

Kap. 2. Om Forekomsten af Brunjernsten, særlig i Form af Bønnemalm.

1. VAN BEMMELN, J. M. Les accumulations ferrugineuses dans et sous les tourbières. Gissement, composition, formation. Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Ser. II. 4. 1900.
2. MOLISCH, H. Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Eine physiologische Studie. Jena 1892.
3. SENFT, F. Die Humus, Marsch, Torf- und Limonitbildungen. 1862.
4. STAPFF, F. M. Ueber die Entstehung der Seerze. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellschaft. 18. 1866. pag. 86.
5. WINOGRADSKY, S. Ueber Eisenbakterien. Botan. Zeitung. 48. 1888. pag. 261.
6. WOLNEY, E. Die Zersetzung der organischen Stoffe. 1897.

Da jeg for allerede 3 Aar siden begyndte at skrabe i Furesøens Bund, var den mærkelige Omdannelse, som Hovedmassen af Skalbæltets Molluskarter blev underkastet et af de Fænomener, som særlig tiltrak sig min Opmærksomhed. Flere Steder fik man, ved at lade Dyndet passere et Sigteapparat, dette fyldt af en Masse sorte, kuglerunde Legemer, sjældent større end en Ært eller mindre end et Knappenaalshoved. Samtidig fandtes et noget mindre Antal uregelmæssige, pladeformede Stykker fra 2—3 Centimeter i Kvadrat og ned til kun faa Millim. Størrelse. Ved Tørring blev Stykkerne brunrøde. Der var ingen Tvivl om, at jeg her havde stødt paa ret betydelige Aflejringer af Bønnemalm, en Dannelse, som tidligere ikke var fundet her i Landet. Særlig interessant blev Fundet derved, at det indsamlede Materiale i alt Fald gav nogle Bidrag til Forstaaelsen af en af de Maader, hvorpaa Bønnemalmen opstaar.

Medens man nemlig særlig ved SENFTS (3) og STAPFFS (4) Undersøgelser har nogen Kendskab til Maaden, hvorpaa de øvrige Former for Limonit (Mosealm, Myremalm, Kildealm, de svenske og finske Sømalm o. a.) dannes, synes det, som om den særlige Form for Limonit, der betegnes

som Bønnemalm, og som i Følge SENFT særlig opstaar i Søer, men dog ogsaa (pag. 171) paa Ager og Eng, ikke nærmere er bleven undersøgt.

I 1888 paaviste WINOGRADSKY (5), at der gaves Bakterier analoge med Svovlbakterierne, som optager Jærnforilte, ilter dette og efter Oxydationen atter udskiller det som Jærntveiltehydrat, der i betydelige Mængder aflejres i Skederne. Disse Bakterier kaldte WINOGRADSKY Jærnbakterier og formodede, at de mægtige Limonitaflejringer i Form af Mosealm, Sømalm, »Wiesenerze«. »Raseneisenstein« o. s. v. efter al Sandsynlighed opstod som Følge af disse Bakteriers Virksomhed. Senere hen, 1892, har MOLISCH (2) hævdet, at disse Jærnbakterier ikke, saaledes som WINOGRADSKY mener, ubetinget fordrer Jærnforilte til deres Trivsel; da han endvidere ved at undersøge »34 Raseneisenstein« kun i to af disse kunde paavise Jærnbakterier, antager han, at disse ved Dannelsen af Limoniten ikke spiller saa stor en Rolle, som WINOGRADSKY formodede.

Da Forf. mangler Kompetence til at afgøre, hvilken af disse Opfattelser, der er den rette, skal der i det følgende kun fremsættes en Redegørelse for Bønnemalmens Optræden her i Landet; men da Undersøgelsen tillige har givet det uventede Resultat, at Malmen i vore Søer for en væsentlig Del synes at fremkomme ved en Omdannelse af Molluskernes Skaller, har jeg, saa vidt muligt, studeret denne Omdannelsesproces noget nærmere. Fremtidige Undersøgelser over større Landomraader vil alene kunne godtgøre, om Molluskskallerne ved Dannelsen af Bønnemalmen virkelig spiller saa stor en Rolle, som man efter Iagttagelser her i Landet nødvendigvis maa formode.

Som tidligere omtalt, er den i Skalbæltet hyppigst forekommende Snegleskal: *Valvata piscinalis*. Paa visse Partier i dette Bælte er Skallen hvid, men som oftest præsenterer den sig mer eller mindre brunsort; ved Tørring antager den en rødbrun Farve. Ved nærmere Undersøgelse af Materialet finder man (Tavle 2, Fig. 16—29) mange Skaller, hvor den hvide Farve er fuldstændig skjult af Jærnet og Furerne

mellem Vindingerne tilmed helt udfyldte af dette, saa at Stykker fremkommer, som kun røber deres oprindelige Natur ved, at Skalmundingen endnu er bevaret. Endelig finder man saadanne Former, hvor ogsaa Skalmunden fyldes af Jærnet, og Resultatet bliver i saa Fald et kegladannet Legeme, hvis Form alene lader ane, at Jærnkumpen skjuler en Snegleskal. Men idet nu Jærnudskillelsen skrider videre, fremkommer tilsidst en fuldkommen regelmæssig Kugle, et typisk Stykke Bønnemalm. Skærer man en saadan Kugle igennem, finder man yderst et Antal koncentriske Lag af Jærn, indenfor dem i nogle Tilfælde et hvidt Lag, Rester af Snegleskallen, og inderst en kulsort Masse, det af Jærnet gennemtrængte Dynd, som oprindeligt udfyldte Snegleskallen. Andre Kugler viser ikke Spor af Kalkhylstre i deres Indre; Jærnet omgiver her umiddelbart den sorte Kugle; Jærnskallen udenom plejer i Almindelighed at bruse for Syre og indeholder altsaa kulsur Kalk, den sorte Kugle selv bruser derimod kun ubetydeligt eller slet ikke; Kalkmængden i denne er jo direkte afhængig af Kalkholdigheden i den Bundart, hvori Skallen i sin Tid bundfældedes. Foruden disse hyppig ærtestore Kugler findes tillige talrige mindre, der alle viser samme Bygning: Yderst en brun Skal og indenfor denne en sort Kugle; direkte kan disse dog ikke henføres til omdannede Snegleskaller, om det end er sandsynligt, at de bør tolkes saaledes.

Undersøgelsen af *Anodonta* og *Unio*-Skallerne (Tavle 2, Fig. 30—35) gav et ganske tilsvarende Resultat; de ovennævnte pladeformede Stykker lod sig med fuld Sikkerhed henføre til omdannede Stykker af Muslingskaller, da alle Overgange mellem hvide, svagt brunlige og helt omdannede sorte Stykker fandtes i enhver Skrabning.

Ganske de samme Omdannelser foregaar med Bithy- niernes, Neritinernes og Limnæernes Skaller, men da de to sidstnævnte (Tavle 2, Fig. 10—15) sjældent forekommer i Skalbæltet, er de Bønnemalmsstykker, der skylder disse deres Oprindelse, ogsaa sjældne. Ved Øvelse bliver man iøvrigt i Stand til at skælné Skallerne, selv paa et meget

sent Omdannelsestrin; Neritinerne omdannes til Klumper, der er flade paa den ene Side, buede paa den anden og i Formen ikke ulig Kaffebonner; af Limnæerne er det særlig Skalsøjlen, den Del af Skallen, hvor Kalklaget er tykkest, som omdannes, og hvoraf svagt spiralsnoede Pinde fremkommer.

Nærmere Undersøgelser af Sømalmasflejringerne i Furesøen gav det mærkelige Resultat, at der i det meget store Materiale, som blev bragt op, kun sjældent fandtes Stykker, der var større end *Valvata* eller *Neritina* eller som i Følge deres pladeformede Skikkelse ikke kunde afledes fra Muslingeskallerne.

Angaaende Aflejringen i Søen viste det sig, at Bønnemalmen væsentlig kun dannes i Skalbæltet og sjældnere i Vegetationsbæltet eller ude paa dybere Vand. I Skalbæltet synes Dannelsen særlig at finde Sted i den nederste Del af samme, men det var iøvrigt vanskeligt at blive klar herover. Paa visse Strækninger af Bæltet manglede Bønnemalmsdannelsen ganske, alle Skallerne var fuldstændig hvide; andre Steder var Hovedmassen mer eller mindre omdannet til Bønnemalm; uden at kunne angive den direkte Aarsag til denne tilsyneladende ganske vilkaarlige Optræden, kan jeg kun gøre opmærksom paa, at Bunden hyppig var af en mørkere brungraa Farve paa de Partier, hvor Bønnemalmsdannelsen foregik, end paa saadanne, hvor Skallerne ikke omdannes.

I Sommeren 1900 blev de fleste større danske Søer undersøgte for mulig at finde Bønnemalmen; Spor til denne fandtes i hver eneste Sø og altid i Skalbæltet; intet Steds dog i saa stor Mængde som i Furesøen; udenfor 11 Meter har jeg i disse ingensinde faaet den typiske Bønnemalm op; derimod har jeg undtagelsesvis fundet den indenfor 8 Meter; men i saa Fald har Skraben paa vedkommende Lokalitet aldrig bragt Planter med. Overalt har Bønnemalmsdannelsen væsentlig været knyttet til Molluskernes Kalkskaller og bestandig er det *Valvater* og *Muslinger*, der i saa Henseende spiller Hovedrollen. Ved at skrabe paa mange forskellige

Steder i de enkelte Søers Skalbælter blev jeg tillige opmærksom paa, at Bønnemalmsdannelsen aldrig optraadte paa Lokalteter, hvor Bunden bestod af sort, mer eller mindre stinkende Dynd, men kun kunde paavises, hvor Bunden var stærk lerholdig, navnlig saadanne Steder, hvor den graalige Farve lod formode en temmelig høj Kalkprocent.

Medens Bønnemalmsdannelsen i Furesøen væsentlig fremkommer ved Omdannelsen af Valvaternes Skaller, opstaar Hovedmassen i Tjustrupsø ved Omdannelse af *Unio's* og *Anodonta's* Skaller; som Følge heraf fandtes Malmen i Tjustrupsø som større eller mindre pladeformede Stykker, paa hvilke Betegnelsen Bønnemalm egentlig daarlig passer, og som derfor i det følgende simpelthen betegnes Brunjærnsten.

Paa endnu friske Skaller (Tavle 2, Fig. 36—39), der havde bevaret deres Kutikula, fandtes hyppig 2—3 Millim. tykke, brunsorte Skorper, der strakte sig ud over større eller mindre Partier af denne. Navnlig var Skorperne tykke oppe ved Skalbuklerne og langs med Randene; de forekom især paa Oversiden, men kunde ogsaa strække sig ind paa Skallens Inder-side. Efter en vis Tids Forløb syntes de fleste Skaller at brydes i større Stykker, og paa sine Steder af Søen, navnlig fra Susaaens Munding og ned langs Næsbyholms Skov fandtes i Skalbæltet en stor Mængde sønderdelte Muslingskaller, som paa Over- og Undersiden var dækkede med tykke, uregelmæssig bukledede Brunjærnstensbelægninger. Undertiden bragte Skraben ogsaa hele Muslinger op, hvor i saa Fald disse Belægninger havde bredt sig ud over hele Skallen; Skallernes Midtparti manglede baade paa højre og venstre Skal (Tavle 2, Fig. 40—41), men Jærndannelserne havde strakt sig ud over Randene og kittet begge Skaller sammen, saaledes at der fremkom et ovalt Legeme, 7 Centim. langt og 4 Centim. bredt, hvor væsentlig kun Formen tydede paa, at man havde med en Musling at gøre. Oppe i Nærheden af den tidligere Skalbukkel naaede Jærnmassen en Tykkelse af to Centimeter. Sammen med disse mærkelige Brunjærnstensdannelser fandtes tillige andre uregelmæssige, flade

Stykker af ca. 4–5 Centimeter i Kvadrat; brækkede man disse over, havde man i Midten en okkerfarvet Masse, der bruste stærkt for Syrer og var omgivet af en brunsort, til Dels stærkt glinsende, lagdelt Skorpe. Den okkerfarvede Substans er formentlig den Bundmasse, som Skallerne under hele Omdannelsen til Brunjærnsten har indeholdt, og som tilsidst er bleven farvet og sammenkittet under Jærnuddskillelsen; selve Muslingeskallen er repræsenteret ved den stærkt glinsende sorte Linie, der undertiden kan være dækket af uensartede, bukledede, matsorte Jærnmasser, svarende til dem, man træffer uden paa de friske Muslingskaller. Intet-somhelst lader ved en første Betragtning ane, at disse uregelmæssige Stykker skylder Muslingskaller deres Oprindelse.

Ved Undersøgelsen af Valvaternes, men særlig af Muslingernes Skaller faar man væsentlig Indtrykket af, at den Proces, der under Brunjærnstensdannelsen foregaar med Skallerne, rettest kan betegnes som en Metamorfose, under hvilken den kulsure Kalk lidt efter lidt forsvinder og viger Pladsen for Jærntveiltet. For Muslingernes Vedkommende lader denne Omdannelse sig forfølge Skridt for Skridt.

Paa de yngste Stadier finder man under de tykke Jærnstensskorper paa Skallernes Overside endnu alle Skallens tre Lag: Kutikula, Prismelag og Lamellag ganske uberørte. Ved Hjælp af en Kniv skiller man let Skorpen fra den underliggende Skal; paa ældre Stadier vil man derimod, naar man brækker Skallerne i Stykker og betragter Brudrandene, se, at ogsaa Prismelaget er farvet brunsort, samt at der mellem dette og den ydre Skorpe findes en stærkt glinsende, kulsort Linie, der næppe er andet end den af Jærntveiltet imprægnerede Kutikula. Naar man paa saadanne Stykker søger at sprænge Skorperne fra, følger Kutikula og Prismelag med; set under Mikroskopet viser det sig, at sidstnævnte har bevaret sin ejendommelige parallelstribede Struktur ganske ubeskadiget. Paa endnu ældre Stadier er ogsaa Lamellaget farvet; ser man nærmere til, vil man

iagttagelse, hvorledes dette lagvis farves ude fra indefter; selv paa ældre Stadier kan man, navnlig oppe ved Hængslet, paa meget tykke Skaller endnu paavise Konchiolinlamellerne, der adskiller de brunrøde, omdannede Kalklag fra hverandre. Paa de allerældste Stadier lader de enkelte Lags Struktur sig ikke paavise; ved Betragtning af saadanne meget gamle Skaller, der som oftest er belagte med tykke Skorper baade paa Inder- og Ydersiden, ser man paa det⁶Sted mellem Belægningerne, hvor selve Muslingskallen en Gang har ligget, kun en sort, glinsende Linie.

Meget ofte har man med Skaller at gøre, hvor kun Lamellaget bruser for Syrer, hvorimod Prismelaget er saa stærkt omdannet, at det næsten ikke viser nogen Opbrusning.

Hvorvidt lignende Iagttagelser lader sig anstille paa Valvaternes Skaller, maa paa Grund af vort Ukendskab til disses Skalstrukturer henstaa uafgjort. Medens i Furesøen Omdannelsen af disse Skaller først paabegyndes længe efter at Dyrene er døde, Skallerne bundfældede i Lermassen, og Kutikulaen forsvunden, gik i Mossø de levende Valvater ude paa dybere Vand med tykke Jærnskorper udenpaa Skallerne; fra Furesø var noget tilsvarende mig ganske ukendt for Valvaternes Vedkommende.

Det Resultat, vi ved disse Undersøgelser har naaet med Hensyn til Brunjærnstensdannelsernes Optræden her i Landet, lader sig i Korthed sammenfatte saaledes.

Brunjærnstensdannelsen, navnlig i Form af Bønnemalm, optræder i de fleste af Landets større Søer; hidtil er den dog kun funden i større Mængde i Furesø og i Tjustrupsø.

Malmen opstaar hovedsagelig i Skalbæltet; kulsur Kalk, særlig i Form af Snegle eller Musling-skaller, synes at være en af Hovedbetingelserne for dens Dannelse; navnlig spiller *Valvata piscinalis*, *Anodonta* og *Unio* i saa Henseende en betydelig Rolle.

Omdannelsen af Skallernes kulsure Kalk til Brunjærnsten foregaar gradvis og kan, i alt Fald

for Muslingskallernes Vedkommende, forfølges Skridt for Skridt.

Intet Steds har jeg i vore Søer tilnærmelsesvis fundet Brunjærnstenslag af den Størrelse og Mægtighed, der er saa karakteristisk for de svenske og finske Søer, og som der har stor økonomisk Betydning.

Hvad jeg her i Landet har set af Brunjærnsten fremkommen paa⁹ anden Vis end ved Omdannelse af Mollusk-skaller indskrænker sig til følgende ubetydelige Fund. Da jeg i Efteraaret 1900 i Furesøen skrabe paa et Par Steder, der ikke var bleven undersøgte 1899, fandt jeg ud for Nørreskov paa c. 11 Meter Vand noget Brunjærnsten af forskellig Oprindelse fra den ovenfor nævnte. Jærnstenen bestod nemlig her af nøddestore, uregelmæssigt formede Stykker, hyppigt runde af Form, men dog ogsaa skarpt kantede. I nogle Tilfælde lod disse Stykker sig føre tilbage til Kalksten, idet adskillige paa Overfladen var brune, men indeni hvidgraa; Overfladen bruste kun i ringe Grad for Syrer, de inderste Partier derimod meget stærkt.

I andre Tilfælde syntes Bønnemalmen at være opstaaet ved Udskillelse af Jærnet, hvor Bunden særlig egnede sig dertil. Der fandtes nemlig en Del ovale Legemer, omtrent af Størrelse som Hasselnødder; de var omgivne af en sort-brun, lagdelt ydre Skorpe, lod sig let brække over og indeholdt et mere eller mindre fast sammenhængende Pulver. Begge Steder var det Materiale, som det lykkedes mig at faa indsamlet, for utilstrækkeligt til at bygge noget nærmere paa.

Endelig har jeg fra Tjustrupsø faaet enkelte Kalksten op, som var inkrusterede med tykke Skorper af Brunjærnsten; disse Sten stammer fra Skalbæltet i c. 8 Meter Vand; fra en noget større, men ikke angiven Dybde (Esromsø) hidrører et Par større Sten med rigelige Jærnelægninger, som den derboende Fisker velvilligt overlod mig.

Til disse Iagttagelser over Brunjærnstensdannelsen i vore Søer skal jeg til Oplysning for fremtidige Undersøgere

endnu kun knytte følgende Bemærkninger angaaende Vivianiten. Det er flere Gange hændet mig, at jeg har faaet Skaller af *Valvata piscinalis* og *Anodonta* op, som enten var karakteriserede ved en dyb mørkeblaa Farve, eller som efter at have henligget nogen Tid i Luften antog en saadan. Ligeledes har jeg med Skraben faaet enkelte Sten op, som var dækkede med tykke Belægninger af Brunjærnsten, men hvoraf visse Partier var af en dyb, mørkeblaa Farve; disse Partier gik umærkelig over i den brunsorte Brunjærnstensmasse. Jeg formoder, at jeg i begge Tilfælde har haft med Vivianit at gøre; alle de hidtil iagttagne mørkeblaa Skaller og Sten stammer fra Bunddannelser, meget rige paa organiske Aflejringer; derimod har jeg ikke set noget til disse i de blaagraa, stærkt kalkholdige Søkalkaflejringer. Iøvrigt maa det blive Mineralogernes Sag videre at udnytte disse Iagttagelser. Af v. BEMMELEMS (1) Arbejde (pag. 89) synes det at fremgaa, at »la vivianite dans la plupart des cas, prenne naissance aux dépens du spath ferreux.«
