

Denne fil er downloadet fra  
**Danmarks Tekniske Kulturarv**  
*www.tekniskkulturarv.dk*

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

### **Rettigheder**

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

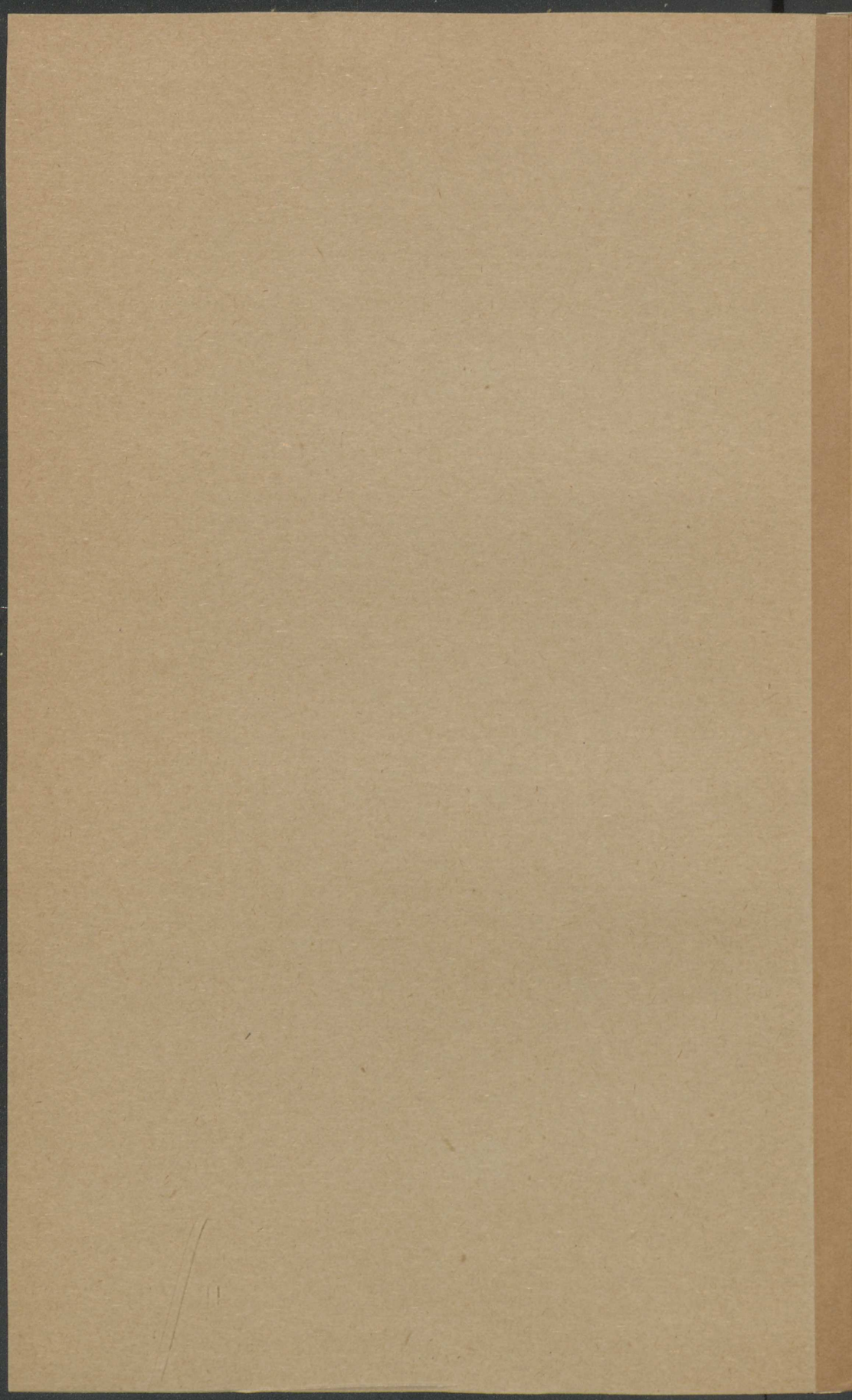
Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

O.B. Bøggild.

STUVIT FRA LIMFJORDEN.

Særtryk.  
1907.

T.B. 549. *gl*



O. B. BØGGILD

STRUVIT FRA LIMFJORDEN.

Særtryk af:

Meddelelser fra Dansk geol. Forening Nr. 13.

København 1907.



TEKNISK BIBLIOTEK  
Danmarks tekniske Højskole

549  
Lim



## Struvit fra Limfjorden.

Af O. B. BØGGILD.

**S**truviten, der er det mineralogiske Navn paa den af alle Kemikere velkendte Forbindelse, fosforsur Magnesia-Ammoniak,  $\text{NH}_4 \text{Mg PO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$ , er i Naturen fundet paa en Del forskellige Forekomststeder under Omstændigheder, der viser, at den i Dannelsesmaade afviger stærkt fra andre Mineraler. I det følgende skal gives en kort Oversigt over de kendte Forekomster af Struvit; foruden ved Limfjorden, som senere skal omtales, kendes den fra:

Hamburg<sup>1)</sup>. Ved Udgravning af Grunden til Nikolaj Kirke efter den store Brand i 1845 fandtes Struviten i en væsentlig af Kvæggødning dannet Jord; paa Grund af den store Mængde veludviklede Krystaller, der fandtes ved den Lejlighed, er denne Forekomst bleven særlig berømt, tilmed, da den ved sin Forekomst gav Anledning til en Del Diskussion om, hvorvidt Struviten virkelig var at betragte som et Mineral, hvilket vel næppe længere betvivles af nogen.

En noget lignende Forekomst<sup>2)</sup> fandtes i 1854 ligeledes i Hamburg ved Udgravning af en Grund i Schauenburgerstrasse, hvor man stødte paa et gammelt Reservoir med Slagteriaffald, som var omdannet til en grønlig sort, over-

<sup>1)</sup> Særlig beskrevet af SADEBECK, Tschermak's Min. Mitt. 1877, Pag. 113, hvor der tillige findes Angivelse af ældre Litteratur.

<sup>2)</sup> J. H. C. A. MEYER, Zeitschr. d. d. geol. Gesell. 6, Pag. 641.

ordentlig fed Masse, i hvilken man fandt et enkelt, tyndt Lag Struvitkrystaller.

I Braunschweig fandtes i 1873 Struvitkrystaller<sup>1)</sup> i en væsentlig af Gødning dannet Jordbund.

I Dresden<sup>2)</sup> har man fundet Struvit i Afløbskanaler fra en Kaserne.

I Homburg v. d. H.<sup>3)</sup> fandt man enkelte smaa Krystaller i Gødningjord.

Ved Saldanha Bay<sup>4)</sup>, Kysten af Afrika, er Struviten fundet som Krystaller i Guano, og det samme er Tilfældet med Skiptonhulerne ved Ballarat i Victoria<sup>5)</sup>.

I en Mammutstødtand fra Dawson City, Yukondistriktet<sup>6)</sup>, fandt man noget Materiale, som efter Analysen at dømme syntes at bestaa af en Blanding af Struvit og et beslægtet Mineral, Newberyit ( $H Mg PO_4, 3H_2O$ ); det er det eneste Tilfælde, hvor Struviten ikke er fundet i krystalliseret Tilstand.

Fra de ovennævnte Forekomststeder kan Struviten nogenlunde betragtes som et Mineral; veludviklede Struvitkrystaller har man endvidere fundet ved følgende Lejligheder:

I en Flaske af Kochs' Kødpepton fandtes en Del smaa Krystaller<sup>7)</sup>; ved senere Eftersøgning i andre Flasker lykkedes det ikke at finde flere.

I Gelatine eller Agar-Agar, i hvilken der kultiveredes forskellige Mikroorganismer, har man fundet smaa Krystaller<sup>8)</sup>, hvis Form var noget varierende med Beskaffenheden af de Organismer, der benyttedes.

Ved en enkelt Lejlighed har man fundet 3—10 mm. lange Struvitkrystaller<sup>9)</sup> siddende paa Blommekærner,

<sup>1)</sup> ATTMER, N. J. f. Min. 1873, Pag. 400; SADEBECK l. c.

<sup>2)</sup> Angives af SADEBECK, l. c. som beskrevet af MARX i 1846.

<sup>3)</sup> KALKOWSKY, Ztsch. f. Kryst. 11, 1886, Pag. 1.

<sup>4)</sup> TESCHEMACHER, Phil. Mag. 28, 1846, Pag. 546.

<sup>5)</sup> ULRICH, Contr. Min. Vict. 1870, Pag. 12.

<sup>6)</sup> HOFFMANN, Am. Journ. Sci. 11, 1901, Pag. 149.

<sup>7)</sup> Beskrevne af ARZRUNI, Ztschr. f. Kryst. 18, 1891, Pag. 60.

<sup>8)</sup> SOLLY, Min. Mag. 8, 1889, Pag. 279.

<sup>9)</sup> SLAVIK, Abh. d. böhm. Ak. Prag 1901; Ref. Ztschr. f. Kryst. 37, Pag. 498.

der havde opholdt sig 1½ Aar i Endetarmen af en 5-Aars Dreng.

Meget almindeligt udskilles den fosforsure Magnesia af alkalisk Urin (i hvilket Tilfælde den af Medicinerne benævnes Tripelfosfat), og endelig kan man frembringe veludviklede, men i Reglen mikroskopisk smaa Krystaller, ved at fælde et Magniumsalt med forforsur Natron under samtidig Tilstedeværelse af Klorammonium og fri Ammoniak, hvilken Proces jo i den kemiske Analyse netop benyttes til Paavisning af Magnium.

Man vil af det foregaaende have set, at med Undtagelse af den sidstnævnte, rent kemiske, Dannelsesmaade, opstaar Struviten kun, hvor organiske Stoffer, navnlig Ekskrementer, gaar i Forraadnelse.

Struviten fra Limfjorden, der i 1875 er skænket mineralogisk Museum af Direktør TH. SCHMIDT, er i Følge JOHNSTRUP<sup>1)</sup> fundet ved dybe Boringer i Anledning af Anlægget af Jernbanebroen ved Aalborg; Dybden, hvori den blev fundet, er 10—35 Meter. Jordarten er Cardiumdynd, bestaaende af Sand og Ler, der foruden Skaller af *Mytilus*, *Cardium*, m. m. indeholder en meget stor Mængde organisk Materiale, hvoriblandt navnlig talrige Plantedele er fremtrædende; disse er af Dr. KOLDERUP ROSEVINGE erklæret at være ret velbevarede Rester af enkimbladede Planter, sandsynligvis *Zostera*. Forekomsten af Struvitkrystaller synes at tyde paa, at der foruden disse Plantedele maa være, eller i det mindste have været, en usædvanlig stor Mængde organisk Substans i Dyndet, og det sandsynligste er vel, at der har fundet en særlig stor Ophobning af Ekskrementer Sted; i alle Tilfælde er det et højt mærkeligt Fænomen, at Struviten endnu ikke et eneste andet Sted er fundet i marint Dynd.

Mængden af Struvitkrystaller i Dyndet maa sikkert være ret betydelig at dømme efter det store Antal (flere

<sup>1)</sup> Forh. v. de Skand. Naturf. 13. Møde. Christiania, 1887, Pag. 79.



Hundrede), der er kommet frem ved Boringerne; Krystallerne var ved Optagelsen ganske friske, og de af dem, som har været opbevaret i Alkohol, er endnu i Besiddelse af en for Struvit usædvanlig god Bevaringstilstand.

Størrelsen af Krystallerne varierer fra 1 til 5 cm. i Diameter og fra 1 til 5 mm. i Tykkelse; i Almindelighed er Diameteren 2—3 cm. og Tykkelsen 2—3 mm.

Formen, der er overordentlig ensartet for alle Kry-

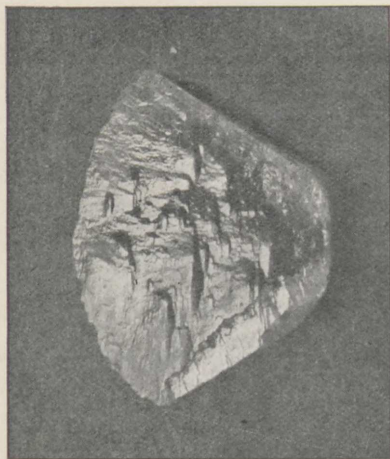


Fig. 1. Struvit, Limfjorden.  
(c. 2 Gange nat. Størrelse.)

stallerne, afviger særlig stærkt fra al anden Struvit derved, at Krystallerne næsten kun er begrænsede af krumme Flader. Som det vil fremgaa af Figur 1, er Krystallen nærmest linseformet; Linsens Kant, der for en Del er uregelmæssig afrundet, afskæres paa to Steder af veludviklede plane Krystallflader, der paa Figuren viser sig som rette Linier paa Krystallens højre Side. Linsens Flader er overalt bedækkede med lave

Forhøjninger, der paa de paa Figuren til Højre og Venstre vendende Sider delvis er begrænsede af plane Fladestykker, iøvrigt af ganske krumme Flader.

En stor Ejendommelighed ved Krystallerne er, at de alle er sammensatte af to Partier af ret forskellig Beskaffenhed. Midten af Krystallen og hele den venstre Side er dannet af en mørkere brun Substans, Resten, nemlig den Del, der grænser til de plane Sideflader og det til højre liggende, mindre, buede Stykke af Randen er betydelig lysere; begge Partier er skarpt afgrænsede fra hinanden ved en fremspringende Kant, da den mørke Del

er betydelig tykkere end den lyse, og denne Kant er, som det ogsaa vil ses paa Figuren, overordentlig takket og uregelmæssig; paa den lyse Del er Forhøjningerne i Reglen mindre fremtrædende end paa den mørke Del. Denne sidste er først dannet, og derefter har den lyse Substans aflejret sig udelukkende paa højre Side af Krystalen, idet der paa de øvrige Dele ikke er mindste Spor af den.

Den krystallografiske Undersøgelse er foretaget paa Prof. V. GOLDSCHMIDT's Institut i Heidelberg med det to-kredsede Goniometer, uden hvilket det vilde være umuligt at faa noget ordentligt Begreb om Bygningen af en Krystal, der i saa høj Grad er begrænset af krumme Flader. I det følgende er Bogstaver og Symboler valgte i Overensstemmelse med Opstillingen i Goldschmidt's Index, hvor den hemimorfe Akse er gjort til Tverakse; og til lige er den antiloge (ellers opadvendende) Ende vendt til Højre. Da næsten alle Reflekserne falder i Nærheden af Fladen  $a = \infty 0$  (100) har denne maattet opstilles som Polflade, og Projektionen (Figur 2) er foretaget paa den, mens  $b = 0 \infty$  (010) som sædvanlig er taget til Nulpunkt paa Horizontalkredsen; herved faas følgende Ombytning af Akserne:

$$a^1 = c$$

$$b^1 = b$$

$$c^1 = a$$

Positionsvinklerne i den nye Opstilling beregnes af Vinklerne i Index paa følgende Maade:

$$\varphi_1 = 90^\circ - \gamma^0$$

$$\rho_1 = 90^\circ - \xi$$

De eneste plane Flader eller Fladeelementer er:

efter GOLDSCHMIDT's Index<sup>1)</sup>

$$a = \infty 0 \text{ (100)}$$

$$s = 01 \text{ (011)}$$

$$m = \infty \text{ (110)}$$

$$m^1 = -\infty \text{ (110)}$$

efter SADEBECK-DANA<sup>2)</sup>

$$b \text{ (010)}$$

$$s \text{ (101)}$$

$$h \text{ (021)}$$

$$h^1 \text{ (021)}$$

<sup>1)</sup> I Index er Bogstaverne a og b ombyttede.

<sup>2)</sup> SADEBECK's Opstilling med de af DANA, 1892, anvendte Bogstaver.

Polstillingen foretoges ved Hjælp af de veludviklede s-Flader; følgende Vinkler er fundne:

Bogstav	$\varphi^1$	$\varrho^1$	beregnet	
			$\varphi^1$	$\varrho^1$
a	—	0 <sup>0</sup> 05'	—	0 <sup>0</sup> 00'
s	58 <sup>0</sup> 05'	90 <sup>0</sup> 00'	58 <sup>0</sup> 09'	90 <sup>0</sup> 00'
m	0 <sup>0</sup> 26'	28 <sup>0</sup> 37'	0 <sup>0</sup> 00'	28 <sup>0</sup> 43'
m <sup>1</sup>	180 <sup>0</sup> 29'	28 <sup>0</sup> 35'	180 <sup>0</sup> 00'	28 <sup>0</sup> 43'

Af disse Flader er a meget ubetydelig og kun fundet i et mindre Parti af Krystallen; som Projektionsbilledet udviser, staar den ikke i Forbindelse med de krumme Flader, og det er muligt, at den i det hele taget kun findes som Spalteflade. Fladerne af s er veludviklede, paa enkelte Krystaller endogsaa overordentlig regelmæssige og blanke; af den tilsvarende analoge Form, s<sup>1</sup>, er der ikke fundet mindste Spor; Fladerne af m og m<sup>1</sup>, der findes henholdsvis paa den højre og venstre Side af Overfladens Forhøjninger, er ogsaa ofte ret veludviklede, navnlig m, der altid er større end m<sup>1</sup>.

Paa Projektionsbilledet (Fig. 2) er de nævnte Flader indtegnede tilligemed det System af krumme Flader, der forbinder m med m<sup>1</sup>, og hvis Reflekser viser sig som et dobbelt Baand; Hemimorfien er ikke særlig stærkt fremtrædende i dette; dog er Figuren ved den antiloge Ende (til Højre) noget bredere end ved den analoge; den smalle Figur fremtræder ogsaa ved den antiloge Ende i de lyse Partier af Krystallerne, hvorfor den er indtegnet med svagere Tone paa Projektionsbilledet. Figurens to Baand er afbrudte paa Midten og her forbundne ved et meget svagt Tværbaand, der gaar tæt forbi a paa analoge Side.

Refleksbaandene synes ikke at have nogen Tilslutning til de af Struvitens Krystalflader dannede Zoner, hvoraf enkelte af de mere fremtrædende er optrukne paa Figuren; muligvis vil man ved en nærmere Undersøgelse

af Ættningsfigurerne kunne faa et lignende Billede frem; men jeg har endnu ikke haft Lejlighed til at undersøge disse. De krumme Flader paa Struviten fra Limfjorden synes ikke at kunne være dannede ved Opløsning; det vilde i saa Fald være utænkeligt, at de tilstedeværende plane Flader skulde være saa fuldkomment udviklede, som de er.

De fysiske Egenskaber er i alt væsentlig overensstemmende med anden Struvit. Vægtfylden er bestemt ved

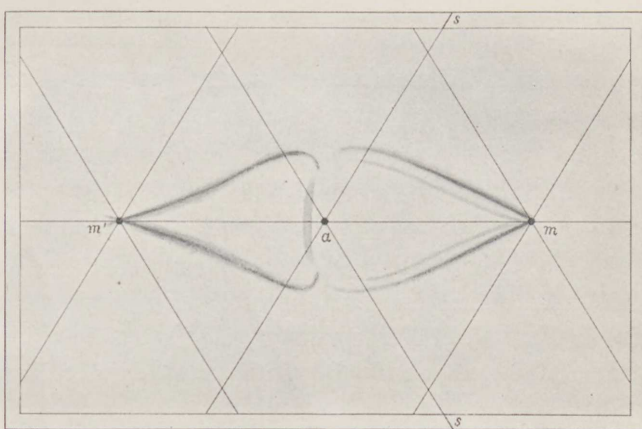


Fig. 2. Struvit, Limfjorden.  
Projektion paa a. Grundkredsen = 5 cm.

THOULET's Vædske til 1. 714—1. 716; som Materiale benyttedes fuldstændig rene Korn, dels af de mørke og dels af de lyse Partier, af forskellige Krystaller; der viste sig ingen Forskel mellem de to Slags Substans.

Farven er brunlig, i de lyse Partier omtrent kun halvt saa intensiv som i de mørke; Forskellen i Farven afhænger af Jernindholdet, som efter Opløsning af Stykker af Krystallen i Saltsyre og Tilsætning af Ferrocyan-kalium kan paavises at være omtrent dobbelt saa stort for de mørke Deles Vedkommende; i øvrigt er selv disse kun lidt jernholdige. Pleokroisme findes ikke.

Lysbrydningskoefficienterne er bestemt for de lysere

Partiers Vedkommende ved Totalreflektion; enkelte s-Flader var saa blanke, at de umiddelbart lod sig anvende, dog var Grænserne aldrig særlig skarpe. Der fandtes (for Natriumlys)

$$\gamma = 1.5043$$

$$\beta = 1.4963$$

$$\alpha = 1.4954$$

hvoraf:

$$\gamma \div \beta = 0.0080 \text{ direkte bestemt: } 0.0081$$

$$\gamma \div \alpha = 0.0089 \quad \gg \quad \gg \quad 0.0090$$

$$\beta \div \alpha = 0.0009 \quad \gg \quad \gg \quad 0.00093$$

Den optiske Orientering er som ellers hos Struvit, altsaa (for den her benyttede Opstilling):

$$c = a$$

$$b = b$$

$$a = c$$

c er den spidse Bisektriaks og Akseplanen er  $b = 0 \infty (010)$ . Aksevinklen ( $2 V_{Na}$ ) er direkte bestemt (ved Maaling i Glashalvkugler og Omregning) til  $37^{\circ}22'$ . Ved Beregning af ovenstaaende Brydningskoefficienter faas:

$$2 V_{Na} = 37^{\circ}14'$$

For de mørke Dele af Krystallen er Lysbrydningskoefficienterne ikke bestemt; Aksevinklen er noget mindre, nemlig (i Glashalvkuglerne):

$$2 H_{Na} = 34^{\circ}30'$$

hvoraf (under Forudsætning af at  $\beta$  er 1.4963):

$$2 V_{Na} = 35^{\circ}15'$$

I Forbindelse med den mindre Aksevinkel i de mørkere Partier af Krystallen staar, at Dobbeltbrydningen ( $\beta \div \alpha$ ) her er mindre; den er nemlig ved direkte Maaling bestemt til 0.00085.

