

Dolomitforekomsten ved Faxe.

Af
E. M. NØRREGAARD.

Indledning.

Dolomiten fra Faxe omtales første Gang af FORCHHAMMER i Afhandlingen »Bidrag til Dolomitens Dannelseshistorie«¹⁾. Denne Afhandling indeholder en Del Analyser af forskellige Kalkstene og Dolomiter samt af nogle Bryozoaer, Koraller og Mollusker; FORCHHAMMER vilde gennem Analyserne søge at faa konstateret, hvorfra den Magnesia stammer, der findes i Faxedolomiten. Resultatet af Analyserne er, at *Corallium nobile* har 2,132 %/o, *Isis hippuris* 6,362 %/o og forskellige Serpulaer 1,949 %/o til 7,644 %/o MgCO₃, de øvrige undersøgte Dyr under 1 %/o, ofte ikke over 1/2 %/o. Endvidere undersøgte FORCHHAMMER, hvad der forstaaes ved Dolomit, og han kommer til det Resultat, »at den dolomitiske Kalksten vil have imellem 2 og 13 Procent kulsuur Magnesia og Dolomiten selv over 13 Procent«²⁾.

Lejringsforholdene angives at være saaledes: »Paa et Sted i Toftekulen skyder sig nu mellem Liimstenen og

¹⁾ Overs. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1849. S. 83 og 107. — Et Brev (opbevares i Mineralog. Museum) fra P. FREUCHEN til F. JOHNSTRUP (fra 1846?) tyder paa, at FREUCHEN først har set Dolomitforekomsten uden dog at forstaa, hvad det var, han saa. FORCHHAMMER har muligvis set dette Brev og er saa taget til Faxe i Foraaret 1849 for nærmere at se paa Forholdene.

²⁾ FORCHHAMMER. l. c. S. 86.

Faxøkalken et Lag ind, som bestaar af gul sandformig Kalk, aldeles uden Sammenhæng, og i dette Kalksand findes gule Kugler af Dolomit. Kuglerne opnaa ikke sjeldent en betydelig Vægt der overstiger et Pund, og de ere ofte forenede til lignende uformelige Masser, som dem vi kende fra andre Dolomitdannelser, navnlig fra Sunderland i det nordlige England. Dolomiten indeholder ingen Forsteneringer, medens Faxøkalken, det gule Kalksand og Liimstenen ere overlæssede med Saltvandsdyr. Jeg maa endnu tilføje, at Flinten af Liimstenen undertiden fortsætter sig ind i Dolomitkuglerne, og at der i hele Faxø Bakke ikke findes det ringeste Spor af en chemisk plutonisk Virkning undtagen for saavidt, som den er afhængig af Kilder. Virkningen derimod af kalkafsondrende Kilder finder man overalt.«¹⁾

Om Dolomitens Dannelse skriver FORCHHAMMER: »Al Kalk ved Faxø, der er afsat af Søevandet ved Hjælp af Dyrene, enten den er ældre, yngre eller samtidig med Dolomiten indeholder ikkun en Mængde Magnesia, som svarer til den, som de kalkafsondrende Sædyr altid indeholde. Den Sinter, som har afsat sig i Korallenstens Revner og altsaa hidrører fra det rene Kildevand, indeholder ligeledes ikkun en ringe Mængde Magnesia; derimod afsætter der sig, hvor Kildevandet er kommet i Berøring med Søevandet, en Blanding af kulsuur Kalk og kulsuur Magnesia. Man kan derfor neppe tvivle om, at den kulsuure Magnesia er bundfældet ved Kildevandets Vexelvirkning med Søevandets Magnesia-Salte.«²⁾ For at begrunde denne Teori gjorde FORCHHAMMER en Del Forsøg med kunstig Fremstilling af Dolomit. For at forstaa disse Anskuelser angaaende Dolomitens Dannelse maa man erindre, at FORCHHAMMER mente, at Faxøkalken var en lokal Udvikling af Cerithiumkalken (Faxelaget) i Stevns Klint. »Denne Udvikling maa have sin Grund, og de anførte Opdagelser godtgjøre nu, at den ligger i Kilder, der medbringe Kalk og

¹⁾ FORCHHAMMER. I. c. S. 88.

²⁾ — I. c. S. 92.

dermed Føde for Søedyrene, medens maaske Kildernes Varme desuden har begunstiget Udviklingen.«¹⁾

Denne Afhandling, »Bidrag til Dolomitens Dannelseshistorie«, er den eneste, der omhandler Faxedolomiten. De senere Forfattere, der har beskæftiget sig med den danske Kridtformation, har ikke skænket denne Dolomitforekomst videre Opmærksomhed. I Forsommeren 1902 besøgte jeg paa en Ekskursion Faxe Kalkbrud og samlede nogle Stykker af Dolomiten, som jeg i Vinteren 1903—1904 benyttede til at prøve nogle nyere petrografiske Arbejdsmetoder paa. Under dette Arbejde fandt jeg nogen Uoverensstemmelse hos FORCHHAMMER; dette foranledigede mig til nærmere at undersøge Lokaliteten, hvilket jeg gjorde i Sommeren 1904. Materialet har jeg bearbejdet i Sommeren og Efteraaret 1904 paa Universitetets Mineralogiske Museum.

De geologiske Forhold.

Dolomiten er synlig paa tre Steder i Kalkbrudet. De to bedste Profiler findes i den nordlige Del af Brudet, paa det Sted hvor en Sti forbinder Faxe By med Landevejen. Det vestlige Profil (Profil I) ligger nord for Stien og det østlige Profil (Profil II) syd for Stien. Det tredje Profil (Profil III) ligger i den østlige Del af Brudet, nord for den gamle Jernbanelinie, der forbandt Kalkbrudet med Stationen.

Dolomitlagene træder frem som rustrøde Striber i den lyse Kalksten. Kalkstenen er en løs, hvid Bryozokalk, der ofte gaar over i Bryzosand, dog forekommer der Partier af haardere Kalksten. Flinten forekommer kun sparsomt i Kalken og optræder som Nyrrer. Bryozokalken er ofte dækket af Koralkalk, hvilket bedst ses nord for Profil I. Flinten ligger i skraatstillede Lag, og Kalkstenen viser en uregelmæssig Bænkning.

¹⁾ FORCHHAMMER. l. c. S. 95.

Profil I. Dolomiten ligger mellem to Flintlag, der har en Hældning af 23° fra SSV mod NNØ. Dolomitlaget kan deles i forskellige Afdelinger; disse er paa Tegningen af Profilet mærket med Bogstaver. A er graa Kalkkonkretioner (paa c. $\frac{1}{2}$ Kg.), der ligger tæt op til hverandre og er forbundet ved Hjælp af Slam. Konkretionerne har ofte afsat sig paa Flintnyrer. Laget har en Tykkelse af ca. 90 cm. Afdeling A er ved en skarp Grænse skilt fra B. Grænsen er saa skarp, at den kan ses paa større Haandstykker.

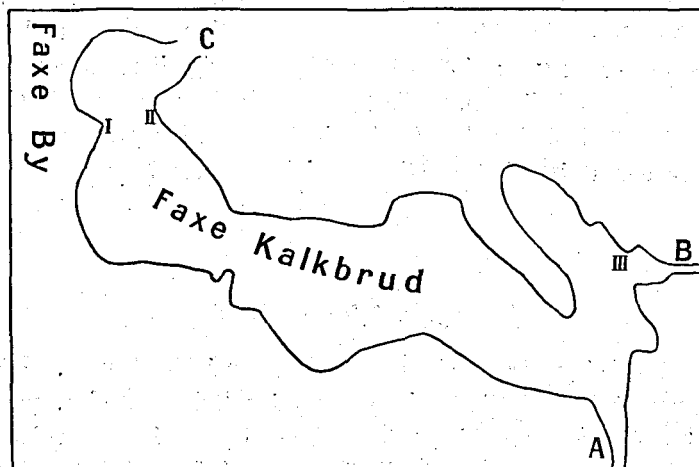


Fig. 1. Kortskitse over Faxe Kalkbrud (efter MILTHERS.) A Bane til Faxe Ladeplads, B Vej til Faxe Station, C Kørevej. I, II og III de i Teksten omtalte Profiler. (Skala 1:11000).

Hovedmassen af B er krystallinsk, rustrødt Dolomitsand med enkelte Flintnyrer og Dolomitkonkretioner. I Dolomitsandet findes mørkere Striber, der danner uregelmæssige, parabel-lignende Figurer, der vender den spidse Ende nedad, saaledes som antydnet paa Fig. 2; disse Striber angiver Vandets Bevægelsesretning. Flinten og Dolomitkonkretionerne viser ligesom Sandet Stribning, men Stribningen findes kun paa Stykkernes Overflade. I Dolomitsandet findes spredt røde Konkretioner, der bestaar af Dolomitkrystaller, kittet sammen af Kalk. Konkretionerne har oprindeligt været Kugler, der

senere er vokset sammen til større Masser. Flintnyrerne har gerne en tyk, hvid Skorpe; de kan ofte være helt dækkede af sammenkittede Dolomitkrystaller, der giver det hele samme Form som Konkretionerne, saa det er vanskeligt at se, om Dolomitkonkretionerne har afsat sig paa Flint eller ikke. Paa de store Flintnyrer sidder ofte Masser af smaa, halvkugleformede Konkretioner af Dolomit. Flintnyrerne ligger

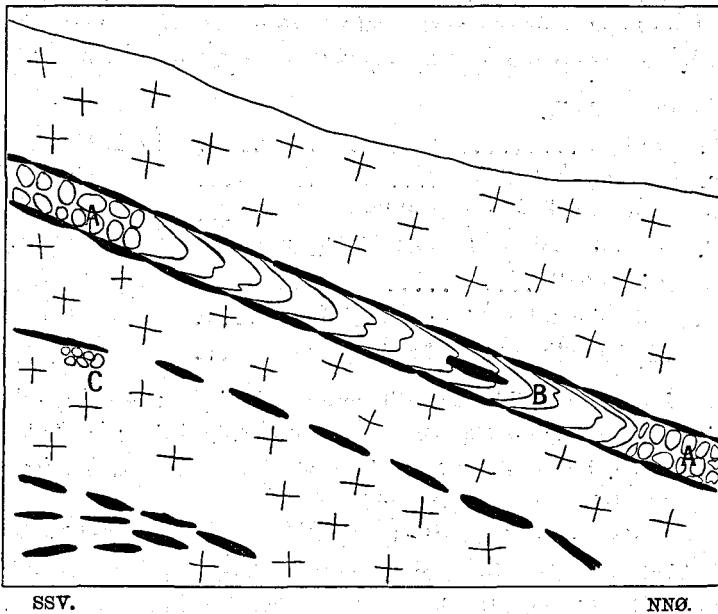


Fig. 2. Skematisk Tegning af Profil I. A graa Kalkkonkretioner, B Dolomitsand med Dolomitkonkretioner. De sorte Linier betegner Stribning i Sandet; C smaa regelmæssige Kalkkonkretioner. De tykke sorte Streger betegner Flint, + betegner Bryozokalk.

gerne parallelt med Hældningsretningen; Dolomitkonkretionerne ligger paa samme Maade.

Paa Grænsen mellem det øverste Flintlag og Dolomitsandet ligger et Lag af graat, plastisk Ler, som oftest et Par cm. tykt. I Lerlaget findes smaa Kugler, der bestaar af Kalkspatkrystaller, kittet sammen af Kalk; Kuglerne har en ejendommelig straalet Struktur. I den nederste Del af

Profilen bliver Lerlaget tykkere og danner Bindemiddel for Kalkkonkretioner af samme Slags som i den øverste Del. Kalkkonkretionerne foroven og forneden afslutter den tilgængelige Del af Dolomitlaget. Afdeling C bestaar af smaa, forholdsvis regelmæssige Kalkkonkretioner. Laget ligger under et Flintlag og har kun ganske ringe Udbredelse.

Profil II. Lagene med Dolomit ligger omtrent vandret. Bænkningen ses særlig godt i dette Profil. Mod Nord er Dolomitlaget afgrænset af brokket Kalk og fortsættes mod Syd, saa langt det er tilgængeligt, med følgende Lagserie:

Bryozokalk.

a. Flint	10 à 15 cm.
b. Løs Bryozokalk	15 cm.
c. Sammenhængende Kalkkonkretioner ...	30 cm.
d. Dolomitsand med smaa Konkretioner ..	12 cm.
e. Bryozokalk	65 cm.
f. Dolomitsand med Lag af Dolomit	70 cm.
Bryozokalk og nedskredne Masser	c. 700 cm.

Lagene har ikke overalt samme Tykkelse; et Sted uvider det ene Lag sig paa det andets Bekostning; saaledes er f. Eks. Laget d et Sted kun et Par cm. tykt, medens Laget e bliver saa meget tykkere.

Endnu maa bemærkes, at Profilet paa et Stykke er dækket af Travertin, saa de enkelte Lags Tykkelse er lidt vanskelig at se. De her angivne Maal er taget paa det lettest tilgængelige og mest typiske Sted.

Laget c er et sammenhængende Lag af Kalkkonkretioner, der ikke er kittet sammen af Kalkslam eller Ler, men er vokset sammen til een sammenhængende Masse. Konkretionerne er fulde af Hulrum¹⁾, paa Størrelse som en lille Barnehaand. Hulrummene staar i Forbindelse med hverandre, saa at Kalkkonkretionerne derved faar et ganske

¹⁾ Hulrum i egentlig Forstand er det ikke, idet de er fyldt med løst Materiale; men saa snart Laget har været udsat for Luft og Vand, træder Hulrummene saa tydelig frem og er saa karakteristiske for Stenarten, at jeg benytter denne Betegnelse.

ejendommeligt Udseende. Udfyldningsmaterialet er Bryozokalk.

Hverken i dette eller i det følgende Lag spiller Flinten nogen Rolle.

Laget d bestaar af løst, krystallinsk Dolomitsand med smaa, porøse Dolomitkonkretioner. Laget har en meget varierende Tykkelse.

Laget f bestaar af Sand af Dolomitkrystaller. Sandet er oftest løst, men der findes Partier, hvor Krystallerne endnu er holdt sammen af ubetydelige Mængder af Kalk, og hvor man ser Aftryk af Bryozoer. I Sandet ligger tynde (c. 1 cm.) Lag af fast Dolomit, der kan følges flere Meter.

Dolomitsandet i Profil II er en Del lysere end i Profil I. I den øverste Del af Væggen findes et Flintlag, hvorpaa der er begyndt at afsætte sig Dolomit.

Lagene i Profilerne I og II har muligvis engang været sammenhængende; i saa Fald bliver der en svag Hældning fra Ø mod V. Bjergarternes forskellige Beskaffenhed maa da bero paa uensartet Vandcirkulation i den øvre og nedre Del af Laget. Men at Lagene hører sammen, er ikke absolut sikkert.

Profil III var, da jeg besøgte det (September 1904), hverken særligt tydeligt eller let tilgængeligt. Man saa en rustrød Stribe i Kalken, og kun paa eet Sted var det muligt at faa et Par Prøver. Dolomitlaget har en Hældning paa 10° fra S mod N og bestaar af Bryozokalk, hvori der er begyndt at danne sig Kalk- og Dolomitkonkretioner.

Dolomitlag findes saaledes flere Steder i Faxe Kalkbrud; muligvis vil flere Profiler blive tilgængelige, efterhaanden som de forskellige Vægge i Brudet tages under Arbejde. Der findes ikke saa faa Steder røde Lag i Kalken, som kunde tyde paa, at der fandtes Dolomit der. Mærkelig nok er Dolomit ikke kendt fra Annetorp. HENNIG omtaler den ikke i sin Afhandling¹⁾, og paa Geolog. Mineralog. Institution i Lund

¹⁾ A. HENNIG: Studier öfver den baltiska yngre kritans bildnings-historia. Geolog. Fören. Förhandl. Nr. 190 og 191, Bd. 21, Häft 1 og 2, S. 19 og 133. Stockholm 1899.

findes ingen Prøver af Dolomit fra Annetorp; heller ikke saa jeg noget til den ved et Besøg i Annetorp 1903.

Bjergarternes petrografiske Beskaffenhed.

Ved Undersøgelsen af Bjergarternes petrografiske Beskaffenhed har jeg søgt at faa at vide, hvorledes de to Mineraler, Kalkspat og Dolomit, indgaar i Bjergarterne, om de begge findes som Krystaller o. l. Hertil har jeg benyttet LEMBERGS Reagens¹⁾. Den bestaar af 4 Dele tørt Aluminiumklorid, 60 Dele Vand og 6 Dele Brunspaan (*Haematoxylon campechianum*). Det hele koges under en stadig Omrøring i 25 Minutter; det bortkogte Vand erstattes med nyt; Brunspaanen filtreres fra, og Vædsken er færdig til at bruges. Det anbefales saa vidt mulig at benytte frisklavede Opløsninger. LEMBERGS Reagens har den Egenskab, at den farver Kalkspat violet, medens Dolomit bliver ufarvet. Stykkerne, der skal undersøges, lægges c. 10 Minutter i Opløsningen og skylles derefter forsigtig med Vand. Mikroskoppræparater slibes først og lægges derpaa i Opløsningen. Farven taaler ikke Opvarmning, saa at Præparatet maa dækkes med flydende Kanadabalsam eller Glycerin.

For at prøve, om der findes Aragonit i Bjergarterne, benyttedes MEIGENS Metode²⁾. Stoffet, der skal undersøges, pulveriseres og koges nogle Minutter med Koboltnitrat; herved dannes, dersom der findes Aragonit, et blaarødt Bundfald af Koboltkarbonat, medens Kalkspat giver ufarvet Pulver. Til Slibepøver kan MEIGENS Metode ogsaa anvendes. Jeg har benyttet SKEATS's³⁾ Anvisning. Stykket, der skal undersøges, slibes glat paa een Side og koges med Kobolt-

¹⁾ Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft. Bd. XL, p. 357. Berlin. 1888.

²⁾ Centralblatt für Mineralogie etc. 1901. p. 577. Stuttgart.

³⁾ ERNST W. SKEATS: The chemical composition of limestones from coral islands. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. XLII, p. 66. Geol. series, Vol. VI. Nr. 2. Cambridge, Mass., U. S. A. 1903.

nitrat i $\frac{1}{2}$ à 1 Time. Det sættes fast med den glatte Side paa et Objectglas og slibes, til det har en passende Tykkelse.

Til kvantitativ Bestemmelse af Dolomit og Kalk har jeg opløst i Eddikesyre og Saltsyre. Eddikesyre opløser CaCO_3 og Saltsyre tillige Dolomit, som Rest faas et rustrødt Pulver af jernholdig Kisel. — Saltsyre angriber altid Dolomit. Paa større Stykker sker Opløsningen meget langsommere af Dolomit end af Kalk; men er begge Mineraler pulveriseret, er det umuligt at skille dem ad ved Hjælp af Saltsyre. Derimod kan Eddikesyre nogenlunde anvendes; dog angriber Eddikesyre ogsaa lidt Dolomit.¹⁾ En bekvem Metode til Bestemmelse af CaCO_3 ved Titration er angivet af FRITZ HINDEN: »Für diese quantitative Bestimmung gibt man zu 1 gr. feinsten Gesteinspulver im Reagenzglas oder in einem Medizinfläschchen 5 ccm. 5-prozentige Kaliumrhodanatlösung und setzt unter tüchtigem Schütteln so lange 10-prozentige Eisenchloridlösung aus einer Bürette oder graduirten Pipette zu, bis bleibende Blutrotfärbung eintritt.«²⁾

Da disse Metoder er lidet anvendte, og en Del af dem ogsaa er temmelig nye, kender man endnu ikke Grænserne for deres Anvendelighed. SKEATS har til sin Undersøgelse over Kalken fra Koralløerne med Held benyttet Farvningsmetoderne, og ved Undersøgelsen af Faxedolomiten har Resultaterne ligeledes været tilfredsstillende.

I sin typiske Form forekommer Dolomiten som Dolomit-sand. Dette Sand er rustrødt i Profil I og lysebrunt i Profil II. Farven afhænger af Mængden af Jernilte; det rustrøde Sand indeholder 2 % jernholdig Kisel, det lysebrune 0,6%. Dolomitsandet bestaar af næsten ren krystallinsk

¹⁾ Sitzb. math.-phys. Cl. d. bayr. Ak. München 1881, p. 220.

²⁾ FRITZ HINDEN: Neue Reaktionen zu Unterscheidung von Calcit und Dolomit. Verhandl. d. Naturforsch.-Gesellsch. in Basel. Bd. XV, Heft 2 (Separatdruck, p. 3).

Dolomit¹⁾. Krystallerne har Form af Grundrhomboedre med en Gennemsnitsstørrelse af 0,6 à 0,7 mm. De er fulde af Striber parallelle med Krystallfladerne. Den jernholdige Kisel ligger som Fnug mellem Krystallerne og foranlediger den Stribning, der er saa fremtrædende i Profil I, idet den samler sig i visse Lag mere end i andre.

Dolomitkonkretionerne forekommer enten siddende paa Flint eller liggende løst i Sandet. De findes paa Flintnyrer lige fra ganske smaa halvkugleformede Legemer, spredte over Nyren, til Lag, der helt dækker denne. De Dolomitkonkretioner, der ligger løst i Sandet, har Form af Kugler eller af store Konkretioner, dannet ved Sammen voksning af flere Kugler. Den største Konkretion, jeg har set, vejer 25 Kg.

I Profil II har den sammenhængende Dolomit Form af Lag, c. 1 cm. tykke og med en Udstrækning af flere Meter.

Dolomitlagene og -konkretionerne er brune af Farve, og de friske Brudflader viser en krystallinsk Struktur, der minder noget om Marmor. Ofte findes, spredt rundt i Massen, større, klare Korn, der bestaar af krystallinsk Kalkspat.

Ved Behandling med Eddikesyre opløses c. 65 %, og tilbage bliver et krystallinsk Pulver af Dolomit, der paa det nøjeste ligner Dolomitsandet fra Profil II.

Under Mikroskopet viser Dolomitlagene og -konkretionerne sig at bestaa af Dolomitkrystaller, der er kittet sammen af ukrystallinsk Kalk. Krystallerne ligger spredt uden Orden. De er Grundrhomboedre, der paa Fladerne er fulde af Linier, parallelle med Krystallfladerne. Krystallernes Størrelse er 0,6 à 0,7 mm. De smaa Dolomit-

¹⁾ Naar FORCHHAMMER (Side 91) skriver: „Den gule, sandformige Kalk, hvori Dolomitkuglerne ligger, bestaar af:

Kulsuur Kalk og Tab	95,75
Kulsuur Magnesia	0,64
Jernholdig Kiseljord	2,74
Jernilte	0,87,“

beror dette sikkert paa en Forveksling med Kalksand fra et andet Lag.

konkretioner fra Profil II d er porøse og indeholder mere krystallinsk Dolomit end de typiske Konkretioner (c. 40 %).

Kalkkonkretionerne fra Profil I er graa og har omtrent samme Form som Dolomitkonkretionerne. Hine sidde ofte paa Flintnyrer (undtagen i Laget C). I det Indre findes ofte en stærk rustrød Stribe, koncentrisk med Overfladen.

Konkretionerne fra Profil II c er rustrøde og minder en Del om Dolomitkonkretionerne, men kan som oftest kendes fra dem ved Mangel paa krystallinsk Struktur. Kalkkonkretionerne danner et sammenhængende Lag, fuldt af Hulrum, der indeholder Bryozokalk.

Under Mikroskopet viser Kalkkonkretionerne fra de to Profiler forskellig Struktur. Kalkkonkretionerne fra Profil I er grovt krystallinske med Grundrhomboedre af Kalkspat, holdt sammen af Kalk, der ligeledes er krystallinsk, men uden tydelig Krystalform. Spredt rundt i Massen ligger Fnug af jernholdig Kisel. Konkretionerne fra Profil II c er meget mere fintkornede og næsten ukrySTALLINSKE; selv om Krystaller kan forekomme, spiller de dog ingen Rolle. Spredt i Massen ligger Fnug af jernholdig Kisel.

Endnu maa bemærkes om Kalkkonkretionerne fra Profil II, at flere Steder er disse paa Overfladen bedækket med spidse Kalkspatkrystaller af flere Millimetres Størrelse.

Magnesiummængden i Kalkkonkretionerne (fra Profil I og II) er kun ganske ringe, ofte kun til Stede som Spor¹⁾.

Konkretionerne fra Profil III er rustrøde og findes dels med, dels uden Krystalstruktur. Karakteristisk for dem er, at de paa det nøjeste er forbundet med den omgivende Bryozokalk, saa at Stykkerne, selv om de indvendig er stærkt omdannede, paa Overfladen er dækket af løs Bryozokalk. Under Mikroskopet viser Bjergarterne sig ogsaa at variere. Nogle Stykker bestaar af en temmelig homogen Masse af fintkornet Kalk med Fnug af jernholdig Kisel. Andre Stykker

¹⁾ Analysen er velvilligst udført af Hr. cand. mag. M. G. BRUSEN-DORFF, Assistent ved Plantefysiologisk Laboratorium.

indeholder en Mængde Dolomitkrystaller af den sædvanlige Størrelse. Krystallerne ligger ofte tæt op til hverandre, næsten uden Bindemiddel. Mellem Krystallerne ligger undertiden Stykker af Kalkspat (Rester af Bryozogrene), og man kan se, hvorledes Dolomiten udefra trænger ind i Kalken.

Leret fra Profil I er graat og viser ofte tydelig Lagdeling. Det er yderst fintkornet og plastisk. Det indeholder c. 60 % CaCO_3 . I Leret findes små, runde Kugler af krystallinsk Kalkspat. De viser en ejendommelig radiærstænglet Struktur, der minder om Aragonit, men Krystallerne er Grundrhomboedre, og der findes ikke Spor af Aragonit. Ved Ætning med Eddikesyre opløses en Del af Leret og det fine Kalkslam mellem Krystallerne; tilbage bliver Kalkspaten, der danner en Figur, som ligner en Paddehatkoral (*Fungia*).

Flinten er graa med en flere Millimetre tyk, hvid, porøs Skorpe.

Dolomitens Dannelse.

Dolomitens Dannelse har længe været et Spørgsmaal af stor Interesse for Geologerne, og talrige er de Teorier¹⁾, der er blevet opstillet desangaaende; men Spørgsmaalet er stadig uløst.

I de senere Aar er der kommet en Del Arbejder over Koralløerne i Stillehavet og Dolomiten i disse. De vigtigste af disse Undersøgelser er ERNST W. SKEATS: »The chemical composition of limestone etc.«, og E. C. ANDREWS: »Notes on the limestone and general geology of the Fiji islands etc.«²⁾

Disse Undersøgelser viser, at Dolomitens Dannelse beror

¹⁾ Om Teorierne, se de større Haandbøger, samt Jahrb. der k. k. Reichsanstalt 1875.

²⁾ Bull. Mus. Comp. Zoöl. Vol. XXXVIII. (Geol. series. Vol. V. No. 1.) Cambridge, Mass., U. S. A. 1900.

paa Magnesiaens Tilbøjelighed til at koncentrere sig i bestemte Lag. Det har vist sig paa Koralløerne, at magnesiatafattede Kalklag veksler med magnesiarike Lag, der ofte bestaar helt af Dolomit. Et Par Eksempler skal anføres, for at belyse dette.

I. ¹⁾		
Højden.	CaCO ₃ .	MgCO ₃ .
600'	56,82 %	43,3 %
570'	97,6 %	2,4 %
540'	96,3 %	3,7 %
510'	96,8 %	3,2 %
II. ²⁾		
300'	95,8 %	4,2 %
250'	89,1 %	10,9 %
210'	96,9 %	3,1 %
200'	91,5 %	8,5 %
160'	97,3 %	2,7 %
90'	98,0 %	2,0 %
80'	97,1 %	2,9 %
50'	89,5 %	10,5 %

De to Serier af Kalkprøver, hvis kemiske Sammensætning her er omtalt, stammer fra Christmas island, 105° 42' ø. L., 10° 25' s. B.

Dolomiddannelsen er en Følge af, at Magnesiaen lidt efter lidt fortrænger Kalken. MgCO₃ gaar ind i Kalkstenen. først som amorf Masse, og danner magnesiaholdige Kalkstene, senere, naar Magnesiamegden er blevet c. 15 %, skiller Dolomiten sig ud i Form af Krystaller (Grundrhomboedre). Af Billederne i SKEATS's Arbejde ser man, hvorledes der i Kalken dannes Krystaller, først enkelte, spredte, men senere, efterhaanden som Dolomitseringen skrider frem, bliver de talrigere og talrigere, til man faar næsten ren Dolomit.

¹⁾ SKEATS: l. c. p. 97.

²⁾ — : l. c. p. 99.

Aarsagen til Dolomiddannelsen er en Udludningsproces. Havvandet cirkulerer raskt igennem Koralkalken — Vandstanden i Lagunen retter sig nemlig efter Vandstanden i Havet og veksler med Ebbe og Flod — og opløser en Del af det Materiale, der danner Koralløerne. Mange af de koralrevdannende Organismer indeholder en Del Magnesia, som gaar i Opløsning og blandes med Havvandets Magnesiasalte. Den i Vandet opløste Magnesia afsættes senere som Dolomit i bestemte Lag, idet den fortrænger Kalken. Herpaa beroer, saavidt man for Tiden kan se, Dannelsen af Dolomiten i Koralløerne, og »there is no necessary relation between dolomitization and the presence of volcanic rocks«. ¹⁾

Mellem Dolomiten fra Koralløerne og fra Faxe er der en Del Overensstemmelse, for saa vidt som den begge Steder ligger i vel afgrænsede Lag og er en secundær Dannelselse.

Dannelsen af Kalk- og Dolomitkonkretionerne i Profil III anser jeg for en begyndende Dolomitisering. Man ser i Bryozokalken Konkretioner; nogle af disse er endnu Kalkkonkretioner, i andre er der derimod begyndt at udskilles Dolomitkrystaller. Paa et enkelt Præparat har jeg set en Dolomitkrystal dannet i en Bryozogren.

Medens Profil III kun giver ringe Oplysning om Dolomiddannelsen, fremtræder den i sin typiske Form i Profilerne I og II.

I Profil II bestaar Stenarten af krystallinsk Dolomitsand med tynde Lag af sammenkittet Dolomit. Sandkornene er paa flere Steder endnu holdt sammen af ubetydelige Mængder af Kalk. Dette sammenhængende Sand bestaar af Dolomitkrystaller (Grundrhombøedre) og er meget løst. Overalt ses cylindriske Huller, der ofte er grenede og fuldstændig ligner negative Aftryk af Bryozoer. Enkelte Steder findes endnu Bryozogrenene, men disse er helt omdannet til Dolomitkrystaller, saa at Bryozogrenenes oprindelige Udseende er forsvundet. Stykkerne ligner endnu nogenlunde Bryozokalk. De smaa Dolomitkonkretioner i d viser lige-

¹⁾ SKEATS: l. c. p. 123.

ledes Mærker efter Bryozoer. Opløses al Kalken i dette sammenhængende Sand, falder Krystallerne fra hverandre, og man faar det typiske Dolomitsand.

Dette viser, at Dolomiten er dannet ved, at Magnesiaen lidt efter lidt har fortrængt den kulsure Kalk i Bryozokalken.

Dolomitkonkretionerne i Profil I og Dolomitlagene i Profil II maa betragtes som secundære Dannelser i Forhold til Dolomitsandet. Deres Dannelse, mener jeg, er foregaaet paa følgende Maade. Laget, hvori de er dannet, har oprindelig været løs Bryozokalk med enkelte fastere Partier. — Nord for Profil I findes Bryzosand med fastere Partier af Bryozokalk, omtrent paa Størrelse som et Barnehoved. — Det nedsivende, magnesiaholdige Vand har virket stærkere omdannende, i Retning af Dolomitisering, paa de løsere Partier af Kalken end paa de fastere Partier, idet det delvis er gaaet uden om disse, og følgelig har det dannet mere Dolomit i Bryzosandet end i Kalkbollerne, som laa deri. Paa et Stadium af Dolomitiseringsprocessen har man haft een sammenhængende, porøs Masse, der bestod af Dolomitkrystaller, holdte sammen af Kalk; Porerne stammede fra Bryozogrene, der var opløst. Lagene mindede paa dette Stadium om de porøse Dolomitkonkretioner fra Profil II d; dog fandtes der fastere, mere kalkrige Partier, som svarede til de oprindeligere fastere Kalkboller; da Vandcirkulationen var mindre i disse end i Bryzosandet, maatte Kalkmængden aftage raskere i dette end i hine.

Senere under Processen, naar mere Kalk var gaaet bort, fik man Dolomitsand med porøse Dolomitkonkretioner (de oprindelig fastere Kalkpartier). Lagene lignede paa dette Stadium Laget fra Profil II d, Konkretionerne kunde, naar Lagene var kommet til dette Stadium af Omdannelsen, enten falde hen til Dolomitsand, idet al Kalken opløstes, eller de kunde, ved at optage mere Kalk, blive til de faste, typiske Dolomitkonkretioner. Det magnesiaholdige Vand indeholdt en Del opløst Kalk. Største Delen af Kalken blev ikke afsat i Dolomitlaget, men en ringe Mængde

blev dog bundet af de ovennævnte Konkretioner. — Ved Flintdannelsen binder Flintnyrerne den i Vandet opløste Kiselsyre, og dette er Grunden til, at de er saa kompakte og stadig kan vokse. — At Konkretionerne har optaget Kalk, viser deres kompakte Konsistens. Konkretionerne har først antaget Kugleform, men ved stadig at binde mere Kalk og indeslutte Dolomitkrystaller fra det omgivende Sand voksede Kuglerne sammen, og man fik de typiske Dolomitkonkretioner, der er saa almindelige i Faxe. At disse Konkretioner ikke betegner et Omdannelsesstadium i Retning af Omdannelse til Dolomitsand, viser deres Kugleform og faste Konsistens.

Om Dannelsen af Kalkkonkretionerne i Profilerne I og II gav de blottede Profiler mig kun faa Oplysninger, saa noget bestemt kan jeg ikke sige herom. Jeg tænker mig, at Dannelsen er foregaaet paa følgende Maade:

De Lag, hvori Dolomiten og Kalkkonkretionerne er dannet, betegner de betydeligere Vandaarer i Kalkstenen. Vandet, der har bevæget sig i disse Aarer, har opløst $MgCO_3$ og $CaCO_3$. Magnesiaen er, paa dertil egnede Steder, gaaet ind i Stedet for Kalken, der er opløst. Vandet bliver saaledes rigere paa Kalk, efterhaanden som det kommer længere og længere ned i Kalkstenen. Tilslidst afsætter Vandet en Del af Kalken paa bestemte Steder i det vandførende Lag, hovedsagelig som Bindemiddel i Bryozokalken, der saa bliver fast som Faxe Marmor. Da Dolomiten har stor Tilbøjelighed til at fortrænge Kalken og danne Lag af ren Dolomit, har man maaske her Forklaringen paa, at ren Dolomit og ren Kalk kan ligge op til hinanden med skarp Grænse. Kalken binder en ringe Mængde Magnesia, og Dolomiten binder en ringe Mængde Kalk, der væsentlig danner Kalken i Dolomitkonkretionerne, men det er saa ubetydeligt, at det ingen Rolle spiller i det store og hele.

Naar Spørgsmaalet bliver »Hvorfra stammer Magnesiaen«, maa det anses for sikkert, at den stammer fra de Organismer, der har dannet Kalkstenen, samt muligvis ogsaa direkte fra Havvandet. En Del kalkdannende Organismer indehol-

der betydelige Mængder $MgCO_3$. NATHORST¹⁾ angiver, at *Flustra* har over 13 %, *Orbitolites* (Foraminifer) 8,8 à 12,52 %, *Isis* 6,4 og *Serpula* 7,6, samt at Kalkalger (*Lithothamnion*)²⁾ har 10 à 15 % $MgCO_3$. Dog er der en Mængde kalkdannende Organismer, sikkert de fleste, der kun indeholder ringe Mængder af $MgCO_3$; HØGBOM³⁾ nævner saaledes *Porites sp.* med 0,62 %, *Millepora alicornis* 0,41, *Millepora sp.* 0,97 og *Oculina sp.* 0,36 $MgCO_3$. Spørgsmaalet om de forskellige Kalkorganismers Magnesia-Indhold er endnu for lidet undersøgt til, at man blot har en nogenlunde klar Forestilling herom. De her nævnte Eksempler paa magnesiaholdige Kalkorganismer viser, at disse sikkert har spillet en betydelig Rolle ved Dolomitdannelsen.

Af de ovennævnte Organismer kan Foraminiferer, Koraller og Bryozoa, der spiller en stor Rolle ved Dannelsen af Nutidens Korallrev, have leveret Magnesia til Faxedolomiten, medens der for Kalkalgernes Vedkommende bliver nogen Vanskelighed ved at regne dem for dolomitdannende i Faxe. *Lithothamnion*, der er en vigtig korallrevdannende Organisme, lever bedst paa en Dybde af 10 à 30 Meter⁴⁾ (Maximumsdybden er 120 M.), medens de Bryozoa, der har dannet Bryozokalken, har levet paa en Dybde af 200—300 Meter⁵⁾. Om dette udelukker Kalkalgerne fra at have deltaget i Dannelsen af Faxedolomiten, skal jeg ikke komme ind paa her.

At Havvandet ogsaa har spillet en Rolle ved Faxedolomitens Dannelse, tør ikke anses for umuligt. Havvandet indeholder Magniasalte, $MgCl_2$ 3,4 ‰ og $MgSO_4$ 2,3 ‰⁶⁾;

¹⁾ A. G. NATHORST: Jordens historia. Stockholm 1894. S. 515.

²⁾ Se HØGBOM: Ueber Dolomitbildung und dolomitische Kalkorganismen. Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1894. Stuttgart. p. 262.

³⁾ HØGBOM: l. c. p. 263.

⁴⁾ WEBER and FOSLIE: The Corallinaceae of the Siboga-expedition. Leiden. 1904.

⁵⁾ HENNIG: Studier öfver etc. p. 166.

⁶⁾ USSING: Kortfattet Lærebog i almindelig Geologi. København 1901. p. 57.

ved Gennemsvivning kan $MgCl_2$ og $MgSO_4$ omdannes til $MgCO_3$, og $CaCl_2$ og $CaSO_4$, som derved dannes, gaa bort i Opløsning. Ganske vist cirkulerer Havvandet ikke gennem Faxekalken i Nutiden, men i tidligere Tid, da Vandstanden var højere end nu, har det sikkert kunnet indvirke paa Faxekalken. ARDREWS tillægger Havvandet stor Betydning for Dolomitdannelsen i Koralløerne.

Naar Dolomitdannelsen er begyndt, kan jeg ikke sikkert afgøre; en Del tyder paa, at den er af forholdsvis ny Dato. Flintnyrerne i det løse Dolomitsand ligger parallelt med Flinten i Bryozokalken; dette kan tydes som, at Flinten er dannet før Dolomiten. Flere Forhold tyder i samme Retning.

Dolomitkonkretionerne sidder paa Flintnyrerne, dels helt overvoksende disse, dels spredt rundt paa dem; paa store Flintnyrer findes en Mængde smaa Halvkugler (fra faa Millimeter) af ganske unge Dolomitkonkretioner. Man finder enkelte Steder Dolomitkonkretioner, der har dannet sig paa friske Brudflader af Flintnyrer, der af en eller anden Grund er revnet.

Dolomitlagene er stærkt vandførende, hvilket bl. a. kan ses af, at der i en saa tør Sommer som 1904 var en rig Algevækst paa forskellige Sten i Lagene. Den begyndende Dolomitdannelse i Profil III viser ogsaa hen til Dolomitens unge Alder. Alt dette tyder jeg som, at Dolomitdannelsen er begyndt sent og vil fortsættes saalænge, der findes nævneværdige Mængder af $MgCO_3$ i den omgivende Kalksten.

Jeg maa her bringe en Tak til de forskellige, der har ydet mig Hjælp ved denne Undersøgelse. En særlig Tak vil jeg bringe Hr. Professor N. V. USSING, der paa forskellig Maade har givet mig mange værdifulde Oplysninger, og som har gennemlæst mit Manuskript.

Résumé.

Die Dolomitlokalitäten bei Faxø werden zum erstenmal von FORCHHAMMER in seiner Arbeit: »Bidrag til Dolomitens Dannelsehistorie« erwähnt. Er war der Ansicht, dass der Dolomit gebildet sei durch die Wechselwirkung der Magnesia-salze im Meereswasser und warmer kalkhaltiger Quellen, die durch den Kalk hervorgebrochen waren.

Dolomit kommt jetzt 3 Stellen in Faxø Kalkbruch vor, in Figur 1 mit I, II u. III angegeben.

Das Profil I (Fig. 2) besteht aus einer 90 cm. dicken Bank, welche zwischen zwei Feuersteinschichten liegt. (Neigung 23° gegen N. N. O.). Die Bank besteht aus Kalkkonkretionen und Dolomitsand mit Dolomitkonkretionen. Die Kalkkonkretionen sind grau und liegen in den nordnordöstlichen und südsüdwestlichen Teilen der Bank an den mit A angegebenen Stellen der Figur 2. Der Dolomitsand, welcher in der Figur mit B angegeben ist, liegt im mittleren Teile der Bank. In diesem Sande liegen überall verbreitet sowohl Dolomitkonkretionen als Feuersteine mit festsitzenden Dolomitkonkretionen, welche entweder ganz über den Feuersteinen gewachsen sind, oder wie kleine Halbkugeln ausgebildet sind. Im Dolomitsande beobachtet man auch rostbraune Streifen, welche die Bewegungsrichtung des Wassers entsprechen. C ist eine unbedeutende Partie von kleinen Kalkkonkretionen.

In Profil II liegen die Schichten horizontal. Die typische Schichtenserie ist die folgende:

Bryozoenkalk.	
a. Feuerstein	10 à 15 cm.
b. erdiger Bryozoenkalk.....	15 cm.
c. zusammengewachsene Kalkkonkretionen	30 cm.
d. Dolomitsand mit kleinen, porösen Dolomit- konkretionen	12 cm.
e. Bryozoenkalk.....	65 cm.
f. Dolomitsand mit Schichten von Dolomit.. Bryozoenkalk.	70 cm.

Die Schicht f. besteht aus krystallinischem Dolomitsande mit 1 cm. dicken Schichten von verkittetem Dolomit. Ab und zu sind die Dolomitkrystallen noch immer mit etwas Kalk verkittet, und man findet dort Abdrücke von Bryozoen.

Profil III besteht aus rostbraunem Bryozoenkalk, welcher Kalk- und Dolomitkonkretionen enthält (Neigung 10°).

Um Kalkspat von Dolomit in Mikroskoppräparaten zu unterscheiden braucht der Verf. Hæmatoxylin in Al_2Cl_6 gelöst (LEMBERG); diese Lösung färbt den Kalkspat violett, während der Dolomit ungefärbt bleibt.

In typischer Form kommt der Dolomit als reiner Dolomitsand vor. In Profil I B ist er rostbraun, in Profil II d. und f. hellbraun; er besteht aus Dolomitkrystallen (Grundrhomboëder) mit durchschnittlicher Grösze von 0,6 bis 0,7 mm. Die braune Farbe rührt von eisenhaltigen Kiesel-flocken her.

Die Dolomitkonkretionen sind kugelförmig, oder wie verwachsene Kugeln oder Schichten (1 cm. dick) ausgebildet; oft finden sie sich auf Feuerstein; sie erreichen ein Gewicht bis zu 25 Kg. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, dass die Dolomitkonkretionen aus mit Kalk verkitteten Dolomitkrystallen bestehen, (Grundrhomboëder mit durchschnittlicher Grösze von 0,6 bis 0,7 mm.) Die Krystallen liegen zerstreut; sie bilden ein Drittel der ganzen Masse.

Die Kalkkonkretionen von Profil I sind grau und bestehen aus mit Kalk verkitteten Kalkspatkrystallen (Grundrhomboëder). Die Kalkkonkretionen vom Profil II sind rostbraun und bilden eine zusammenhängende Schicht voll Höhlungen, die mit Bryozoenkalk gefüllt sind. Diese Konkretionen sind nicht krystallinisch, sondern bestehen aus einer homogenen Masse. Der Magnesiagehalt der Kalkkonkretionen ist äusserst gering.

In einigen in den letzteren Jahren erschienenen Arbeiten über die Koralleninseln im Stillen Meere (ERNST SKEATS) findet man angegeben, dass die Dolomitbildung dieser Inseln darauf beruht, dass das cirkulierende Wasser $MgCO_3$, das sich im Korallenkalke findet, löst, und wieder dasselbe in bestimmten

Schichten absetzt (siehe Pag. 97). In Faxe hängt die Dolomitbildung von denselben Ursachen ab.

Im Profile II f. besteht das Gestein aus krystallinischem Dolomitsand mit dünnen Schichten von verkittetem Dolomit. An mehreren Stellen sind die Sandkörnchen noch von etwas Kalk festgehalten. Dieser zusammenhängende Sand besteht aus Dolomitkrystallen (Grundrhomboëder). Überall findet man cylindrische Höhlungen, die oft negativen Abdrücken von Bryozoen vollständig ähnlich sind. Einzelhaft finden sich noch wohlbewahrte Bryozoenzweige, aber diese sind so vollständig in Dolomitkrystallen umgebildet, dass ihr ursprüngliches Aussehen verschwunden ist. Teile davon sind dem Bryozoenkalke noch einigermaßen ähnlich, ein Beweis, dass der Dolomit dadurch entstanden ist, dass Magnesium nach und nach das Calcium des kohlensauren Kalkes im Bryozoenkalke ersetzt hat.

Die Dolomitschichten und Dolomitkonkretionen müssen als eine secundäre Bildung im Verhältniss zum Dolomitsande angesehen werden. Sie sind möglicherweise dadurch gebildet, dass einzelne festere Partien vom Bryozoenkalke (während der Dolomitisierung) Teile von dem im heruntersickernden Wasser gelösten Kalke gebunden haben. Diese festeren Teile des Bryozoenkalkes sind der Einwirkung des magnesiahaltigen Wassers mehr widerstandsfähig gewesen, indem es oft um diese geflossen hat. Auf einer Stufe des Dolomitierungsprozesses sind die Schichten aus Dolomitsande mit Partien von Dolomitkrystallen und Kalk gebildet gewesen. Diese Partien, welche aus krystallinischem Dolomit und amorphen Kalk bestanden, haben sich entweder in Dolomitsand umgestaltet, wenn aller Kalk darin gelöst war, oder wurden feste Dolomitkonkretionen, indem sie den im Wasser gelösten Kalk in sich aufnahmen. Die Kugelform und feste Konsistenz dieser Konkretionen können beweisen, dass sie keine Zwischenstufe für Dolomitsand sind.

Die Umbildung der Kalkkonkretionen beruht darauf, dass Magnesium geneigt ist, sich in bestimmten Schichten zu konzentrieren. Das heruntersickernde Wasser enthält kohlensauren Kalk und kohlensaures Magnesia. In gewissen Schich-

ten werden Teile des gelösten Kalkes durch Magnesium verdrängt und bilden Schichten von fast reinem Dolomit. Der Kalk lagert sich in andere Schichten ab, meist als Verkittungsmittel im Bryozoenkalk. Hierdurch lässt sich möglicherweise erklären, warum Dolomit und Kalk oft dicht an einander liegen, aber scharf abgegrenzt.

Das Magnesium rührt von kalkbildenden Organismen her (siehe p. 85 u. 104) die Magnesia enthalten, oder vielleicht direkt vom Meereswasser. Die Bewegungsrichtung des Wassers wird von den braunen Streifen des Profils IB angegeben.

Der Dolomit ist später als die Feuersteinnieren gebildet; diese liegen im Dolomitsande parallel mit den Feuersteinen im Bryozoenkalk. Die Dolomitkonkretionen befinden sich auf den Feuersteinnieren, teils ganz über denselben gewachsen, teils über denselben gestreut. Man findet einzelne Dolomitkonkretionen, die sich auf frischen Bruchflächen gebrochener Feuersteinnieren gebildet haben.

Vieles deutet daran, dass die Dolomitisierung noch heutzutage vor sich geht.
