

# Fragmenter og spor af bjergarter ældre end graniten paa Bornholm

*Fragments and Evidences of Pre-Granitic Rocks in  
the Bornholm Granite*

af

KAREN CALLISEN

## Abstract

In the Bornholm granite a few fragments of quartzite are found, one of which shows peculiar contact-phenomena with the granite. Furthermore there is an inclusion of hornfels containing diopside, sphene, wollastonite and other lime-bearing minerals hitherto unknown in Bornholm, as well as fragments of a dark rock consisting of plagioclase and biotite only besides some accessory minerals.

Tid efter anden er der i graniten på Bornholm fundet sparsomme rester af fremmedartede bjergarter. Enkelte af disse fragmenter er tidligere kort omtalt af KAREN CALLISEN (1).

Det tidligste fund består af et *kvartsitfragment*, som N. V. USSING fandt 1896 og hvoraf han lod fremstille et tyndsnit; det resterende stykke måler  $4 \times 3.5 \times 2.5$  cm. Vedhængende granit findes ikke og heller ingen optegnelser udover original-etiketten: »Kvartsitklump i graniten. Lidt V. for Gudhjem. Geol. Exk. 1896.«

Kvartsiten er lys rødlig og består langt overvejende af kvartskorn som med uregelmæssig takket kontur griber ind i hinanden uden bindemiddel. Kornstørrelsen ligger for størstedelen betydelig under 1 mm men kan nå indtil 2—3 mm. Kvartsen indeholder talrige, i reglen ubestemmelige interpositioner og selv de mindste korn har undulerende udslukning. Underordnet findes endel muskovitskæl som fremhæver en tendens til slingrende parallelstruktur i kvartsiten. Ertskorn synes næsten helt at mangle. Enkelte zirkon- eller rutilkrystaller er set.

Det næste kvartsitfragment blev fundet af ARNE NOE-NYGAARD 1939. Hans etikette lyder: »Kvartsitbolle i Granit,  $10 \times 5 \times 4$  cm. Mellem Ypnasted og Bølshavn.« Fragmentet grænser til tyndstribet grå granit af Gudhjem-typen med en svagt buet kontur som er næsten-konform med granitens sribning. Endel biotitblade fra graniten sidder fast udenpå en fritliggende del af kvartsitens buede yderflade; de repræsenterer ikke nogen særlig stærk biotitudskillelse i graniten.

Denne kvarsit er lidt mere grovkornet end den førstnævnte. Kvartsen er ret klar; indeslutninger af mikroklin og biotit ses af og til foruden små ubestemmelige krystaller med høj lys- og dobbeltbrydning samt adskillige mørke partikler. Kvartskornene har undulerende udslukning og for det meste griber de med bugtet eller takket kontur direkte ind i hinanden. Men ikke sjældent findes en svagt perthitisk mikroklin som mellemmasse. Underordnet og sparsomt findes ertskorn, små biotitblade som ofte er kloritiserede, samt enkelte titanit- og zirkon- eller rutilkrystaller.

*Kalksilikatmineraler*, såkaldte skarnminerale, opstået ved kontaktmetamorfose mellem bornholmsk granit og en kalksten eller kalkholdig bjergart, er ikke tidligere beskrevet. Det første fund af denne art blev gjort i 1933 af stenhugger CARL MADSEN og hans søn, Listed, under arbejdet i nogle stenbrud på Brændesmark, ca. 1 km VSV for Listed. De fandt i graniten en lille finkornet indeslutning hvis indre hvidgule del væsentligst består af wollastonit; det ser ud som om wollastoniten har udgjort et linseformigt lag (Fig. 1). Udenom wollastoniten ligger en brun noget forgrenet zone hvori granat er hovedbestanddelen, og mellem denne zone og graniten er der et grønligt bånd hvis farve skyldes diopsid og epidot. Utvivlsomt udgør hele indeslutningen et stykke af en kontaktbjergart, hornfels, mellem graniten og en kalksten; af denne sidste er intet bevaret. Alt det foreliggende materiale består af et enkelt håndstykke,  $12 \times 7 \times 8$  cm, af egnens almindelige granit på hvis ene side den lyse wollastonit er iøjnefaldende. Hvor stort fragmentet har været ved fundet vides ikke, sandsynligvis ikke meget større end det bevarede.

På Brændesmark blev der i årene omkring 1930 brudt vejmateriale i flere små brud, hvorfra også en del façadesten leveredes under navn af Paradisbakke granit. Brydningen foregik særlig i østenden og øst for et lille kratbevokset areal med det lokale navn »Toverne.« Findestedet for indeslutningen er formentlig et stenbrud mærket S på kortet fig. 2.

Egnens granit står Paradisbakke graniten meget nær. Den er mørkegrå med lyse aplitiske slirer der ligesom i Paradisbakkerne har nord-sydlig hovedretning; men slirerne er her betydelig smallere og mindre stærkt forgrenede. Den mørkegrå hovedbjergart har en svagt udtalt, noget slingrende parallelstruktur<sup>1)</sup>. Præget af Paradisbakke granit taber sig efterhånden vespå i terrainet.

Granitens mineralbestand er lig Paradisbakke granitens. Større plagioklaskrystaller, ca.  $4 \times 3$  mm, har uregelmæssig form med rektangulær tendens, stedvis en smal albitrand, sjældnere parallel tilvokset mikroklin; i midten ca. 25—30% An.; indeslutninger af de øvrige granitminerale er almindelige, kalkspat sjelden. I den finkornede grundmasse er mikroklin hovedmineralet, den er klar og i reglen perthitfattig. Plagioklas, ca. 25% An., ret sparsom. Kvartsmængden anslås til 22—24%. Myrme- kit er ret sjælden. Hornblende og biotit forekommer relativt rigeligt og i omtrent samme mængdeforhold. Hornblendens er den på Bornholm al-

<sup>1)</sup> Af samme granittype består den store rokkesten i Paradisbakkerne. Den må altså stamme fra egnen nord for Paradisbakkerne.



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 1. Indeslutning af kontaktbjergart i granit, Brændesmark. a = granit, b = grøn zone med diopsid, epidot, titanit m. m., c = granatfels, d = wollastonitfels. (Mindste måleenhed = 1 mm).

mindelige blå-grønne varietet med lille optisk axeinkel  $2V$ ; større individer har »Siebstruktur«. Biotiten er frisk, pleochroismen: lys gul—olivengrøn. De titanholdige magnetitkorn har næsten altid leukoxenrand. Spredte titanitkrystaller findes i betydelig mængde, nogle har indeslutninger af kvarts. Zirkon ses hyppigt: relativ store apatitkrystaller er ikke sjældne.

*Kontaktbjergarten.* Det fremgår af fotografiet fig. 1 at hele det forhåndenværende stykke af indeslutningen kun er få centimeter i tværsnit. Den ringe materialebeholdning har ikke tilladt mineralseparationer og kemiske analyser. Det ses også på fotografiet at det bevarede stykke er en del af grænsen imod graniten. I dette felt er der foregået reaktioner mellem granitens og indeslutningens bestanddele hvorved der er dannet kalkrigere mineraler end granitens. De vil blive omtalt i ordenen fra granit til wollastonitfels som de ses i tyndsnit.



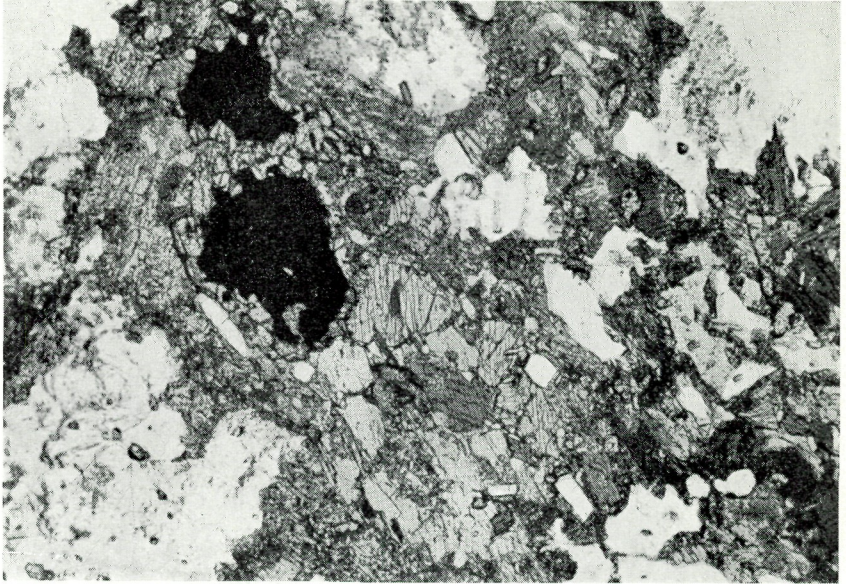
GEODÆTISK INSTITUT. ENERET.

Fig. 2. Kort over egnen VSV for Listed, Brændesmark.

I graniten uden om indeslutningen ligger et par små ovale klumper der består af pyroxen og andre kontaktmineraller af samme slags som dem der findes i den grønne zone. Det er et velkendt fænomen fra forekomster andetsteds, f. ex. i Norge, at randen af hornfelsfragmenter kan være brudt itu, ligesom smuldret, og at brudstykker af hornfelsen, isolede krystaller eller hobe af kontaktmineraller ligger strøet rundt omkring i den omgivende bjergart.

Nærmest kontakten er graniten meget biotitfattig og indeholder mere hornblende end normalt. Måske kan dette skyldes at et lille kalktilskud fra indeslutningen gør sig gældende her. På et lidt mere fremskredet stadium forsvinder biotiten helt. Samtidig dermed forsvinder også mikroklin; det er ikke den i hornfels almindelige ødelæggelse af mikroklinens gitterstruktur der er foregået, feldspat med lavere lysbrydning end canadabalsam er ikke set i kontaktbjergarten. Derimod er indholdet af kvarts og små friske plagioklaskrystaller tiltaget lidt.

Den grønne zone karakteriseres af diopsidisk pyroxen, epidot og et stort indhold af titanit. Nærmest graniten forekommer nogle granitmineraller sammen med de nydannede. Hornblende erstattes hurtigt af diopsid, som i sin tur har reageret med tilgrænsende plagioklas og begrænses mod denne af en frynset epidotrand; sjældnere er epidotfrynserne



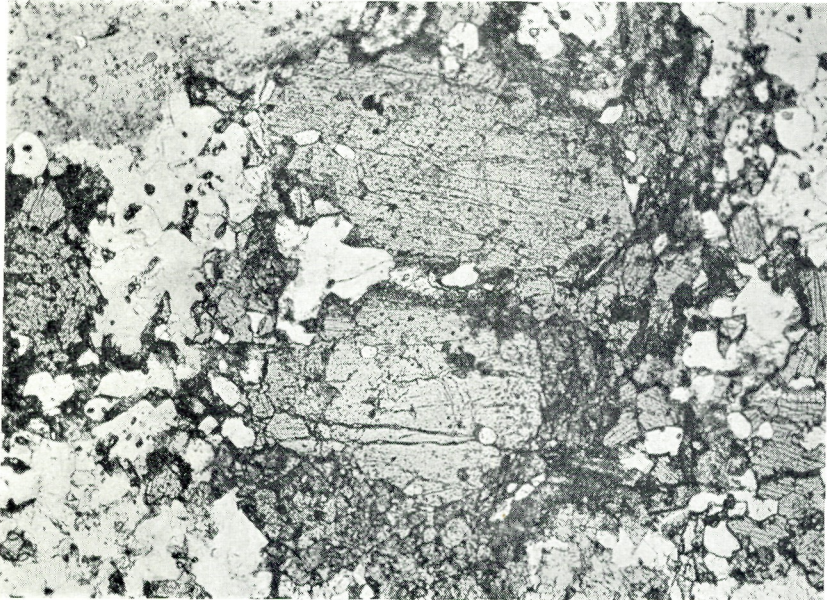
CHR. HALKIER FOT.

Fig. 3. Diopsid med epidotrand, hornblende (mørkere grå), magnetit med leukoxenrand, apatit. Grundmasse af kvarts og plagioklas.  
1 nicol, forstørrelse  $40\times$ .



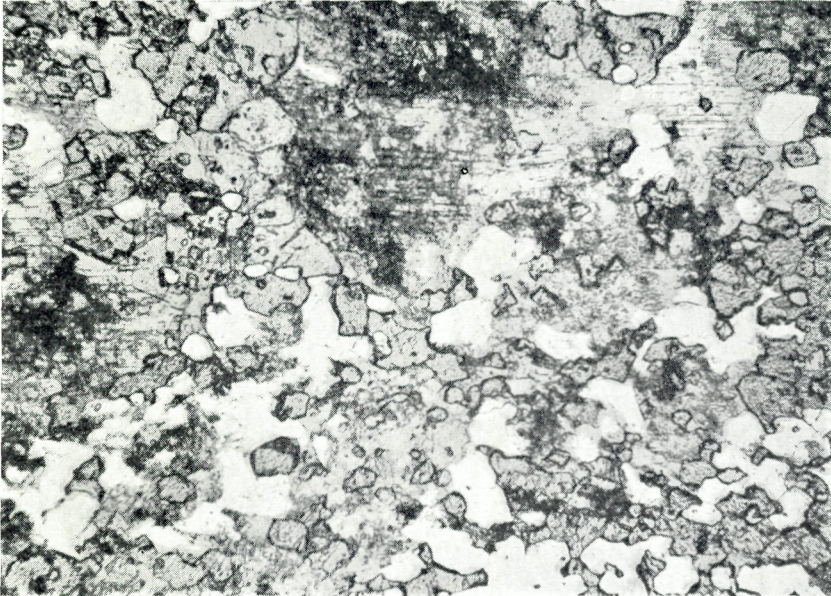
CHR. HALKIER FOT.

Fig. 4. Diopsid med epidotrand på grænsen mod plagioklas, ikke på grænsen mod kvarts (nederst th.).  
1 nicol, forstørrelse  $250\times$ .



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 5. Diopsidkrystaller og hobe af titanit.  
1 nicol, forstørrelse 30×.



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 6. Granatfels. Lameller i store plagioklaser skimtes overst.  
1 nicol, forstørrelse 40×.

heftet direkte på hornblende (Fig. 3 og 4). Det felt hvori hornblende og diopsid forekommer sammen har i tyndsnit en bredde af ca. 3 mm; det indeholder tillige andre granitminerale samt lidt kalkspat.

Pyroxenen er en diopsid med et stort hedenbergitindhold, omkring  $\text{He}_{40}$ . Ydre krystalform mangler. Tvillingdannelse || (100) forekommer men kun sjældent. Farven er lys grøn. Pleochroisme:  $\alpha' = \text{lys gullig grøn}$ ,  $\gamma' = \text{saffig grøn}$ , nær hornblende lidt blålig. Lysbrydning:  $\alpha' < 1.723 \leq \gamma'$ . Dobbeltbrydningen stærk. Axevinklen  $2V = \text{ca. } 60^\circ$ ; axedispersion tydelig ved optisk axe A:  $\rho > v$  om den spidse bisektrix  $\gamma$ , næppe mærkbar ved optisk axe B. Vinklen  $c:\gamma = 45^\circ\text{--}46^\circ$ . Nogle krystaller opnår en ret betydelig størrelse (Fig. 5), de fleste er dog små korn som ofte er samlet i hobe, gerne ledsaget af titanit. Epidotranden forsvinder efterhånden. I granat- og wollastonitfels afbleges pyroxenens farve.

Epidoten er svagt gulgrøn farvet. Fiberne i reaktionsranden er parallel orienteret indenfor visse felter. Den optiske axeinkel  $2V$  er nær  $90^\circ$ , neg.,  $\rho > v$ . Omtrent samtidig med hornblendens forsvinden optræder små kompakte epidotkorn uden krystalform og uden frynset rand; i denne skikkelse forekommer epidoten også i den følgende granatzone.

Omkring midten af den grønne zone er granitens magnetjern forsvunden. Titanit optræder i betydelig mængde, fortrinsvis krystalliseret i svære kornede aggregater sammen med diopsid (Fig. 5). Nogle af titanitkrystallerne har en lille sort kerne af magnetjern. I den følgende del af kontaktbjergarten findes titaniten som spredte korn.

De store granit-plagioklaser er fremdeles tilstede men stærk korroderet og invaderet af diopsid, epidot, titanit og kalkspat. Indesluttede diminutive diopsid- og epidotkrystaller kan have elegant udviklet krystalform.

Mellem de større krystaller ligger en finkornet masse som hovedsagenlig består af kvarts og plagioklas med spredte korn af mørke mineraler, lidt kalkspat og relativt store krystaller af apatit. Kvarts og plagioklas har talrige stærk lysbrydende interpositioner; plagioklasen er desuden ofte forenet af mørke uigennemsigtige partikler; af og til ses tvillinglameller efter albit- og periklinloven; anorthitindholdet er ca. 25% An. — Den grønne zone afsluttes med en lys finkornet bjergart af meget nær denne beskaffenhed, kun er plagioklasen lidt mere kalkrig, indtil ca. 35% An., og kalkspat ses hyppigere. I håndstykket kan denne finkornede bjergart ses som en smal lys-grøn stribe langs den brune granatzone, i tyndsnit er den næsten klar. Overgangen til granatzone markeres af en række forholdsvis store korn af diopsid og epidot blandet med enkelte granatkrystaller.

*Granatfels.* I den brune zone er granat hovedbestanddelen; diopsid, epidot, titanit, lidt kalkspat og apatit findes som spredte korn, plagioklas og navnlig kvarts i rigeligere mængde, undertiden granofyrisk sammenvoxede. Alle bestanddele har talrige interpositioner af de øvrige mineraler.

Granaten er krystalliseret i finkornede aggregater som er særlig tæt-pakket i visse felter, adskilte ved kvartsrigere slirer. Kornstørrelsen er i reglen mindre end 0.2 mm men kan nå ca. 0.4 mm. Krystalformen, rhombododekaeder, kan ofte erkendes. Farven er i tyndsnit grågul eller brunlig



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 7. Wollastonit med diopsid og granat i finkornet glimmerlignende masse.  
 Øverst tv. granatfels.  
 1 nicol, forstørrelse 30×.

gul. Dobbeltbrydning mangler helt. Antagelig er granaten en grossular. Amanuensis, cand. mag. BRUNO THOMSEN gjorde mig den tjeneste at forsøge en nærmere bestemmelse ved hjælp af vægtfylden; forsoget strandede imidlertid på de talrige interpositioner, særlig af kvarts, som bevirkede at en betydelig mængde granat kom i fraktionen med vægtfylde lavere end 3.3. — Plagioklasen kan nå op til 40—45% An.; små korn er ofte klare og kan have skarptegnede tvillinglameller. Kun i ét af tyndsnittene forekommer et par større plagioklaser, op til ca. 2 mm, de har en meget uregelmæssig form og indeholder talrige indeslutninger af alle de øvrige mineraler, desuden er de i midten stærk sericitiserede og forurenede af mørke uigennemsigtige partikler så at sammensætningen ikke kan bestemmes. Tvillinglameller kan dog erkendes, næsten bedst uden krydsede nicoller, fordi urenhederne ligger særlig tæt imellem lamellerne (Fig. 6). Kun randzonen er stedvis klar og tvillinglameller tydelige. Ved sammenligning med kvarts fandtes  $\gamma' > \omega$ ,  $\alpha' < \varepsilon$  svarende til ca. 37% An. — Det mørke uigennemsigtige grums med et stort indhold af sericit-skæl breder sig stærkt mellem mineralerne men er stedvis samlet i tætte hobe med klare felter imellem; hobene kan af og til danne slingrende striber.

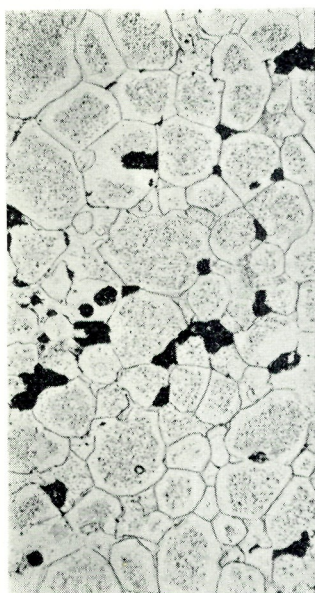
*Wollastonitfels.* Allerede i granatzonen ses et par smalle slirer med wollastonit som hovedmineral, desuden indeholder de vekslede mængder af diopsid og granat samt en glimmerlignende masse. Slirerne er omtrent-



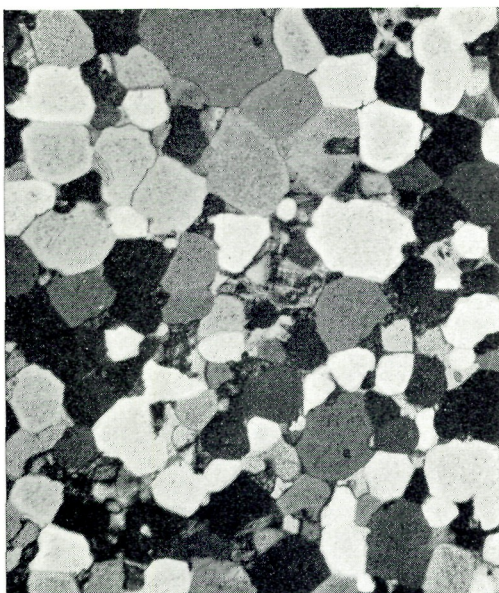
lig parallel med de zonegrænser som ses på fig. 1. Navnlig den bredeste slire svarer i sammensætning nøje til randzonen af den indre wollastonitfels. Langs randen af denne slire er kvarts stærk koncentreret og griber hist og her ind imellem wollastonitkrystallerne. En tilsvarende kvartsudskillelse på grænsen mellem granatzonen og den centrale wollastonitmase synes at mangle men den kan være gået tabt under præparatslibningen af den stærk smuldrende wollastonit.

Hovedmassen af wollastonit er samlet i den indre hvidgule del af fragmentet som langt overvejende består af dette mineral. Wollastoniten har ofte form af slanke kortstænglede krystaller, langstrakte efter *b*-aksen, men kan også have bredere former (Fig. 7). Mineraliet viser de ordinære optiske egenskaber; nogle af krystallerne har den karakteristiske plagioklaslignende polysynthetiske tvillingdannelse || (100). Imellem wollastonitkrystallerne ligger tætte aggregater af det glimmeragtige mineral. Den reneste wollastonit forekommer i nogle smalle næsten helt hvide årer, ca. 1 mm brede, som strækker sig slingrende på kryds og tværs gennem den lysegule wollastonitmase. Mere iøjnefaldende er 2—3 mm tykke brune årer som væsentligst består af granat samt mindre mængder af diopsid, kvarts, wollastonit og lidt plagioklas. Disse årer ses kun i brudstykker men er sandsynligvis udløbere fra den omgivende granatzone. De er uregelmæssig forgrenede men forløber stort set i retning af wollastonitlinsens længste led. Ligeledes har de stænglede wollastonitkrystaller en tendens til at ordne sig i samme retning. — Udenfor disse årer kan hobe af små granatkrystaller optræde i mindre felter som i håndstykket viser sig mørkprikkede. I nærheden af granatzonen indeholder wollastonitfelsen en ret betydelig mængde diopsid, forholdsvis sparsomt granat samt lidt kvarts. Diopsiden er næsten farveløs. Af og til har den en ufuldkommen krystalform. Tvillingdannelse || (100) er set men sjælden. Lysbrydningen funden på spaltestykker i immersionsvædske:  $\alpha' < 1.715 = \gamma'$ , svarende omtrentlig til  $\text{He}_{30}$ . Dobbeltbrydningen høj. Diopsidmængden aftager stærkt i den indre del af wollastonitfelsen.

Det glimmerlignende mineral kan ikke nærmere bestemmes. Det er yderst finbladet, farven lys gulbrun, lysbrydningen lav:  $n \leq n\text{-canadabalsam}$ . Dobbeltbrydningen er forholdsvis meget høj, interferensfarven hvid-gul I. orden. De største partikler har karakter af taver eller stave, måske kantstillede blade, undertiden vifteformig arrangeret; de har altid lysbrydning højere end canadabalsams. Aggregatet er udskilt i spaltereder og revner i wollastoniten som ofte har en fliget og flosset rand imod det. Ligeledes findes det i sprækker i pyroxenen som dog ikke er nær så stærkt inficeret. Endelig optræder samme aggregat enkelte steder i granatzonen hvor wollastonit ikke er tilstede; men i sådanne tilfælde indeholder det oftest skeletagtige krystalrester som minder om wollastonit men er for små til at identificeres. I den centrale wollastonitfels synes det glimmeragtige mineral at aftage i mængde. Prøver udtaget til undersøgelse i immersionsvædske indeholdt uventet lidt deraf. På en tilsvarende prøve foretog dr. HENRICH NEUMANN, Oslo, godhedsfuldt en Röntgenanalyse for om muligt at identificere mineraliet; han fandt kun wollastonit. — Jeg benytter lejligheden til her at bringe dr. NEUMANN min bedste tak.



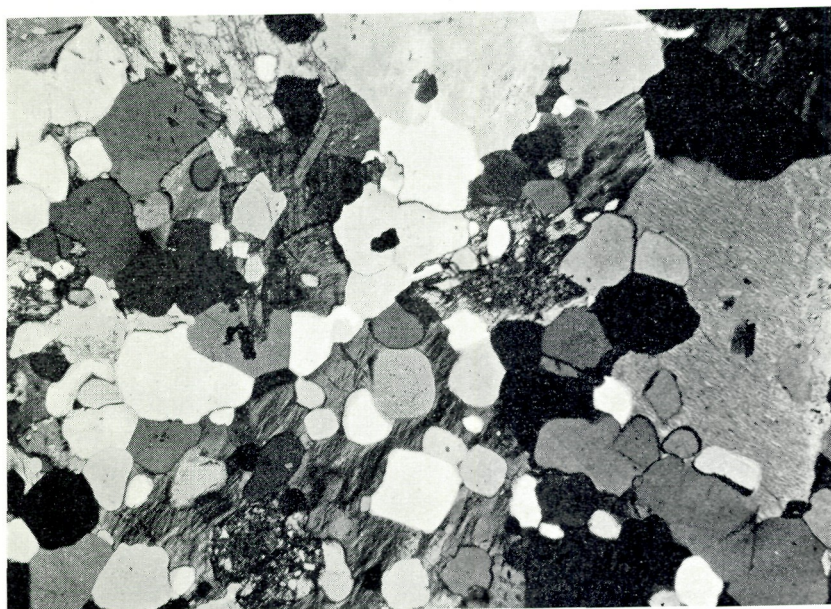
a.



b.

CHR. HALKIER FOT.

Fig. 8, a—b. Kvartsitisk fragment i Rønne granit. Forstørrelse 40×.  
 a. Mørke korn er karbonat og hornblende. 1 nicol.  
 b. Bemærk mikroklin som fyldmasse mellem kvartskornene. Nicoller+.



CHR. HALKIER FOT.

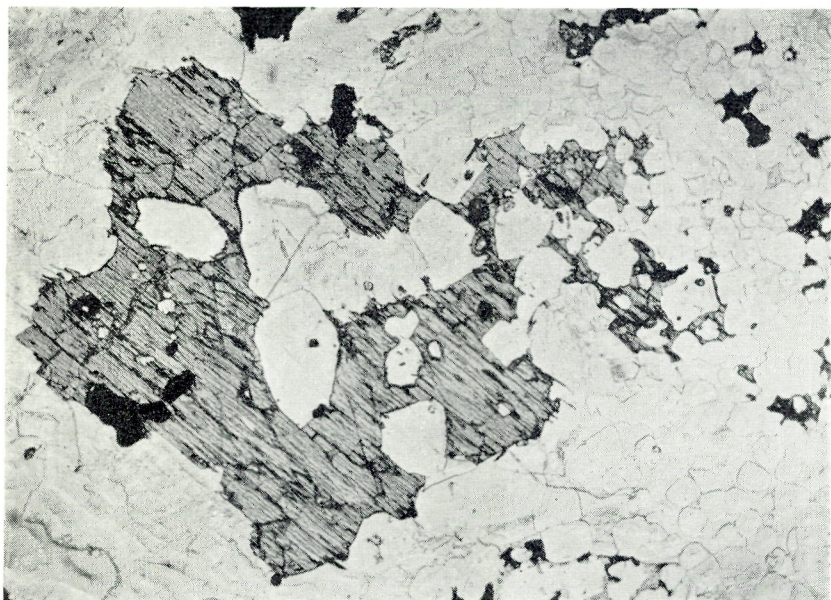
Fig. 9. Grænse mellem Rønne granit og kvartsitisk fragment; granitfeldspat omslutter flere af fragmentets kvartskorn. Nicoller+, forstørrelse 40×.

Umiddelbart synes det glimmeragtige mineral at være et omdannelsesprodukt af wollastonit. Pseudomorfoser efter wollastonit har jeg kun fundet omtalt i litteraturen et par gange og endda med forbehold. Således beskriver V. M. GOLDSCHMIDT (3) nogle tavleformige, flere centimeter lange »Pseudomorphosen nach Wollastonit (?) von Gjellebæk«, hvoraf de fleste består af et kornet kvartsaggregat men nogle få indeholder tillige aggregater af et tyndbladet mineral med »Lichtbrechung recht niedrig;  $\gamma$  etwas höher als der Brechungsquotient von Canadabalsam,  $\alpha$  dagegen deutlich niedriger. Doppelbrechung ziemlich stark, die erste Mittellinie eines kleinen negativen Achsenwinkels steht ungefähr senkrecht auf der Tafel Ebene (und Spaltungsrichtung). Das optische Verhalten stimmt mit Talk überein, bei einer qualitativen Untersuchung wurde Magnesia nachgewiesen. ... Ob das ursprüngliche Mineral Wollastonit gewesen ist, muss ich dahingestellt sein lassen.« — På det yderst finkornede bornholmske mineral har så mange bestemmelser ikke kunnet udføres men de få der er opnået svarer til de af GOLDSCHMIDT fundne.

*Et andet selskab af almindelige kontaktmineraller* er funden i tyndsnit af en aplit fra stenbruddet i Vang ovenfor knuseværket. Prøver af apliten blev indsamlet ved Nordisk Geologmødes besøg i Vang i 1951. Hovedmassen af denne aplit er lys grå eller lidt rødlig og adskiller sig ikke fra de almindelig kendte røde og hvide aplitgange i Vang graniten. Hovedbestanddelene er mikroklin og kvarts, i mindre og noget vexlende mængde findes plagioklas (15—16% An.). Frisk biotit er sparsom, hyppigere derimod kloritiseret biotit med udskillelser imellem spaltebladene af kalkspat, kvarts, epidot og jernoxyder. De vigtigste accessorier er svovlkis, orthit, zirkon og kalkspat.

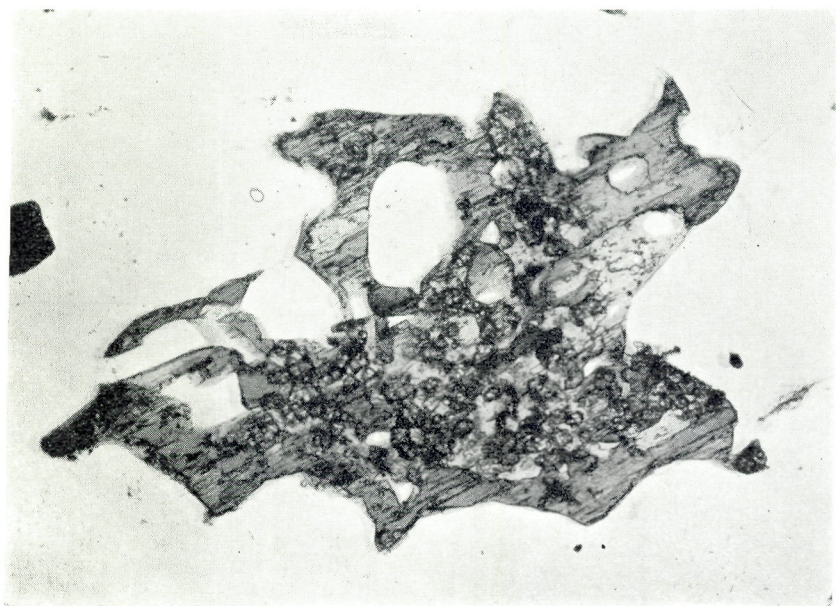
Visse dele af apliten har en mørkere farve og indeholder noget mere svovlkis end den almindelige aplit. Svovlkisen når sjældent mere end 2—3 mm i tværsnit. Den optræder for en del som spredte krystaller der ikke sjældent har terningform; men særlig er den udskilt på sprækker hvor den ofte ledsages af meget mørk relativ grovkornet kvarts. Nogle af de kifsørende sprækker går tillige igennem den tilstødende Vang granit.

I de mørke partier er bjergarten forholdsvis grovkornet, kvartsmængden betydelig og plagioklas den langt overvejende eller stedvis eneste feldspat. Kvartsen har undulerende udslukning, undertiden talrige interpositioner i et centralt felt omgivet af en klar randzone. Plagioklasen er stedvis noget sericitiseret, dens sammensætning ligger omkring 24% An. men varierer ofte uregelmæssigt i de forskellige dele af samme krystal. Kvartsindlejringer, tildels granofyriske, er almindelige. Mikroklin er sjældent i sådanne felter, også umiddelbart nær den normale Vang granit. Titanitkrystaller ligger i større og mindre hobe sammenvokset med svovlkis eller spredt i bjergarten. Epidot er rigelig tilstede, ofte heftet direkte på svovlkisen, 2V stor, negativ,  $\rho > \nu$ . Biotiten er omdannet til en smudsiggrøn kloritisk masse næsten helt uden dobbeltbrydning, eller (i graniten) til en lys grøn klorit med violet interferensfarve. Sammen med klorit og epidot optræder en lys grønlig eller blågrøn aktinolit med stænglet form, hyppigt opslittet i enderne. 2V nær 90°, negativ.



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 10. Hornblende fra Rønne granit forgrenet mellem fragmentets kvartskorn.  
1 nicol, forstørrelse 21×.



CHR. HALKIER FOT.

Fig. 11. Hornblende med karbonataggregater.  
1 nicol, forstørrelse 145×.

Mindre hyppigt forekommer diopsidisk pyroxen; den er så stærk serpentiniseret langs revner at den ikke kan nærmere bestemmes, kun i et enkelt felt fandtes vinklen  $c:\gamma' = 44^\circ$ . Pyroxenen er i reglen ikke parallelt sammenvokset med aktinolit. I Vang granit er pyroxen ikke set. I dette mineralselskab er fundet ét korn af granat. Kalkspat er almindelig i mellemrum og hyppigt indesluttet i plagioklas. Endelig er relativt store krystaller af apatit rigelig forhånden.

*En granat-, titanit- og svovlkis-førende kvartsbjergart* indesluttet i Rønne granit er tidligere omtalt i Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. Række, Nr. 50, 1934. En fornyet undersøgelse har givet korrigerende og supplerende oplysninger. Indeslutningen blev funden af forfatteren i et lille skærvebrud nær fattighuset VSV for Knuds Kirke. Den udgjorde en afrundet klump, ca. 0.5 m i tværsnit.

Størstedelen af fragmentet består af en grå finkornet kvartsitlignende bjergart hvoraf ca.  $\frac{3}{4}$  af bestanddelene udgøres af kvarts med kornstørrelse omkring 0.2 mm. Kvartsen består af forskellig orienterede enkeltindivider med polygonalt omrids og skarp kontur, ikke sjældent grænser kornene direkte til hinanden med retliniet skillelinie (Fig. 8, a—b). I det indre er de ofte fyldt af mørke partikler mens randzonen er klar. I små mellemrum ligger granitminerale: mikroklinperthit og hornblende af samme varieteter som i Rønne graniten, samt brune yderst finkornede aggregater af karbonat, der tidligere blev antaget for titanit. Underordnet findes plagioklas, titanit med magnetitkerne, zirkon o. a. accessorier. — Denne hovedbjergart indeholder nogle uregelmæssig forgrenede partier som er mørk-grønlig farvede af klorit. Heri forekommer rigelige udskillelser af svovlkis, endel granat, hobe af titanit og karbonataggregater, samt relativt store krystaller af apatit.

Fragmentets grænse mod Rønne graniten er i almindelighed skarp og graniten har sin sædvanlige sammensætning tæt ind til kvartsbjergarten. Men hist og her strækker slirer af graniten sig ind i fragmentet og i dette kontaktområde er den almindelige granitfeldspat, mikrolinperthit med plagioklaskerne, udkrystalliseret imellem de karakteristiske skarpkonturerede kvartskorn; flere sådanne kvartskorn kan være indesluttede i samme feldspat (Fig. 9). — Enkelte ret store feldspater har en højst uregelmæssig form, plagioklaskernen er gennemvævet af antiperthitisk mikroklin og hele komplekset indeslutter hornblende, karbonataggregater, magnetit og apatitkrystaller. — Indefer i kvartsbjergarten aftager feldspaten i mængde således at den i stenens hovedmasse kun udgør en del af den før nævnte sparsomme fyldmasse mellem kvartskornene (Fig. 8b).

Hornblende er det fremherskende mørke mineral i graniten hvor den altid har uregelmæssig form og indeslutninger af de øvrige granitminerale. I de granitiske slirer er nogle af hornblendekrystallerne stærk forgrenede og omslutter, foruden enkelte mikroklinkorn, adskillige af fragmentets karakteristiske kvartskorn (Fig. 10). I den tilgrænsende del af kvartsbjergarten ligger hornblendens spredt imellem de øvrige bestanddele, tildels som mindre individer men hyppigere som hobe af forskellig orienterede små krystaller der ofte ledsages af mere eller mindre kloritiseret biotit.

På dette stadium er hornblenden destrueret under udskillelse af karbonat i form af brune yderst finkornede aggregater der ofte er forurenede af sorte partikler. Karbonatudskillelsen er stærkest i den indre del af hornblenden, såvel i enkeltkrystallerne som i hobene, medens frisk hornblende som regel ses i randzonen. Imellem karbonataggregaterne er hornblenden gerne noget afbleget, sjældnere helt farveløs (Fig. 11).

Også udenfor selve hornblenden har karbonatet bredt sig som fyldmasse i revner i stenen. Det lykkedes der at finde et enkelt korn som var stort nok til at give et tydeligt axebillede, optisk enaxet, negativt, hvilket ellers ikke kan fås fordi kornene er for små og overlejrer hinanden. Aggregaternes sande natur var på ingen måde oplagt på forhånd. De har ikke den fjerneste lighed med de ofte stænglede karbonatudskillelser som af og til ses i det indre af Rønne granitens hornblende (2). Som prøve for karbonat behandlede derefter bjergartspulver og tyndsnit uden dækglas med saltsyre. Kold syre havde ingen påvislig virkning men aggregaterne forsvandt i varm saltsyre.

Ligesom feldspat aftager hornblenden efterhånden i mængde dybere inde kvartsbjergarten hvor den ses i fyldmassen mellem kvartskornene som små blade heftet på karbonataggregaterne.

Overgangen mellem den grå kvartsitiske hovedbjergart og de mørke kloritførende partier er ret skarp, dog ændres den kvartsitiske bjergart lidt i umiddelbar nærhed af de mørke felter. Mikroklinen er stærk forurenede af mørke partikler. Et par relativ store plagioklaser er set. Svovlkis optræder som spredte veludviklede små krystaller. Kvartskornene er gennemgående små og indeholder usædvanlig mange interpositioner hvoraf de fleste er ganske små og har lysbrydning lavere end kvarts; men nogle forholdsvis store har højere lys- og dobbeltbrydning end kvartsen og enkelte af dem viser et enaxet, positivt axebillede (zirkon eller rutil); desuden synes apatit og diopsid at være indesluttet i kvartsen. På anden måde er pyroxen ikke funden i hele fragmentet.

I de kloritførende mørke partier er svovlkis udskilt dels i mindre klumper dels som skeletagtig udviklede krystaller med 2—3 cm tværsnit. Kloriten har pleochroisme: gullig-grøn og svag dobbeltbrydning, tildels er den finskællet og omslutter korn af alle de øvrige mineraler. En betydelig del af kvartsen har form af spidstakkede splinter; men nogle aggregater består af ret velbegrænsede individer med grumset indre og klar randzone ligesom kvartsen i hovedbjergarten, blot mere udflydende. Relativ store kvartskorn, som pletvis er stærk grumsete og har svag undulerende udslukning, antyder en »Sammelkristallisation«. Feldspat er ikke set. Et farveløst isotrop mineral med høj lysbrydning anses for granat på grund af dets høje relief, den i tyndsnit karakteristiske chagrinlignende overflade og de talrige uregelmæssige sprækker. Spaltelighed ses ikke og ydre krystalform mangler. Sikrere data har ikke kunnet bestemmes, ialt er kun set nogle få sådanne krystaller, indtil et par mm i tværsnit. Granaten har indeslutninger af kvarts, karbonataggregater og titanit, revner er ofte fyldt med klorit. Titanit forekommer i betydelig mængde, dels i hobe og dels som spredte krystaller. På ganske samme måde optræder karbonataggregaterne dels i hobe og dels som spredte

småklumper der endog kan imitere titanitens spindelform. Umiddelbart kan mængdeforholdet mellem de to mineraler ikke bedømmes, end ikke når begge mineraler ligger i samme hob. På grund af den ringe kornstørrelse kan karbonatet vise en relativ lav interferensfarve og vedhængende sorte partikler forstyrrer billedet. Kun hvor begge mineraler er indesluttet i granat kan lysbrydningen benyttes til adskillelse, titanit har højere lysbrydning end granat, karbonat i de fleste stillinger lavere.

Imellem forgreningerne af de kloritholdige partier ligger mindre klumpformige masser med hel tæt struktur og lys grågrøn farve, spættet med pletter af klorit og svovlkispartikler. Den tætte masse består af kvarts og et karbonat som først opløstes i varm saltsyre. I et enkelt stykke er svovlkis set som bindemiddel mellem kvartskornene.

Nogle skarpkantede *fragmenter af en plagioklas-biotit* bjergart blev funden i Vang granit af HELGE GRY, 1931. Fragmenterne har en uregelmæssig form. Grænsen mod graniten er skarp og markeres yderligere ved en smal stribe af hornblendekrystaller som er udskilt særlig rigelig i graniten langs med grænsefladen. Iøvrigt er granitens sammensætning uændret omkring fragmenterne. Den mørke bjergart i fragmenterne er finkornet og har en svag parallelstruktur. Hovedbestanddelene er plagioklas (ca. 23% An.) og biotit; der udover findes kun accessorisk titanit, orthit, svovlkis, en smule magnetit, zirkon og apatit. Kvarts har ikke kunnet påvises.

En bjergart af denne beskaffenhed er ikke fundet andet steds på Bornholm og jeg har heller ikke i litteraturen fundet en sådan omtalt fra nogen anden forekomst (se 1).

De her fremførte detailundersøgelser er ikke tilstrækkelige til at give et virkeligt billede af det præ-granitiske Bornholm; men da kun en del deraf tidligere er publiceret kan de måske fortjene nogen opmærksomhed og bidrage til nye eftersøgninger. — For værdifuld hjælp under arbejdets gang takker jeg på det bedste amannuenserne, camd. mag. BRUNO THOMSEN og mag. scient. HENNING SØRENSEN, fru HARRIET OPPENHEJM og konservator CHR. HALKIER.

#### *Efterskrift.*

Endnu må erindres om nogle tidligere beskrevne fragmenter (se 1) i Bornholms granit, der adskiller sig fra de foran omtalte ved ikke at bestå af fremmedartede bjergarter. Således er i Vang granit funden adskillige afrundede finkornede indeslutninger som består af de samme mineraler som den omgivende granit og kun afviger i struktur og kornstørrelse; en enkelt af blokkene har desuden et større indhold af granitens sædvanlige mørke mineraler. — Fra Svaneke graniten kendes talrige indeslutninger af den mørkegrå og lysflammede granit som danner undergrunden i egnen vest for Svaneke graniten. De mindste er afrundede, ofte linseformige brudstykker af hånd- eller hovedstørrelse; på overfladen har de tit en stærk biotitudskillelse; de linseformige ligger i tilfældige

stillinger i forhold til Svaneke granitens parallelstruktur. Store fragmenter har uregelmæssig form, det største måler ca.  $30 \times 40$  m i klippeoverfladen. — Disse indslutninger belyser aldersforholdet imellem graniterne men de er ligeså lidt som de afrundede fragmenter i Vang graniten fremmedartede bjergarter i Bornholms granit; de falder derfor udenfor rammerne for denne publikation.

### ENGLISH SUMMARY

The earliest find, a quartzite fragment, was made by N. V. USSING in 1896. Another quartzite was found in 1939 by ARNE NOE-NYGAARD.

At Brændesmark an inclusion of a lime-silicate hornfels was found in 1933 (Fig. 1). It has a lenticular core consisting mainly of wollastonite accompanied by subordinate garnet, diopside, and aggregates of an indeterminable micaceous mineral which seems to be an alteration product of wollastonite (Fig. 7). The wollastonitefels is surrounded by a brown zone (Fig. 6) consisting of garnet as dominant mineral. Quartz and plagioclase are abundant besides smaller quantities of diopside, epidote, and sphene, and accessory apatite and calcite. The garnet zone is further surrounded by a green zone (Figs. 3, 4, 5) characterized by predominant diopside-hedenbergite, epidote, and sphene. The groundmass consists of fine-grained quartz and plagioclase. The green zone grades into the granite by incoming of hornblende, magnetite and, somewhat later, of microcline and biotite.

In certain patches around pyrite in an aplite at Vang diffuse and clustered contact minerals were found, viz. epidote, sphene, chlorite, actinolite, diopsidic pyroxene, and garnet.

A reexamination of a quartzitic fragment in the Rønne granite has corrected and supplemented an earlier description (1). The rock chiefly consists of quartz grains with polygonal shapes. Interstitially the granite minerals microcline and hornblende occur together with aggregates of carbonate (Fig. 8). Dark patches in the rock contain chlorite, pyrite, quartz, a few grains of garnet, and heaps of sphene and carbonate-aggregates. Somewhere at the contact the granite minerals are crystallized between the quartz grains, several quartz grains may be enclosed in one microcline individual (Fig. 9). Similarly the hornblende branches into the quartzite (Fig. 10), and farther removed from the granite the hornblende is decomposed and has given rise to development of small aggregates of extremely fine-grained carbonates (Fig. 11). These aggregates are so similar to sphene that they can only be proved by their solubility in warm acid and therefore they were previously considered as sphene. In the interior of the quartzite the microcline as well as the hornblende have decreased in quantity and together with the carbonate form the interstitial substance.

In Vang granite HELGE GRV has found a few sharp-edged fragments of a dark rock consisting of oligoclase and biotite only besides accessory minerals. It has a slight parallel texture.

In a postscript are mentioned some rounded fine-grained inclusions consisting of the same minerals as the country-rock (Vang granite) and fragments of the bordering granite frequently found in Svaneke granite. Neither of them can be considered pre-granitic.

### LITTERATUR

1. CALLISEN, KAREN, 1934: Das Grundgebirge von Bornholm. Danmarks geol. Undersøgelse. II. Række, Nr. 50.
2. COHEN, E. und W. DEECKE, 1891: Ueber das krystalline Grundgebirge der Insel Bornholm, p. 30. IV. Jahresber. der Geographischen Gesellschaft zu Greifswald 1889-1890. Greifswald.
3. GOLDSCHMIDT, V. M., 1911: Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Videnskapselskabet's Skrifter. I. Mat.-Naturw. Klasse, No. 11. pp. 331-332.

Færdig fra trykkeriet 10. juli 1956.