

Strukturen i nogle bornholmske Kalksten.

Et Bidrag til Forstaaelse af »Cone in Cone« Strukturen

af

KAJ HANSEN.

Hovedmængden af de palæozoiske Kalksten paa Bornholm, som f. Eks. Exsulanskalken, Andrarumskalken og Orthoceratitkalken bestaar af tæt eller finkrystallinsk Kalksten, hvor Krystallisationen er udgaet fra talrige Centrer jævnt fordelt i hele Kalkmassen, saaledes, at der dannes en Krystalmosaik; men i forskellige af de andre Kalkbænke træffer man forskellige Strukturer, der afviger stærkt fra den normale. En saadan afvigende Struktur finder man f. Eks. i en sort Antrakonitbænk, der ved Øleaa direkte overlejrer Exsulanskalken.

Exsulanskalkens øverste Del er en lysegraa, finkrystallinsk Fragmentkalk. Grænsen mellem de to Bjergarter er meget skarp og svagt bølget. Paa Exsulanskalkens Overflade ses sine Steder et ganske tyndt sandet Lag med smaa Korn af Kvarts og Glauconit, smaa Stumper af tæt Fosforit samt talrige Skalfragmenter. Antrakonitens nederste Del viser ofte en ejendommelig finstænglet Struktur (Fig. 1 og 2). Længden af de enkelte Stængler kan variere meget betydeligt og naa op til 1 cm. Bredden er størst i den øvre Ende, hvor den kan naa en Størrelse af 1,5 mm og aftager derfra jævnt nedadtil. Formen er saaledes nærmest conisk. Krystallerne staar hyppigst lodret, men det er dog ikke nogen ufravigelig Regel, idet man enkelte Steder i Antrakonitbænken kan se dem danne smaa Rosetter. Denne stænglede Struktur er mest udpræget i Kalkbænkens øverste og nederste Randzone, men den danner dog ikke nogen sammenhængende Horizont. I Krystallernes Indre ses nogle ejendommelige gaffeldelte eller buskede Tegninger, der skyldes, at de sorte Urenheder ikke er jævnt fordelt men koncentrerede i tynde Lag.

Et andet Sted, hvor denne Struktur er meget fremtrædende, er

i Zonen med *Orusia lenticularis* ligeledes ved Øleaa. I denne Zone findes her ogsaa et sammenhængende Kalklag af en Mægtighed paa ca. 30 cm. Den er bygget op af skiftende Lag af Orusia-skaller og skalfri Kalkbænke. Mægtigheden af de enkelte Underafdelinger er størst i den nederste Del og aftager jævnt opadtil. Skallagene bestaar af talrige sammenhobede Orusiaskaller, der

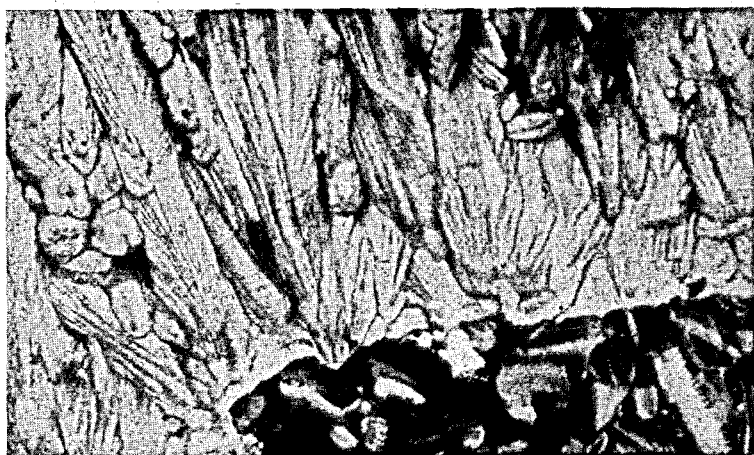


Fig. 1. »Cone in Cone« Struktur i Antrakonit over Exsulanskalken ved Øleaa. Præp. 839. 10× Forst. (Det mørke Parti forneden er Exsulanskalk).

ligger i en Grundmasse af krystallinsk Kalk, hvor Kornene danner en normal Krystalmosaik. De skalfri Partier er derimod bygget op af en eller flere Etager af finstænglet Kalk af en Struktur, som ses paa Fig. 3.

I Tværsnit Fig. 4 viser Krystallerne en ret regelmæssig, undertiden lidt kantet Kontur. Det sorte Slam danner her bugtede, uregelmæssige Slirer uden nogen lukket koncentrisk Kurve, hvilket viser, at der ikke er Tale om et System af Kegler inden i hinanden.

En Sammenligning med en hel Række andre Kalksten fra det bornholmske og svenske Kambro-Silur og fra de danske Kridt-aflejringer viser, at denne Struktur er temmelig sjælden og fortrinsvis forekommer i mørkegraa og sorte Kalksten. At det dog ikke er det sorte organiske og sulfidiske Slam som saadant, der er Aarsagen til Strukturen fremgaar af, at i de Typer, hvor Indhold af disse Bestanddele er størst, mangler denne Struktur ganske.

Stænglede eller traadede Strukturer i Kalksten kendes under forskellige Betegnelser som »satin spar« (SPENCER 1897), Faserkalk

(NØRREGAARD 1905, WETZEL 1927) og Beefs (RICHARDSON 1923). Alle disse Former afviger dog i Detailler i saa betydelig Grad fra de her beskrevne bornholmske Kalksten, at disse ikke kan henføres til nogen af disse Grupper.

Betydelig større Overensstemmelse faar man ved Sammenligning med visse Former af »Cone in Cone« Strukturen (Tutmergel), saa-

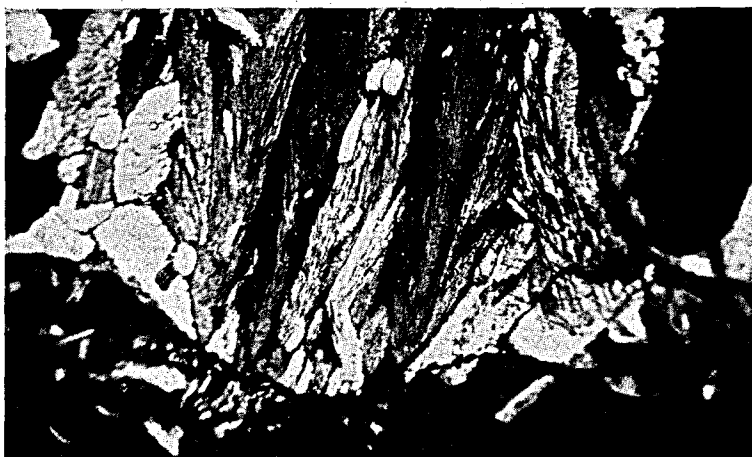


Fig. 2. Langstrakte Kalkspatkrystaller i »Cone in Cone« Strukturen over Exsulanskalken. Præp. 839. 15× Forst. Nicol +.

ledes som denne beskrives af GRESLEY 1887, CAMERON 1892, SACK 1892, COLE 1894, LINCK og NOLL 1928 og CAYEUX 1935.

Særlig Afbildningerne hos COLE og CAYEUX viser næsten ganske det samme, som man ser i de bornholmske Kalksten. Nu synes imidlertid Betegnelsen »Cone in Cone« at dække over flere Grupper af morfologisk ensartede Fænomener med forskellig Oprindelse alt efter det Sediment, hvori den forekommer. De her foreliggende Tilfælde maa nærmest henføres til CAYEUX's »Cone in Cone en milieu calcaire«. COLE kender Fænomenet fra Linser af Kalkspat og Jernspat og forklarer det paa den Maade, at Krystallisationen er udgaaet fra talrige tætliggende Punkter paa Linsens Overflade, hvorved Væksten kun har kunnet foregaa i Retning mod Linsens Midte. Denne Forklaring kan ikke bruges for de bornholmske Tilfælde, da man saa skulde vente at finde denne Struktur i Overfladen af alle Kalkbænke, hvilket ikke er Tilfældet.

Det primære i Sagen er dog øjensynlig dette, at Kalkspaten i de her omtalte Tilfælde er udkrystalliseret i en fra det sædvanlige

afvigende Form, med langstrakte, nærmest spidst kegleformede Krystaller, og den Tanke er da nærliggende, om ikke det muligvis er rent kemiske Faktorer i den Opløsning, hvorfra Kalkspaten er udkrystalliseret, der er Aarsagen til denne usædvanlige Krystalform.

I Aarene 1893—1899 publicerer HEINRICH VATER en Række Arbejder med Titlen: »Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen



Fig. 3. »Cone in Cone» Struktur i Kalken med *Orusia lenticularis* ved Øleaa.
Præp. 722. 14× Forst. Nicol +.

auf die Krystallisation des Calciumcarbonat.« I disse Arbejder kommer han bl. a. til det Resultat, at Tilstedeværelsen af Fremmedelementer (Lösungsgenossen) i den Opløsning, hvorfra Kalkspaten krystalliserer, vil virke influerende paa Kalkspatens Krystalform, og at særlig Tilstedeværelsen af Sulfater af Na, K og Ca i Mængder, der overstiger en vis Tærskelværdi, bevirker, at Kalkspaten i Stedet for at udkrystallisere i det normale Grundrhomboeder udvikler et stejlt negativt Rhomboeder og med stigende Mængder af Sulfater danner langstrakte Krystaller, der udvikler baade Prismeflade og Basis. Flere af de Figurer, som VATER afbilder af saadanne Krystaller dannet under Indflydelse af Sulfater i Opløsningen stemmer i deres Form ganske med de Krystaller, man træffer i de to her omhandlede bornholmske Antrakoniter.

Et lignende Resultat kommer LINCK til ved at udfælde Calciumcarbonat af en Opløsning af Calciumsulfat ved Tilsætning af Natriumcarbonat og Ammoniumcarbonat. Ved Temperaturer omkring 18° C. faar han udelukkende ganske smaa, afrundede temmelig stejle

Rhomboedre. Ved højere Temperatur omkring 40° C. fremkommer der derimod smaa skarptkantede primære Rhomboedre (LINCK 1903). Som et tredje Eksempel, der peger i samme Retning, kan nævnes en Undersøgelse af DOSS over en Kalktuff fra Letland. Denne er dannet af en Opløsning, der har strømmet igennem en Gipsaflejring, og Analyser af Vandet viste, at det indeholdt en

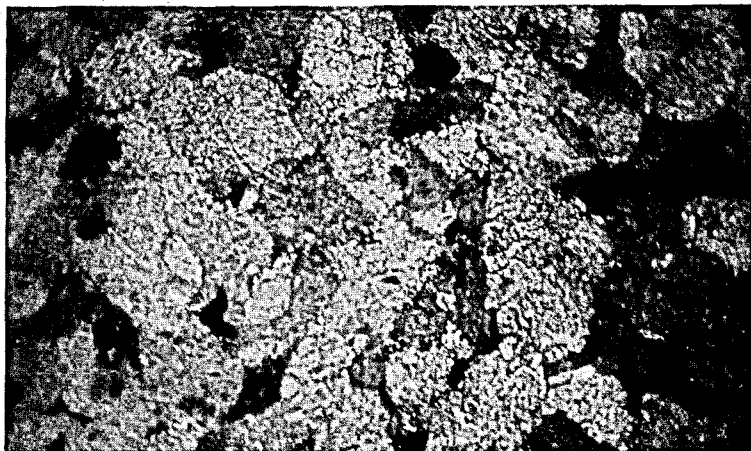


Fig. 4. Tværsnit af »Cone in Cone« Struktur.
Præp. 717. Ca. $25\times$ Forst. Nicol +.

Del opløst Calciumsulfat. Kalktuffen bestaar af hexagonale og ikke rhomboedriske Kalkspatkrystaller, og DOSS henviser netop til VATER'S ovennævnte Arbejder som Forklaring paa dette Fænomen (DOSS 1897).

Imidlertid er alle disse Undersøgelser temmelig gamle. En omhyggelig Eftersøgning i Litteraturen har dog vist, at der findes meget faa Undersøgelser over Kalkspatens Krystalformer og deres Aarsager, og disse Undersøgelser synes at vise, at hverken Tilstedeværelsen af Kolloider eller Ændringer i Brintjonkoncentrationen indenfor temmelig vide Grænser har nogen som helst Indflydelse paa Kalkspatens Krystalform (FISCHER og SIMONS 1926).

Jeg vil derfor mene, at VATER'S Teori om Virkningen af »Lösungsgenossen«, specielt Sulfaternes Virkning paa Kalkspatens Krystalform er den eneste hidtil kendte, der giver en brugelig Forklaring paa disse Kalkstens Strukturer og dermed paa visse Former af »Cone in Cone« Strukturen.

Tilbage bliver da at undersøge hvorfra disse Sulfater stammer;

og om der overhovedet er Mulighed for, at de kan have været til Stede i den nødvendige Mængde.

Foruden Havvandets naturlige Indhold af Sulfater, der stammer fra Floderne eller vulkanske Udbrud, og som ikke er tilstrækkelig til at frembringe disse Krystalformer, hvilket fremgaar af LINCK's Undersøgelser (LINCK 1903), finder der ogsaa under visse Betingelser en Sulfatproduktion Sted i Havet ved Hjælp af Svovlbacterier, særlig i stagnerende Vandmasser med store Mængder af raadnende organisk Materiale.

Det er indlysende, at skal Sulfaterne kunne forekomme i saa stærk Koncentration, at de skal kunne faa Indflydelse paa Kalkspatens Krystalform, maa dette ske enten i Pytter paa Overfladen af Littoralzonen under Ebben eller i fladvandede Laguner med snæver Forbindelse med Havet. Forudsætningen for at »Cone in Cone« Strukturen i disse Tilfælde skal kunne skyldes Indvirkning af Sulfater bliver derfor, at Krystalisationen er foregaaet i umiddelbart Tilknytning til Sedimentationen i Littoralzonen, eller at Kalkudfældningen er foregaaet i en Lagune med stærkt saltholdige, stagnerende Vandmasser¹).

At der foregaar en intensiv Kalkudfældning i stagnerende Vandmasser under Indvirkning af Forraadelsesprocesser fremgaar af ARCKANGUELSKYS Undersøgelser i Sortehavet, og af BAVENDAMS og BLACKS Undersøgelser paa Andros Island og St. Bahamabanke (ARCKANGUELSKY 1927, BAVENDAM 1932, BLACK 1933). Og de to sidste har tillige vist, at den bakterielle Kalkudfældning i Vestindien er intensivest i det graa, svovlbrinteholdige Slam i Littoralzonen.

At de bornholmske Alunskifre og deres Antrakoniter er dannet i stagnerende Vandmasser er der næppe nogen Tvivl om, og at de gennemgaaende ikke er aflejret paa større Dybder, end Bølgeslaget har naaet ned til, viser den inderlige Sammenblanding mellem Kalken og de sorte organiske og sulfidiske Bestanddele, i Modsætning til Forholdene i Sortehavets dybeste Dele, hvor Kalken og det sorte Materiale ligger i skiftende Lag (ARCKANGUELSKY 1927). For at afgøre om de to Kalkbænke er dannet under rene Littoralforhold bliver det nødvendigt at se lidt nærmere paa dem hver for sig.

¹) En mere indgaaende Behandling af Bjergarterne i Bornholms Mellem- og Øvre-kambrium og disses Sedimenteringsforhold er under Forberedelse.

Den skarpe Grænse mellem Exsulanskalken og den overliggende Antrakonit og det tynde sandede Lag paa Exsulanskalkens Overflade, samt det, at de stænglede Krystaller hviler med deres afrundede Basis paa Exsulanskalken, tyder paa, at Exsulanskalken maa have været hærdnet, da Antrakoniten dannedes. Sandlaget kunde ogsaa antyde, at Exsulanskalkens øverste Del havde været udsat for nogen Erosion, inden Antrakoniten aflejredes. Antrakoniten maa derfor opfattes som en Transgressionsaflejring, og jeg indser ikke, at der er nogen Vanskelighed ved at opfatte den som en Littoralaflejring dannet paa en Vadeflade ved Udfældning af Bacterier under Indvirkning af store Mængder af raadnende organisk Stof, der formodentlig for en stor Del maa have bestaaet af Alger. Under Ebben vil der da i større eller mindre Pytter paa Vadens Overflade kunne finde en betydelig Produktion Sted af Sulfater, der har bevirket at Kalkslammet ved Indtørring under Ebben har dannet langstrakte Krystaller. Netop det, at »Cone in Cone« Strukturen i Antrakonitens nederste Del ikke danner nogen gennemgaaende Horizont, men er mere eller mindre lokalt udviklet, peger i Retning af, at den er dannet i større eller mindre Pytter med Svovlbacterier.

Noget vanskeligere stiller Sagen sig med Orusiazonens Kalkbænk. Sammenligner vi med Forholdene andre Steder i det skandinaviske Kambro-Siluroomraade finder man, at der overalt i Randzonen af det kambriske Hav er en Hævningstendens i dette Niveau. Selve den bornholmske Orusiakalkbænkens Opbygning er noget forskellig ved Øleaa og Læsaa, idet Mægtigheden ved Læsaa kun er omtrent det halve af, hvad den er ved Øleaa, og kun indeholder to Skallag adskilt af fossilfri Kalk. Denne Udtynden maa vel tydes i Retning af, at vi har en lavvands og kystnær Dannelse, muligvis en Littoraldannelse for os. En anden Forklaring er dog ogsaa mulig.

Karakteristisk for Orusiazonens Kalkbænk paa Bornholm er dens meget ensformige Fauna, sammenlignet med de andre skandinaviske Forekomster, idet den saa godt som udelukkende bestaar af *Orusia lenticularis*. Dette kunde tyde paa, at de økologiske Forhold her har været ugunstige for Trilobiterne og i det hele taget har været extreme i en eller anden Retning. Der er næppe Grund til at antage, at Stagningen har været større her end andre Steder, men tænker man sig, at Kalkbænken paa Bornholm er afsat i fladvandede Strandsøer med snæver eller periodisk afbrudt Forbindelse med Havet, nærmest i Lighed med de sydrussiske Limaner eller Thau Lagunen ved Cette paa den franske Middelhavskyst, saa er

der Muligheder for, at Saltindholdet vil kunne ændres betydeligt, baade med Hensyn til Størrelse og Sammensætning.

Det vil af dette ses, at der ikke er nogen større Vanskelighed ved at antage, at de af VATER stillede Betingelser for Dannelse af langstrakte Kalkspatkrystaller kan have været til Stede da de to her omhandlede Kalkbænke aflejredes. Tilbage bliver at forklare de sorte Tegninger. Disse forklarer COLE (1894) og KAISIN (1926) saaledes: I det oprindelige sorte Kalkslam, der foruden Calciumkarbonat tillige indeholder saavel organisk Substans som Svovljern, vil Calciumkarbonatet have en Tendens til at udkrystallisere som ren Kalkspat uden Indeslutninger. Er Indholdet af Urenheder ringe, vil Krystallerne blive næsten fri for Indeslutninger. De sorte Urenheder vil efterhaanden som Krystallisationen skrider frem koncentrerer mere og mere og tilsidst klemmes fast i Hjørnerne og langs Siderne af Krystallerne, naar disse ved deres Vækst støder sammen. Er Indholdet af Urenheder derimod større vil disse til en Begyndelse ogsaa skydes til Side under Krystallernes Vækst, og derved koncentrerer i lange sorte, paa Ydersiden noget krøllede Striber, hvorved Krystallens Vækst hæmmes noget. Paa et eller andet Tidspunkt sætter Krystallisationen imidlertid gennem de sorte Striber, saaledes at disse nu indesluttet i Krystallen. De sorte Tegninger er saaledes et sekundært Fænomen, der skyldes Kalkslammets Tendens til at udkrystallisere som ren Kalkspat.

Man vil kunne resumere Resultatet af disse Undersøgelser saaledes: Efter alt, hvad vi i Dag ved om Kalkspatens Krystalformer og deres Aarsager, er VATERS Paavisning af, at Tilstedeværelsen af »Lösungsgenossen«, specielt Sulfater i den Opløsning, hvorfra Kalkspaten udkrystalliserer, vil bevirke en Forandring i Krystalformen, den eneste hidtil kendte, der giver en tilfredsstillende Forklaring paa »Cone in Cone« Strukturen i de to Kalkbænke. Og undersøger man Muligheden for, at Sulfater i den nødvendige Koncentration virkelig kan have været til Stede, viser det sig, at der ikke er nogen større Vanskelighed ved at antage dette.

LITTERATURLISTE.

- ARCHANGUELSKY, A. D.: On the Black Sea sediments and their importance for the study of sedimentary rocks. Bull. de la Societe des naturalistes de Moscou. Sect. geol. N.S. 35. 1927.
- BAVENDAM, W.: Die mikrobiologische Kalkfällung in der tropische See. Arch. f. Mikrobiologie 3. 1932.
- BLACK, M.: The precipitation of Calcium Carbonate on the Great Bahama Bank. Geol. Mag. 70. 1933.
- CAMERON, A. C. G.: On the continuity of the Kelloways Beds over extended areas near Bedford. Geol. Mag. 1892.
- CAYEUX, L.: Les roches sedimentaire de France, Roches carbonates. Paris 1935.
- COLE, G. A. J.: On some examples of "Cone in Cone" Structure. Min. Mag. 10. 1894.
- DOSS, B.: Über livländische durch Ausscheidung aus Gipsquellen entstandene Süswasserkalke als neue Beispiele für Mischungsanomalien. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1897. I.
- FISCHER, L. W. and SIMONS, F. L.: Application of colloid chemistry to mineralogy. The amer. Mineralogist 1926.
- GRESLEY, W. S.: "On Cone in Cone" Structure. Geol. Mag. 1887.
— "Cone in Cone", How it occurs on the devonian series in Pansylvanian U. S. A. Quart Journ. geol. Soc. 50. 1894.
- KAISIN, F.: Les roches du Dinantien de Belgique. Comte Rendu Congres geol. intern. XIII. Liège 1926.
- LINCK, G.: Die Bildung d. Oolithe und Rogensteine. Neues Jahrb. f. Min. etc. B.B. 16. 1903.
— und NOLL, W.: Über Tutenmergel. Chemie d. Erde 3. 1928.
- NORREGAARD, E. M.: Om saakaldt Aragonit og Straalkis fra danske Aflejringer. Medd. f. Dansk geol. For. Nr. 11. 1905.
- RICHARDSON, W. A.: On the petrology of shales with beefs. Quart. Journ. of geol. Soc. 73. 1923.
- SACK, A.: On a sample of "Cone in Cone" structure found at Picton, New South Wales. Geol. Mag. 1892.
- SPENCER, L. J.: The Satin Spar of Alston in Cumberland and the determination of massive and fibrous Calcite and Aragonite. Min. Mag. 11. 1897.
- VATER, H.: Über den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates. I. Zeitschr. f. Kristallographie. 21. 1893. III u. IV. Ibid. 24. 1895. V. Ibid. 27. 1897. VI. u. VII. Ibid. 30. 1899.
- WETZEL, W.: Beiträge zur Erforschung des kretazischen und tertiären Untergrundes des Balticums. Nat. Ver. f. Schleswig-Holstein. 18. 1927.

Summary of the Contents.

The Structure in some Bornholmian Limestones.

In some limestones of the Middle- and Upper Cambrian strata of Bornholm a fibrous structure is found, which may be classed among the "Structure Cone in Cone en milieu calcaire" of CAYEUX (CAYEUX 1935).

One of the limestones in question is a dark stinkstone situated immediately above the exsulans limestone (Figs. 1 & 2). The boundary between the two rocks is very sharp. On the surface of the exsulans limestone a thin, sandy layer containing grains of quartz, glauconite, and numerous fragments of shells is found. The "Cone in Cone" structure is developed most distinctly at the base of the stinkstone, whereas it does not appear in the middle strata. A second stinkstone of a similar structure is found in the *Orusia lenticularis* zone. This stinkstone is formed by a thin band of "Cone in Cone" structure crowded with thin layers containing numerous shells of *Orusia* fitted together into a crystalline mosaic of calcite. A microscopical examination proves that the "Cone in Cone" structure consists of calcite crystallized into oblong crystals differing from the ordinary ones of limestones. None of the former explanations of the formation of "Cone in Cone" structure given by SACK (1892), COLE (1894) and others seem applicable to these instances; the author thinks that it may be due to particular chemical factors in the calcareous mud, which have caused the formation of the mentioned oblong crystals of calcite. An examination of current literature on this subject ascertains that an applicable explanation is given by the experiments of VATER (1893—1899), which prove that the presence of foreign substances ("Lösungsgenossen"), particularly sulphates of Na, K, and Ca in the solution, cause the calcite to crystallize into oblong crystals. Later experiments (LINCK 1903) as well as examinations of a calcareous sinter formed by water permeating a gypsum layer (Doss 1897) give a similar result. The sulphates are thought to have been produced by sulphur bacteria. In order to obtain the concentration required, this production of sulphate must have taken place either in pools in the intertidal zone in direct connection with the precipitation of lime or in shallow bays with a narrow and shallow inlet and with water of high salinity, e. g. the South Russian Limans or the Thau Lagoon near Cette on the French Mediterranean coast. Finally it is shown that in the said stinkstones these conditions may be fulfilled.