Initialen.

Nach dieser allgemeinen Einführung behandeln wir etwas näher die verschiedenen Initialen und ihre Bedeutung für die Entstehung der Erzfelder. Wir unterscheiden dabei:

3. *Die allolimnische Förna als Initialmaterial.*

Es ist dies ein Spezialfall, der in grösserer Ausdehnung bis jetzt nur in einem kleinen Waldsee beobachtet worden ist. Das Problem der Formbildung liegt aber hier in einer so auffallenden Einfachheit vor, dass dieser Fall gewissermassen als „klassisch" bezeichnet werden kann. Ich stelle ihn deshalb hier an den Anfang der folgenden Übersicht.

In dem betreffenden Waldsee wurde ein schönes Pfennigerz aufgefunden. Dazu aber die verschiedensten anderen Erzformen des Rohr- und Rinnentypus usw. Im Elitoral schienen sie so ziemlich fertig, traten aber in Richtung gegen das Ufer in allen Formen des *status nascendi* auf. Es zeigte sich hierbei, dass alle diese Erzformen ganz einfach aus einer Vererzung, vor allem der bekanntlich periodisch abfallenden Borkenstücke der Föhre, erklärt werden könnten. Vergl. Fig. 24, wo man eben die verschiedenen Formen des Erzes *in statu nascendi* findet.

Wie schon hervorgehoben, ist dieser Typus in seiner Reinheit als sehr selten zu betrachten. Dass er aber sonst — als Einsprengung — ziemlich häufig anzutreffen ist, liegt wohl auf der Hand.

4. *Sand und Grus als Initial.*

Es ist dies ein Material, das sich in unseren Seen der kalkarmen Moränengebiete fast vor allen anderen an der Entstehung der verschiedenen Erzformen beteiligt.

Vor allem spielen hierbei die Sandkörner eine grosse Rolle. Der gesamte Konkretionsprozess lässt sich hier mikroskopisch sehr gut verfolgen. Fig. 25 gibt ein allgemeines Schema davon. Wie daraus ersichtlich, beginnt die Absetzung des feinkörnigen Präzipitats in kleineren Rissen und in anderen kapillaren Hohlräumen. Die Ausscheidung zeigt gewöhnlich die Gestalt einfacher Rostflecken. Andere Strukturen — vergl. Fig. 26 — sind selten. Eisenbakterien sind nicht morphologisch nachweisbar, wenn auch *in Ausnahmefällen* die Ausscheidung des Eisens in seiner Struktur etwa an eine *Siderocapsa* erinnern kann. — Eine gute Übersicht über den Vorgang der Vererzung ermöglichen vor allem Schlammproben, welche direkt auf Gaslichtpapier mikrophotographisch aufgenommen werden. Vergl. Fig. 27—28. (Quarz wegen der Technik der Aufnahme schwarz, bei zunehmender Eisenausfällung weiss erscheinend.)

Die Vererzung der Sandkörner ergibt primär ein Erz des Schiesspulvertypus, der aber selbstverständlich mit der Zeit weiter auswachsen kann. — Im Gegensatz hierzu produzieren die Gruskörner schon primär die ververschiedensten Erztypen, und zwar vor allem derartige von einer kantigen Form. — Das Pfennigerz entsteht vor allem in der oberflächlichsten Schicht der ockerführenden Gyttja. Über typische Bilder desselben *in statu nascendi* s. Fig. 29.

Selbstverständlich kann die Konkretion auch an noch gröberem Material eintreten. Vergl. Fig. 30—31, wo ein Profil mit Erzbildung an gröberem Steinmaterial dargestellt ist. Bisweilen entsteht hierdurch mit der Zeit eine Art der Erzkuchen.

5. *Koprogene Bildungen als Initialmaterial.*

Die ganz dominierende Rolle, welche koprogenes Material In Form von Kotballen usw. für die Physiognomie der limnischen Ablagerungen spielt, wurde zuerst von E. NAUMANN 1917 (a) näher nachgewiesen. In prinzipiellen Fragen wird deshalb hier auf diese Arbeit hingewiesen.

Das koprogene Material tritt vor allem als Kotballen bezw. als Aggregate — bisweilen in Form von Larvenröhren usw. — davon auf. Vergl. Fig. 32—35. Von diesen Figuren gibt Fig. 32 eine schematische Darstel-

lung von dem koprogenen Material in ungefähr natürlicher Grösse. Links die Kotballen selbst, rechts grössere Aggregate davon. Die Fig. 33—35 stellen Mikrophotographien (×20) von Schlämmungsresten dar.

Die Eisenanreicherung kann hier eine sehr ausgiebige werden, wodurch primär vor allem ein Erz des Schiesspulvertypus entsteht. Wird ein derartiges Erz mit HCl behandelt, treten deshalb die Kotballen wieder hervor. Vergl. Fig. 36—37, wo eine Erzprobe in ursprünglicher Beschaffenheit bezw. nach Behandlung mit HCl dargestellt ist.

Die Eisenanreicherung kann hier ganz diffus sein, oder sie konzentriert sich auch an gewisse Zentra. Wahrscheinlich spielen sich hierbei auch komplizierte Diffusionsprozesse von dem Typus, dessen geologische Bedeutung LEISEGANG eingehend behandelt hat, ab. Die kompliziertesten Erzformen bezw. Strukturen können selbstverständlich in dieser Weise entstehen. Vergl. Fig. 38—41.

6. *Initialmaterial, produziert durch den mechanischen Effekt der Pflanzenwurzeln auf den Boden.*

Die Elemente der Klumpen- bezw. der Röhrenstruktur sind bisweilen als sehr ausgiebige Eisenspeicher zu betrachten. Vergl. Fig. 42—43. Es können in dieser Weise die verschiedensten Erzformen entstehen, die aber mehrenteils durch „Wurzelnarben" ihr Initialmaterial ohne weiteres anzeigen. Vergl. das in den Fig. 44—45 dargestellte Erzmaterial des Geld- und Bohnen- bezw. des Röhrentypus.

7. *Die autochthone Förna als Initial.*

Sie nimmt in Richtung gegen das Profundal an Bedeutung ab und spielt deshalb auch für die Erzbildung des Elitorales keine grössere Rolle. Sonst reichert sich das Eisen sehr ausgiebig in allerlei Gewebefragmenten an. Vergl. Fig. 46.

Ein Spezialfall von grossem Interesse ist die Vererzung der *Isoëtes*-Sporen. Da *Isoëtes* bisweilen auf den Erzfeldern ganz dominiert, kann auch dieses Initial unter Umständen eine gewisse Rolle spielen. Vergl. Fig. 47.

8. *Mikroskelette als Initial.*

Fast jedes Mikroskelett kann als Initial der Konkretionsbildung dienen. Bisweilen kann dieser Prozess auch ein Mitwirken des Lebens vortäuschen. Vergl. Fig. 48. Es ist aber von einer grossen prinzipiellen Bedeutung, dass sie auch in und auf ganz leeren Schalen glatt fortschreitet. Man findet sie auch z. B. an Spongiennadeln, an welchen sich mit besonderer Deutlichkeit nachweisen lässt, wie sich das feinkörnige Präzipitat mit Elementarteilen von höchstens ca. 1 μ Grösse fast nach dem Typus einer tigmotaktischen Reaktion ansammelt. Das ganz physikalisch-chemische Prinzip dieser Konkretionsbildung dürfte nicht schärfer demonstriert werden können. — Vergl. Fig. 49. — Es liegt wohl auf der Hand, dass diesen Verhältnissen auch für die richtige Deutung vieler Eisenskelette siderophiler Organismen eine prinzipielle Bedeutung zuzuerkennen ist.

9. *Die Kalkschalen der Mollusken als Initial.*

Es ist dies ein Spezialfall, der nur ganz lokal in kalkreicheren Gegenden, wo zugleich reichlich eisenführendes Moränenmaterial vorhanden ist,

eine Rolle spielt. Für das Verständnis der gewaltigen Erzbildungen in den kalkarmen Seen der süd- und mittelschwedischen Urgebirge hat dieser hier niemals vorliegende Spezialfall keine Bedeutung. Er ist bis jetzt auch nur für ganz unbedeutende Erzablagerungen im Furesø, Dänemark (durch WESENBERG-LUND), im Madüsee (durch WELTNER) und in der Spree (durch KOLKWITZ, NAUMANN) beschrieben worden.

Auch ein Initialmaterial dieser Beschaffenheit kann je nach dem Zustand der Initialen sehr verschiedene Erztypen geben. Bruchstücke von Schnecken und Muscheln geben ein Kantenerz; ganze Schalen von Valvata ein Bohnenerz usw. Vergl. Fig. 51—53, welche alle Silhouettenbilder in natürlicher Grösse darstellen.

10. *Prinzip der totalen Bodenvererzung.*

Tritt das eisenführende Grundwasser auf eine mehr oder minder dicke Gyttja mit separat lagernden Initialen aus, so wird der Effekt eben die oben besprochene typische Erzbildung. Ist aber eine über dem Grund lagernde Gyttja nicht oder nur in sehr geringer Ausdehnung vorhanden, so kann der Grund selbst an seiner Oberfläche total vererzen. Dieser Fall ist sowohl auf Sand- als auf Kies- und Tonböden konstatiert worden. Es ergibt sich hieraus ein technisch sehr schlechtes Erz vom Kuchentypus. Vergl. Fig. 54.

* *
*

Die hier gegebene Übersicht dürfte gezeigt haben, welch ein reichhaltiges Initialmaterial sich am Entstehen der Erzbildungen beteiligen kann. Auch kann ein und dasselbe Initialmaterial die verschiedensten Erztypen liefern.

Sehen wir von den Spezialfällen ab, so kommen aber in erster Linie als Initiale Sand, Grus und koprogenes Material in Frage. Dieses Initialmaterial ist aber nicht in jedem Erzsee in derselben Weise vorhanden. Ist nämlich am Ufer unsortiertes Moränenmaterial vorhanden, so ergibt sich auch eine grossartige Beteiligung desselben überhaupt an der Erzbildung. Sind aber die Ufer rein sandig, so kommt selbstverständlich vor allem dieses Initial in der Frage. Sind sie endlich tonig oder befinden sich die Erzfelder wegen des Bodenprofils ziemlich weit vom Ufer entfernt, so dominiert wiederum das koprogene Material. Es ergibt sich hieraus, dass wir jedenfalls mit zwei verschiedenen Typen der Erzfelder zu rechnen haben: einerseits dem, wo das Kantenerz wegen des unsortierten Moränenmaterials primär dominiert, anderseits dem, wo abgerundete Formen vorherrschen. Vergl. Fig. 55 gegen Fig. 56, Fig. 57 gegen Fig. 58. In technischer Hinsicht ist selbstverständlich der letztgenannte Typus vorzuziehen.

VIII. Die Manganerze und das Problem der Formbildung.

Wahrscheinlich *können* die Manganerze primär in derselber Weise wie die Eisenerze entstehen. Nachgewiesen ist dies jedenfalls für die Russkugel. Vergl. Fig. 59. *Im allgemeinen* ist jedoch die Entstehung der Manganerze erst mit den sekundären Veränderungen der Eisenerze verknüpft.

IX. Sekundäre Veränderungen der Erzfelder.

Der einfachste Typus der sekundären Veränderungen ist der „Übergang" der Eisenerze in Manganerze. Die Ausscheidung des Mangans operiert nämlich mit Eisenerz als Initial. Es entstehen auf diese Weise als endgültiger Effekt typische Russkugeln. Vergl. Fig. 60, 61—62 (Chemische Analyse S. 48, Nr. 3). Das Eisenfeld wird auf diese Weise in ein Manganfeld übergeführt. — Chemisch ist dies durch das Prinzip der separaten Ausfällung des Eisens bezw. des Mangans, deren geologische Bedeutung erst VOGT näher klargelegt hat, zu erklären.

Weit mehr komplizierte Veränderungen bedingt aber die Konglomeratbildung, wobei das Eisenerz durch Manganocker zusammengekittet wird. In dieser Weise entstehen sehr komplizierte Schichtungen auf den Erzfeldern. Es entstehen hierdurch rein sekundär beträchtliche Ablagerungen von Erzen des Kuchentypus. Vergl. Fig. 63. Chemische Analysen S. 48, Nr. 2, 5, 7, 9. — Eine Ausbildung von Russkugeln *kann* hier vorhergehen, braucht es aber nicht. Vergl. Fig. 64.

Diese Ausbildung des Kuchenerzes stellt gewissermassen das Altersstadium der Erzbildung dar. Wahrscheinlich — man vergl. die in Fig. 65 dargestellten Auflösungsstrukturen des Kuchenerzes — kann aber der Manganocker wiederum aufgelöst werden und somit eine Regeneration des degenerierten Erzfeldes erfolgen.

X. Über die mikroskopische Struktur des Erzes.

Die Erze zeigen im allgemeinen eine konzentrische Struktur — sei es, dass diese durch Wachstumsverhältnisse oder durch Diffusionsprozesse in dem ursprünglichen Initialmaterial bedingt wird.

Was das Initialmaterial betrifft, so ist es im allgemeinen nicht in ursprünglichem Zustande nachzuweisen. Zwar bleiben selbstverständlich Quarzkörner, Kieselskelette usw. erhalten. Die petrographische Struktur der Gruskörner kollabiert aber unter Einfluss eindringender Eisenlösungen völlig, und es bleiben nur gewisse resistente Mineralien erhalten. Vergl. Fig. 66, wo das Verdrängen des bindenden Materials in einem Quarzit veranschaulicht wird. (Mikrophotographie $\times 50$, Quarz wegen der Aufnahmetechnik schwarz, Eisen weiss.) — Es ergibt sich hieraus auch die Unmöglichkeit, die Entwicklung der Erztypen aus Schleifpräparaten zu rekonstruieren. Nur ein komparatives Studium des Materials *in statu nascendi* — wie es hier durchgeführt worden ist — hat hier zum Ziel führen können.

Was die feinere Struktur betrifft, so sind selbstverständlich die verschiedensten „Mikrofossilien" in den Erzkörnern — wenn auch nur sehr vereinzelt — nachzuweisen. Es ist von einer prinzipiellen Bedeutung, dass die morphologisch nachweisbaren von den siderophilen Organismen sich hierbei fast gar nicht beteiligen. Die Hauptmasse des Erzes wird von Fe_2O_3 bezw. Mn_2O_3 gebildet, das aber mikroskopisch in einer Form hervortritt, die Bakterien leicht vortäuscht. Vergl. Fig. 67. Diese etwa 1 μ grossen „Kokkoiden" — welche ja z. B. an eine sehr kleine *Siderocapsa* lebhaft erinnern — können aber tatsächlich auch in rein chemischer Weise dargestellt werden. Der Hauptsache nach sind sie gewiss auch hier nichts anders als Ausflockungsprodukte. Ihre Struktur dürfte in diesem Falle

jedenfalls z. T. chemisch in der Weise zu erklären sein, dass der farblose Kern der Hauptsache nach aus ausgeflockten Humuskolloiden — von Fe_2O_3 umgeben — besteht. Wahrscheinlich sind sie jedoch z. T. hier auch als wirkliche Bakterien zu betrachten.

Dem Nachweis, dass bakterioide Strukturen in dieser Weise entstehen können, muss selbstverständlich auch rein prinzipiell eine grosse Bedeutung zuerkannt werden. U. a. leuchtet die Notwendigkeit, den morphologischen Nachweis von Bakterien in älteren bezw. neueren Ablagerungen mit allergrösster Vorsicht zu handhaben, hierdurch sehr scharf ein.

XI. Über die quantitativen Verhältnisse des Seeerzes.

Nähere Mitteilungen über die Quantität des Seenerzes liegen für die Seen Bolmen, Unnen und Vidöstern in Småland vor. Nach diesen Untersuchungen — welche unter Anwendung von LARSSON's quantitativem Erzprüfer durchgeführt worden sind — beträgt die Erzmenge

im See Bolmen	409.321 t	gutes Eisenerz
» » »	349.323 t	sandiges Eisenerz
im See Unnen	205.962 t	gutes Erz
» » Vidöstern	383.916 t	» »

Beispiel einer Erzkarte s. Taf. 3. Die Produktion an Erz (schwed. „Malm") ist durch ein Zeichensystem (s. die Karte) pro qm Boden fläche angegeben. Eisenerz durch ganze, Manganerz durch gestrichelte Linien markiert.

Wie hieraus ersichtlich, handelt es sich hier um ganz beträchtliche Quantitäten und zwar vor allem, wenn man das elitoral begrenzte Vorkommen des Erzes bedenkt.

XII. Über das Alter des Seeerzes.

Es sind bis jetzt nur sehr wenige Untersuchungen, die in dieser Frage vorliegen. SUNDELIN schätzt aber das Alter der småländischen Erze auf ca. 2500 Jahre und korreliert die erste Entstehung derselben mit dem zu dieser Zeit wegen klimatischer Verhältnisse gewaltig zunehmenden Hochmoorareal in der genannten Provinz.

Die Seeerze wachsen aber fortgesetzt. Wie schon näher gezeigt, wird das Altersstadium des Erzes gewissermassen ein mit Kuchenerz fast kontinuierlich belegtes Elitoral. Vielleicht kann aber auf diese Degeneration eine Regeneration folgen.

Wird das Erzfeld technisch ausgenützt, so wird selbstverständlich diese Degeneration verhindert, und neues, „gutes" Eisen wächst wiederum an. Die alten Erzfischer Schwedens glaubten auch, sie könnten ein Erzfeld so etwa jedes 30. oder 50. Jahr von neuem abfischen. Dies heisst aber gewiss die Sache übertreiben. Jede sichere Empirie fehlt aber noch betreffs dieser bedeutungsvollen Frage. Es ist auch selbstverständlich, dass eine ganz generelle Auseinandersetzung hierüber wegen der sehr wechselnden Grundwasserverhältnisse nicht gegeben werden kann. Nur monographische Studien können hier eine von Fall zu Fall verhältnismässig richtige Antwort geben. Bis ein derartiges Material vorliegt, ist deshalb auch jede nähere Diskussion über die Regeneration der Erzfelder wissenschaftlich unmöglich.

XIII. Über abgelassene und regulierte Erzseen.

Aus der Stellung der Seeerze innerhalb der limnischen Zonation folgt ohne weiteres ihre Abhängigkeit von jeder Wasserregulierung. Wird die Wasserfläche abgelassen, so wird das Erzfeld überwachsen und verschlammt. Wird sie gehoben, so verschlammt das Erzfeld gleichfalls. In beiden Fällen wird die technische Verwertung der Erze erschwert. Verschlammte Erzfelder dürften dazu leicht in Auflösung geraten.

Einige charakteristische Bilder von einem ziemlich stark abgelassenen Erzsee in der Provinz Småland sind in den Fig. 68—69 mitgeteilt. Wie daraus ersichtlich, stellen die vollständig trockengelegten Erzfelder einen sehr unfruchtbaren Boden dar.

XIV. Über die Homologien des Seeerzes.

Diese Frage ist schon mehrmals — und zwar vor allem von Beyschlag, Krusch und Vogt — näher behandelt worden. Es kann deshalb hier kurz auf die einschlägige Literatur verwiesen werden. Für das Verständnis des Konkretionsprozesses im allgemeinen bezw. betreffs der Stratigraphie der Erzfelder dürften aber die von uns durchgeführten Untersuchungen in vielen Hinsichten Neues ergeben haben. Vor allem dürfte hierbei auf die eigenartigen Anreicherungsprozesse, die sich in dem oft massenhaft vorhandenen koprogenen Material abspielen, hinzuweisen sein.

XV. Über das Vorkommen der Seeerze in Süd- und Mittelschweden.

Auf Grund von Archivakten über die alte Seeerzindustrie Schwedens ist als Tafel 4 eine Karte über das Vorkommen der Seeerze in Schweden beigegeben. Sie dürfte für Süd- und Mittelschweden einen ziemlich guten Überblick über die Verbreitung der Seenerze in ihrer Relation zu den geologischen Verhältnissen im allgemeinen geben. Da die Limnologie Nordschwedens nur sehr wenig bekannt ist, konnte eine derartige Kartierung hier nicht gegeben werden.

Es ist in der hier mitgeteilten Karte über Süd- und Mittelschweden folgendes aufgenommen:

1. Das Gebiet unterhalb der marinen Grenze ist in Blau gehalten.
2. Die Gebiete der Kalkgebirge sind ganz schräg gestrichelt.
3. Die Gebiete der kalkreichen Böden sind gebrochen schräg gestrichelt.
4. Die Fundstätten für Seeerz sind durch Punkte markiert.
5. Die Fundstätten für Sumpferz sind durch Kreuze markiert.

Es ergibt sich hieraus mit Rücksicht auf die regionale Verteilung der Erze in Süd- und Mittelschweden folgendes:

1. Die Erze gehören in erster Linie den Urgebirgsgegenden oberhalb der marinen Grenze an.
2. Ihre Verbreitung korreliert somit positiv mit
   a) der Hauptentwicklung der Silikatgesteine,
   b) der Hauptentwicklung der Kiesablagerungen,
   c) der Hauptentwicklung der elektrolytenarmen Humusgewässer.
3. Unterhalb der marinen Grenze sind die Erze selten.
4. In den Kalkgebirgen treten die Erze überhaupt nicht auf.
5. Ihre Verbreitung korreliert somit negativ mit

a) der Hauptentwicklung der Kalkgesteine,
b) der Hauptentwicklung der Tonablagerungen,
c) der Hauptentwicklung der elektrolytenreichen Klargewässer.

III. Entstehen und Vorkommen der Sumpf- und Wiesenerze.

I. Untersuchungsgebiet.

Es wurde hierzu dasselbe Untersuchungsgebiet wie für die Seeerze gebraucht. — Was die Untersuchungstechnik betrifft, so ist sie hierbei beträchtlich einfacher und kann an Ort und Stelle auf Ausgraben repräsentativer Profile beschränkt werden.

II. Terminologie der Sumpferze. Ihr Bildungsprinzip.

Die Sumpferze können folgendermassen eingeteilt werden:

I. *Auf der Bodenoberfläche ausgefällte Erze*, die somit von einem als Quelle hervortretenden Grundwasser abhängig sind.

Treten nur als lose Ockerbildungen auf.

II. *Im Boden ausgefällte Erze*, die somit von einem Grundwasser abhängig sind, das während seiner Bewegungen die oxydierenden Horizonte der oberen Bodenschichten erreicht.

Sie sind folgendermassen zu gruppieren:

1. Körniges Erz.
a) Von Kantentypus, s. Fig. 71.
b) Von Oolithtypus.
2. Kuchenerz:
a) Struktur schlackenförmig, s. Fig. 72—73.
b) Struktur oolithenförmig, s. Fig. 79.

III. Bildungsprinzip der Sumpferze.

I. Auf der Bodenoberfläche ausgefälltes Erz.

Kann genetisch folgendermassen eingeteilt werden:

1. Ockerbildungen, die wesentlich in rein physikalisch-chemischer Weise ausgefällt sind. Sie sind im allgemeinen sehr resistent und stellen deshalb im allgemeinen permanente Bildungen dar.

2. Ockerbildungen, die vor allem unter Mitwirkung des organischen Lebens ausgefällt sind. Sie sind im allgemeinen wenig resistent und stellen deshalb im allgemeinen nur ganz vorübergehende Bildungen dar. Bei deren Ausfällung sind die folgenden Faktoren zu unterscheiden:

1. Einfluss der höheren Pflanzenwelt auf das Milieu. — Eine ganze Reihe hierhergehöriger Sumpfpflanzen (wie z. B. *Callitriche*-Arten, *Ranunculus flammula*, *Glyceria*-Arten u. a.) weisen auf den Blättern wirkliche Eiseninkrustationen auf.

2. Die mikroskopische Pflanzenwelt als ein spezifisch eisenfällender Faktor. — Hier — und zwar vor allem durch Bakterien vertreten — von einer oft ganz dominierenden Bedeutung. Vergl. E. NAUMANN 1922 (a).

II. Im Boden ausgefällte Erze.

Die Ausfällung des Eisens bezw. des Mangans ist hier vor allem als ein rein physikalisch-chemischer Prozess zu betrachten.

IV. Problem der Formbildung.

Das Problem existiert selbstverständlich nur für die *im* Boden ausgefällten Erze. Die *auf* dem Boden gefällten verbleiben nämlich stets in dem Ockerstadium und gehen somit — wahrscheinlich wegen der kompakten Lagerung des Ockers — nicht in andere Formen über.

Das Initialmaterial wird für die tiefgefällten Sumpferze der Hauptsache nach durch den Effekt der Pflanzenwurzeln auf die Struktur des Bodens geliefert. Ein derartiges, von feinsten Wurzeln durchzogenes Bodenmaterial ist in Fig. 77—78 in natürlicher Grösse abgebildet. Es entsteht somit auf oberflächlicheren Horizonten mehrenteils ein Kantenerz, auf tieferen hingegen ein Kuchenerz schlackenförmiger Struktur. Vergl. Fig. 75. Der oberflächliche Horizont kann selbstverständlich intermittent, der tiefere aber kontinuierlich mit dem eisenführenden Grundwasser getränkt sein. Vergl. Fig. 76. — Oolithbildungen sind nur sehr selten anzutreffen. Es ist aber von einer grossen prinzipiellen Bedeutung, dass sie — nach Beobachtungen an Material *in statu nascendi* — tatsächlich in dieser Weise wirklich entstehen können. Die Mikrostruktur eines Kuchenerzes des Oolithtypus (vergl. Fig. 79) ist in Fig. 80 schematisch dargestellt.

V. Über das Vorkommen der Sumpferze.

Die Sumpferze treten in dem oben beschriebenen Landschaftstypus überall dort auf, wo ein eisenführendes Grundwasser entweder als Quelle hervortritt oder auch nur in Kontakt mit den oberen Bodenhorizonten tritt. Vergl. Fig. 81—92, wo typische Erzlokalitäten abgebildet sind. Sie sind somit in den verschiedensten pflanzenbiologisch begrenzten Assoziationen anzutreffen, weshalb auch die Bezeichnung *Sumpferz* nicht als ganz korrekt bezeichnet werden kann. Die Beschaffenheit der Pflanzenformation scheint hierbei keinen Einfluss zu üben. Sie kann aber durch die Erzbildung beträchtlich geschädigt werden — sei es, dass es sich um eine oberflächliche Ockerbildung handelt, die alles ertränkt, oder dass es sich um eine tiefgefällte Kuchenbildung handelt, die nach dem Prinzip des Ortsteins die Vegetation schädigt.

VI. Chemie der Sumpferze.

Wie die Seeerze treten auch die Sumpferze als Eisen- oder Manganerze auf. Näheres hierüber bei VOGT 1906.

Ob die Sumpferze in ähnlicher Weise wie die Seeerze sekundäre Veränderungen darbieten oder nicht, ist noch ganz unbekannt. Wahrscheinlich scheint es aber nicht. Eben das Ausfällungsprinzip des Sumpferzes bedeutet ja nämlich eine endgültige Absperrung gegen das sich im Boden bewegende Wasser. Es scheint durchaus wahrscheinlich, dass die Sumpferze tatsächlich eine weit höhere Stabilität als die Seeerze darbieten müssen. Erst weitere Untersuchungen können aber diese Frage in erforderlicher Weise klarstellen.

VII. **Über die quantitativen Verhältnisse des Sumpferzes.**

Die Sumpferze sind nur ausgesprochen fleckenweise vorhanden, und jede Erzdrüse ist oft genug nur von einigen Tonnen Inhalt, oft weniger. Sehr oft sind die Bildungen gänzlich abgeschlossen. Wenn sie aber *in statu nascendi* vorliegen, zeigt sich dies ohne weiteres durch das ockergefärbte Wasser, das in den aufgegrabenen Profilen hervorquillt.

VIII. **Über die Homologien des Sumpferzes.**

Betreffs der Homologien des Sumpferzes sei vor allem auf die ausführliche Darstellung hiervon in dem Handbuch von Beyschlag, Krusch und Vogt hingewiesen.

IX. **Über das Vorkommen der Sumpferze in Süd- und Mittelschweden.**

Die Verbreitung der Sumpferze korreliert positiv mit der der Seeerze. Vergl. Karte Tafel 4 ebenso wie die oben gegebene Auseinandersetzung über die regionale Verteilung der Seeerze in Süd- und Mittelschweden.

Da indessen die Sumpferze niemals eine grössere technische Rolle gespielt haben, liegt es allerdings auf der Hand, dass die Karte in dieser Hinsicht als sehr mangelhaft zu bezeichnen ist.

IV. Über das Verhältnis zwischen Sumpf- und Seeerz.

Sumpf- und Seeerze sind gewissermassen als zwei Fazies eines und desselben Prozesses — der Enteisenung des eisenführenden Grundwassers — zu betrachten. Sie korrelieren auch deshalb typisch in ihrer Verbreitung. Die hohe Frequenz derselben dürfte auch als ein Charakteristikum unserer durch Hochmoorbildungen charakterisierten kalkarmen Moränengebiete mit ihren ausgedehnten Grus- und Sandablagerungen angeführt werden können.

V. Über die praktische Bedeutung der See- und Sumpferze in Schweden.

Die Hüttenindustrie Schwedens geht in die Zeit um Christi Geburt zurück. Das ursprüngliche Rohmaterial wurde dabei von den Sumpferzen genommen. Später entwickelte sich hieraus die Seeerzverhüttung. Sie blühte seinerzeit vor allem in der Provinz Småland, aus deren arbeitsamer und sich unter allen Verhältnissen zurecht findender Bevölkerung auch der harte Beruf des Erzfischers sich vor allem rekrutierte.

Die Erzfischerei in den Seen Smålands war noch in den 60-er Jahren des vorigen Jahrhunderts in vollem Gang. Nunmehr sind allerdings diese Tage praktisch gesprochen vorbei.

Die Erzfischerei arbeitete am liebsten von dem Eis aus. Vergl. Fig. 99—102.

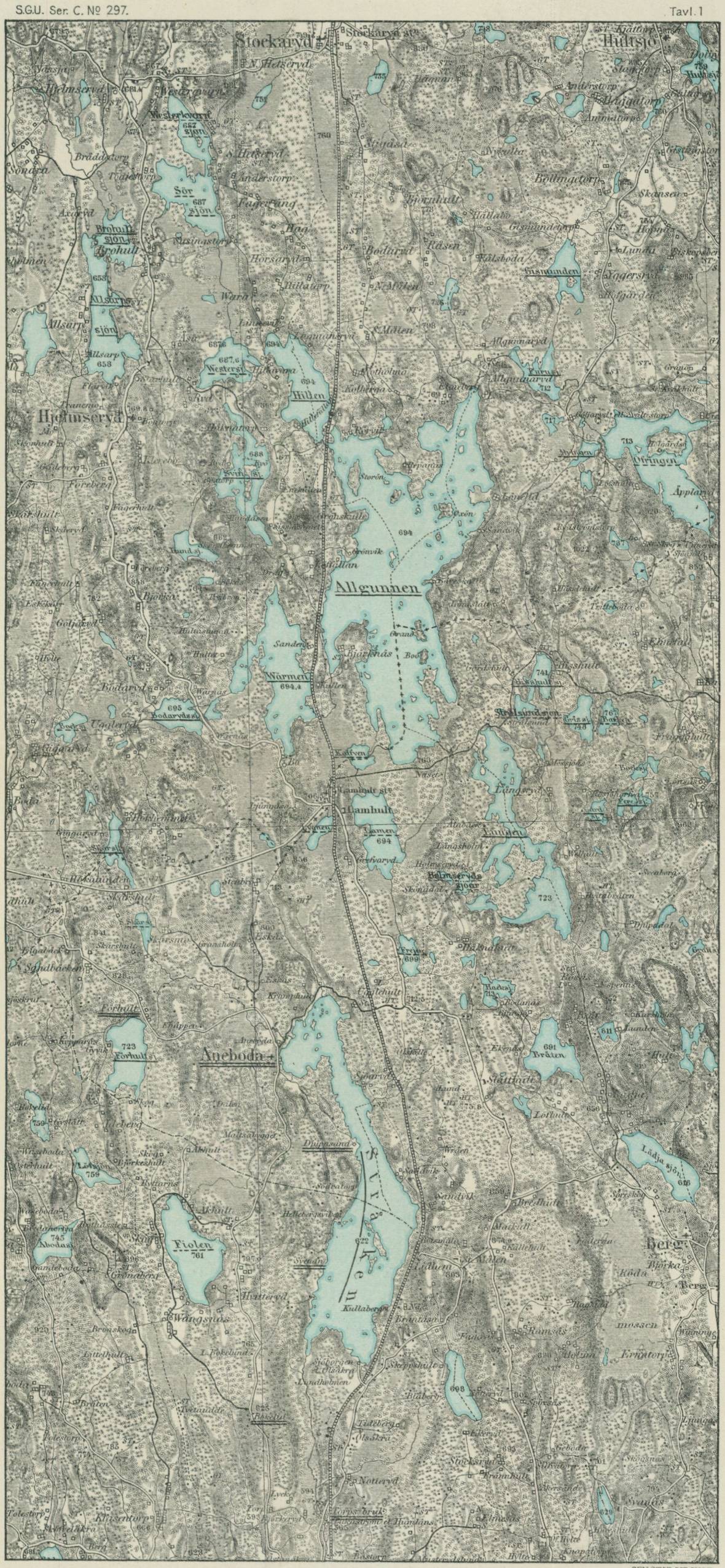
Diese alte Industrie ist aber nunmehr fast völlig verschwunden. Zwar wird sie auch dann und wann praktisiert, vor allem um alte Privilegien zu schützen. Über die Menge der aufgebaggerten Seeerze seit den

60-er Jahren, wo noch die Hantierung einigermassen blühte, gibt die Tabelle S. 171 (welche sich auf die durchschnittliche Tonnenanzahl pro Jahr bezieht) nähere Mitteilungen.

Von den zahlreichen Hütten Schwedens, die sich einmal an der Herstellung des Eisens aus den Seeerzen beteiligten, ist aber z. Z. praktisch gesprochen nur Åminne am Vidöstern in Betrieb. Die Aufbaggerung geht hier nunmehr selbstverständlich maschinell vor sich. Die Fig. 97—98, 103—110 veranschaulichen übrigens näher den jetzigen Betrieb bei Åminne. Das dort produzierte Eisen wird für Giessereizwecke benutzt und hat sich dabei als ein Qualitätseisen vorzüglichster Beschaffenheit bewährt.

Dass brauchbare Vorräte an Eisen auf den Seeböden unserer kalkarmen Urgebirge ruhen, die deshalb eigentlich eine andere Stellung der Seeerzindustrie auch in unseren Tagen motivieren könnten, dürfte aus dem oben Mitgeteilten ohne weiteres hervorgehen. Einmal wird auch gewiss die Zukunft gerade gezwungen werden, sich von neuem diesen historischen Fundstätten zuzuwenden.

Lund, im April 1919.



GEN.STAB.LIT.ANST.

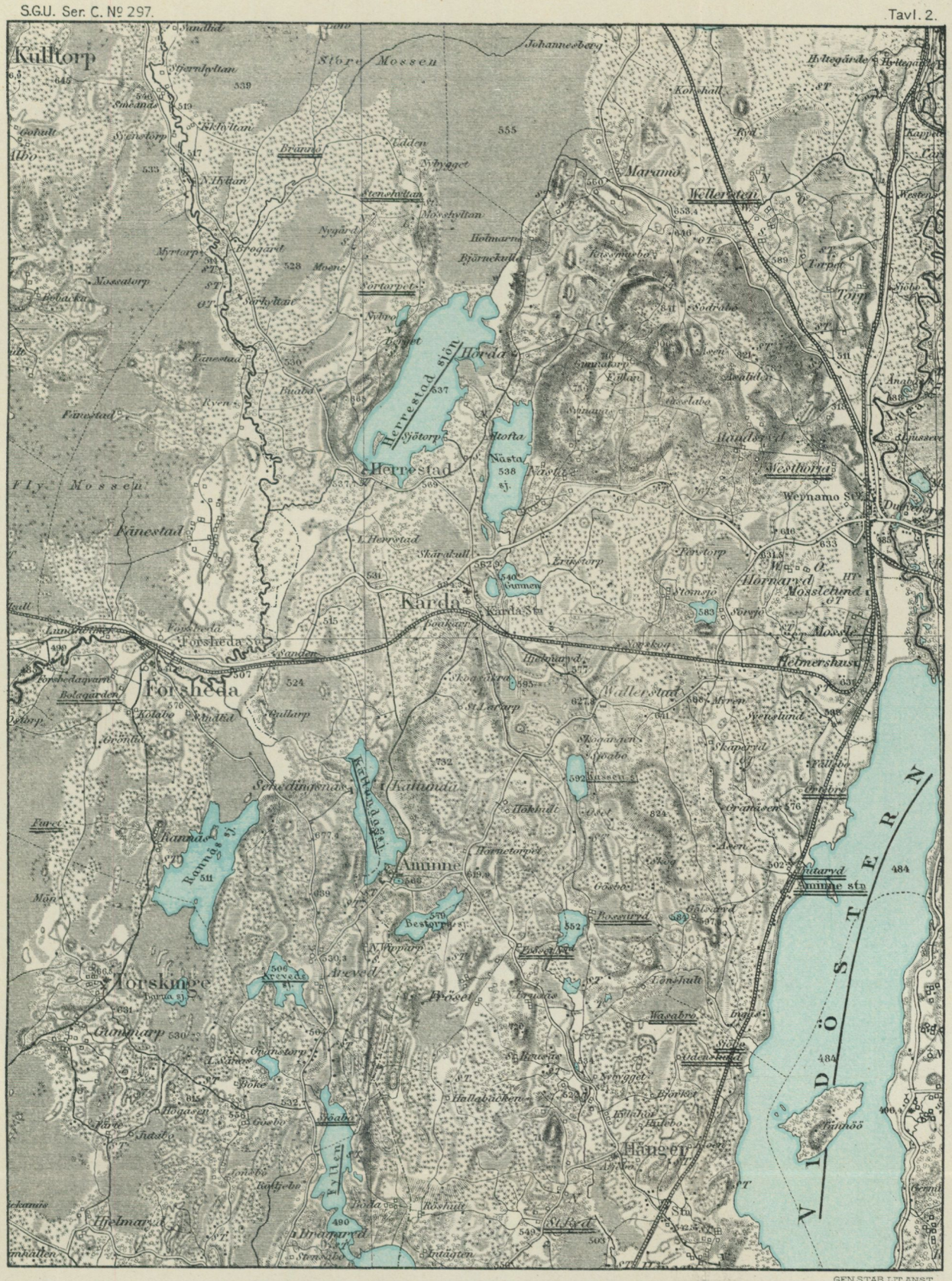
KARTA ÖVER LAMHULTSOMRÅDET.

(Efter top. kartan).

Undersökta sjöar äro markerade med enkel understrykning; heldragen linje anger närvaro, streckad frånvaro av malm. Undersökta myrmalmslokaler äro markerade med dubbel understrykning.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

Skala 1:100000



GEN.STAB.LIT.ANST.

KARTA ÖVER ÅMINNEOMRÅDET.

(Efter top. kartan).

Undersökta sjöar äro markerade med enkel understrykning; heldragen linje anger närvaro av malm.

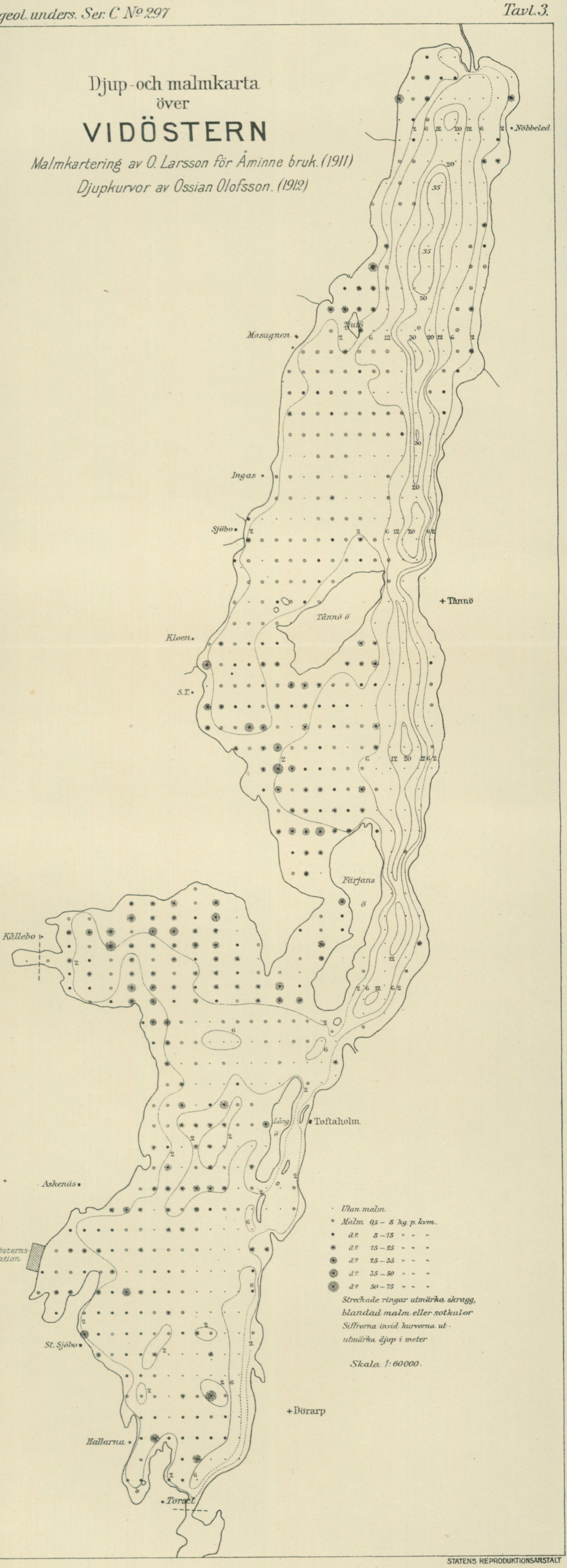
Undersökta myrmalmslokaler äro markerade med dubbel understrykning.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

Skala 1:100000

Djup-och malmkarta över VIDÖSTERN

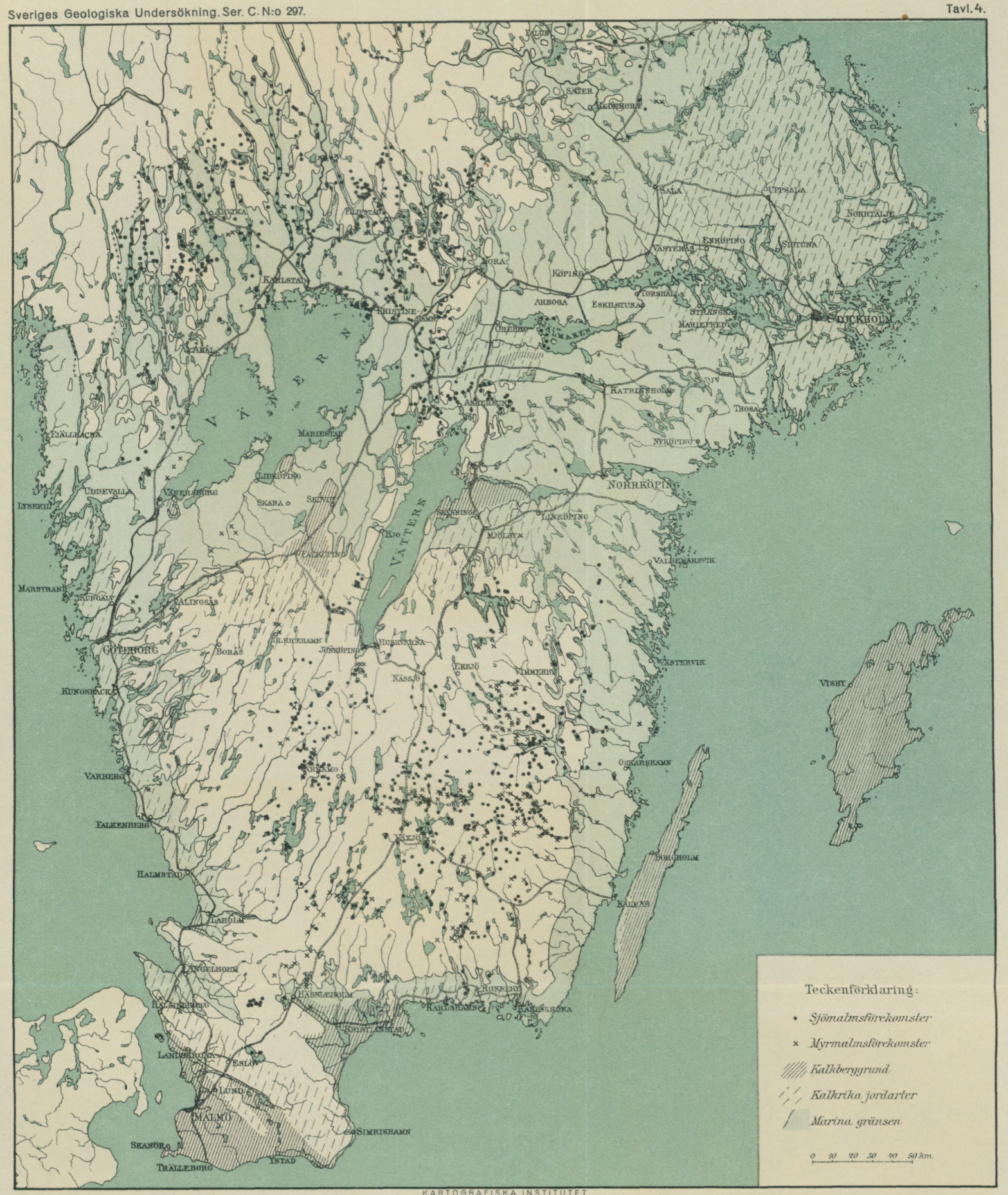
Malmkartering av O. Larsson för Åminne bruk. (1911)
Djupkurvor av Ossian Olofsson. (1912)



STATENS REPRODUKTIONSANSTALT

SJÖ- OCH MYRMALMERNAS UTBREDNING INOM SÖDRA OCH MELLERSTA SVERIGE.

Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. N:o 297.



KARTOGRAFISKA INSTITUTET
Centraltryckeriet. Stockholm

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa Geologiska kartblad i skalan 1:50 000 med beskrivningar.

		Pris kr.
N:o 142	*Sövdeborg* av H. Munthe, H. E. Johansson och K. A. Grönwall .	2,00
» 143	*Värmlandsnäs* av R. Sandegren och H. E. Johansson	2,00
» 145	*Otterbäcken* av R. Sandegren och H. E. Johansson	1,00
» 148	*Mässvik* av R. Sandegren och H. E. Johansson	2,00
» 151	*Väse* av R. Sandegren, A. Högbom och F. Svenonius	2,00
» 152	*Burgsvik* jämte *Hoburgen* och *Ytterholmen* av H. Munthe	2,00

Ser. Ba Översiktskartor.

N:o 10	Karta över Sveriges åkerareal, av C. J. Anrick. 1:1 mill. 1921. Med beskr.	8,00

Ser. C. Avhandlingar och uppsatser.

N:o 140	Högbom, A. G., Geologisk beskrivning över Jämtlands län. Med 2 kartor. *Andra omarbetade upplagan* 1920 4:o	8,00

Årsbok 13 (1919).

» 292	Johansson, S., Undersökning av några svenska formsandsorter. Mit einem Resumee in deutscher Sprache. 1919	0,50
» 293	Sahlström, K. E., Jordskalv i Sverige 1913—1918. 1919	0,50
» 294	Geijer, P., Sveriges fosfattillgångar. Med 2 tavlor. 1919	1,50
» 295	Wiman, C., Om fossilfynd i sparagmitformationen. 1919	0,50
» 296	Geijer, P., Tuolluvaara malmfälts geologi. 1920	1.00
» 297	Naumann, E., Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer. Deras bildningshistoria, utbredning och praktiska betydelse. Med 4 tavlor. Resümee in deutscher Sprache. 1922	2,00
» 298	Hede, J. E., Djupborrningen vid Burgsvik på Gottland 1915. Paleontologisk-stratigrafiska resultat. 1919	0,50

Årsbok 14 (1920).

» 299	Frödin, G., Om de s. k. prekambriska kvartsit-sparagmitformationerna i Sveriges sydliga fjälltrakter. 1920	1,00
» 300	Naumann, E., Några synpunkter angående de limniska avlagringarnas terminologi. 1920.	1,00
» 301	Naumann, E., Om roströr och vissa därmed jämförliga bildningar. 1921. .	1,00
» 302	Munthe, H., Strandgrottor och närstående geologiska fenomen i Sverige. Naturskyddsutredning. 1920.	5,00
» 303	Munthe, H., Sveriges raukar jämte exempel på pseudoraukar. Naturskyddsutredning. 1921	5,00
» 304	Geijer, P., The cerium minerals of Bastnäs at Riddarhyttan. 1921	0,50
» 305	Hede, J. E., Gottlands silurstratigrafi. Med 2 tavlor. 1921	2,00

Årsbok 15 (1921).

» 306	Sundius, N., Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. Med en karta. Resumé in deutscher sprache. 1921	2,00
» 307	Halden, B. E., Skalgrusförekomster i Västerbotten. Med en tavla. 1921	1,00
» 308	Sundius, N., Om de glacifluviala avlagringarna i Grythyttetrakten. Med en tavla. 1922	1,00

Ser. D. Torvmarkskartor med beskrivningar.

N:o 52	Kartbladet Upperud	3,00

OBS.! Samtliga arbeten distribueras genom Bokförläggaren Lars Hökerberg, *Stockholm*, som på begäran tillhandahåller tryckt förteckning öfver desamma med utsatta pris. — Rekvisition kan ske hos nämnda firma samt i hvarje bokhandel.