This article was downloaded by: [Iowa State University]

On: 10 November 2014, At: 17:11

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954

Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK

Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

Publication details, including instructions for authors and
subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/sgff19>

Om de svenska jernmalmslagrens genesis

Hj. Sjögren ^a

^a Meddelanden från Upsala Universitets mineralogisk-
geologiska institution. 3

Published online: 06 Jan 2010.

To cite this article: Hj. Sjögren (1891) Om de svenska jernmalmslagrens genesis, Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 13:4, 373-435, DOI: [10.1080/11035899109453237](https://doi.org/10.1080/11035899109453237)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035899109453237>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

Meddelanden från Upsala Universitets mineralogisk-geologiska
institution. 3.

Om de svenska jernmalmslagrens genesis.

Af

HJ. SJÖGREN.

I ett nyligen utkommet arbete af stort intresse¹⁾ har professor VOGT lemnat en framställning af de betydliga jernmalmslager, hvilka förekomma i norska Nordlanden, förnämligast vid Næverhaugen och Ranen. I sammanhang härmed egnar VOGT en särskild afdelning af sitt arbete åt en framställning och utredning af det kemisk-geologiska förloppet vid jernmalmernas utfällning.

Det är icke utan intresse att iakttaga, huruledes prof. VOGT genom omfattande och grundliga studier af jernmalmernas uppträdande i naturen, såväl vid svenska som vid norska jernmalmsfält, oundvikligt förts till samma resultat beträffande deras sedimentära ursprung, som redan för mer än tre årtionden sedan uppnåtts af svenska geologer och bergsmän. Särskildt torde det för många svenska geologer under dessa tider, då från några håll tvifvel börjat resas angående vissa jernmalmsers neptuniska ursprung, vara angenämt att få räkna VOGT till deras led, som sedan länge förfäktat de skandinaviska jernmalmernas natur af lagerbildningar; så mycket mera då VOGT preciserat sin ställ-

¹⁾ Om Salten og Ranen, med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og svovlkis-, kopperkis-forekomster samt marmorlag. Norges Geologiske Undersøgelse 1891.

ning genom ett inlägg i jernmalmsproblemet af så stor betydelse som hans »Salten och Ranen». ¹⁾

Prof. VOGT uttalar den förhoppningen, att en diskussion måtte komma till stånd rörande de förhållanden, under hvilka de archäiska och kambriska skiktserierna med deras inneslutna jernmalms- och kalklager hafva bildats. Till realiserandet af denna förhoppning — i hvilken jag på det lifligaste instämmer — känner jag mig hafva en särskild anledning att bidraga. Höstterminen 1883 höll jag nämligen (såsom förordnad att upprätthålla professuren i Mineralogi och Geologi vid Upsala Universitet) en offentlig föreläsningsserie »Om Skandinavien jernmalmer». Senare delen af nämnda föreläsningsserie var anslagen åt en framställning af ifrågavarande jernmalms bildning. Jag bemödade mig dervid att visa, huruledes man, genom en systematisk gruppering och sammanställning af allmänt kända fakta och förhållanden rörande jerndepositioners aflagring och omvandling, kan ernå en viss grad af klarhet rörande hufvuddragen af de processer, hvilka samverkat till ifrågavarande bildnings uppkomst.

Den ledande tråden i denna föreläsningsserie var att ådagalägga det samband, som eger rum mellan utfällningen och bildningen af jernmalmer i våra dagar och den likartade uppkomsten af jerndepositioner under föregående geologiska formationer intill de allra äldsta.

För detta ändamål var planläggningen den följande: Efter en beskrifning af ett antal karaktäristiska svenska grufvefält, kompletterad af en skildring af några närbeslägtade utländska malmer (från Nordamerika, Banatet o. s. v.), hvarvid särskildt de olika malmtypernas mineralogiska och kemiska egenskaper karaktäriserades, öfvergicks till problemet om malmernas bild-

¹⁾ För dem som erinra sig huru en af dessa malmsfyndigheter (Næverhaugen) för ett antal år sedan gaf anledning till en längre fortsatt kontrovers mellan en svensk och en norsk geolog (GUMÆLIUS och CORNELIUSSEN), förefaller det egendomligt, att just samma malmförekomster nu skola gifva anledning till det fullständiga brytandet med de i Norge hittills nästan allena rådande åsigtorna om jernmalmernas eruptivitet.

ningshistoria. Detta inleddes med en öfversigt af malmlagren i de olika försteningsförande systemen, för att ådagalägga sambandet mellan de äldsta malmerna och de jernhaltiga depositioner, som i våra dagar bildas. Derefter öfvergicks till en temligen utförlig framställning af alla de förhållanden, under hvilka jernhaltiga aflageringar (limoniter) nu för tiden kunna uppstå (hufvudsakligen efter SENFT och STAPFF), hvarvid samtidigt påpekades i hvad mån de dervid försiggående processerna vore tillämpliga på problemet om de äldsta malmernas bildning. Efter att vidare hafva belyst frågan om malmernas omvandling, afslutades framställningen med en öfversigt af de fynd af kolhaltiga ämnen i jernmalmerna, hvilka utgöra ett viktigt stöd för det här framställda hypotetiska sammanhanget mellan jernmalmsbildningen och de organiska processerna.¹⁾

I det följande ämnar jag gifva en framställning af innehållet i denna föreläsningsserie, för så vidt det rör problemet om malmbildningen. Denna framställning kommer att i flera punkter gifva anledning till jemförelse med de nyligen af VOGT framlagda åsigtarna. Det har icke varit utan intresse för mig att finna, att ehuru våra utgångspunkter äro väsentligt olika — VOGT talar t. ex. så vidt jag funnit icke på något ställe om de organiska processer, hvilka enligt det här framlagda åskådningssättet spelar en så stor rol vid malmbildningen — så hafva vi i flera punkter kommit till resultat, som äro nästan öfverensstämmande. Detta bör enligt min åsigt tala för riktigheten af våra tydningar af dessa frågor. Emellertid är hela behandlingen af problemet så väsentligt olika — hvilket naturligtvis måste bli förhållandet i ett sådant fall som detta, då så stort

¹⁾ Föreläsningsserien omfattade 21 föreläsningar. Deraf egnades 8 åt beskrifningen af karaktäristiska svenska grufvefält och de olika malmtyperna, 2 åt utländska malmer af likartad eller närbesläktad beskaffenhet, 3 föreläsningar åt jernmalmerna i de försteningsförande sedimentära systemen från de äldsta till de yngsta, 5 föreläsningar åt processerna vid limoniternas bildning i våra dagar jemte tillämpningar deraf, 2 åt jernmalmernas omvandling och slutligen 1 åt de organiska lemnningarne i jernmalmerna samt återblick.

utrymme finnes för hypotetiska antaganden — att äfven betydliga differenser finnas i många punkter.

Medan jag vid hela mitt försök till jernmalmsproblemets lösning oafåtligt haft för ögonen de vid limonitbildningen pågående processerna, har VOGT egnat dessa endast obetydlig uppmärksamhet,¹⁾ hvilket förorsakat en del af de olika uppfattningar hvartill vi kommit. Deremot har VOGT i andra fall, hvilka af limonitbildningen mindre belysas, t. ex. om manganmalmernas utfällning, kommit längre än jag.

Då jag nu går att framställa följande försök till en behandling af jernmalmsproblemet, är jag väl medveten om de många hypotetiska punkterna deri och jag skulle helst önskat, att ännu en tid uppskjuta dess publicerande, om det hade varit antagligt, att jag skulle få tillfälle, att derigenom fylla dess luckor och söka vinna klarhet öfver några af de minst utredda punkterna.

I den framställning som här gifves, finner man föga, om hvilket icke en hvar af ämnet intresserad fackman, som är bekant med de förhållanden, under hvilka våra jernmalmer uppträda, och förtrogen med den geologiska literaturen, på egen hand kan bilda sig en föreställning.

Från en teori för jernmalmslagrens bildning äro vi ännu långt aflägsna. Dertill äro de grunder, på hvilka man för närvarande måste bygga, allt för hypotetiska och osäkra, liksom också sammanhanget mellan de olika delarne hos den förklarande hypotesen, allt för löst. I sjelfva verket vet man ju ännu intet med någon säkerhet om bildningen af de kristalliniska skiffrar, af hvilka jernmalmslagren utgöra en del; huru skall man då kunna hafva någon fast utgångspunkt vid förklaringen af dessa senares bildning?

Då jag det oaktadt inlåtit mig på den under sådana förhållanden temligen otacksamma uppgiften, att söka gifva en

¹⁾ Först i den tyska resumeen af sitt arbete tager hon limonitbildningarne i anspråk för förklaringen af bergmalmerna och äfven här endast i förbigående.

framställning af jernmalmsproblemet, så har det skett i afsigt att visa, att under vissa hypotetiska förutsättningar jernmalmen i urformationen kunna till en viss grad förklaras på samma sätt som bildningen af jernmalmer i våra dagar.

För att behandlingen af problemet om jernmalmernas bildning skall kunna upptagas, fordras först att deras natur af lager skall vara ställd utom allt tvifvel. Detta har skett genom arbeten af talrika svenska forskare, hvilkas namn äro allt för väl kända, för att här behöfva upprepas. Vidare måste dessa malmer efter deras mineralogiska ooh kemiska olikheter indelas i grupper eller typer. Efter de i detta afseende grundläggande arbetena af A. SJÖGREN och O. GUMÆLIUS hafva flera viktiga bidrag lemnats af A. E. TÖRNEBOHM och B. SANTESSON, hvilken senares monografiska arbete¹⁾ väl är det viktigaste bidraget till denna del af ämnet. För kännedomen af våra jernmalms kemiska sammansättning komma A. TAMMS talrika analyser²⁾ väl länge att utgöra den hufvudsakligaste källan. Vid ett försök att förklara malmernas genesis i enlighet med nu pågående malm-bildningar, har man beträffande dessa senare hufvudsakligen att stödja sig till redan äldre undersökningar af SENFT och STAPFF, hvarjemte slutligen de allmänna geologiska lärorna såväl om mineralens pseudomorfoser som hela bergmassors regional-metamorfoser måste tagas till hjälp.

Problemet om jernmalmslagrens bildning kan lämpligen uppdelas i flera skilda frågor, hvilket underlättar behandlingen af detsamma. I det följande kommer ämnet att behandlas under nedanstående rubriker:

¹⁾ Då detta arbete utkom år 1889, kunde det naturligtvis vid utarbetandet af de föreläsningar, för hvilka här redogöres, icke tagas i betraktande; dessvärre har tiden varit mig allt för kort att genom en omarbetning tillgodogöra mig det vidlyftiga materialet i detta verk.

²⁾ Analyser å jernmalmer utförda åren 1871—1890 af ADOLF TAMM. Arbetet innehåller mer än 400 analyser på malmer från alla Sveriges bergslager. Dessa hafva lika litet kunnat af mig användas som SANTESSON'S ofvannämnda arbete.

1. *Bildandet af de jernhaltiga lösningarne, ur hvilka jernet senare utfälles.*
2. *Utfällningen af jern, kiselsyra etc.*
3. *Marina eller lakustrina aflagringar? Jernmalternas karaktäristiska form.*
4. *Omvandlingen af jernmalmslagren; samt silikaternas (lagerarternas) bildning.*

1. Bildningen af de jernhaltiga lösningarne.

Ehuru jernet är ett af de i naturen allmännast förekommande kemiska elementen, så uppträder det dock vanligen icke i större massor utan tvärt om spridt och fint fördelat i bergarterna.

Jernets *primära* förekomstsätt i bergarter är i korthet följande:

Såsom *magnetit*, hvilket mineral ingår som accessorisk beståndsdel i flertalet kristalliniska skiffrar samt mikroskopiskt i många massformiga bergarter nämligen granit, syenit, diorit, diabas, basalt, andesit och trachyt. Såsom *jernglans* i många kristalliniska skiffrar, stundom i så stor mängd, att *jernglimmer-skiffer* uppstår; vidare i många af de surare eruptivbergarterna såsom granit, syenit, trachyt, liparit och andesit; slutligen såsom amorf hämatit, bildande ett rött pigment i såväl äldre som yngre skiffrar och eruptiver. *Ilmenit* (titanjern) förekommer som korn eller mikroskopiska taflor och kristaller i eruptivbergarter t. ex. i basalt, diabas och kristalliniska skiffrar. *Chromit* ingår i olivinsten och dess omvandlingsprodukter äfvensom i magnesiahaltiga, kristalliniska skiffrar. *Pyrit* förekommer såsom accessorisk beståndsdel i små korn och kristaller i flertalet äldre kristalliniska bergarter såväl skiffriga som massformiga samt i yngre sedimentära formationer särskildt i merglar och leror såsom konkretioner. *Markasiten* likaså ehuru mindre vanlig i de äldre kristalliniska skiffrarne och massformiga bergarterna än i yngre sedimentära bildningar. Hvad *magnetkis* beträffar, så förekommer

densamma ytterst allmänt i äldre massiver, förnämligast i gabbro. Härtill komma slutligen talrika jernsilikat tillhörande pyroxen-, amfibol-, granat-, epidot-, fältspatgrupperna m. fl.

Samtliga dessa mineral förekomma såsom fint fördelade korn i de nämnda bergarterna och oftast i så liten mängd, att de ej kunna räknas till bergarternas väsentliga beståndsdelar utan endast till de accessoriska.

Detta är jernets *primära* eller *ursprungliga* sätt att ingå i bergarterna, mot hvilket ställer sig jernets uppträdande t. ex. i form af mäktiga malmlager, såsom ett *sekundärt* förekomstsätt.

Vid ett försök till förklaring öfver jernmalternas aflagring framställer sig i första rummet den frågan: huru har den jernhalt, som man finner spridd i de vanligaste bergarterna och som är att betrakta såsom jernets primära förekomst, blifvit koncentrerad i vissa lager till jernmalmer? Genom hvilka processer har en sådan samling eller — för att använda ett från bergshandteringen lånad ord — *anrikning* af jernhaltiga mineral kunnat ega rum?

Den närmast liggande vägen till besvarandet af denna fråga är kanhända att försöka betrakta jernmalmslagren såsom *mekaniska* anrikningsprodukter af samma jern-mineral, hvilka ingå i bergarterna. De skulle då närmast hafva uppkommit genom en separation efter specifika vigten i enlighet med de processer man i praktiken använder för att befria fint inblandade malmer från deras förorening af andra mineral. Vi veta att sådana processer föregå i naturen och till produkterna af desamma höra de »Placers» (Metallseifen) på hvilka företrädesvis guld, platina, tennmalm etc. tillgodogöras. Att man i dessa äfven träffar sådana mineral, hvilka hufvudsakligen åtfölja jernmalmen t. ex. granat, pyroxen- och amfibol-arter, tyckes äfven tala för, att de äldre jernmalmen skulle hafva bildats på analogt sätt liksom äfven vissa likheter skulle kunna påpekas beträffande de yttre formerna hos dessa aflagringar.

Oaktadt dessa likheter och ehuru man har för ögonen bildningen af magnetit-rika lager vid våra sjöstränder — för att

icke påminna om de storartade och tekniskt värdefulla »Placers» från Nordamerikas flod- och kust-område¹⁾ — så är det likväl icke med tillhjälp af detta slag af lager som man har att söka lösningen af problemet om de äldre jernmalmslagrens bildning. I denna kortfattade skissering af jernmalmsproblemet kan jag förbigå alla de argument, hvilka vid ett närmare ingående på saken resa sig mot att betrakta jernmalmsdepositionerna såsom mekaniska sediment.²⁾

Jag öfvergår därför till de förhållanden, som stå i samband med jernhaltens koncentrerings genom kemiska lösningar, det enda sätt på hvilket en tillfredsställande förklaring af jernmalmsdepositionernas uppkomst synes kunna ernås.³⁾

För att jernet på kemisk väg skall kunna samlas till jernmalmslager, så måste det först försättas i lösning; denna lösning kommer att innehålla utom jern äfven andra lösta substanser och för att erhålla ett någorlunda jernhaltigt lager — af samma jernrikedom som de, med hvilka vi här sysselsätta oss — måste jernet genom någon särskild process *utfällas* ur lösningen. Förhållandet är detsamma, som det vi hvarje dag använda på våra laboratorier och de metoder, som i naturen försiggå för jernets

¹⁾ Dessa ofta titanförande jernsandlager förekomma flerstädes i stor skala vid hafs- och sjöstränder sammansatta af jernhaltiga bergarter. Pulveriseringen af sådana bergarter frigör korn och kristaller af magnetit och titanjern, som genom strömmande vatten eller vågornas rörelse separeras från de lättare bergartsbeståndsdelarne. Så sker t. ex. vid Neapel golfen, vid Taranaki i Nya Zeeland, mellan Point Mendocino i Californien och mynningen af Umpqua-floden i Oregon och isynnerhet i Canada på norra sidan af St. Lorenzo-floden. Jernsanden härstammar här från de utbredda massiven af noriter och labradorstenar, hvilka innehålla magnetit och titanjern i stora mängder. PHILLIPS. *Ore Deposits* 1884, s. 7. Äfven på Jutlands nordspets förekomma aflagrningar af titanhaltig jernsand. (ФОРШУММЕР).

²⁾ Vid utförligare och mera fullständig behandling af problemet måste dock tillbörlig uppmärksamhet ägnas denna fråga. Utom för problemet om jernmalmslagrens bildning är nemligen afgörandet af mekanisk eller kemisk aflagrning af största betydelse för frågan om bildningen af vissa med jernmalmslagren nära bundna slag af kristalliniska skiffrar.

³⁾ Jag kan så mycket hellre göra detta, som — så vidt jag har mig bekant — inga åsikter, som förfäktat jernmalmslagrens bildning såsom mekaniska sediment, i vårt land framställts. Tvärtom synes alla, hvilka icke direkt uttala sig för en kemisk afsättning, hafva stillatigande förutsatt en dylik.

lösning ur bergarterna och utfällning, måste äfven vara desamma, som de hvilka stå oss till buds.

Beträffande förloppet vid jernets lösning och koncentrering till jernförande malmlager äro vi emellertid icke hänvisade endast till de ofullkomliga experiment och de osäkra slutsatser, som hentas från våra laboratorieförsök. Samma processer äro ute i naturen ännu i dag i full verksamhet och försiggå inför våra ögon. Och likasom i allmänhet studiet af de nu försiggående processerna på jordytan lemnar den förnämsta, många gånger den enda ledningen vid bedömandet af de geologiska förloppen under förflutna geologiska perioder, lika säkert hafva vi äfven att ur ett noggrannt och planmessigt studium af de recenta jernmalrnernas — limoniterna, sjö- och myr-malrnerna — bildning, hemta den viktigaste ledningen vid behandlingen af problemet om jernmalrnernas bildning under äldre geologiska perioder.¹⁾

Limoniternas bildningssätt är jernförelsevis väl känt och studeradt; äfven om mycket ännu återstår att utforska i fråga härom, så äro dock hufvuddragen af de kemiska processer under hvilka limonitbildningen försiggår, bekanta och de kemiska reaktioner, som ega rum såväl vid jernets förvandling till lösliga salter som vid dess koncentrering i lösningarne och sedermera för-

¹⁾ Likhetera mellan de processer, genom hvilka sjö- och myrmalmer i våra dagar bildas och de i äldre formationerna förekommande malrnernas uppkomst, har många gånger förut varit påpekad, om man äfven ej närmare undersökt huru långt en sådan likhet sträcker sig. Jag vill i detta sammanhang endast påpeka STAFFS yttranden för 25 år tillbaka, hvilka i tydlighet icke lemna något att önska: »Den (sjömalmsbildningen) ger direkta upplysningar öfver uppkomsten af många den förhistoriska tideus jernmalmslager och fingervisningar öfver bildningssättet af äfven de äldsta bergmalrnerna.» Och vidare: »En serie af slutsatser leder till det resultat, att dessa senare (svart- och blodstensmalrnerna) icke kunna hafva varit annat än sjö- och myrmalmsartade utfällningar, hvilkas natur och läge äudrats genom sednare inverknings.» Om sjömalrnens uppkomst af F. M. STAFF Jernkontorets annaler 1865, s. 68 och s. 165.

FORCHHAMMER drager af limoniternas på Jutland förekomst tillsammans med torflager den slutsatsen, att jernmalrnerna i stenkols- och andra äldre system, der de uppträda tillsammans med vegetabiliska rester, måste hafva bildats på analogt sätt med våra dagars limoniter. N. Jahrb. f. Miner. etc. 1841, s. 19.

siggående utfällning, äro af den beskaffenhet, att desamma måste hafva försiggått och egt sin tillämpning äfven under alla föregående geologiska tider.

De processer, genom hvilka limoniterna bildas, hafva företrädesvis utredts och studerats af WIEGMANN (1835), KINDLER (1837), SENFT (1862) och STAPPF (1865).¹⁾ Rörande de organiska produkternas roll och betydelse för jernmalmsbildningen har isynnerhet STERRY HUNT uttryckt sig med stor tydlighet.²⁾

Då vi nu gå att taga i betraktande de processer genom hvilka jernet bringas i lösning, för att sedan utfällas såsom sjö- och myr-malmer, följa vi i hufvudsak de ofvan citerade framställningarne af SENFT och STAPPF.³⁾

Såsom vi redan ofvan anført, förekommer jernet på primärt sätt i bergarterna dels såsom magnetit, jernglans, pyrit, magnetkis, dels såsom jernsilikater. Då vi betrakta de förhållanden, under hvilka jernet bringas i lösning, är det lämpligt att skilja på jernets ferro- och ferri-föreningar, enär desamma i förhållande till lösningsmedel förhålla sig väsentligt olika. Jernglans Fe_2O_3 , pyrit FeS_2 höra till ferri-föreningarne, hvilka äro så svår-lösliga i vatten och andra i naturen vanliga lösningsmedel, att de praktiskt taget kunna betraktas som olösliga. Jernets ferro-förening med syre FeO , förekommer ej i fritt tillstånd, enär den såsom stark bas genast förenar sig med kolsyra eller andra fria

¹⁾ WIEGMANN. Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes, Braunschweig 1837 (s. 66 och följande handla om Entstehung und Bestandtheile der Raseneisensteine).

KINDLER. Ueber die Bildung einiger Eisenerze. Pogg. Ann. Bd 37, s. 203, 1837.

SENFT. Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen. Leipzig 1862, (s. 168 och följande om Die Morasterz- oder Limonitbildungen).

STAPPF. Om sjömalmers uppkomst. Jernkontorets Annaler 1865, s. 67 etc.

²⁾ STERRY HUNT. Chemical and Geological Essays, Boston 1875, s. 220—238.

³⁾ Det torde böra påpekas, att då jag i det följande med någon utförlighet behandlar förloppet vid limoniternas bildning, så vill jag dermed ingalunda hafva uttryckt såsom min åsigt, att bergmalmera i de äldre formationerna helt enkelt äro omvandlade limoniter, utan endast att de kemiska processer, genom hvilka jernet vid bildningen af jernmalmera bringats i lösning och utfällts, äro desamma som nu försiggå vid limonitbildningen.

syror, gifvande upphof till lösliga eller olösliga salter. Magnetiten, en förening mellan ferro- och ferri-oxid är en indifferent, saltartad förening, hvilken, beträffande lösligheten, förhåller sig ungefär såsom ferri-oxiden.¹⁾

De processer, hvarigenom de olösliga ferri-föreningarne förvandlas till lösliga ferro-salter, för att sedan genom olika fällningsmedel precipiteras såsom limoniter, äro af flerahanda slag. Vi kunna här endast betrakta de vigtigaste fallen nemligen de genom hvilka jernmalmer kunna utfällas i större skala och indela dessa efter lösningsmedlets beskaffenhet.

De lösningsmedel hvilka ifrågakomma i naturen äro a) svafvelsyra, b) organiska syror, c) kolsyra.

a) Svafvelsyrade jernlösningar bildas i naturen genom kisersnas förvittring. Markasiten FeS_2 vittrar lättast, dernäst magnetkisen, medan pyriten är motståndskraftigast. Vittringen sker genom angrepp af luftens syre vid närvaro af vatten. Genom svaflets oxidation till svafvelsyra föranledes jernet att öfvergå från ferri- till ferrostadiet, för att med syran bilda ett lösligt vattenhaltigt salt. Produkterna af förvittringen är olika antingen ferrisulfuret (pyrit, markasit) eller ferrosulfuret föreligger. I båda fallen bildas vattenhaltigt jernoxidulsulfat men enär ferri-sulfureterna på hvarje metallatom innehålla två svafvelatomer, bildas vid dessas vittring äfven fri svafvelsyra. Magnetkisens förvittring kan förtydligas genom formeln

liksom pyritens genom

¹⁾ Enligt Bischof fordrar 1 del magnetit 280,000 delar vatten för att lösas och 1 del jernoxidsilikat 105,000 delar vatten. Ehuru således dessa föreningar lika litet som flertalet andra, äro absolut olösliga, så fordra de så stora vattenmängder för sin lösning och kunna förekomma endast i så utspädda lösningar, att någon koncentrerings af jernhaltiga mineral ur dem ej kan förekomma. Försök af Doelter visa, att genom under längre tid fortsatt digrering af finpulveriserade mineralsubstanter vid högre temperatur lösligheten

men enär en del af ferro-sulfatet vid sin bildning omedelbart genom oxidation öfvergår till ferri-sulfat och samtidigt basiska sulfater utfalla, hvilka processer förändras allt efter som lösningens beskaffenhet ändras, så kan ett enkelt uttryck för de härvid föresiggående reaktionerna icke uppställas.¹⁾

Vi kunna här icke gå vidare in på detta ämne utan måste nöja oss med att i korthet hafva belyst bildningen af de jernhaltiga lösningarne ur sulfider.

b) Lösning genom inverkan af organiska syror och

c) genom inverkan af kolsyra betraktas lämpligast tillsammans, emfär dessa processer i naturen oftast förekomma i förening med hvarandra i det att den kolsyra, som uppträder såsom lösningsmedel i flertalet fall är bildad genom oxidation af de organiska syrorna.

Ifrågavarande organiska syror bilda sig uteslutande vid förmultning af växtdelar vid ofullständigt lufttillträde. Under förmultningsprocessen bortgå väte och syre såsom vatten och den återstående beståndsdelen är således rikare på kol än hvad den ursprungliga växtsubstansen var. Den vid ofullkomligt eller uteslutet lufttillträde bildade substansen kallas *Humuskol*, under hvilken benämning man sammanfattar tvänne olösliga, indifferent fööreningar Ulmin och Humin af den förmodade sammansättningen $C_{40}H_{32}O_{14}$ och $C_{40}H_{30}O_{15}$. Genom inflytande af alkalier eller ammoniak öfvergå dessa båda substanser till andra, hvilka ega karaktären af syror och sammanfattas under benämningen Humussyror. Dessa äro: Ulminsyra = $C_{20}H_{14}O_6$, Huminsyra = $C_{20}H_{12}O_6$, Geinsyra = $C_{20}H_{12}O_7$, Källsyra = $C_{24}H_{30}O_{19}$, Källsatssyra = $C_{24}H_{16}O_{14}$.²⁾

i rent vatten visserligen är större, än hvad man förr ansett, men dock ej så stor, att dessa mineral kunna i större mängd bringas i lösning. Af jernglans löses i 100 delar vatten af 80° temperatur efter 4 veckors behandling 0.13 % af pyrit under samma omständigheter 0.10 %. Vid limonitbildningen, hvarvid så höga temperaturer icke kunnat vara förhanden, måste lösligheten varit ännu mindre.

¹⁾ РОТН. Allgem. u. Chem. Geologie. Bd I, s. 101.

²⁾ SENFT, l. c., s. 23 anger något andra formler liksom också STAFF.

Den process, genom hvilken de i sig sjelfva olösliga jern-mineralen vid organiska ämnens förmultning öfverföras till lös-lig form, är den följande: vid förmultning utan lufttillträde bildas af växtdelarnes kväfve ammoniak, hvilken jemte de i växterna förefintliga fixa alkalierna prädisponera till bildandet af organi-ska syror. Detta sker derigenom, att de i börjande sönderdel-ning stadda växtdelarne beröfva kringliggande mineraliska äm-nen en del af deras syre. Jernoxid och magnetit reduceras deri-genom till jernoxidul, samtidigt som förmultningsresterna oxideras till ulminsyra och andra humus-syror, hvilka omedelbart förena sig med den sålunda bildade jernoxidulen och ammoniakten till i vatten lösliga dubbelsalter. I torfmossar, kärr, träsk och på sjöbottnar, der organiska ämnen förmultna utan lufttillträde hafva således de i sönderdelning stadda organiska ämnena för-mågan, att ur de omgifvande sand-, ler- och berglager, med hvilka de komma i beröring, utlösa de jernhaltiga partiklarne och förvandla dessa till lösliga jern-ammoniaksalter af humus-syror.

Dessa egendomliga dubbelsalter, hvilka vid lösningen och koncentrerings af jernet, spela en så stor rol, blifva ej länge oförändrade, ty vid beröring med luften oxideras deras humus-syror till kolsyra och jernet utfaller såsom jernoxidhydrat. Men likväl finner man icke att t. ex. i botten af en torfmosse något limonitlager bildas, ehuru från ytan oupphörligt jernoxidhydrat nedsjunker, ty genom den fortgående förmultningsproceduren redu-ceras och upplöses det utfälda oxidhydratet allt efter som det utfälles. Torfmossen blir således mättad med jernhaltig lösning af humussyrade ammoniaksalter, men utfällningen af jernet sker annorstädes och under andra omständigheter, såsom framdeles skall påpekas. Endast under de omständigheter kan en afsätt-ning af limonit omedelbart förekomma, att antingen de organi-ska substanserna genom syrsättning blifvit helt förstörda och uppoxyderade till humussyror och kolsyra, så att inga reduce-rande ämnen mera förefinnas, eller att en torfmosse blifvit helt

omvandlad till s. k. pechkol d. v. s. så genomträngd af harziga beståndsdelar, att förmultningen derigenom upphör och någon reduktion på jernoxidpartiklarne icke längre kan uppstå. Den geologiska betydelsen af detta förhållande vid äldre och yngre jernlagers bildning skall framdeles påpekas.

Det blefve för vidlyftigt, att här utveckla, huruledes den kemiska process, som den här skildrade, i de yttre omständigheterna modifieras om den i stället för att ega rum i en torfmosse försiggår i kärr eller i öppna dammar med växtlighet och stagnerande vatten. De kemiska reaktionerna blifva dock alltid desamma.

Då vid förmultningsprocessen under obehindradt lufttillträde kolsyra och vatten äro slutprodukterna, så komma vi från att betrakta lösningarne genom organiska syror omedelbart in på kolsyran. Blandas lösta bikarbonater med humussyror i lösning, så sker en dekomposition, hvarigenom en blandning af humussyrade och kolsyrade salter erhållas. Flera mineralvatten t. ex. Porla-källan kunna anföras såsom exempel härpå. Sådana mineralvatten hålla såväl karbonater som humussyrade salter. I andra synas samtliga humussyrorne hafva öfvergått till kolsyra och dessa källor innehålla då — om man frånser klorider och sulfater — endast karbonater, hvilkas kolsyra således ytterst härrör från sönderdelade organiska ämnen. Sådana vatten äro t. ex. Ramlösa, Loka m. fl.¹⁾ Jernet ingår i dessa fall såsom bikarbonat.

Utom de karbonater, som bildas genom sönderdelning och om-sättning af humussyrade salter, kan kolsyran i fritt tillstånd äfven sjelf sönderdela och lösa en del mineral. Antingen denna kolsyra — såsom vanligast är fallet — är en produkt af förmultningsprocessen eller härstammar från sådana kolsyrehaltiga källor, som förekomma i vulkaniska trakter, så löser sig kolsyran i vattuet och kommer på detta sätt i intim beröring med

¹⁾ STAPPZ, l. c., s. 112, 113.

berg- och jordarter. Dervid angripas hufvudsakligen — om vi frånse de redan färdiga karbonaterna, hvilka fullkomligt lösas — alkali- och kalk-silikater t. ex. fältspater samt jernoxidulhaltiga silikater, t. ex. mineral af pyroxen- och amfibolgrupperna. Deremot blifva jernoxid, magnetit, pyrit o. s. v. föga mer angripna af kolsyrehaltigt vatten än af rent. Då kolsyran ej kan förvandla ferri-salterna till ferro-föreningar, är dess förmåga att lösa jernhaltiga mineral i det hela ganska begränsad och kan ingalunda sättas i jemnbredd med de organiska syror-nas, som vi förut omtalat, ej heller med svafvelsyrans.

Om vi kasta en blick på hvad som ofvan sagts rörande jernets öfverförande i lösligt tillstånd, så är det slående i hvad grad detta kräfter organiska ämnens tillhjälp. Verksamast i detta afseende äro de organiska syror, hvilka direkt bildas genom växtämnenas förmultning; äfven en stor del af den kolsyra, med hvilken jernet är förenadt, som bikarbonat, härstammar direkt från organiska ämnens sönderdelning.

Häraf hafva flera författare föranledts, att skriva jernets försättande i lösligt tillstånd, som föregår dess utfällning såsom limonit eller karbonat, helt och hållet på förmultnande växt-ämnenas räkning. SENFT yttrar sig flerstädes i denna riktning.¹⁾ Så väl SENFT som STAPPF fästa uppmärksamheten på att torfmossebildningen och limoniterna geografiskt följas åt och sluta äfven derutaf att limoniterna hafva till stor del, de i torfmossarne bildade syror-na att tacka för sin uppkomst.²⁾

Emellertid är det dock en anmärkningsvärd skillnad mellan SENFTS och STAPPFs sätt att betrakta denna fråga; medan den

¹⁾ SENFT, l. c. sid. 169. »Zur Bildung der Limonite gehören einerseits eisen-oxydhaltige Gesteine und andererseits Pflanzenmassen, welche bei ihrer Zersetzung diesen Gesteinen ihren Eisengehalt entziehen und den letzteren dann mit Hülfe von Luft so umwandeln, dass er unlöslich im Wasser wird und sich absetzen kann.»

²⁾ SENFT, l. c. sid. 168. »Wie die Moore die Hauptbildungs- und Lagerstätten des Torfes sind, so erscheinen sie auch sehr häufig als die Laboratorien und Magazine, in welchen die Natur mittelst der abgestorbenen Pflanzen-

förre uteslutande har framhållit de organiska ämnenas förmultningsprocess såsom den *enda* process genom hvilken spridda och olösliga jernpartiklar kunnat försättas i lösning, har STAPPF äfven tagit i betraktande kisernas förvittring och beskaftenheten af de derigenom bildade sulfatlösningarne, ur hvilka äfven limoniter kunna utfällas.¹⁾

Då man ser jernhaltiga depositioner af den mäktighet och utsträckning som limoniterna understundom kunna antaga, så är det icke att undra på, att tanken lätt föres på den åsigten, att jernmalmer i äldre formationer hafva samma eller likartade processer att tacka för sin uppkomst. Vi hafva redan ofvan (sid. 4) citerat två yttranden af FORCHHAMMER och STAPPF såsom exempel härpå. Äfven SENFT är af samma uppfattning beträffande jernmalmera i stenkols- och brunkols- (tertiära-)systemet.²⁾

Det mest fullkomliga uttrycket för denna åsigt, att äfven jernmalmera i de äldre och äldsta geologiska systemen, äro tillkomna genom inverkan af organiska produkter, har framställts af STERRY HUNT i en allt för litet uppmärksammas uppsats

reste die, in der mineralischen Umgebung der Moore feinertheilt, Eisenspure zu ausgedehnten und mächtigen Eisenerzlager anammelt.»

Och vidare sid. 179. »Man darf wohl im Allgemeinen sagen, dass die Raseneisenerz-Ablagerungen an Zahl und Mächtigkeit mit den Torfmoorbildungen in gleichen Wachstumsverhältnissen stehen und ebenso wie diese um so mehr zunehmen, je weiter man sich vom Aequator nach dem Nordpole hin entfernt.»

STAPPF, l. c. s. 69—70. »— — — De flesta sjö- och myrmalmsaflageringar tillhöra torfrika trakter. Vi se kraftiga bevis för detta påstående just i Sverige, hvarest sjö- eller myrmalmer visserligen icke torde absolut saknas i någon provins, men hvarest de till kvantitet äro högst spridda. — — — De på dessa malmer rikaste provinserna äro sandiga, föga uppodlade samt rika på skogar och på torfmossar.»

¹⁾ Under sin vistelse vid Falu grufva hade STAPPF tillfälle att direkt iakttaga utfällningen af jernföreningar ur vitriolhaltiga lösningar (grufvatten) och han kunde således ej förbise denna process.

²⁾ SENFT, l. c. sid. 169. »Rechnet man hierzu noch, dass uns diese jetzt noch fort und fort sich bildenden Eisenerze einen Aufschluss gewähren über die

af år 1872.¹⁾ Med en beundransvärd klarhet och öfverskådlig-
het skisserar STERRY HUNT här jernmalmslagrens bildning under
olika geologiska tider och de kemiska reaktioner, som åtfölja
denna process. Det väsentligaste vid denna process är enligt
STERRY HUNT de förmultnande organiska ämnenas förmåga, att
förvandla olösliga jernföreningar sådana som jernglans och magne-
tit i lösliga salter.

Då man i stenkolsgrufvor i olika formationer finner utom
kol äfven jernmalmer och eldfasta (jernfria) leror, så ser STERRY
HUNT häri ett bevis för det genetiska sambandet mellan dessa
bildningar. Det förmultnande organiska materialet har ur de
ursprungliga jernhaltiga lerorna utpreparerat och löst hela deras
jernhalt för att sedan låta detsamma utfällas såsom jernkarbo-
nat. Härigenom kan man bryta jernmalmen, bränslet och det
eldfasta materialet ur samma grufva.

Frågan hvar det organiska material finnes, med hvars till-
hjälp de i urformationens kristalliniska skiffrar befintliga jern-
malmsdepositionerna blifvit bildade, besvaras af STERRY HUNT
derhän, att detta till största delen blifvit förstördt och uppoxi-
deradt just under reduktionen af jernoxiderna.²⁾ Under dessa
tidiga perioder af jordens utvecklingshistoria var jernet ännu
mycket mera spridt i bergarterna och i vattenlösningar än nu,
sedan en del blifvit undandraget cirkulationsprocessen genom att
sammanföras i stora jernmalmslager i bergens inre. En full-
ständigare förstöring af allt organiskt material måste därför då

Bildung gar mancher Eisenablagerungen in den präadamitischen Formatio-
nen — z. B. in den Stein- und Braunkohlengebieten —, so wird man ge-
wies zugeben, dass diese Jungeisengebilde unserer vollen Beachtung werth
sind.»

¹⁾ STERRY HUNT. Chemical and Geological Essays, s. 220—238. The Origin
of metalliferous Deposits.

²⁾ Såsom vi framdeles skola se, har dock ej allt organiskt material oxiderats.
enär man äfven i de äldsta jernmalmen allmänt påträffar bituminösa äm-
nen i form af bergbeck o. s. v. Det kan icke vara en tillfällighet, att dessa
substanser uppträda vida oftare i samband med jernmalmer än i öfriga kri-
stalliniska skiffrar.

hafva egt rum, än den som förekommit under senare geologiska perioder. STERRY HUNT vill till ock med anse det vara möjligt, att beräkna huru mycket organiskt material, som konsumeras för bildningen af de stora jernmalmslagren i de äldsta systemen och att bestämma huru mycket stenkol eller lignit de motsvara.¹⁾

Om man tillfullo ansluter sig till de af STERRY HUNT framställda åsigtorna angående de archäiska malmernas bildning, så blir konsekvensen tydligen, att tillvaron af dessa malmer utgör ett lika säkert bevis på förekomsten af organiskt lif under dessa äldsta perioder, som om man i desamma funne stenkolsflötser med väl bevarade vegetationslemningar. Jag vill icke gå fullt så långt som han och påstå att de organiska ämnenas för-multningsprocess är den *enda* väg naturen använder, för att bringa jern i lösning och samla det. Med ledning af den ofvan lemnade skisseringen af förloppet vid limonitbildningen, kunna vi ej undgå, att erkänna, att jern kan bringas i lösning och koncentreras på andra vägar t. ex. genom kisers vittring eller genom kolsyrade källvatten. Men då det är tydligt, att den väg som naturen *nu* i ojemförligt största skala använder för jerndepositionernas aflagring, är beroende på närvaron af organiska ämnen, så är det högeligen antagligt, att så äfven varit förhållandet under föregående perioder. Detta antagande vinner väsentligt i styrka, då vi — såsom här nedan skall visas — finna, att under föregående geologiska perioder, belägna emellan den nuvarande och den archäiska, jernmalmer ofta åtföljas af organiska rester och att sådana äfven allmänt finnas i de äldsta de archäiska jernmalmen.

Vid den föregående redogörelsen för limonitbildningens beroende af reducerande organiska processer, har jag ej omnämnt det fall, då jernet bringas i lösning genom garfsyra, som utvecklas af ett stort antal växter antingen i friskt tillstånd eller under

¹⁾ Den del af STERRY HUNTS framställning, för hvilken här redogjorts — delvis genom nästan ordagrann öfversättning — återfinnes i hans »Essays», sid. 227—229.

vissa sjukliga förändringar i desamma. Garfsyrorna kunna liksom humussyrorna reducera jernoxid till oxidul och förena sig dermed till den i vatten lösliga garfsyrade jernoxidulen; garfsyrad oxidoxidul är deremot olöslig.¹⁾ Det är öfverflödigt att gå in i närmare detaljer härom, då garfsyrornas roll vid jernmängdernas lösning i alla fall är obetydlig gent emot humurussyrornas och förloppet i öfrigt är enahanda.

Likaledes förbigår jag här att betrakta fosforsyrans inverkan, då densamma frigöres ur förmultnande växtämnen, för att istället behandla denna intressanta del af ämnet vid frågan om fosforhaltens härkomst i malmerna.

2. Utfällning af jernet o. s. v. ur lösningarne.

Vi hafva i föregående afdelning sett huru de jernhaltiga lösningarne uppstå, och vi hafva dervid funnit, att jernet ingår i desamma antingen såsom sulfat, karbonat eller humussyrade salter. Innan vi gå längre och betrakta de reaktioner genom hvilka jernet utfälles, är det lämpligt, att vi något taga i betraktande de öfriga ämnen, hvilka jemte jernet ingå i dessa lösningar. Detta skall sätta oss istånd att framdeles förklara de kemiska och mineralogiska egendomligheterna hos malmerna.

1. Såsom vi sågo vid redogörelsen för förloppet vid kisernas vittring bildas af bisulfureterna, utom ett neutralt ferrosulfat, äfven fri svafvelsyra, hvilken angriper och sönderdelar talrika af de mineralbeståndsdelar, med hvilka ett sådant vatten kommer i beröring. Af lera och vittrade fältspater erhålles på detta sätt kali- och natron-sulfat, hvarjemte äfven lerjorden kan till en del ingå i lösningen, bildande med alkalisulfaterna dubbelsalter af alun-gruppen. Kalk- och talk-sulfater bildas äfven på detta sätt. Om mangan, koppar eller zink finnas, antingen i kiserna eller i de berg- och jordlager, som vattnet genomtränger, lösas äfven dessa af det svafvelsyrehaltiga vattnet. Men äfven sedan

¹⁾ STAFFE, l. c. s. 118.

all fri svafvelsyra blifvit bunden vid baser kan en sådan källa upptaga andra baser genom dubbel dekomposition, hvarvid i allmänhet en motsvarande del af jernet utfaller. Vi hafva redan förut nämnt, att ferrosulfatet upplöser kolsyrad kalk, hvarvid en del kolsyra frigöres, som förmår lösa andra delar kolsyrad kalk till lösligt bikarbonat. I vatten härstammande från kisers vittering har man således att vänta förekomsten af icke blott jern utan äfven af mangan och möjligen andra tunga metaller samt kalk, talk, lerjord och alkalier, hvilka baser delvis äro bundna vid svafvelsyra delvis vid kolsyra. Detta resonement bekräftas äfven af analyserna på många källvatten, hvilka hafva ett sådant ursprung. Den vid ferrisulferetets förvittring frigjorda svafvelsyran angriper de bergarter, med hvilka vattnet under sin cirkulation kommer i beröring. Häraf kommer det, att de i naturen uppträdande jernsulfat-lösningarne alltid äro förorenade af andra sulfat, hufvudsakligen af kalk, talk, alkalier, mangan o. s. v. Men äfven jernsulfatet undergår sjelf förändringar på sin väg genom jorden, hufvudsakligen genom dubbel dekomposition. Anträffas t. ex. karbonater af alkalier eller alkaliska jordarter, så eger en omsättning rum och alkalisulfater samt lösligt bikarbonat af jern uppstå. Eller också utfälles en del af jernoxiden såsom hydrat och lösliga bikarbonater af kalk, talk etc. ingå i vattnets sammansättning. Detta sker allt efter de vanliga och väl bekanta reglerna för sulfaters och karbonaters ömsesidiga inverkan på hvarandra.¹⁾

På detta sätt förklaras utan svårighet den kemiska sammansättningen af de mineralvatten, hvilka förekomma i naturen och som kunna antagas hafva sitt ursprung ur vittrande kiser. Hit höra alla de sulfathaltiga källor, hvilkas temperatur utvisa, att de ej komma från några större djup t. ex. i vårt land Ronneby, Medevi, Falun. En närmare granskning af dessa mineralvattens sammansättning utvisar, att det förstnämnda af de här nämnda exemplen måste räknas till det slag af vatten, der den fria

¹⁾ ROTH. Allgem. u. Chem. Geologi. S. 101, 203 etc.

svafvelsyran, bildad vid ferrisulfurets vittring, upptagit och löst åtskilliga baser, hvaremot någon sönderdelning af jernsulfatet icke egt rum, i det att vattnet icke innehåller några karbonater. Detta är deremot fallet med de båda sistnämnda, hvilka innehålla såväl sulfater som karbonater och i hvilka sålunda en dubbel dekomposition af det ursprungliga jernsulfatet egt rum, då vattnet på sin väg påträffat kolsyrade alkalier.¹⁾

Vi kunna här icke gå vidare in på detta ämne utan måste nöja oss med att i korthet hafva belyst bildningen af de jernhaltiga lösningarne ur sulfureter och följt dessa lösningar på deras väg till jordytan, der utfällningen af jernet skall ega rum.

2. De lösningar, hvilka innehålla fri kolsyra, angripa och upplösa alla karbonater, genom att förvandla dem till bikarbonater. Utom jern finner man således i dessa lösningar först och främst mangan, hvilken metalls reaktioner i allmänhet mest öfverensstämma med jernets och som därför i hög grad följer jernet åt, vidare kalkjord och talkjord. Kiselsyra anträffas i alla kolsyrehaltiga källvatten, ehuru väl kolsyran icke ökar utan tvärtom minskar vattnets förmåga att lösa kiselsyra. Det är därför antagligt, att kiselsyran i sådana fall icke förekommer i fritt tillstånd; i sjelfva verket hafva också deröfver anställda undersökningar ådagalagt, att kiselsyran i källvatten förekommer såsom ett mycket surt alkalisilikat. Dettas bildning förklaras genom kolsyrehaltigt vattens förmåga att sönderdela silikater, t. ex. mineral af fältspat, pyroxen- och amfibolgruppna.²⁾

3. Hvad de humussyrade lösningarnes förhållanden beträffar, så måste erkännas, att mycket ännu återstår att efterforska. Vi hafva redan nämnt, att humussyrad jernoxidul lätt löses i ammoniakhaltigt vatten genom bildningen af ett dubbelsalt; men enligt andra uppgifter är äfven den enkla humussyrade jernoxidulen lättlös i rent vatten. Mangansalterna förhålla sig i detta afseende såsom jernsalterna. Såväl humussyrad som käll-

¹⁾ STAPFF, l. c. s. 105—109.

²⁾ STAPFF, l. c. s. 110.

syrad talkjord äro lösliga, hvaremot motsvarande kalksalter äro olösliga. Källsatssyrad kalk och talk äro deremot båda olösliga. Jernoxid, manganoxid och lerjord gifva med ammoniak och humussyror lösliga dubbelsalter; humussyrornas salter med de fixa alkalierna äro liksom med ammoniak samtliga lösliga.¹⁾

Vi hafva hittills icke nämnt något om tvenne ämnen, hvilka ursprungligen finnas i nästan alla källvatten, nemligen klor och fosforsyra. Båda förskrifva de sig sannolikt från apatit, som innehåller circa 6,82 % af det förra och 40,92 % af det senare. Apatiten sönderdelas lätt af kolsyrehaltiga vatten liksom af alkalisilikater till kalksilikat, alkalifosfat och klorkalium (eller klornatrium), af hvilka fosfatet och kloralkalit gå i lösningen. Att källvatten i allmänhet innehålla proportionsvis så mycket mera klor än fosforsyra beror på två orsaker; dels derpå, att klore kan härstamma från andra mineral än från den vittrande apatiten t. ex. från salthaltiga, under hafsytan afsatta jordlager, som ännu icke uttvättats, dels äfven på fosforsyrans benägenhet att utfalla samtidigt med att jern och mangan börja utfalla, hvilket gör att lösningar, ur hvilka redan något jern utfallit, befriats från större delen af sin fosforsyrehalt. Härtill få vi framdeles anledning återkomma.

Det torde i detta sammanhang böra nämnas något om koncentrationsgraden af de lösningar, ur hvilka jernmalmerna sannolikt afsatt sig. I det hela är koncentrationsgraden mindre väsentlig, enär oftast samma reaktioner ega rum ur mycket utspädda, som ur mera koncentrerade lösningar. Om vi emellertid iakttaga de processer, som för våra ögon försiggå i naturen, så finna vi, att jernafsättningar ega rum ur lösningar t. ex. källvatten, som innehålla helt obetydligt jern, i hvilka lösningen således är mycket utspädd. Detta visar, att sådana utfällningar mycket väl kunna försiggå, utan att man behöfver antaga tillvaron af starkt koncentrerade lösningar. I allmänhet torde jerndepositionernas storlek och mäktighet mera bero på den tid, under

¹⁾ STAFFE, l. c. sid. 120.

hvilken afsättningen egt rum och lösningarnes riklighet än på graden af koncentration hos desamma.

Vi öfvergå nu till betraktandet af förloppet vid sjelfva utfällningen ur lösningarne och fästa oss då att börja med vid jernets utfällning, då jernet tydligen i hvarje jernmalm måste vara hufvudbeståndsdelen, för att sedermera betrakta de öfriga ämnenas utfällning. Härvid skola vi fortfarande stadigt behålla i sigte de reaktioner, hvilka vid limoniternas bildning äfvensom vid afsättning ur källvatten kunna iakttagas, för att ej förlora sammanhanget med de processer, hvilka verkligen ega rum i naturen och utsätta oss för faran, att vid förklaringen stödja oss endast på abstrakta reaktionsformler och laboratorieförsök. Genom det ofvan anförda har ådagalagts, att de jernhaltiga lösningar, ur hvilka utfällningen eger rum, dels äro i hög grad utspädda, dels att detsamma utom jern innehålla talrika andra beståndsdelar. Det är häraf tydligt, att någon koncentration af de i bergarterna spridda jernpartiklarne under lösningen icke egt rum, utan denna sker först under utfällningen. Om lösningen utsättes för afdunstning, så utfaller den ena efter den andra af beståndsdelarne, allt efter deras löslighet och en koncentration sker på detta sätt, hvarigenom jernet samlas i ett särskildt lager. Emellertid synes utfällningen oftare hafva skett genom vissa i naturen allmänt förekommande fällningsmedel, hvilka företrädesvis utfälla jernoxider, lemnande andra beståndsdelar lösta, hvarigenom jernhalten utfällts i vissa lager och separerats från allt för mycket inblandningar.

1. Fällning ur sulfatlösningar. Ferrosulfatet har såsom redan framhållits den benägenheten, att vid lufttillträde oxideras till neutralt ferrisulfat, hvarvid ett basiskt ferrisulfat samtidigt utfaller. Det neutrala ferrisulfatet förvandlas dessutom till olösligt, basiskt sulfat endast genom utspädning med vatten. De fällningsmedel, som i naturen vid dessa fall komma till användning, äro således helt enkelt luftens syrehalt och vatten. De

ifrågavarande reaktionerna förekomma då t. ex. en sulfatförande källa utrinne i en sjö. Samma metod användes praktiskt vid vitrioltillverkningen för att befria en lösning af ferrosulfat från ferrisulfat; vid utspädning med en stor vattenmängd utfaller ferrisulfatet såsom basiskt salt. Enär öfriga sulfater *icke* hafva den egenskapen att utfalla vid utspädning, så kan ur ett sådant källvatten en aflagring af nästan rent basiskt ferrisulfat — af sammansättningen $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 4\frac{1}{2} \text{ aq.}$ — försiggå.¹⁾

Rörande det sätt, på hvilket det sålunda utfädda basiska sulfatet befrias från sin halt af svafvelsyra, föreligga närmare undersökningar af STAPFF, hvilken undersökte fällningarne af satta ur det vid Falun borttrinnande grufvattnet. Detta försiggår lätt och fullständigt genom alkalikarbonater eller kalk- och talkarbonat samt kan äfven ske genom ammoniakhaltiga eller alkaliförande humussyrade lösningar af samma slag, som finnas i alla torfvatten. Utan att ingå i några detaljer är det härigenom tydligt, huruledes jerndepositioner utfädda ur sulfatlösningar såsom basiskt salt, genom att komma i beröring med multnande organiska ämnen, eller med lösningar som gensippat sådana, kunna öfverföras till karbonat eller humussyradt salt. Detta är äfven fallet om jernsulfatlösningar komma i beröring och blandas med lösningar af humussyrade eller kolsyrade ammoniak- eller alkalialter. Såväl kolsyrade alkalier som jordarter utfälla nemligen som bekant jernet ur lösningar och det är dervid af intresse, att det jernoxidhydrat som ur en sulfatlösning fälles med natronkarbonat, just har den sammansättning, som tillkommer de flesta limoniter nemligen $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.²⁾

¹⁾ STAPFF, l. c. sid. 124.

²⁾ VOGT (l. c. sid. 138) är af den åsigt, att jernet i malmlagen icke kan hafva utfäddt ur sulfatlösningar. För min del inser jag intet orimligt deri, då vid källor i våra dagar ockror afsätta sig, som genom naturliga reagentier såsom ofvan visats, lätt befrias från största delen af svafvelsyrehalten. Att gips är ett sällsynt mineral i malmerna beror derpå, att det så lätt upplöses, nämligen af, ungefär 400 delar vatten vid 20°. Om gips afsattes skulle den således snart åter upplösas. Ett direkt bevis på afsättning ur sulfatlösningar gifves dessutom af Strömhagsgrufvan i Upsala län, hvars malm i generalprof håller 8.78 % barytjord och 4.59 % svafvelsyra.

2. Hvad jernets fällning ur kolsyrade lösningar beträffar, så äro de dermed förenade omständigheterna sedan långt tillbaka bekanta och jag behöfver ej länge uppehålla mig dervid. Om luften har tillträde, så uppoxyderas jernet och utfaller såsom oxidhydrat; endast om lufttillträde är uteslutet eller om lösningen är utsatt för den reducerande inverkan af förmultnande växtlemningar, kan jernkarbonat utfalla. BISCHOF säger: »Es kann sich daher aus Gewässern, welche Carbonate von Kalk und Eisenoxydul in gemeinschaftlicher Lösung enthalten, wenn sie einen langen Lauf in Berührung mit der Luft haben, zuletzt ein sehr reiner kohlensaurer Kalk absetzen. Diese Verhältnisse sind klar: denn der Absatz des Eisens erfolgt durch eine doppelte Wirkung: durch Verflüchtigung der Kohlensäure und durch gleichzeitige höhere Oxidation des Eisenoxydul. Der Absatz des kohlensauren Kalkes hingegen erfolgt blos durch Verflüchtigung der halbgebundenen Kohlensäure.» (Chem. Geologie, Bd. I, s. 535). Härmed öfverensstämmer fullkomligt DOELTERS framställning i Allgem. chem. Mineralogie, s. 229.

I samma riktning yttrar sig STAPFF, nemligen: »kommer en källa, hvilken innehåller fri kolsyra och bikarbonater af kalk, jernoxidul, manganoxidul m. m., i beröring med luften, så bortgår först den fria kolsyran, sedan den vid jernoxidul- (och manganoxidul-) karbonatet halfbundna och sist den vid kalkkarbonatet halfbundna. Följden deraf blir, att ur ett sådant vatten *först* utfälles jernoxidul- (och manganoxidul-) karbonat, således en fraktionerad precipitation, genom hvilken ur ett jernfattigt kolsyradt vatten nära intill källans utlopp kan åstadkommas ett jernrikt nederslag. Uti den först blifvande fällningen understödjes jernets precipitation i hög grad genom jernoxidulens stora benägenhet att oxidera sig högre. Ur en lösning af jernoxidul-bikarbonat utfaller nemligen vid luftens tillträde icke blott jernoxidul-karbonat, utan samtidigt en mängd jernoxidhydrat, under det att kalkbikarbonater m. m. ännu hålla sig lösta, desto mera ju lägre temperaturen är.»¹⁾ Det är på grund af limoniternas

¹⁾ STAPFF, l. c. sid. 135—136.

ofta betydliga kolsyrehalt, hvilken är större än att densamma skulle vara bunden ensamt vid den befintliga kalken, som STAPFF antager, att samtidigt med jernoxidhydratet äfven jernkarbonat kan utfalla.

Det redan anförda är tillräckligt att ådagalägga, att jernet kan utfällas ur jernhaltiga karbonatlösningar på två sätt: dels såsom ferrokarbonat dels såsom oxidhydrat. Den förra utfällningen försiggår antingen vid uteslutet lufttillträde eller då vätskan innehåller reducerande organiska ämnen; i full öfverensstämmelse härmed träffa vi äfven jernkarbonatmalmen såsom sphärosideriet, blackband etc. i sällskap med kolflötser och stundom starkt uppblandade med kolhaltiga ämnen. Oxidmalmen deremot, hvilka företrädesvis tillhöra de äldsta formationerna, men för öfrigt äfven anträffas i de öfriga, hafva utan tvifvel bildats genom utfällning såsom oxidhydrat, hvilket sedan omvandlats.

De fällningsmedel, af hvilka naturen begagnar sig för jernets koncentring ur kolsyrade lösningar, äro således mycket enkla: dels kolsyrans afdunstning, dels oxidation.

3. Jernets utfällning ur humussyrade lösningar kan ske på flerfaldigt sätt. Det viktigaste är väl lösningens oxidation, hvarvid humussyran förvandlas till källsyra och källsatssyra och slutligen kolsyra samt jernoxidulen till jernoxid. Humussyrad jernoxidul är lätt löslig i vatten, men källsyrad liksom källsatssyrad deremot olöslig. Så snart en oxidation börjar försiggå, förvandlas det ursprungliga humussyrade oxidulsaltet till källsatssyrad och kolsyrade salter, hvilka antingen utfalla eller oxideras till jernoxidhydrat och kolsyra. Enligt STAPFFS undersökningar spelar härvid det organiska lifvet en stor rol, i det att det för oxidationsprocessen behöfliga syret till stor del utändas af lefvande växter, hvarförutan utfällningen skulle ske ytterst långsamt.¹⁾ Andra författare t. ex. LIEBIG förneka dock, att det organiska lifvet härvid har något väsentligt inflytande. Att jernet under vissa till en del ännu outredda förhållanden kan

¹⁾ STAPFF, l. c. s. 140 o. f.

utfalla såsom källsytrade och källsatssytrade salter, är tydligt deraf, att alla limoniter innehålla dessa syror. Sjö- och myr-malmerna äro just de material, ur hvilka källsyra och källsats-syra erhålles, hvilket sker genom att koka dem med kalilut.

Likaledes sker utfällning af jernoxid i humussyrade lösningar genom deras blandning med sulfatlösningar, i det att svafvelsyran förenar sig med den ammoniak, som förmår hålla jernoxiden i lösning, hvarefter den senare utfaller dels såsom hydrat, dels äfven såsom humussyrad jernoxid. Om svafvelsyrehaltiga källvatten på detta sätt blandas med vatten ur torfmossar, mättadt med humussyrade salter, så kan på ett lokalt och mycket begränsadt område en utfällning försiggå. Detsamma är förhållandet om garfsytrade jernlösningar blandas med sulfatlösning, i det att då äfven en fällning sker af ett svart oxidoxidulsalt.

Vi hafva i det ofvanstående sökt följa jernets utfällning ur de jernhaltiga lösningarne och dervid endast tagit sådana processer i betraktande, som verkligen ega rum i naturen och hvilka ännu i dag äro verksamma vid bildningen af sjö- och myrmalmer. Ehuru dessas bildning pågår framför våra ögon och jemförelsevis lätt kan följas, så finna vi att processerna långt ifrån äro så enkla, som man först kunde hafva anledning att antaga. Detsamma är utan tvifvel äfven förhållandet med de bildningsprocesser, genom hvilka urformationens malmer uppstått. »Förklaras sådana äfven genom tillämpning af i naturen observerade eller experimentelt utredda processer (och icke genom tomma hypoteser), så måste förklaringen i de flesta fall ändock blifva ensidig och ofullständig; ty en mängd egenskaper hos de *ursprungliga* produkterna, hvilka kunde lemna hänvisningar till de vid dessas danande verksamma medel, äro nu tillintetgjorda, och de på en gång medhjelpande olika reaktionernas antal skulle derigenom lätteligen blifva underskattadt.» (STAPFF, l. c. sid. 165).

Vi gå nu att taga i betraktande utfällningen af öfriga ämnen ur lösningen och fästa då i första rummet uppmärksamheten vid de svafvelmetaller, hvilka i större eller mindre grad åtfölja de flesta jernmalmer. Desamma utgöras af sulfureter af jern,

koppar, zink, bly o. s. v.; flertalet af dessa äro dock så sparska, att vi vid detta tillfälle endast behöfva fästa afseende vid jernets sulfureter, hvilka utgöra en ofta förekommande förorening i de flesta jernmalmer och stundom kunna uppträda i så stor mängd, att jernmalmen blir nästan obrukbar.¹⁾

Förekomsten af svafvelkis tillsammans med jerndepositioner, afsatta på det sätt som ofvan beskrifvits, kan icke öfverraska. Tvärtom kan man lätt förutse, att i metallhaltiga lösningar, utsatta för de sönderdelningsprodukter, som bildas vid växtämnens förmultning, bland hvilka äfven måste räknas svafvelammonium, icke blott jern utan äfven koppar, bly, zink och alla de tunga

¹⁾ Vogt har i sin genetiska behandling af jernmalmsproblemet helt och hållet negligerat frågan om de i desamma uppträdande svafvelmetallerna och han synes vara intresserad att framhålla, att sådana endast förekomma i obetydlig mängd. »Stor- eller kisgehalten är i regeln temmeligen obetydlig» (sid. 126) — — — »blyglans, zinkblende og kobberkis, med forvittringsprodukter, mangler i regeln; de sidste ingår dog nu og da, men altid i underordnet mængde, og vi maa udtrykkelig fremhæve, at der i alle fald ikke i Norge og neppe heller i Sverrige kan paavises nogen successiv overgang mellem vore jernmalm-leier paa den ene side .og de sedimentære kobberkis- eller zinkblende-blyglansforekomster paa den anden» (sid. 133). Måne Vogt förbiser svafvelmetallerna i jernmalmen och den genetiska betydelsen af deras uppträdande af den orsak, att han anser kismalmerna hafva en från jernmalmen helt skild härkomst i det att de skola vara »knyttede» till eruptiver? Hvad svenska förekomster beträffar, på hvilka i skilda delar af samma lager jernmalm (magnetit) och svafvelmetaller förekomma, stundom bådadera i brytvärda mängder, så kunna rätt talrika exempel anföras. Jag vill nu blott erinra om Dannemora (zinkblende i södra fältet), Kallmora (brokig kopparmalm), Riddarhyttan (kopparkis), Getön i Vermland (silfverhaltig blyglans och kopparkis), Hornkullen (blyglans) etc. På dessa ställen eger en fullkomlig öfvergång mellan jernmalmslager och kislager rum eller också förekomma malmen i samma skarnlager. Detsamma synes äfven vara fallet med några norska förekomster att döma af Vogts egna ord: »De i regionalmetamorfoserade siluriske skifere hjemmehørende kisforekomster, med typus Rörås, Foldal o. s. v., er ogsaa nu og da opblandede med noget magnetit, som endog lokalt kan være aldeles prædominerende.» Då Vogt tillägger: »Nogen overgang til vore jernmalm-leier finder dog ikke sted,» så förefaller det mig dock, att gränsen mellan dessa bildningar måtte blifva ganska obeständ och godtycklig. Utan att jag nu vill ingå på problemet om kismalmernas bildning, vill jag dock uttala såsom min uppfattning, att en så principiellt skiljaktig genesis, som den Vogt tilldelar dessa närbeslägtade bildningar, förefaller mig föga antaglig. Tänk om kismalmerna framdeles befinnas icke vara bundna vid eruptiver med starkare band än hvad det visat sig vara fallet, med jernmalmen?

metaller, hvilka utfällas af detta fällningsmedel, skola anträffas.¹⁾

Detta bekräftas äfven af iakttagelserna från torfmossar, i det att i talrika sådana nybildningar af svafveljern (markasit) eger rum.²⁾

Likaledes torde jernsulfuret många gånger bildats vid reduktion af sulfater genom organiska ämnen. Man finner ju ofta i torfmossar lösningar af jernvitriol, stundom i så stor mängd,

¹⁾ Det är egendomligt att Vogt på samma gång som han alldeles förbiser den ganska rikliga förekomsten af svafvelmetaller på jernmalmslagren och icke dervid fäster någon som helst genetisk betydelse, vill tilldela en sådan åt det som yttersta raritet uppträdande guld (l. c. s. 126, 133, 143, 151). »De öfrige tunga metaller, som kobber, zink, bly, nikkell, kobolt, antimon o. s. v. indgaar kun rent sporadisk i de præxisterende bergarter, og da tilmed havsvandets normale gehalt paa disse elementer er rent ubetydlig, kommer vore jernmalmsleier i det hele og store til at udmærke sig ved, at fremmende ertser nesten overalt mangler eller er tilstede i forsvindende mængde (om guld senere).» »Som tidligere fremhævet, är det blandt de sjældnere 'ædle' elementer specielt et, nemlig *guld*, som paafaldende hyppig indgaar i jernmalmen — — —.» De fall Vogt anför reducera sig dock till två, nämligen Nordmarken i Vermland och Malsjöberget i Dalarna, hvarest guld dock är anträffadt endast såsom stora mineralogiska rariteter. För min del kan jag ej tillmätta dessa undantagsfall någon som helst genetisk betydelse, så mycket mindre, som guld på båda ställen uppträder på sprickor med vismutmineral. Då Vogt vidare säger: »Til noiere oplysning kan indskydes, at sølv, hvilket metal i det hele og store er ganske anderledes almindeligt udbredt i naturen end guld, saavidt mig bekjendt aldrig er forefundet som indgaende i jernmalmen, om end vistnok gediegent sølv en enkelt gang er paatræffet i en jernmalmsgrube» (Nødebros grufva vid Arendal), så vill jag påpeka, att silfver är funnet gediget vid Utö och Nordmarken, på senare stället så rikligt, att deraf mynt preglats under förra århundradet; vidare såsom silfverglans likaledes vid Nordmarken och såsom silfverhaltig blyglans vid talrika svenska jerngrufvor.

²⁾ SENFT säger derom: »Quellsatzsaures Ammoniak, welches sich in den gegen die Luft mehr oder weniger verschlossenen und mit abgestorbenen Pflanzenresten wohl versorgten Bodenschichten reichlich entwickelt, löst Eisenoxydul aus den Bodengemengtheilen auf und führt es den auf diesem Boden wachsenden Pflanzen als Nahrungsmittel zu. Wenn nun diese Pflanzen, unter denen vorzugsweise die Haide hervorzuheben ist, verfaulen, so entsteht aus der Zersetzung ihrer stets schwefelhaltigen Stickstoffsubstanzen (Eiweiss) Schwefelwasserstoff-Ammoniak, durch welches nicht blos das in der verfaulenden Pflanzenmasse vorhandene Eisenoxyd, sondern auch dass noch im Bodenwasser aufgelöst vorhandene quellsatzsaure Eisenoxydul-Ammoniak in Zweifach-Schwefeleisen, d. i. in Schwefelkies, umgewandelt wird (l. c. sid. 149).

att den kan praktiskt tillgodogöras (Böhmen, Schlesien m. fl. ställen). Här har man således alla de omständigheter förenade, hvilka tillsammans föranleda bildningen af jernsulfuret. Denna reduktion försiggår, så vidt man vet, icke direkt utan på följande omväg. Det multnande organiska materialet reducerar först sulfaten af kalk och talk, som finnas i lösningen, till sulfureter. Vid närvaro af kolsyra sönderdelas dessa sulfureter under frigörning af vätesvafva, hvilket är just det reagens, som i våra laboratorier användes för utfällning af jern ur lösningar. I flertalet fall bildas vid en sådan utfällning det enkla svafveljernet FeS , hvilket dock eger ringa stabilitet och lätt öfvergår till bisulfuret (= markasit eller pyrit).¹⁾

Af hvad vi sålunda sett är det tydligt, att uppkomsten af svafveljern är beroende på reducerande processer, framkallade genom närvaro af organiska ämnen. Vi kunna därför äfven vänta, att träffa förnämligast de malmer förorenade af svafvelmetaller, hvilkas egenskaper i öfrigt utvisa, att deras uppkomst försiggått vid närvaro af reducerande ämnen. *I öfverensstämmelse härmed står äfven det väl bekanta förhållandet, att de kisrikaste malmerna i flertalet fall äro magnetitmalmer, hvilka förekomma med basiska silikater samt kalk-, talk- och mangankarbonater, eller med andra ord de s. k. blandstenarne.*²⁾

Vi öfvergå härmed till betraktelsen af kiselsyrans utfällning och förekomst i malmerna. Denna fråga är af en fundamental betydelse för den riktiga uppfattningen af jernmalmslagrens bildning, enär ju dels kiselsyra dels silikater ingå i sammansättningen af alla jernmalmslager, äfven de kalkiga. En utredning af kiselsyrehaltens härkomst skall äfven sätta oss istånd att förklara flera af olikheterna, som karakterisera skilda malmtyper.

En betraktelse af förhållandet med limoniterna, skall föra oss på rätta vägen. Limoniternas kiselsyrehalt (mekaniskt

¹⁾ STERRY HUNT, l. c. sid. 230.

²⁾ I motsats härtill anser VOGT, att ifrågavarande omständighet, nemligen att ju mera basisk malmen är, desto högre brukar också dess svafvelhalt vara, icke kan tillmätas någon nämnvärd teoretisk betydelse. (l. c. sid. 152, noten 2.)

inblandad sand antagligen inberäknad) vexlar enligt SVANBERGS analyser mellan 5,5 och 41,2 %; medeltalet af 32 analyser är 12,61 %. En jämförelse med bergmalmernas kiselsyrehalt visar, att äfven densamma kan vexla mellan ganska vid gränser. I allmänhet kan man säga, att den hos torrstenarne är mellan 20 och 30, hos kvickstenarne mellan 10 och 20 samt hos blandstenarne under 10 %. I det hela öfverensstämmer således kiselsyrehalten hos bergmalmen med den hos limoniterna.

Enär limoniterna, de må nu förekomma såsom sjö- och myr- malmer eller såsom ockror, alltid äro förorenade af sand och lera, så hafva flera forskare varit benägna att antaga, att den kiselsyrehalt, som analyserna på limoniter visa, skulle härröra från mekaniskt inblandad kiselsyra, detta så mycket mera som vid de allra flesta analyser intet afseende fästs vid denna sak. Frågan afgjordes, först ändgiltigt genom STAPFF's såväl mikroskopiska som kemiska undersökningar af nyutfälda sjömalmer, i hvilka han alltid kunde påvisa *gelatinös* kiselsyra. (STAPFF l. c. 80).

Beträffande utfällningen af kiselsyrehalten i limoniter anför STAPFF vidare: »Att vid precipitationen af jernoxid äfven andra lösta ämnen medfölja fällningen, är redan anmärkt, och derigenom torde sjömalmenas halt af kalk- och talkjord, äfvensom af kiselsyra kunna förklaras. Alla meddelade analyser å källor uppgifva en quantitet kiselsyra, som, jämförd med källvattnets jernhalt, är relativt större än i sjömalmen; således behöfver jernoxiden ingalunda medtaga vattnets hela kiselsyrehalt, för att blifva så smittad af kiselsyra, som sjömalmen brukar vara. Det är temligen allmänt antaget, att ruttnande organiska ämnen begärligt upptaga löst kiselsyra. — — — De flesta fossila träden äro silificerade — — —. Eger en fällning af jernoxid rum på samma gång som en af organiska ämnen eller genom dessas tillhjälp, så kan en samtidig utfällning af kiselsyra i större mängd, än kanske jernoxiderna ensamme förmå medtaga, icke väcka någon förvåning». ¹⁾

¹⁾ l. c. sid. 130, 131.

Såsom vi redan förut sett, ingår kiselsyran i lösningen i form af sura alkalialter. Dessa förmå dock ej existera vid utfällningen af jernet utan sönderdelas, i det att kiselsyran medföljer jernet. På hvad sätt detta tillgår är ännu outredt, men det är icke osannolikt, att vid kolsyrans frigörande genom jernkarbonatets uppoxidering, det är denna som verkar sönderdelande på de lösliga silikaten. Huru härmed än må vara fallet, säkert är, att vid jernoxidens utfällning ur lösningen en stor del af kiselsyran likaledes utfaller. Rörande detta förhållande, som är af största vikt för förklaringen af jernmalmernas kiselsyrehalt, är erfarenheten fullkomligt likartad, antingen man stöder sig på de reaktioner, som ofvan äro skildrade från kiselsyrans utfällning vid limoniternas bildning, eller till de likartade, som ega rum vid bildningen af källafsatser. Rörande de senare hänvisas till de sammanfattande framställningarne af BISCHOF,¹⁾ och ROTH.²⁾

Kiselsyrehalten i malmerna möter således ingen svårighet att förklara. Svårare ställer sig frågan, då det gäller att utreda hvarför vissa malmtyper äro rikare på kiselsyra, andra mindre rika. Vi veta, att i allmänhet äro jernglanserna kiselsyrerikare, eller åtminstone träffar man bland dessa de suraste malmerna, medan deremot magnetiterna äro åtföljda af mera basiska lagerarter, stundom af manganmalmer, kalkstenar och dolomiter. Flera undantag finnes visserligen från denna regel, men de äro snarare egnade att bekräfta regeln än, att upphäfva dess betydelse. Vi kunna således, om vi för tillfället frånse alla olikheter af annan art, hålla i sär tvenne slag af malmer, nämligen jernglanserna med högre kiselsyrehalt och magnetiterna med mindre hög. Dessa båda klasser af malmer öfverensstämma i flertalet fall med dem som vi i fråga om svafvelmetallerna kunde särskilja, i det att de svafvelrikare äro de mera basiska magnetit-malmerna, de svafvelfattigare deremot de surare jernglanserna. Af rikedom på svafvelmetaller drogo vi den slutsatsen, att vid detta slags malmers bildning reducerande processer varit verksamma och

¹⁾ BISCHOF, chem. u. phys. Geologie. Bd. I, s. 548 och följ.

²⁾ Allgem. u. chem. Geologie. Bd. I, s. 566 etc.

det är utan vidare tydligt, att just dessa reducerande processer — antagligen beroende på att sönderdelningen af organiskt material ännu fortgick — förorsakade, att jernet ur de humussyrade lösningarne utföll mera såsom källsatssyrade salter, eventuellt karbonat, än som oxidhydrat, enär en del af det som afsattes såsom oxid genast åter upplöstes. Förhållandet blir härvidlag något likartadt den bildning af sfärosiderit i torfmossar, som BISCHOF beskrifvit. Men vi kunna gå ännu ett steg och sätta äfven den minskade mängden af utfäld kisel-syra i samband med samma sak. Ett sådant vatten innehåller säkerligen alltid alkaliska lösningar — ammoniak o. s. v. — hvilka förmå hålla kisel-syran i lösningen, eventuellt åter upplösa nyss utfäld gelatinös kisel-syra. Att jernet, då det utfaller såsom källsytrade, källsatssyrade eller kolsyrade salter, skulle hafva förmågan, att medtaga kisel-syran ur lösningen, har man sig icke bekant.

Helt annorlunda är förloppet under antagande, att jernutfällningen sker utan inverkan af reducerande processer. Jernet faller då såsom oxid eller oxidhydrat, hvilket har förmåga att rycka med sig en stor del af den i lösningen befintliga kisel-syran.¹⁾

I detta sammanhang vill jag icke underlåta, att påminna om, huruledes redan långt för detta af en framstående svensk grufman och forskare O. GUMÆLIUS förekomsten af magnetit blifvit satt i samband med de omgifvande bergarternas grå färg och reducerande processer vid deras bildning liksom å andra sidan jernoxidmalmerna ställas tillsammans med den röda, på

¹⁾ Vogt framställer en förklaring för kisel-syrans rikligare förekomst i vissa malmer, som i kemiskt afseende kommer den ofvan lemnade temligen nära. Han anser i korthet, att kisel-syran utfalles af den frigjorda kolsyran. Men då Vogt i hela sin framställning alldeles negligerar (eller icke erkänner?) de organiska processernas ingripande vid malmernas koncentration och utfällning, så kan han naturligtvis icke gifva någon förklaring af det förhållandet, att utfällningen i ena fallet försiggår under oxidation i andra vid hindrad oxidation (eller reduktion), hvilket dock är det i grunden bestämmande för kisel-syrentskiljningen. Dertill kommer äfven, att han (l. c. sid. 141 m. fl. ställen) på grund af några få undantag, icke vill tillmätta regeln om att jernglansen tillhör de kvartsiga malmerna liksom magnetiten de mera basiska, någon genetisk betydelse.

oxidation beroende färgen hos bergarterna. GUMÆLIUS gör äfven uppmärksam derpå, att svafvelmetaller äfvensom bituminösa ämnen förekomma företrädesvis tillsammans med det förra slaget. GUMÆLIUS säger: ¹⁾ »Här må det tillåtas mig att påpeka det egendomliga förhållandet, att svartmalmerna, jernoxidulmineralerna, samt bergarternas gråa utseende öfverallt synas stå i ett visst samband. *Äfven kiser och andra svafvelmetaller hålla sig företrädesvis till dessa malmer. I de yngsta af dem äro dessutom bituminösa och kolhaltiga ämnen närvarande ofta i stor mängd. Allt detta häntyder på, att reducerande krafter varit rålande vid dessa malmers bildning och att dessa reducerande ämnen sannolikt varit organiska, hvilket åter synes bevisa, att växter eller djur funnits till vida längre tillbaka i tiden, än man hittills haft anledning antaga. Det synes ej heller osannolikt, att tillkomsten af den gråa färgen hos bergarten berott på reduktion, hvaremot den röda färgen hos euriterna och gneiserna skulle häntyda på oxidation eller uteblifven reduktion, liksom äfven den i dessa bergarter befintliga malmen är jernglans helt och hållet eller till en del. Här saknas också nästan helt och hållet svafvelmalmer.* ²⁾»

Det ofvanstående förklarar således kombinationen hos den ena malmtypen af följande egenskaper:

magnetitmalm, mindre kiselsyrehalt med större svafvelhalt, mot hvilken som motsats uppställer sig en annan hufvudtyp utmärkt genom:

jernglans, högre kiselsyrehalt, mindre svafvelhalt.

Då vi framdeles gå att betrakta fosforsyrans utfällning, så skola vi se, att äfven i detta afseende samma typer hafva skilda egenskaper.

Som bekant äro ett stort antal torrstenar (förnämligast Stribergstypens) utmärkta genom sin utomordentligt tydliga skiktning, i det att tunna lager af jernrikare och kiselsyrefattigare

¹⁾ Om malmlagens åldersföljd och deras användande såsom ledlager. Öfvers. af K. Sv. Vet. Akad. Förh. 1875, sid. 25.

²⁾ Kursiveringen i det citerade stycket är gjord af SJÖGREN.

skikt vexla med sådana, som äro jernfattigare och innehålla mera kiselsyra. Det ligger nära, att sätta detta förhållande, hvars utomordentliga regelmässighet hänvisar på periodiska förändringar hos de reaktioner, som bestämma utfällningen, i samband med årstidernas växlingar, hvilket blir så mycket mera antagligt, som vegetationsmassorna, hvilkas förmultning härvid spelar en så stor rol, äro underkastade motsvarande förändringar. Redan STAPFF påpekar, att bildningen och upplösningen af limoniterna måste vara beroende på årstiderna. »I allmänhet torde under eljest lika förhållanden utfällningen vara öfvervägande under sommartiden, men reduktionen och upplösningen under vintertiden». (l. c. sid. 141). I sammanhang härmed meddelar han två analyser utförda af BUNSEN på gaser uppstigande ur en dam i Marburgs Botaniska trädgård, sommar och vintertid. Som dessa analyser synas hafva ett allmännare intresse meddelas de här; gasens sammansättning var:

	Vintertiden	Sommartiden
Kolväte.....	47,37	76,61
Kolsyra.....	3,10	—
Syre	0,17	5,76
Kväfve.....	49,39	18,03

Den syrekvantitet, som utvecklas under sommaren, är således i detta fall mer än 30 gånger större, än under vintern, medan deremot kolsyreutvecklingen förhåller sig omvänt och sommartiden helt uteblir. Då vi nu veta, att utfällningen af jern beror på *oxidering* af lösningen, under det att kiselsyran åtminstone delvis utfälles genom *kolsyran*, så skulle man kunna framställa den hypotesen, att de jernrika skikten i en sådan torrsten, voro bildade under sommaren, de kiselsyrerika, vintertiden. Naturligtvis är det material, hvarpå en sådan hypotes stöder sig, mycket ringa, men den torde dock vara värd att tagas i betraktande.

Redan i det föregående hafva vi antydtt, att källan till malmernas halt af fosforsyra är den fint fördelade apatit, som ingår i flertalet kristalliniska skiffrar. Men då jernmalmen

halt af fosforsyra nästan utan undantag kan anses vara större än de kristalliniska bergarternas, som omgifva desamma, så är det tydligt, att här en anrikningsprocess egt rum af samma slag som den, genom hvilken jernet utlösts och koncentrerats i vissa lager. I sjelfva verket är det också genom samma geologiska agentium, nemligen det organiska lifvets ingripande, som en sådan samlings af fosforsyra försiggår. Men under det att vegetationsmassorna först efter döden vid förmultningsprocessen förmå lösa och samla jernet, så uträtta växterna beträffande fosforsyran denna process redan under sitt lif. Det är bekant huru växterna upptaga fosforsyra ur jorden och huru man efter deras död återfinner densamma bland förmultningsresterna. Vid de kväfvehaltiga ämnenas förmultning bildas ammoniak, som åter föranleder fosfors uppoxydation till fosforsyra, som går i lösningen bunden vid ammoniak. Genom omsättning utfälles den härur, om lösningen är jern- eller kalkhaltig, såsom fosforsyrad kalk eller fosforsyrad jernoxidul, hvilken senare snart uppoxyderas till fosforsyrad jernoxidoxidul. I limoniterna, hvilka i allmänhet hålla betydliga mängder fosforsyra, (de af SENFT meddelade 25 analyserna på myrmalmer visa att halten vexlar från spår till 3 å 4 %) antages fosforsyran förekomma såsom vivianit, hvilket mineral äfven många gånger direkt är iakttaget i limoniter. Det torde vara beroende på senare skeende omvandling, att fosforsyran i äldre malmer ingår i form af apatit.

32 analyser af SVANBERG visa en variation från 0,03 till 1,21 och ett medeltal af 0,47 % fosforsyra. Hos bergmalmerna går som bekant fosforsyrehalten endast sällan upp till en tiondels procent. Limoniterna motsvara i detta afseende således våra mest fosforrika bergmalmer t. ex. Grängesberget, Gellivara. På senare stället finnes jernmalm med insprängd apatit, der fosforsyrehalten i generalprof stiger till öfver 4 %. Ehuru detta är en exceptionellt hög fosforsyrehalt, så måste dock denna malm betraktas i analogi med de öfriga med mindre fosforhalt.

Ett förhållande, som i förbigående äfven må anmärkas, enär det bidrager att förklara huru fosforsyran anrikas i jernlagret,

är att ur en lösning, som innehåller fosforsyra, utfälles hela eller större delen af fosforsyrehalten redan vid jernets utfällning. Detta förhållande är redan af STAPFF tillräckligt framhållet, så att jag ej länge behöfver uppehålla mig vid denna punkt. Genom experimentel undersökning ådagalade han, »att en utfäld ockra (sjömalin) icke upptager fosfor af fosforsyrehaltiga lösningar, som med fällningen komma i beröring *efter* precipitationen, men att deremot fosforhaltig sjömalin uppkommer, då ockrans fällning sker ur en fosforsyrehaltig lösning, eller då den utfälles på växtlemningar med fosforhaltig aska. Att jernoxidulen (lika väl som jernoxiden) vid fällningen medtager fosforsyra, bevisas dels genom nyss anförda försök, dels af den omständighet, att vivianiten i myrmalmer och torfmossar vanligen träffas med hvit färg (fosforsyrad jernoxidul), hvilken först genom luftens tillträde förvandlas i blå (fosforsyrad jernoxidul-oxid).»¹⁾

Längre fram säger STAPFF vid diskussion af LUDVIGS analysen af ockerfällningar från Nauheimer-Sprudel, (l. c. sid. 136): »Man vet, att fosforsyran förhåller sig emot jernoxid analogt med arseniksyran och det är således ej oväntadt, att sjömalmer, hvilka afsätta sig ur kolsyrade vatten, medtaga hela den fosforsyrehalt som kan finnas i lösningen, hvarur fällningen sker».

Att förklara fosforsyrans närvaro i malmerna möter således ingen svårighet. Mera kompliceradt blir problemet, då man vill söka att gå in på frågan, hvarför den ena jernmalinstypen håller mera fosforsyra än den andra. Man känner sedan gammalt, att de fosforsyrerikaste malmerna äro de med större kiselsyrehalt, »torrstenarne», under det att »kvickstenar» och »blandstenar» äro mindre fosforhaltiga. Då det ofvan nu visats, att jernoxidhydratet vid dess utfällning medtager ur lösningen hela den befintliga fosforsyrehalten, så skulle man tvingas till det antagandet, att fosforsyra i des lösningar, ur hvilka det ena slaget malmer hade afsatt sig, öfver hufvud taget vore förhanden i större mängd än i de, ur hvilka den andra typen utfällts. Då för ett sådant antagande emellertid intet skäl kan anföras, vore dermed ingen

¹⁾ STAPFF. l. c. sid. 129—130.

förklaring vunnit. Jag har derför ansett mig kunna tillsvidare uppställa den hypotetiska tydningen af ifrågakvarande förhållande, att fosforsyran visserligen i båda fallen utfällas, men vid det ena af dess åter delvis upplösas. Vi hafva förut sett — och skola framdeles ännu återkomma dertill — att vid de mera basiska jernmalmslagrens utfällning, vissa reducerande processer varit verksamma, hvilka bland annat yttrat sig i karbonaters rikligare bildning samtidigt med sjelfva jernutfällningen. Det är nu fråga om, huruvida icke denna inverkan kunnat sträcka sig äfven till den fosforsyrate jernoxiduln, hvarigenom densamma delvis sönderdelats och fosforsyran i förening med kalk, alkalier eller ammoniak, hvilka i dessa lösningar alltid varit närvarande, åter gått i lösningen. Så länge icke några försök öfver den fosforsyrate jernoxidulens sönderdelning genom ifrågakvarande processer föreligga, så är visserligen ofvan anförda förklaring endast ett antagande, men jag har dock ansett mig böra framställa detsamma. Det må nu till bestyrkande af detsamma dessutom anföras, att enligt en gammal regel myrmalmslagren hålla mindre fosfor (samtidigt som de hålla mera svafvel) än sjömalmslagren och att de i myrar eller mossar afsätta limoniterna ju äfven äro utsatta för sådana upplösningsprocesser, hvilka understundom förhindra icke blott afsättningen af jernfosfat utan äfven af jernockra, i det att densamma upplöses i samma mån som den bildas¹⁾.

¹⁾ Vogt har l. c. sid. 153 m. fl. ställen) velat göra gällande en annan förklaring af det förhållandet, att de kiselhydrerrika malmslagren hålla mera fosforsyra än de kalkiga. Han resonerar nämligen sålunda, att ur den basin hvarest malmslagren afsatt sig, har fosforsyran följt med den första, kiselhydrerrika utfällningen. »Erfaring fra de forskjellige slags afsættninger ved varme kilder o. s. v. lærer os, at fosforsyren for den væsentligste del falder ud i det første, kiselhydrerige jernoxidsbundsald; dette synes at kunne give en forklaring paa den endommelige kjendsgjerning, at det særlig er »tørresten»-malmslagrene, som i det hele og store udmærker sig ved de middels høje fosforgehalte». Såvidt jag kan inse, bringas dock härigenom icke den ifrågakvarande egendommeligheten närmare sin förklaring, ty den frågan kvarstår olöst: hvarför har icke lika mycket fosforsyra utfallit med de kalkiga eller basiska malmslagren, som med de sura? Om utfällningen af kalkiga malmer alltid föregåtts af utfällningen af mera sura i samma basin, så vore det visserligen

Vi hafva ofvan sett, att det jemförelsevis rikliga uppträdandet af svafvelmetaller i de mera basiska och kalkiga malmerna möjligen får sin förklaring genom dessa reducerande processer, hvilka äro nödvändiga för sulfureternas bildning. *Samma processer, som orsakat den rikliga utfällningen af svafvelmetaller i detta slags malmer, skulle således samtidigt varit orsaken till fosforsyrans aflägsnande och sålunda den omständigheten få sin naturliga tydning, att de malmer, som äro rika på svafvelmetaller, äro fattiga på fosforsyra, hvilket är genomgående så väl bland bergmalmen som hos limoniterna.*¹⁾

Här kan vara platsen att anmärka, att den arsenikhalt, som finnes i talrika jernmalmer, och som hufvudsakligen beror på inblandad arsenikkis, har ett liknande ursprung som fosforhalten. Arsenik finnes i alla limoniter i små mängder. »In den Eisenabsätzen sind überhaupt kleine Mengen von Kupfer und Arsen so gewöhnlich, dass WOLCHNER sie in Brauneisen, Spatheisen, den oolitischen Eisenerzen und in den aus Ablagerungen früherer Quellen entstandenen Eisenerzen der Juraformation, in den geologisch viel jüngerer Sumferzen, Raseneisensteinen, sogar in eisen-

förklarligt, att man träffade den mesta fosforsyrhalten i de först utfälda surare, och att — under antagaude att ingen tillförsel af fosforsyra egde rum till basinen — de senare utfälda mera basiska (kalkiga) skulle vara fosforfria. Men då utfällningen inledts med malmer af den kalkiga typen och således ingen föregående utfällning hvarken af jern eller fosforsyra egt rum, så synes mig den af Voigt föreslagna förklaringen icke tillämplig.

¹⁾ Vi se af ofvanstående, att vissa kemiska förhållanden kunnat verka så, att i ena fallet fosforrikare i andra fallet fosforfattigare jerndepositioner afsatt sig ur lösningar, som i det hela haft samma fosforhalt. Voigt deremot synes mest antaga, att fosforhalten i aflagringen blifvit större eller mindre allteftersom lösningens halt af fosforsyra varit, hvilket icke är någon förklaring alls, utan endast skjuter förklaringen tillbaka, då han ej anger hvarför i ena fallet en lösning blifvit fosforrikare i andra fallet mindre fosforrik. Jfr Voigt sid. 150. »Oplösning, som af en eller anden grund er bleven exceptionelt rig paa fosforsyre, maa under jernoxyd-öndsondringen afgive sin totale fosforsyregehalt. At omvendt nogle malmleier næsten er fri for apatit, kan ganske enkelt skyldes, at opløsningen i givet fald var yderst fattig paa fosforsyre». Och sid. 155 »Den exceptionelt høie apatitrigdom f. eks. ved Grengesberg, Nissedal och Ulefos maa formentlig fortolkes derved, at sedimentations-bassinet af en eller anden grund tilførtes usædvanlig meget fosforsyre».

reichen Ackererden nachweisen konnte» — — — »Schon 1840 wies SCHAFFÄUTL Arsen in Eisenoxydhydraten nach». (ROTH. Allgem. n. chem. Geologie. Bd. I, s. 566).

Jag öfvergår nu till betraktandet af manganens förekomst-sätt i malmerna och de omständigheter som äro förenade med dess utfällning.¹⁾

Manganen är det element, som till sina reaktioner och i sina kemiska förhållanden af alla dem, som pläga förekomma i naturliga lösningar, mest öfverensstämmer med jernet. Detta är anledningen hvarför mangan och jern i naturen för det mesta följas åt. I alla limoniter träffar man också en mer eller mindre betydlig manganhalt, hvilken i de Svanbergiska analyserna, hvilka fortfarande utgöra den förnämsta källan för vår kännedom om de svenska sjö- och myrmalmernas kemiska sammansättning, angifves vexla från 0.46 till 34.71 % och i medeltal af 32 analyser uppgår till 5.58 %.

I öfverensstämmelse härmed är det ingen svårighet, att förklara manganhaltens tillvaro i malmerna, bildade genom utfällning efter samma lagar, som våra dagars limoniter.

Då emellertid beträffande vissa i naturen förekommande reaktionsmedel jernet och manganen förhålla sig olika, så följas dessa metaller ej fullständigt vid utfällningen. Vi hafva ofvan sett, att jernet utfälldes förnämligast på två sätt, dels genom oxidering dels genom kolsyrans afdunstning. Nu oxideras emellertid jern vida lättare än mangan och följdén är, att medan luftens eller annat syre är ett kraftigt verkande fällningsmedel för jernet, så utfälles deremot manganen föga eller icke på detta sätt. Det

¹⁾ Denna fråga togs af mig vid utarbetandet af föreläsningkursen 1883 föga i betraktande, enär vid utgåendet från limoniternas bildning, problemet om manganhalten icke synnerligen mycket faller i ögonen. Ätt detsamma likväl är af stort intresse, har emellertid af VOGR i hans senaste arbete visats, och jag skulle här kunna inskränka mig till, att i hufvudsak ansluta mig till de af VOGR framlagda åsigtterna. För fullständighetens skull och för att ådagalägga, att äfven med det behandlingsätt jag gifvit problemet, de omständigheter, som beträffa manganens utfällning få sin naturliga förklaring, bifogar jag här följande, synnerligast som i en del mindre viktiga detaljer min uppfattning afviker något från VOGRS.

är i detta afseende endast nödigt, att här hänvisa till ROTH's yttrande rörande fällningen ur karbonatlösningar.¹⁾

Det redan anförda är i själfva verket tillräckligt för att kunna förutsäga, huru manganen skulle uppträda i förhållande till jernmalmer, om man ej redan visste det af erfarenhet. Tydligen har man att vänta fällningen af manganmalmer i ett lager *ofvan* jernmalmer och i form dels af oxider dels såsom karbonat. Detta är äfven bekräftadt vid flera grufvefält, der särskilda manganmalmer brytas. I själfva jernmalmen finner man talrika mangansilikater (knebelit, tefroit, rhodonit) och i ett ofvan liggande lager deremot en blandning af manganoxider (Hausmanit = Mn_3O_4 , Braunit = Mn_2O_3 och Jacobsit = Fe_2O_3MnO) med mangankalk, lättast igenkänlig på dess egenkap att bronseras i luften. Såsom exempel på detta slag af malmer kunna anföras Långbans- och Nordmarksfälten i Vermeland.²⁾

¹⁾ *Algem. u. Chem. Geologi* Bd I, sid. 565.

²⁾ VOGT, som äfven anför dessa grufvor såsom exempel, anser att man ej kan afgöra, huruvida det jern- eller manganförande lagret i dessa grufvor är yngst. Det är visserligen sant, att själfva grufveprofilerna i detta afseende ej gifva några otvetydiga upplysningar, men detta torde endast undantagsvis vara förhållandet vid våra i starkt resta urbergs-skikt belägna grufvor. Fattar man istället lagerställningen i omgifningarne i dess helhet i ögonen, så skingras lätt alla tvifvel. Vid Nordmarken, der förhållandena äro mycket öfverskådliga, ligga malmerne ordnade kring en starkt hoppressad skål af kalksten, så att jernmalmslagret är beläget på gränsen mellan hälleflintgneisen och kalkstenen, manganmalmerne till en del inne i kalkstenen. Att så väl kalkstenen som manganmalmerne här är yngre än jernmalmslagret är tydligt. Vid Långbanshyttan är hela fältet beläget i en mycket oregel-mässig dolomitskål innesluten i hälleflintgneis; ehuru malmerne ligga temligen långt ifrån gränsen till hälleflintgneisen och dessutom inversion eger rum, så att manganmalmerne skenbart komma under jernmalmslagret, så torde man dock ej riskera att misstaga sig, om man betraktar det lager, som ligger närmast botten af dolomitskålen — nemligen jernmalmen — såsom det äldre och hausmaniten, brauniten såsom yngre.

»Bergsrådssänkning, som tillhör Collegii-grufvan utgör det sydöstligaste rummet eller yttersta fält- och donlägesliggandet i grufvan. Norrbotten som tillhör Storgrufvan, utgör det nordvästligaste rummet eller yttersta fält-hängandet i grufvan. Båda rummen ligga 300 meter från hvarandra och mellan dem med en utsträckning i VNV till OSO ligga öfriga grufrum, som då de, hvilket i regeln är fallet, hålla manganmalm (hvilken då ligger i nordöstra kanten af jernmalmsförekomsterna) föra sådan endast i form af

Det är redan af det ofvanstående tydligt, i hvilket sällskap och i hvilka malmtyper man har att vänta uppträdandet af manganmalmer. Då desamma först börja att afsätta sig vid kolsyrans afdunstning — för såvidt man bortser från de mindre manganmängder, hvilka ur en manganhaltig lösning ryckas med jernfällningen — så är det själfklart, att manganmalmerna hufvudsakligen böra uppträda tillsammans med kalkiga malmer. Detta är också en så allmän erfarenhet, att den ej behöfver med exempel styrkas. Alla våra manganmalmer — de må för öfrigt förekomma tillsammans med jernglans eller magnetit — äro dock alltid bundna vid dolomit eller kalksten.

Orsaken dertill, att man vid limoniterna icke träffar manganen afskiljd i särskilda lager i likhet med de nyss anförda exemplen från de Vermländska grufvefälten, är utan tvifvel den, att vid dessa limonitafsättningar har kolsyreafdstunstningen aldrig nått den grad, att hvarken mangankarbonat eller kalkkarbonat afsatt sig. Eller med andra ord, man har här hvarken mangan eller kalk afsatta i särskilda lager. De mängder af dessa beståndsdelar, som man finner i limoniterna, hafva ryckts med vid jernets utfällning. Så synes äfven hafva tillgått vid bildningen af många manganhaltiga magnetiter, t. ex. af Vikers-typen, der manganhalten är inblandad i jernet och icke förekommer skiljdt i ett öfre lager.¹⁾

Hausmanit, under det att manganmalmen i Bergsrådssänkning och Norrbotten till väsentligaste delen utgöras af Braunit. (Meddelande i bref från Disponenten H. V. TIBERG).

¹⁾ Då Voog vill jemföra manganutfällningen i våra malmlager med bildningen af de mangan-knollar, som äro kända från många delar af verldshafvet och understundom upphettas från de största oceandjupen, så tror jag att han befinner sig på villospår. Våra jernmalmer kunna aldrig jemföras med några djuphafsbildningar, och dessa manganförande oceanafsättningars ursprung är ännu högst omtvistad, medan deremot limoniternas manganhalt är lätt att förklara. Öfver hufvud taget har man hittills icke i oceanerna anträffat några i hög grad jernförande depositioner (ehuruväl jernoxiden i en af GÜMBEL'S analyser på mangankuollar uppgår ända till 27.5 %) och det synes, som om manganafsättningar i oceanerna skulle vara vida vanligare än jerndepositioner derstädes, under det att förhållandet på kontinenterna är det omvända.

Vi hafva nu till sist att betrakta jernmalmens förhållande till kalkstenarne. Det är då påfallande att, ehuru jernet ju i flertalet fall afsätter sig ur kalkhaltiga lösningar, så är dock den kalk, som ingår i sjelfva malmlagret jemförelsevis obetydlig. Hos torrstenarne uppgår kalkhalten sällan till 3 %, hos kvickstenarne är den mellan 2 och 8 % och stiger hos blandstenarne undantagsvis till 25 % eller mera. Härmed kan man jemföra förhållandet hos limoniterna. I de redan förut flera gånger citerade analyserna af SVANBERG på svenska sjö- och myrmalmer vexlar kalkjorden från 0,26 till 3,1 % och utgör i medeltal endast 1,36 %, således mindre än till och med hos många torrstenar. Tvänne analyser af CRONQVIST angifva visserligen högre kalkhalt nämligen 2,0 och 2,8 % samt en äldre anförd af SENFT 4,02 %, men i det hela synas limoniternas kalkhalt snarare vara mindre än bergmalmernas än tvärtom. Dock torde densamma någorlunda motsvara torrstenarnes.

Sjömalmernas ringa halt af kalkjord och talkjord förklaras af STAPFF på så sätt, att det med jernet utfälda kalkkarbonatet löses af de stora vattenmängderna i den sjö der utfällningen skett. »Vattenmängden i en sjö, torde vara tillräcklig, att helt och hållet upplösa det i ringa mängd med jernockran utfälda kalkkarbonatet, som löses af 10,600 delar kallt vatten (FRESENIUS), såvida spår deraf icke fasthöllos af oxidhydraterna.»¹⁾

I analogi härmed hafva vi äfven att förklara den föga betydliga kalkhalten i torrstenarne, synnerligast som den vid jernoxidhydratets utfällning frigjorda kolsyran äfven bidragit att hålla kalken upplöst, eventuellt upplösa den redan utfälda.

Något annorlunda blir förhållandet, då i en och samma bassin, ur en karbonatlösning utfällning af både jern och kalk eger rum. Dervid är det af sig sjelf tydligt, att jernet, som utfalles genom oxidering, faller först, innan någon kalkafsättning eger rum, enär denna utfaller först allt efter som kolsyran bortgår. Jernhaltens koncentration i ett särskildt lägre, jemförelse-

¹⁾ STAPFF, l. c. sid. 138.

vis kalkfritt lager, under det att kalken utfaller så godt som jernfri i ett annat, beror härvid derpå, att naturen för dessa båda ämnens fällning använder olika fällningsmedel, nämligen för jernet det i vattnet lösta syret, medan kalken deremot fälls genom aflägsnandet af lösningsmedlet — kolsyra.

Det förhållandet, att jernmalmen afsatt sig före kalken är af stor och generell betydelse och återfinnes hos jernmalmer af olika åldrar. Äfven VOGT lägger stor vikt vid detta förhållande vid aflagringarne af de af honom beskrifna jernmalmerna i Nordlanden, och tillmäter detsamma en framstående vikt vid tydningen af dessa jernmalmslagers genesis.

Då emellertid VOGT, att döma af hans sätt att framställa denna sak, synes antaga, att han är den förste, som fäst uppmärksamheten härpå — nämligen att jernmalmen afsatts omedelbart *före* kalkstenen, — så utgör detta för mig en anledning att här upprepa, hvad jag härom uttalat i skrift för mera än 5 år sedan. I en uppsats om jernmalmerna vid Moravica och och Dognacska i Banatet har jag någorlunda utförligt uttalat mig härom.¹⁾ Det heter der sid. 642. »Das Verhältniss von Persberg sei zuerst beleuchtet:

Wie früher gesagt ist, erscheinen die Erze dieses Grubenfeldes in drei Niveaux, deren niedrigstes eine Lagerart von Amphibol kennzeichnet, während die beiden oberen aus Granat-Pyroxenarten bestehen. Das oberste Erzlager, welches TÖRNEBOHM »Storgrufvelagret» benennt, bildet den Boden einer stark zusammengepressten Mulde, welche mit dolomitischem Kalkstein

¹⁾ Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Moravica und Dognacska im Banat. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1886, S. 607. Ifrågasvarande uppsats nedskrefs och fullbordades under 1884, före min afresa till Kaukasus, churu den först 1886 blef tryckt. Då jag med densamma endast afsåg en skildring af ifrågasvarande jernmalmer och ett framhållande af deras öfrerraskande analogier med de svenska af typen Persberg, så undvek jag att vidare gå in på frågan om deras genesis och inskränkte mig att häfda deras lagernatur. Detta skedde äfven enär jag då hade för afsigt att snart upptaga problemet om jernmalmslagrens genesis till behandling på basen af mina kort förut hållna föreläsningar, hvilket emellertid omöjliggjordes derigenom att mitt verksamhetsfält förlades till ett annat område.

angefüllt ist. Bei diesem Lager hat man also die eben angeführte charakteristische Lagerfolge, nämlich 1. Granulit, 2. Granat-Pyroxenlagerarten mit Erzlinsen, 3. krystallinischen Kalkstein. Die Gruben, welche dies Lager umfasst, sind die wichtigsten des ganzen Feldes: »Storgrufvan», »Alabama», »Gustav Adolph» und »Skärstöten». Um zu veranschaulichen, wie gross die Aehnlichkeiten in der That sind, sei hier einer Skizze (Fig. 3) über den Theil des Persbergfeldes, der von dieser mit Kalk angefüllten Mulde eingenommen wird, eine Skizze von einem Stücke der Kalkzone aus dem Dognacskegebiet gegenübergestellt (Fig. 4¹).

Genau dasselbe Verhältniss finden wir bei den Eisengruben Nordmark's (ungefähr 14 Kilometer NW. von Persberg). Auch hier wird das Erzlager in seinem Hangenden von krystallinischen Kalkstein, in seinem Liegenden dagegen von Granulit begrenzt; der Kalkstein ist stark zu einer stockförmigen Masse zusammengeschoben oder gedrückt, und das Erzlager ist im N. gefaltet und vollkommen umbogen, welcher Umstand demselben in der Kogrube die exceptionelle Mächtigkeit von circa 20 Meter verleiht.

Dasselbe Verhältniss kann noch an vielen anderen Stellen in den Wermländischen Eisenerzgegenden wahrgenommen werden. Zuweilen geschieht es, dass die Lagerart von Pyroxenmineralien und Granat, die auf dem Contacte zwischen dem Kalksteine und dem Granulit vorkommt, keine Erze führt, oder wenigstens keine praktisch verwendbaren, aber die Lagerarten sind doch stets vorhanden. An der Grenze zwischen beiden Gesteinen tritt dann nur ein ziemlich schmales Lager von Granat und Pyroxenarten auf, welches einige kleinere Stücke von Magnetit einschliesst. So ist es z. B. der Fall bei dem Gåsgrufvefeld, das auf halbem Wege zwischen Persberg und Filipstad liegt. Aber nicht blos auf die Gruben in Wermland ist diese Lagerfolge beschränkt, von wo sämmtliche vorhergehenden Exempel genommen sind,

¹) Specielt för belysandet af denna karaktäristiska lagerföljd meddelades dessa skizzer.

sondern wir können in Upland dasselbe charakteristische Verhältniss wiederfinden.

Bei Ramhäll treten die Erze in zwei recht unregelmässig geordneten Parallelen auf. Die nördlichere führt Eisenglanz, der ohne Lagerarten direct in dem angrenzenden Granulit eingelagert vorkommt; dieses Eisenlager ist mithin seiner Beschaffenheit nach am nächsten übereinstimmend mit denjenigen aus Typus 2 (quarzhaltige Eisenglanzvorkommen).

Ungefähr 40 Meter südlicher kommt ein anderes hiermit paralleles Erzlager vor, welches Magnetit führt und aus vielen, auf mehrere Parallelen vertheilten Linsen zusammengesetzt ist. Getrennt und umgeben sind diese von Granat und Pyroxen. *Im Hangenden dieses Erzlagers kommt ein Lager krystallinischen Kalksteins vor*, das wechselnde Mächtigkeit zeigt und an einigen Stellen unterbrochen ist, es grenzt mitunter direct an Magnetit, der in solchem Falle hiemit fest verwachsen ist, mitunter wird es auch durch die Lagerart davon getrennt. Die ganze Länge des Eisenlagers beträgt bei Ramhäll circa 1,5 Kilometer.

Bei der nahebelegenen Grube von Stenring, die von grauem Granulit umgeben ist, ist das Verhältniss wesentlich gleichartig. Das Erz ist Magnetit, in Form von Linsen in einer ziemlich mächtigen Pyroxenbildung, welche manchmal granathaltig ist, eingeschlossen. *Der Kalkstein kommt hier linsenweise im Liegenden des Erzes vor, welcher Umstand wahrscheinlich auf Inversion der ganzen Lagerstellung beruht.*

Wir haben nun gesehen, dass die für die banatischen Erze so charakteristische Lagerfolge sich bei vielen schwedischen Erzen des gleichen Typus wiederholt. Es mag übrigens noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass dieselbe Lagerfolge auch bei anderen Eisenerzen auftreten kann, so z. B. bei den bekannten Elbaerzen von Rio Marina und Cap Calamita. Das mächtige Lager von Eisenglanz, mit Hämatit, Brauneisenstein und etwas Magnetit vermischt, hat hier im Hangenden einen krystallinischen, etwas porösen Kalkstein und im Liegenden quarzige Schiefer. Was das geologische Alter dieser Lager, sowie des Eisenlagers

an sich angeht, so sind die Ansichten darüber sehr getheilt; augenscheinlich gehören sie doch nicht dem archaischen System an, welcher Umstand anzudeuten scheint, *dass die Verhältnisse, welche die durch diese in Frage stehende Lagerfolge charakterisiren Erze begleiten oder bedingen, nicht auf die archaische Periode beschränkt waren.*»

Då VOGT sid. 130 säger: »de af SJÖGREN publicerede profiler over det tidligere omtalte felt i Banatet antyder ligeledes, at malmen ogsaa her er ældre en kalkstenen», så skulle man kunna antaga, att det vore VOGT och icke jag, som först gjort uppmärksam på lagerföljden och att jag publicerade profilerna, utan att skänka lagerföljden någon uppmärksamhet. Huru härmed förhåller sig visas af ofvanstående citat. Då jag der framhåller, att malmen ligger *under* kalkstenen och dessutom förfäktar bådas natur af verkliga lager, så är dermed äfven utsagt hvilken af dem som *först* blifvit aflagrad. Då VOGT tillägger: »Ved de øvrige mig bekendte, i archaiske skifere optrædende jernmalm-leier kan derimod skikternas aldersfølge i regelen ikke fastslaaes», så kan jag hänvisa till de exempel, som jag redan 1886 anförde härpå, nämligen Persberg, Gåsgrufvefältet, Nordmarken i Wermland, Ramhäll och Stenring i Uppland. Jag kände således redan då flera exempel på denna lagerföljd än hvad VOGT anför 1891.

Säkerligen har VOGT genom sin undersökning 1890 af Nordlandens jernmalmlager förts på samma tankegång som den, hvilken af förhållandena vid Moravica-Dognacska redan 1883 påträngde mig, och då tillika är tydligt, att detta skett fullt oberoende af mitt 1886 gjorda uttalande, så kan jag häri endast se ett bevis på det plausibla i den tydning vi båda tilldeladt samma förhållande.

Det må här tilläggas, att då man vid ett stort antal grufvor finner malmen inlagrade i kalkstenen, så att densamma förekommer både i hängandet och liggandet af malmen, t. ex. vid Dannemora, Vikersfältet, Långban, så ådagalägger detta, att i den bassin, der afsättningen egt rum upprepade tillflöden af

olika lösningar försiggått. Ty det är icke antagbart, att några kemiska reaktioner som vi känna, skulle förmått kalken att af-sätta sig ur en jernhaltig lösning före jernet. Såsom redan synes af de nyss anförda exemplen, eger detta förhållande rum vid Dannemoratypens, malmer medan Perbergstypens häldre ligga på gränsen mellan hälleflintgneis och kalk.

Af det här anförda synes framgå, att några af de hufvud-olikheter, som skilja vissa malmtyper eller rättare grupper af typer från hvarandra, möjligen kunna få sin förklaring på grund af den här utvecklade hypotesen. Det är framtida undersökningar förbehållet att afgöra, om samma hypotes äfven är märk-tig att tyda de mindre framträdande typkaraktärerna hos våra jernmalmer. Dock bör man i detta afseende — såsom redan är sagt — icke hysa alltför vidtgående förhoppningar, enär den ursprungliga beskaffenheten af våra jernmalmsdepositioner, hvil-ken skulle gifva de värdefullaste upplysningarna öfver proces-serna, vid bildningen icke mera kan iakttagas.

III. Marina eller lakustrina bildningar? Malmlagens egendom-liga form.¹⁾

Äfven om man vore någorlunda på det klara med de ke-miska reaktioner, genom hvilka malmernas utfällning egt rum — från hvilket mål man ännu är långt aflägsnad, enär ju det i det föregående utvecklade betraktelsesättet ytterst hvilat på alldeles obevisade förutsättningar — så uppreser sig en annan fråga, som visserligen står i närmaste sammanhang med den nu behandlade, men ändock är i viss mån oberoende af densamma.

¹⁾ Till följd af det icke afsedda omfång, hvartill de föregående afdelningarne af denna uppsats utsvält, gifves här endast ett kort sammandrag, af hvad som i fråga om denna del af ämnet egentligen skulle sägas. Denna kortare behand-ling betingas äfven derutaf, att man vid den nu föreliggande delen af ämnet finner sig vara ännu mera i saknad af en fast basis och utgångspunkt än vid de föregående; der man i alla fall hade vissa bestämda och oföränderliga kemiska reaktioner att hålla sig till. Man står här inför de svårigheter, som alltid möta, då det gäller att omsätta en abstrakt teori i en konkret verklighet.

Detta är frågan om *hvar* och under hvilka omständigheter utfällningen af jernmalmsdepositionerna försiggått.

Vi veta af de talrika analyserna af naturliga vatten, att de mest olika slagen af desamma innehålla samma ämnen, hvilka ingå i jernmalmslagren, om också i minimala mängder. Icke blott vatten från vissa mineralkällor föra kalkjord, talkjord, kiselsyra o. s. v., utan samma element ingå äfven i floders och sjöars vatten samt i oceanen. Jern och öfriga tunga metaller förekomma visserligen mindre allmänt i dessa slag af vatten och malmdepositionernas lokala förekomst synes i alla händelser tala för, att de ej äro afsatta ur oceanvattnet; men man skulle ju kunna tänka sig, att de vore bildade genom undervattensskällors framträdande på oceanbotten, hvilken tydning i sjelfva verket af GÜMBEL förfäktats för de redan omtalade mangankonkretionerna från de stora hafsdjupen.

I sjelfva verket har denna fråga föga vidrörts af de författare, som sysselsatt sig med malmernas sedimentära ursprung. VOGT uttalar sig icke bestämdt derom, men att döma af hans framställning i dess helhet synes han icke vara obenägen att antaga afsättning ur oceanvattnet.¹⁾ Vid anförandet af GÜMBELS ofvannämnda förklaring af manganknollarne såsom afsättningar från underhafskällor säger han äfven (l. c., sid. 148): »knollerne skulde i saa fald være fremkomne ved nogenlunde samme slags chemiske processer som vore jernmalmer».

Af redan anförda anledningar inskränker jag mig här till att angifva några allmänna synpunkter.

I enlighet med den utveckling af jernmalmsproblemet, som i det. föregående försökts, måste man följdriktigt antaga, att

¹⁾ VOGT belyser återstädes sin framställning, genom att anföra oceanvattnets beskaffenhet t. ex. sid. 142 dess halt af absorberat syre, sid. 143 dess halt af tunga metaller, sid. 144 af kiselsyra, sid. 145 af fosforsyra, sid. 151 dess guldhalt o. s. v. Deremot omnämner han först i sin tyska resumé i förbigående sid. 221—223 de analogier, hvilka sjö- och myrmalmen erbjuder. Detta synes mig karakterisera Vogts och min skilda ståndpunkt i denna fråga, liksom det också är betecknande för hela den olika behandling vi gifvit problemet.

malmerna äro lakustrina eller terestra bildningar. Endast under sådana förhållanden kunna de vegetationsmassor förefinnas, som för reduktionen af jernoxiderna äro nödvändiga. På de stora oceandjupen finnas inga sådana och de bildningar, som man hittills känner från dessa djup, gifva intet berättigande för antagandet, att jernmalmernas bildning skulle hafva försiggått der. På sin höjd skulle man i strandbältet kunna söka förhållanden, som voro gynsamma för uppkomsten af malmaflagringar. Detta resultat, att jernmalmerna skulle vara lakustrina bildningar, stödjess också väsentligt genom en öfverblick af malmerna i de försteningsförande formationerna från de äldsta till de yngsta. En sådan öfverblick skulle föra oss allt för långt, att i detalj genomföra. Jag inskränker mig därför här, till att påminna om, huruledes många sfärosideriter och Blackbands äro bundna vid kolflötser och att i talrika andra fall, såväl i fråga om hämatiter och brauneisensteine som vid karbonatmalmer, anträffade växtlemningar angifva det lakustrina ursprunget.

Vi föras härigenom in på de lemningar af organiskt material, som man ofta finner vid våra jernmalmsförekomster. Enär detta är en punkt af fundamental betydelse för den här utförda behandlingen af malmproblemet, kan jag ej underlåta att något närmare gå in på densamma.

Kolhaltiga ämnen förekomma i de kristalliniska skiffrarne såsom *grafit*, hvilken ingår dels som accessorisk beståndsdel i vissa gneiser, dels i särskilda lager, till och med i betydlig mängd; vidare i kristalliniska kalkstenar på flera ställen i Sverige och Finland. Ehuru grafiten ju är nära besläktad med öfriga arter af fossilt kol och kan uppkomma såsom slutprodukten vid kolhaltiga beståndsdelars omvandling, så kan man dock ej med fullständig säkerhet påstå, att grafiten alltid är ett bevis för organiska ämnens tillvaro i de skikt, der den anträffas, eller med andra ord, att grafiten har ett organiskt ursprung. Kol kan nämligen afskiljas äfven vid fullt oorganiska processer och dervid antaga beskaffenheten af *grafit*, t. ex. i tackjern.

Annorlunda är förhållandet med föreningarne mellan kol, väte och syre, hvilka man hittills i naturen träffat endast såsom sönderdelningsprodukter af organiska ämnen. Så vidt man på vetenskapens nuvarande ståndpunkt kan yttra sig deröfver, har man rätt att anse dessa ämnen såsom omvandlade organiska rester. Det är nu allmänt bekant, att sådana föreningar förekomma på talrika ställen vid våra grufvefält under benämningarne bergolja, bergtjära, bergbeck, huminit och antracit. Särskildt är det för oss af vikt att konstatera, att de i alla händelser förekomma talrikare tillsammans med jernmalmen, än i de öfriga länkarne af urformationens kristalliniska skiffrar.

För att någorlunda ådagalägga, huru pass allmänna dessa fynd äro, lemna jag här en uppräknig af de mig bekanta fynden, hvilken dock ingalunda gör anspråk på att vara fullständig ens med afseende på de i litteraturen upptagna fynd-orterna.

Dannemora: här förekommer bituminösa ämnen på tre sätt:

- a) bitumenhaltig, porös magnetit, b) antracit i Storrymningen, c) bergbeck, som utsipprar i små kalkspatgångar i Storrymnings- och Hjulvindsgrufvorna.

Lenaberg (Upland): bergbeck insprängd i malmen.

Utö: bergbeck.

Risängsgrufvan i Sundborn (Dalarne): Elaterit (elastiskt bergbeck, närmare beslägtad med jordvax än de öfriga bergbecken).

Sjustjernan och *Odalgrufvan*, Greugesberget: i pegmatitgångar (utom eller inom malmlagret?).

Wiksgrufvan, Garpenberg: bergbeck.

Herkules- och *Mellangrufvorna*, *Schultinsgrufvan*, Gräsberget: bergbeck.

Gubbogrufvan, Norrbärke: flyktig bergolja.

Bälinge grufva (Folkärna s:n): bergbeck med kalkspat.

Mossgrufvan, Norberg: bergbeck, dels insprängd i malmen, dels på kvartsgångar i densamma eller i hålrum.

Kilgrufvan, Norberg: huminit i derba massor.

Norrbergsgrufvan, Norberg: bergbeck.

Bojmåssgrufvan, Norberg: bergbeck.

Torfgrufvan och *Gökgrufvan*, Kallmorafältet: rena rika blodstenar med så hög bitumenhalt, att kolåtgången i masugnen enligt uppgift endast skulle uppgå till $\frac{2}{3}$ af den normala. Kolet förekommer såsom tunna, svarta, glänsande lameller från pappers- till linietjocklek, hvarigenom en skiffriighet uppkommer. Är dels så fint insprängdt, att det är för ögat omärkbart, dels i porer och ihåligheter såsom droppar. Stufprof hålla ända till 25 % bitumen.¹⁾

Lilla Kallmoragruvvan, Kallmorafältet: antracitliknande bergbeck har på flera ställen anträffats i mängder af 500 kub.-centim. volym.

Storgrufvan i Klackbergsfältet: malmen håller till 1.24 % kolhalt.

Granrotsgrufvan i Klackbergsfältet: malmen håller ända till 1.60 % kolhalt.

Kolningsbergsfältet: malmen innehåller ända till 2.23 % kolhalt.

Storgrufvan, Bispberg: bergbeck.

Vikersgrufvorna: malmen ofta bitumen- eller kolhaltig.

Passboberget (Skinskattebergs s:n): antracit.

Svartviksfältet (Nya Kopparbergs s:n): bitumenhalt i malmerna.

Strossagruvvan (Ramsbergs s:n): antracit.

Finnberget (Grythytte s:n): huminit i derba massor.

Garpagruvvan (Hammars s:n): malmen bitumenhaltig.

Långban: bergbeck.

Pajsberg: bergbeck i kalkspatsådror.

Såsom redan ofvan omnämndes afser denna uppräknings långt ifrån att vara fullständig eller ens att omfatta alla i litteraturen omnämnda fall, då bituminösa ämnen anträffats i våra jerngrufvor. Men säkerligen äro flertalet sådana fynd alls icke omtalade i den geologiska litteraturen, enär förekomsterna just till följd af deras vanlighet allt för litet beaktas.

¹⁾ ТАММ anger i generalprof 11 och 19 % bitumen etc.

Såsom man kunde vänta, tillhöra det stora flertalet af dessa fynd svartmalmerna. Endast ett enda väsentligt undantag finnes, nämligen de starkt bitumenhaltiga *Torf-* och *Gök-grufvemalmerna* i Kallmorafältet, hvilka äro rena blodstenar. I ett sådant fall måste man naturligtvis antaga, att de kolhaltiga ämnena, redan under det att jernet afsattes, blifvit så fullständigt genomharzade och förvandlade till »pechkol», att de ej förmått utöfva någon reduktion på den utfälda jernoxiden. Under sådana förhållanden kan ju en limonitafsättning försiggå äfven i torfmossar, såsom vi i det föregående sett.

Vi lemna nu de bitumenhaltiga ämnena i jernmalmerna i det vi konstatera, att lika väl som de flesta yngre malmer, så väl i de försteningsförande systemen som ock de, hvilka nu äro under bildning, innehålla organiska rester, så är detta äfven fallet med bergmalmerna.

Här torde i förbigående böra omnämnas ett meddelande som STAPFF gör, ehuru detsamma tyvärr är allt för kortfattadt för att kunna tillmätas stor betydelse. Han säger angående *ammoniakhalten* hos limoniter (l. c., sid. 96): »Alla ockerartade sjö- och myrmalmer innehålla små kvantiteter *ammoniak*, hvilken hos nyss upptagna malmer stundom tillkännager sig först då de uppbettas med kaustiskt kali. Ur sjömalmer, hvilka flera år legat i luften, kan kolsyrad ammoniak utdragas genom vatten. *Då alla jernmalmer (t. o. m. de stältäta Dannemora-stenarne) innehålla absorberad ammoniak*, så kan dess närvaro i sjö- och myrmalmer icke väcka förundran; — —.» Om STAPFFS uppgifter i detta fall öfverensstämma med verkliga förhållandet, och äfven bergmalmerna innehålla ammoniak i små mängder, så är detta onekligen ett starkt vägande skäl, att organismer icke varit främmande för deras bildning.

Det är gifvet, att jernmalmernas egendomliga och karaktäristiska form äfven skall kunna gifva några upplysningar rörande de omständigheter, under hvilka afsättningen egt rum. I detta afscende är det mest påfallande, att jernmalmerna i de äldsta formationerna i regel äro mindre utsträckta på längd och bredd

än i de yngre, hvarest man har verkliga flötser af spatheisenstein och brauneisenstein. Detta är dock icke utan många undantag, så till vida som man äfven i de yngre systemen träffar mycket oregelmässiga malmer med former, som erinra om de i archäiska formation. ¹⁾

Den karaktäristiska formen hos våra jernmalmer, nämligen *lenticulära stockar* och det icke mindre egendomliga läget »stjert om stjert», som malmerna intaga i förhållande till hvarandra, äro omständigheter, hvilka, om de noga förföljas, lofva att kunna gifva värdefulla upplysningar angående malmernas bildningsförhållanden. Man har dervid att taga i betraktande hufvudsakligen malmlinsernas läge i förhållande till hvarandra inom det såsom en helhet eller enhet betraktade *malm- och skarnlagret*.

Det har icke fattats försök att jemföra jernmalmslagrens form med limonitafsättningarnes, men med föga framgång. ²⁾ Det är sant, att en viss likhet förefinnes mellan de oregelbundna lager, som en sjöalm intager äfven på en någorlunda jemn hafsbotten, och formerna hos vissa jernmalmslager. STAPFF säger härom (l. c. sid. 75): »Säkert är, att malmen icke förekommer i jemntjockt skikt öfver hela sjöbotten, utan uppträder på runda eller långdragna fläckar, hvilkas längdriktning företrädesvis läter vara Ö—V. Då dessa malmband oftast ligga på grund, med olika och af solens gång oberoende riktning, får man likväl icke lägga för stor vikt vid malmbankarnes sistnämnda förekomstsätt; dock antydes genom den ett ytterligare sammanhang mellan organiskt lif och sjömalmsbildning, som bekräftas af mycket all-

¹⁾ Såsom exempel härpå kunna anföras hämatitlagren vid Dillenbourg och Wetzlar i Nassau, som uppträda i stockformiga och oregelbundna massor mellan »Schalstein» och fossilförande Stringocephalenkalk (devonisk); vidare sfärosideritlagren i stenkolssystemet vid Zelenze i Oberschlesien, der jernmalmen tydligen kommit till afsättning i flacka tråg i kolbäddarnes fördjupningar; talrika sådana exempel skulle kunna anföras.

²⁾ Voor yttrar härom följande, l. c. sid. 223. »Endlich mag hervorgehoben werden, dass die Analogie mit den selbst in gleichmässig tiefen Seen immer unregelmässig begrenzten Ablagerungen der Seerzrte die lenticuläre Form unserer Magnetit- und Eisenglanz-Lagerstätten beleuchtet.»

mänt förekommande malmaflagringer på grunda vass- och rörbankar. Sådana draga sig i de flesta fall på något afstånd från stranden, utan att vidröra den, hvarmed den iakttagelsen öfverensstämmer, att malmbankar icke närma sig stranden på mindre än 30 till 40 fots afstånd.»

Äfven CRONQVIST bekräftar, att sjömalmen ligga anordnade i vissa streck i de sjöar han undersökt.¹⁾ Huruvida man emellertid, äfven om en sådan likhet erkännes, är berättigad att draga några slutsatser rörande de omständigheter, under hvilka bergmalmen aflagrats, synes mig ganska tvifvelaktigt, så länge man icke alls har någon kännedom om *orsakerna* till de aflagringsformer, vi iakttaga hos sjömalmen. I alla händelser synes man ej komma långt genom ett dylikt antagande, då ännu sjömalmens aflagringsformer stå oförklarade. För min del är jag snarare böjd för att anse, att likheterna mellan bergmalmer och limoniter här upphöra.

Den enda slutsats, man sålunda af malmlagens form kan draga, är att de sannolikt afsatt sig på ett mera differentieradt underlag än hvad en ocean- eller hafsbotten kan erbjuda, således i sjöar, myrar, åar eller grunda hafsvikar.

Till sist få vi ej förbise de upplysningar, som kunna vinnas genom de omgifvande bergarternas beskaffenhet, speciellt kalkstenens. Vi hafva sett, huru ofta kalkstenarne åtfölja malmen och kunna ej tvifla på ett genetiskt sammanhang. Dessvärre är vår kännedom om villkoren för kalkbildningen inom urformationen ännu mycket outvecklad och står själf på hypotetisk grundval. Såsom den sannolikaste förklaringen skulle jag vilja beteckna STERRY HUNTS, hvilken ju förutsätter inverkan af kolsyrade alkalier på klorkalcium och klormagnesium-lösningar, hvarvid genom dubbel dekomposition kalkkarbonat skulle utfalla och klornatrium stadna i lösningen. Denna reaktion förutsätter visserligen icke nödvändigt slutna bassiner, ehuruval de arkaiska kalkstenarnes sporadiska förekomst mest tala för sådana,

¹⁾ CRONQVIST, Om sjömalmsfyndigheter i Kolsnaren, Viren och Högsjön i Södermanlands län. G. F. F. Bd. 5, s. 402.

och vi föras således äfven på detta sätt till antagandet af att jernmalmerna — som åtfölja kalklagren — måste vara mer eller mindre lakustrina bildningar.

Hvad beträffar de öfriga kristalliniska skiffrarne, i hvilka våra jernmalmer förekomma, så vet man, att desamma i flertalet fall utgöras af hälleflintgneis eller s. k. granulit med deras afarter hälleflinta o. s. v. Det är här alldeles öfverflödigt att påpeka, huruledes det stora flertalet af de svenska malmerna, isynnerhet de större af dem, så att säga äro bundna vid dessa. Deremot torde det vara mindre bekant, att äfven ett antal utländska jernmalmer förekomma i kristalliniska skiffrar af likartad beskaffenhet som de svenska.¹⁾ Jag vill här ej vidare gå in på detta ämne, men tror mig dock böra uttala såsom sannolikt, att då man en gång kommer de kristalliniska skiffrarnes genesis närmare på spåren, så skall man finna något slags genetiskt samband mellan just dessa skiffrar och jernmalmerna, äfven om man nu ej kan inse detta sambands beskaffenhet.

Om vi efter de många likheter vi framhållit mellan limoniterna å ena sidan och bergmalmerna å andra skulle vilja påpeka de viktigaste differenserna, som möjligen kunde göra det osannolikt, att dessa båda bildningar äro af så ensartadt ursprung, som vi här framställt det, så finna vi inga väsentligare skiljaktigheter än först den stundom betydligt olika fosforhalten och vidare de olika dimensionerna. Låtom oss betrakta dessa två moment något närmare.

¹⁾ Att de stora jernmalmerna af ännu outredd ålder vid Moravica och Dognacska i Banatet underlagras af en bergart fullt liknande den svenska hälleflintgneisen, har jag förut i denna tidskrift framhållit. I Kaukasus har jag vid Daschkesan i Elisavetopols guvernement studerat en jernmalm, liggande som ett flackt lager af 6 till 20 meters mäktighet och flera kilometers längd med 8—10' fall åt Ö. Det begränsas i hängandet af en mäktig kloritköl, innehållande körtlar af kopparkis och koboltglans i brytvärd mängd, ofvanpå hvilken ligger en tät, skiktad felsit af samma slag som vid flera svenska grufvor.

Ehuru fosforhalten hos limoniterna i genomsnitt är kanske 10 gånger den hos bergmalmen, så hålla dock äfven samtliga bergmalmer något fosfor och olikheten är därför endast graduel, så mycket mera som ju bergmalmer undantagsvis finnas, som hafva lika stor fosforhalt, som den högsta hos limoniterna. Vi erkänna emellertid, att här föreligger en olikhet, som tarfvar sin förklaring. Jag föreställer mig, att man har att söka förklaringen till detta i samma riktning, der vi erhöilo en antaglig förklaring på det förhållandet, att vissa bergmalmer (förnämligast de surare) hålla mera fosforsyra än de basiska. Jern- och kalkfosfatens löslighetsförhållanden äro visserligen ännu för litet studerade, men det är af analogier antagligt, att dessa föreningar skola vara lättare lösliga i vatten, som innehålla alkaliska salter, med hvilka fosforsyran kan förena sig, än hvad de äro i renare vatten, med mindre salter. Då nu de lösningar, ur hvilka det archaiska systemets jernmalmer utfällts, sannolikt varit vida mera mättade med alkali-, kalk- och magnesia-salter, än de vatten, ur hvilka limoniterna nu bildas, så blir det ganska antagligt, att fosforsyran lättare hållit sig löst i dessa vatten och ej utfallit och smittat malmerna.

Hvad beträffar den andra punkten eller att man aldrig träffar limoniter i så stora och mäktiga lager, som de, hvilka bildas af bergmalmen, så är en förklaring redan antydd i det föregående. Under de första tiderna af jordens utveckling, då urformationens malmer afsatte sig, var det i bergarterna spridda jernets mängd vida större än nu. Redan af denna orsak måste de processer, som åstadkomma jernets aflagring, då hafva försiggått i vida större skala, lemnat större resultat, aflagrat mäktigare malmlager. Dessa processer hafva just till mål, att samla det i bergarterna spridda jernet, koncentrera det i vissa malmlager, begrava dessa i jordens inre och derigenom undandraga det den allmänna cirkulationen.

IV. Jernmalmernas omvandlingar; silikatens (lagerarternas) bildning.¹⁾

Det återstår ännu vid vårt försök, att förklara bergmalmerna såsom härledda ur limonit-artade bildningar och karbonatmalmer, en lucka att fylla, nemligen att betrakta den omvandlingsprocess, som måste hafva försiggått, innan de lockra sedimenten af hufvudsakligen jernoxidhydrat förvandlats till fasta bergmalmer af den beskaffenhet, som våra magnetiter och blodstenar. I sammanhang härmed kommer äfven frågan om lagerarternas bildning.

Hvad den förra af dessa frågor beträffar, så erbjuder den samma egentligen endast en punkt af större intresse, nemligen magnetitens uppkomst ur jernglans. Hvad jernglansernas bildning ur jernoxidhydrat, direkt utfäld hämatit, eller ur jernkarbonat beträffar, så är det här tillräckligt, att hänvisa till de vanliga handböckerna i kemisk och allmän geologi, hvilka utförligt redogöra derför.²⁾

Annorlunda är det med magnetitens bildning, hvilken icke hittills är tillräckligt utredd. Emellertid synes det, som om under vissa omständigheter en benägenhet föreläge hos jernglansen att öfvergå till den fasta, stabila och saltartade föreningen magnetit.

¹⁾ Rörande behandlingen af denna del af ämnet gäller hvad som anmärktes i fråga om ufdelningen III.

²⁾ Ehuru man känner fall, då jernoxiden utfaller vattenfri, måste man likväl antaga, att — i enlighet med limoniterna — jernoxiden i naturen vanligen utfaller såsom hydrat. Erfarenheten ger emellertid vid handen, att jernoxidhydratet (Brauneisenstein) under vanlig temperatur och tryck kan förlora sin vattenhalt och öfvergå till vattenfri Fe_2O_3 . Denna förändring synes understundom försiggå med Brauneisenstein, som ligger länge under vatten. Det bör i detta sammanhang märkas, att vattenhalten är mycket variabel hos Brauneisenstein liksom hos limoniterna, i det att dessa utgöra blandningar af flera hydrater, af hvilka Göthit = $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ och Limonit (i inskränkt bemärkelse) = $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ äro de vanligaste med respektive 10.1 och 14.4 % H_2O . Men äfven andra föreningar äro sannolika, t. ex. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ med 18 % vatten och HERMANN'S Quellerz med 25.6 % H_2O . Dessa alla ingå ofta såsom blandningar i de naturliga limoniterna. De visa ofta en benägenhet, att aftaga i vattenhalt och derigenom öfvergå till Roth-

Jag vill här fästa uppmärksamheten på några af de iakttagelser, som föreligga i denna riktning. Den första af dessa förefinnes i GUMÆLIJ berättelse till Chefen för S. G. U., angående undersökningarne på Gellivara Malmberg, der det heter s. 61: »Då dertill kommer, att blodstenen här öfverallt eller åtminstone öfverallt — — — förekommer såsom ett lager i svartmalm, så skulle man deraf lätt blifva frestad, att draga den slutsatsen, att dessa blodstenslager äro oförändrade återstoder af ett, antagligen fosforhaltigt, jernoxidlager, som sedan blifvit förändradt på så sätt, att jernoxiden reducerats till jernoxidoxidul, att fosforsyran utkristalliserat i förening med kalk under form af apatit, samt att denna förändring hos de flesta malmlager fortgått alltigenom, men hos de nyss nämnda afstannat förr än hela massan hunnit blifva likartad». Sedermera iakttog GUMÆLIUS likartade förhållanden på Svappavara och Kirunavara.

Liknande och mera detaljerade iakttagelser äro meddelade af NORDENSTRÖM från Norbergs, Stribergs och Stripa grufvefält.¹⁾ Man finner der i blodstensmalmerne hängande eller liggande ett lager af magnetit, som uppträder under sådana förhållanden, att det synes hafva uppkommit genom omvandling af blodsten. Detta bestyrkes genom den omständigheten, att öfvertvårande gångar af kvarts och pegmatit likaledes förändra malmen på samma sätt, medan deremot diabasgångar icke synas utföra någon omvandling på jernmalmen. Omvandlingen synes

eisenstein, hvilken i verkligheten sällan är fullt vattenfri; Hydrohämatit = $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ är att betrakta såsom ett mellanstadium vid denna omvandling. Dessa processer, hvilka belysas och bekräftas af talrika pseudomorfer, förklara öfvergången af limoniterna till Rotheisenstein.

Äfven Sfärosiderit och Spatheisenstein kan omvandlas till Rotheisenstein, hvarpå pseudomorfer lemna bevis. HAIDINGER antager att en direkt omvandling eger rum, hvaremot BISCHOF, som det synes på goda grunder, anser, att öfvergången sker med Brauneisenstein såsom mellanled. På detta sätt förklaras förekomsten af Rotheisensteinslagren i olika formationer.

Vid Rotheisensteins omvandling till hämatit och jernglans vilja vi ej här uppehålla oss, då dessa tre mineral äro endast olika isomera modifikationier af samma substans. Denna omvandling förklaras tillräckligt genom den allmänna metamorfos, som träffat de äldre systemen.

¹⁾ G. F. F. Bd. 5, sid. 167.

företrädesvis utgå från de kiselsyrehaltiga bergarterna, dessa må för öfrigt utgöras af de normala sidostenarne eller af öfvertvårande gångar.¹⁾ NORDENSTRÖM fäster i sammanhang härmed uppmärksamheten derpå, att äfven de renaste blodstenarna inom dessa fält äro uppblandade med svartmalin. De renaste jernglansmalmer i Norberg innehålla dock minst 6 % magnetit och vid Striberg öfver 8 %, under det att den vanliga halten af magnetit i jernglanser vid dessa grufvefält uppgår till 25 å 30 %.²⁾ Huruvida detta beror på en pågående omvandling af hela malm-massan eller derpå, att magnetit direkt bildats vid dessa mal-mers ursprungliga uppkomst, är svårt att nu afgöra. Men med de ofvan gifna exemplen för ögonen, hvilka endast låta tolka sig såsom omvandlingar från jernglans, är det åtminstone *antagligt* att så äfven här är fallet.³⁾

Hvad beträffar den andra frågan, nämligen bildningen af de silikater, hvilka sammansätta lagerarterna, så vore derom i detta sammanhang mycket att säga. Vi hafva sett huruledes jernmalmer, ehuru sannolikt afsatta ur kolsyrehaltiga lösningar, likväl innehålla jemförelsevis obetydligt med karbonater, men deremot hufvudsakligen silikater, förnämligast af pyroxen-, amphibol-, granat- och epidotgrupperna.

Hvarifrån kiselsyran, som ingår i dessa silikater, härstammar, är af det ofvanstående bekant; densamma har utskiljt sig vid jernets utfällning. Om de ingående baserna, förutom jern-

¹⁾ Flera sådana fall, då linsformiga lager af blodsten äro inneslutna i skal af magnetit, angifvas också af SANTESSON i hans ofvan citerade arbete. Enligt SANTESSON är det icke blott hängandet och liggandet, utan äfven i hög grad spetsarna af dessa malmlinser, som varit utsatta för en sådan omvandling.

²⁾ Denna blandning af magnetit och jernglans, som är genomgående äfven hos de renaste blodstensmalmer, belyses synnerligen tydligt genom de talrika analyserna i TAMM's ofvan anförda arbete.

³⁾ Af största intresse äro i detta sammanhang äfven de af HEIM, C. SCHMIDT och BALTZER beskrifna omvandlingarne af Brauneisenstein, Rotheisenstein och Hämatit till kristallinisk magnetit, som iakttagits hos de oolitiska jernmalmer i Alpernas bruna jura; de nämnda författarne tillskrifva omvandlingen trycket vid bergbildningen (dynamometamorfos). Se, häröfver ROTM Allg. Geologie Bd. 3, sid. 199.

oxidul hufvudsakligen kalkjord, talkjord och något lerjord, kan detsamma sägas.

Omedelbart efter utfällningen af jernoxidhydratet och kisel-syran börjar silikatbildningen, hvilken är orsaken till limoniter-nas hårdnande, i det att kisel-syran förenar sig med jernoxid. STAPFF anför härom: ¹⁾ »Gelatinös kisel-syra uti vatten i intim beröring med jernoxidhydrat måste förena sig med denna, ty enligt BISCHOF förmår jernoxidhydratet sönderdela t. o. m. sili-kater, med hvilka det vid vanlig temperatur är i långvarig in-tim beröring. För riktigheten af detta påstående finna vi ett bevis uti många malmsjöar, hvarest fragmenter af granit och andra silikatbergarter ofta äro öfverdragne med en så fast vid-växt ockerskorpa, att den icke på mekanisk väg kan skiljas från stenen, mellan hvilken och ockran ett vattenhaltigt jern-oxidsilikat har bildat sig. Kisel-syrans förening med jernockran kan dock icke blifva varaktig, förrän ockrans organiska be-ståndsdelar äro förstörda, ty, som vi hafva sett, inverkar för-ruttnelseprocessen sönderdelande på jernoxidsilikater. — — — Genom förruttnelsen af de med ockran utfüllda organiska äm-nena reduceras alltid jernoxid till oxidul. Bortlöses den senare ej fullständigt af humussyrorna m. m., så förenas den med ki-sel-syran, och säkerligen lättare än jernoxiden. Således måste det genom kisel-syrans inverkan på ockran uppkomna silikatet i många fall innehålla jernoxidul.»

Emellertid synas dessa silikater, som sålunda först bildas, icke hafva någon hög grad af beständighet eller representera naturliga och stabila föreningar, som kunna motstå de omvand-lingsprocesser, som jernmalmen hafva att genomgå. Jernoxid-silikater, likasom också rena jernoxidulsilikater, äro nemligen mycket sällsynta bildningar på malmlagren. Deremot uppträda de sammansatta, dubbel- eller flerbasisiska silikaterna i så mycket större mängder och utgöra hufvudmassan af lagerarterna.

Det är utan tvifvel en mycket anmärkningsvärd omständig-het, att de enkla (=enbasiska) silikaten, såsom t. ex. kalksili-

¹⁾ l. c. sid. 157.

katet *Wollastonit*, talksilikaten *olivin* och *enstatit*, jernoxidul-silikatet *Fayalit*, lerjordssilikaten *andalusit* och *cyanit*, så sällan förekomma på jernmalmslager, att det är tvifvelaktigt, om de öfver hufvud taget ingå der såsom primära beståndsdelar.¹⁾ Deremot äro de flerbasisiska silikaten ur ofvan uppräknade grupper de väsentligaste beståndsdelarne i skarnlagren.

Angående de förhållanden, under hvilka dessa sammansatta silikater bildas, kan ännu föga sägas. Likväl har man skäl att framhålla, att de med förkärlek tyckas uppstå vid vissa metamorfoseringsprocesser, som träffa kalk, talk och jernhaltiga skikt. Detta är för så länge sedan iakttaget, att man på grund af dessa silikaters närvaro, försökt tolka hela skarnlagren med deras inneslutna malmlager såsom »kontaktmetamorfoser»; ett betraktelsesätt, hvilket för den riktiga uppfattningen af sådana jernmalmer under lång tid varit ödesdigert. Emellertid behöfver man, för att vederlägga en sådan åsigt endast påvisa, att de för kontaktmetamorfoser mest karaktäristiska silikaten, nämligen kombinationen *Wollastonit*, *granat*, *Vesuvian* och *zeoliter* icke ingå i jernmalmernas lagerarter, hvilka i stället äro karaktäriserade af kombinationen *pyroxen*, *amfibol*, *granat*, *epidot*.²⁾

Hvarför några malmers lagerarter hufvudsakligen bestå af pyroxen- och amfibol-mineral, andra deremot af granat, kunna vi ännu icke afgöra, så länge vi ej känna mera om dessa minerals bildningsvilkor. Antagligen har beskaffenheten af de för

¹⁾ Något annorlunda synes förhållandet med mangansilikaten vara.

²⁾ Angående denna olikhet mellan den mineralkombination, som karaktäriserar kontaktmetamorfosen och den som tillhör lagerarterna, yttrar jag i mitt ofvan anförda arbete öfver Moravica-Dognaeska följande (sid. 666): »Bei Cziklora sind die echten Contactbildungen durch blauen Kalkspath repräsentirt, in welchem Wollastonit, Granat, Vesuvian, sowie an einigen Stellen Zeolithe eingemengt sind. Eine dichte Granatfelsmasse oder die für die Lagerarten so bezeichnenden Pyroxen- und Amphibolmineralien kommen hier gar nicht vor. In den Lagerarten dagegen entbehrt man der Contactmineralien 'par préférence' Wollastonit und Vesuvian, wie es schon bei der Schilderung der mineralogischen Beschaffenheit der Lagerarten hervorgehoben wurde. Das einzige wesentliche Mineral, das hier gemeinsam ist der Granat, ein allzu allgemeines und zu wenig charakteristisches Mineral, als dass man darauf einige Schlüsse hinsichtlich einer gleichartigen Bildungsweise bauen könnte.»

handen varande baserna dervid icke varit utan inflytande. Så tyckes större talkjordshalt hafva framkallat amfibol- och pyroxenskarn, större kalkhalt granatskarn o. s. v. Om kalkjord och talkjord varit närvarande endast i obetydliga mängder, har icke någon silikatbildning skett, då uppkomsten af enkla jernsilikater utan andra baser icke tyckes hafva försiggått. Kiselsyran har då förblifvit som kvarts, ersättande lagerarten i de torra blodstenarne. Det är anmärkningsvärdt, att silikatbildningen synes hafva till en viss grad utplånat skiktningen hos malmerna; denna förekommer nämligen aldrig hos malmerna med skarnlager så tydligt utpreglad som hos de kvartsiga torrstenarne. Med den kemiska reaktionen af kisel syra på baserna har således följt en omlagring af substanserna. Den allmänna omvandling af malmlagren, hvarigenom de mäktiga lagerarterna hafva bildats, beror utan tvifvel ytterst på samma generellt metamorfoserande processer, hvarigenom de kristalliniska skiffrar, i hvilka malmen ligga inbäddade, hafva erhållit sin nuvarande metamorfiska beskaffenhet. Om man vill benämna denna förändring »regionalmetamorfos» eller »dynamometamorfos» är temligen likgiltigt. Men med kontaktmetamorfoser hafva de intet gemensamt.¹⁾

Huru vigtig förklaringen af skarnlagrens uppkomst i sjelfva verket är och huru stort fält för undersökning i detta fall ligger framför oss, framgår deraf, att skarnlagren i det hela måste betraktas såsom den genetiska enhet, genom hvilken de i desamma inbäddade malmlinserna förenas till ett. I många af våra malmitrakter uppträda ju skarnlager med vida större mäktighet och utsträckning än hvad malmen ega och på andra ställen uppträda typiska skarnlager utan att innesluta eller vara åtföljda af några jernmalmer.

¹⁾ Äfven BRÖGGER har uttalat den uppfattningen, att skarnbergarterna stå i samband med omvandling »af jernrige skikter under bjergkjedetryck» (Jfr G. F. F. Bd. 13, s. 281, noten) liksom också VOGT synes vara af samma åsigt, att döma af några uttalanden i hans senaste arbete.