

FORVITRET GRANIT UNDER NEKSØ SANDSTENEN

JENS BRUUN-PETERSEN

BRUUN-PETERSEN, J.: Forvitret granit under Neksø Sandstenen. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*, side 61-76. København, 4. januar 1973.

Et eksempel på de forvitrede graniter under den bornholmske Neksø Sandsten, her fra Onsbæk, beskrives som en kvarts- og biotitrig granit. Sammenligninger med andre bornholmske graniter viser ingen sikre tilhørsforhold til nogen af dem, og det må konstateres, at Onsbæk-granitens plads i det bornholmske grundfjelds udvikling ikke kendes med sikkerhed.

I Eokambrium er Onsbæk-graniten forvitret under oxiderende forhold til en rødbrun bjergart. Farven skyldes ferrioxider, der stammer fra den oprindelige granits mørke mineraler. Den kemiske forvitring har været ringe, og forvittringsmiljøet har været af en type, der i dag er fuldstændig ukendt: En regnfuld ørken.

J. Bruun-Petersen, Institut for Almen Geologi, Østervoldgade 5, 1350 K. 5. oktober 1972.

I området 400 m øst for Robbedale jernbanestation på Bornholm skæres vejen til Blemmelyng af det lille vandløb Onsbækken. Syd for vejen findes et ca. 30 m langt og 10 m højt profil i rødbrune, stærkt forvitrede grundfjeldsbjergarter. Lidt sydligere ses grønne lerbjergarter tilhørende Rabække Formationen. Grænsen mellem det forvitrede grundfjeld og Rabække Leret er en forkastning (Gry, 1969).

Tidligere undersøgelser.

Jespersen (1865) skriver, at der ved Robbedale findes mørkebrunt granitgrus, der rimeligvis hidrører fra syenitgranit; Grønwall & Milthers (1916) nævner, at der i landevejsgroften og i en stærkt indskåret bækfure ses forvitret granit og bundlaget af Neksø Sandstenen. Callisen (1934) skriver, at bjergarten fra Robbedale er en stærkt forvitret, sribet granit, der delvis er omdannet til groft grus. Graniten er meget kvartsrig og adskiller sig væsentligt fra Rønne Graniten. De øvrige grundfjeldsbjergarter i området omtales som porfyrisk Rønne Granit, sribet granit samt en overgangstype mellem disse to. Desuden nævnes, at Rønne Graniten i Kroggård-området går over i en kvartsrigere og

hornblendefattigere, svagt sribet rødlig granit med samme mineralindhold som overgangstypen, men uden porfyrisk struktur, Hansen (1936) skriver, at der i profilet ses 2 m moræneler over 4 m arkose (type I), og at bjergarten især i bunden af profilet minder meget om en stærkt forvitret gnejs, i hvilken de mørke mineraler er mere eller mindre omdannede til en rødbrun masse. Konsistensen angives at være jord- eller leragtig, afhængigt af glimmerindholdet. Det må indskydes, at Hansens »arkose type I« er en variant af Neksø Sandsten. Nederst i profilet fremdrager Hansen (1936) stykker af en forvitret granit, der i modsætning til den ovennævnte gnejs har næsten friske feldspatkorn. Også her er de mørke mineraler omdannet til en rød masse.

I forbindelse med en undersøgelse af graniter ved Hallegård har Jørgart (1968) også undersøgt grundfjeldsbjergarterne i Blemmelyng-området. Store dele af denne undersøgelse er af forfatteren velvilligt stillet til rådighed for undertegnede.

De undersøgte prøver

Under en sedimentpetrografisk undersøgelse af Neksø Sandstenen blev der taget nogle prøver ved Onsbæk. Samlingen blev senere suppleret med prøver og slib, udlånt af T. Jørgart. Prøvernes omtrentlige placering i profilet fremgår af fig. 1; det drejer sig om følgende:

MM 1391: Forvitret pegmatitgang, der består af: 1) Uregelmæssige, ret fåtallige farveløse kvartskorn, størrelse op til 7 mm. 2) Store, næsten farveløse feldspatkorn, ofte med huller i overfladen og med rødt, leret materiale i revner og sprækker. Små spaltestykker viser under polarisationsmikroskop tydelige plagioklastvillinger. 3) Store hvidlige eller gullige feldspatkorn, der er mindre forvitrede end de ovennævnte. Sandsynligvis kalifeldspater. 4) En rød, leret masse mellem kornene; sikkert omdannelsesprodukter af mørke mineraler. 5) En gullig, »grynet« masse mellem kornene. Optræder i stedet for den rødlige mellemmasse. Ved sønderdeling af kalifeldspaterne fås et lignende produkt, der sikkert er omdannet kalifeldspat (sericit?).

Af denne prøve er der ikke fremstillet tyndslib.

MM 1392: Forvitret, lys granitisk bjergart med lysegrå kvarts- og feldspatkorn og mørkegrønne biotitkorn med antydning af foliation. Denne prøve er ikke nær så forvitret som de øvrige.

MM 1393, MM 9543: Rødbrun, forvitret granitisk bjergart. Prøve 9543 indeholder 'strøkkorn' af omdannelsesprodukter og er derfor mere porfyrisk end de øvrige. Begge prøver består af en mørkebrun, 'leret' masse med kvarts- og feldspatkorn. Bjergarten hænger kun dårligt sammen, men bliver først til grus, når man selv smuldrer den. På brudflader med glimmerkorn er der en vis foliation. Under binokulært mikroskop ses angulære kvartskorn,

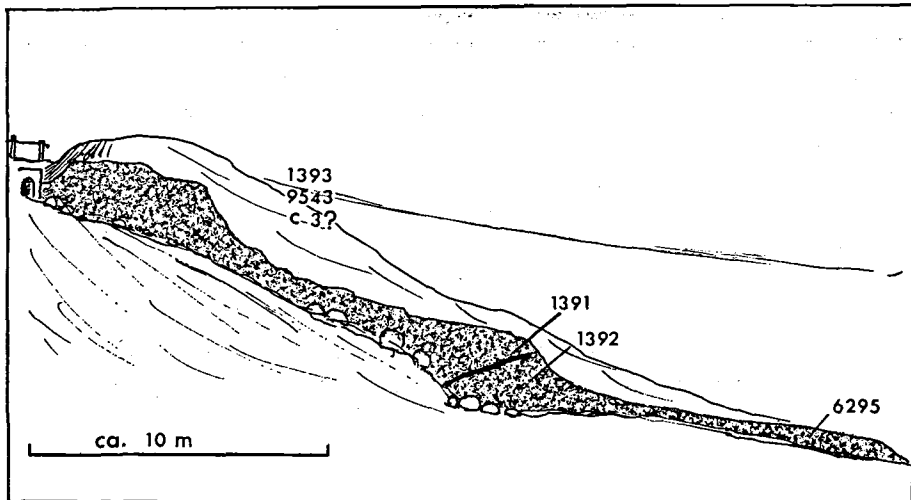


Fig. 1. Skitse af profilet langs Onsبækken, med prøvenumre angivet. Prøve 1391 er taget i pegmatitgangen. Placeringen af prøve C 3 er usikker.

ofte med en coating af rødbrunt materiale, og lyst rødlig eller rødplettede feldspatkorn. Desuden ses mørke rødbrune eller næsten sorte biotitkorn, og resten er en mørk mellemmasse. I nogle partier er mellemmassen gulbrun, og her ses lysegrønne glimmerkorn (måske klorit). Bjergarten domineres af den mørke, rødbrune farve.

MM 6295: Gulbrun, mere jordagtig og letsmuldrende bjergart. Bortset fra de gulbrune farver svarer prøven ganske til MM 1393.

MM C 3: Et slib af en rødbrun bjergart svarende til 1393 m. fl. Det stammer fra K. Callisens samling.

Der er fremstillet tyndslib af prøverne 1392–93, 6295 og 9543. De to sidstnævnte samt C 3 er udlånt af T. Jørgart.

Punkttællinger af tyndslib

Hertil er benyttet et ældre »Leitz«-mikroskop monteret med en »Swift« punkttæller. Resultaterne af punkttællingen ses i tabel 1. I fig. 2–7 ses partier af de undersøgte slib.

MM 1392 (fig. 2). Består af kvarts- og feldspatkorn samt partier med finkrystalline korn. Kvartskorn i indbyrdes kontakt har enten regelmæssige kontaktflader eller en suturagtig grænse. Nær feldspater er der næsten altid en ringe mængde sericit langs korngrænserne. Kvartsen har næsten altid ondulerende udslukning. Feldspaterne er for det meste mikroklin, altid med

Tabel 1. Punkttælling af forvitrede prøver fra Onsbæk.

| Volumen-procent | 1392 | 1393 | 6295 | 9543 | C 3 | Gennem- snit |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|
| Kvarts | 29,2 | 36,4 | 28,0 | 30,0 | 31,6 | 31,4 |
| Kalifeldspat | 17,9 | 35,4 | 25,6 | 24,0 | 24,4 | 26,2 |
| Plagioklas | 2,6 | – | 1,7 | – | 24,5 | 4,6 |
| Biotit m. m. | 17,7 | 3,7 | 4,1 | 14,1 | 10,5 | 9,8 |
| Opake | 2,2 | + | 1,5 | 1,2 | 1,6 | 1,3 |
| Matrix | 30,6 | 23,8 | 38,7 | 30,8 | 9,0 | 26,9 |
| Antal punkter | 1047 | 1528 | 989 | 1476 | 933 | – |
| %-sum | 99,2 | 99,3 | 99,6 | 100,1 | 101,6 | 100,2 |

lyst sericitisk materiale i randen og mellem kornene. Sprækker i kornene er næsten altid sericitiserede. Orthoklaser er sjældne. Biotitterne har pleokroisme fra mørk olivengrøn til lys brun eller gråbrun, og der er sorte omdannelsesprodukter mellem bladene. I forbindelse med større biotitkorn ses uregelmæssige klumper af opake mineraler, gråhvide eller rødbrune i påfaldende lys. Biotiten er tilsyneladende under omdannelse til klorit, leucoxen og hæmatit. Der findes lyse, svagt gråbrune glimmere i områder med matrix, sikkert omdannede biotitter. Opake korn er antagelig magnetit eller ilmenit under omdannelse til hæmatit og leucoxen.

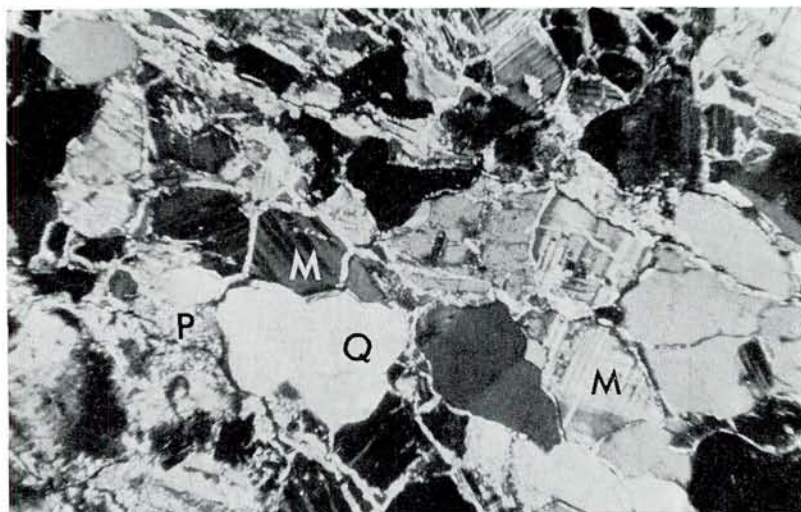


Fig. 2. MM 1392. Kvarts (Q) og mikroklin (M) omgivet af sericit. Ved 'P' et plagioklaskorn. X 45, 2 nicoller.

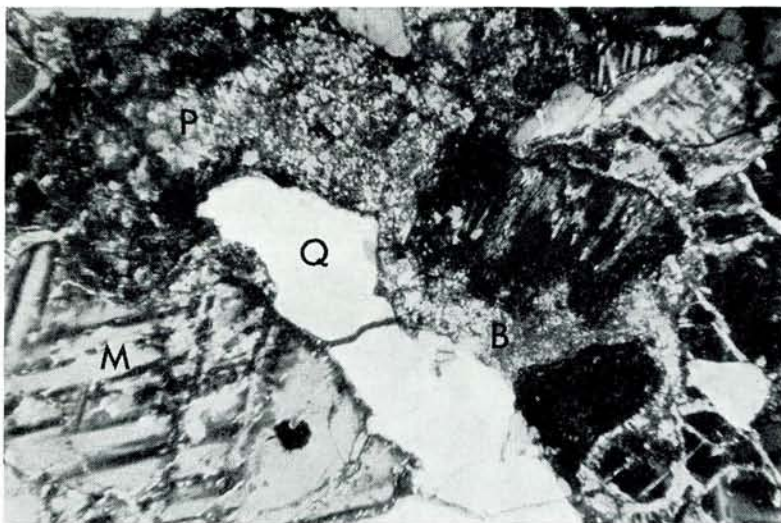


Fig. 3. MM 1393. Kvarts (Q), mikroklin (M) med sericit i sprækker. Stærkt omdannet biotit over og under 'B'. 'P' er et plagioklaskorn. Ferrioxider er udfældet langs nogle af korngrænserne. X 45, 2 nicoller.

MM 1393 (fig. 3). Denne prøve er noget mere grovkornet end den foregående; den har 0,25–1 mm store, uregelmæssigt sammenvoksede kvartskorn, hyppigst med ondulerende udslukning. Hæmatitførende sprækker skærer ofte flere korn. Desuden ses kvartskorn med ferrioxider langs korngrænser og i sprækker. Feldspaterne er hyppigst 0,5–2 mm store mikrokliner, ofte omdannet til sericit i sprækker. Nogle mikroklin er sammenvokset med kvarts, andre har indeslutninger af kvarts eller ferrioxider. Sprækker er udfyldt med ferrioxider eller sericit, der også findes mellem kornene. Gulbrune klumper med uregelmæssige grænser til omgivelserne og undertiden med indeslutninger af kvarts og mikroklin er sandsynligvis omdannede plagioklaser; hvor de er farvet af ferrioxider, er de mørkebrune yderst og lysebrune inderst. Glimmerkorn er altid noget omdannede og har pleokroisme fra sortbrun til lysebrun. Under binokulært mikroskop ses overgangsformer mellem brungrønne korn med rødbrune ferrioxider mellem lagene og rustbrune korn. I slibet ses undertiden biotiter med indeslutninger af kvarts; de minder om hornblendekorn fra Rønne-graniten (se Callisen, 1934, fig. 7–8). En del af biotiterne er deformeret omkring omgivende korn.

MM 6295 (fig. 4). Består af op til 4 mm store sammenhængende partier af kvarts og mikroklin med ferrioxider langs korngrænserne. Der er gradvise overgange til områder med store mængder finkornet matrix, hvor større korn er uden kontakt med nabokorn. Større mikroklinkorn er ofte sericitiserede langs sprækker, mens mindre korn er ret friske. En carlsbad-tvilling i ortho-



Fig. 4. MM 6295. Ved 'M' sammenhængende mikroklin- og kvartskorn uden mellem-liggende sericit; til venstre matrix med kvartskorn med samme optiske orientering. X 45, 2 nicoller.

klas, omtrent af samme udseende som den af Micheelsen (1961, fig. 15) afbildede er set. Plagioklaser med tvillinglameller ses delvis omdannet til små glimmerskæl. I andre plagioklaskorn ses finkrystalline, zoisitlignende mineraler. Glimmer er kun repræsenteret af små deformerede korn med pleokroisme fra mørk brun til lys brun. Matrix er gulbrun til mørkebrun, og større sammenhængende partier kan have en glimmeragtig, uregelmæssig orientering.

MM 9543 (fig. 5–6). Kvartskornene er 0,25–0,5 mm store, har ondulerende udslukning og kan være sammenvoksede, men er da adskilt af sericitisk materiale. Feldspaterne er mest 0,25–0,5 mm store mikrokliner med sericitisering langs sprækker og korngrænser. Af og til ses indeslutninger af kvarts. 2–4 mm store områder med brunt, finkornet materiale (sjældnere farveløst og endnu mere finkornet) er nok omdannede plagioklas. I midten af de finkornede områder kan der i nogle tilfælde være en farveløs kerne, med endnu mindre korn. I slibet sås et stærkt omdannet plagioklaskorn, omgivet af en noget omdannet mikroklin (som Micheelsen 1961, fig. 7). Af glimmere ses mest brune korn med pleokroisme fra brun til sort (omdannet biotit) i 1–4 mm langstrakte hobe. Alle farver findes fra næsten opake til mørkt brungrønne og lyst brunlige; kornene er som regel lidt deformerede med omdannelsesprodukter i sprækker. Desuden ses farveløse glimmere (klorit?) med vifteformet opbladning. Tågede, diffust og skævt udslukkende partier med farveløse eller brune korn minder om epidot. Opake korn, der altid optræder sammen med biotit, er hvide i påfaldende lys, eventuelt med en rødbrun kerne.

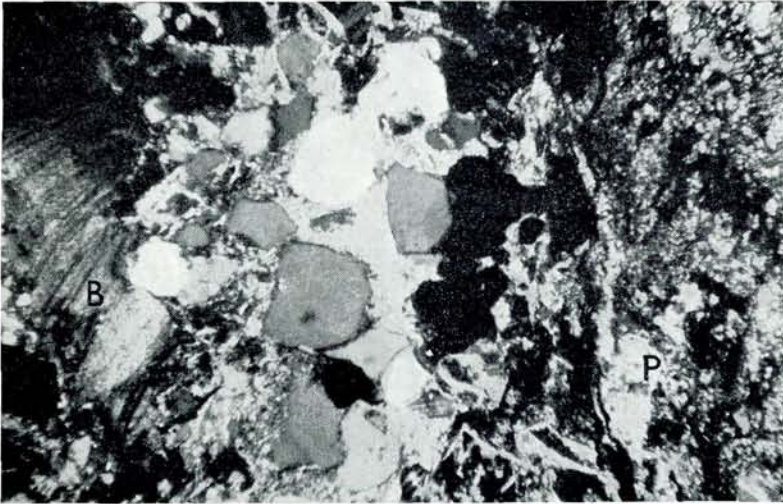


Fig. 5. MM 9543. Til venstre biotit (B), i midten kvarts- og malmkorn i en lys matrix, til højre et stærkt omdannet plagioklaskorn (P), delvis udfyldt med ferrioxider. X 45, 2 nicoller.

MM C 3 (fig. 7). Den minder om 1393, men er lidt mere finkornet. I fig. 7 ses midt i billedet et kvartskorn med en mørk stribe af ferrioxider. Desuden ses uregelmæssige kvartskorn, feldspatkorn med varierende mængder af omdannelsesprodukter, klumper af finkrystallint materiale, og mellem kornene

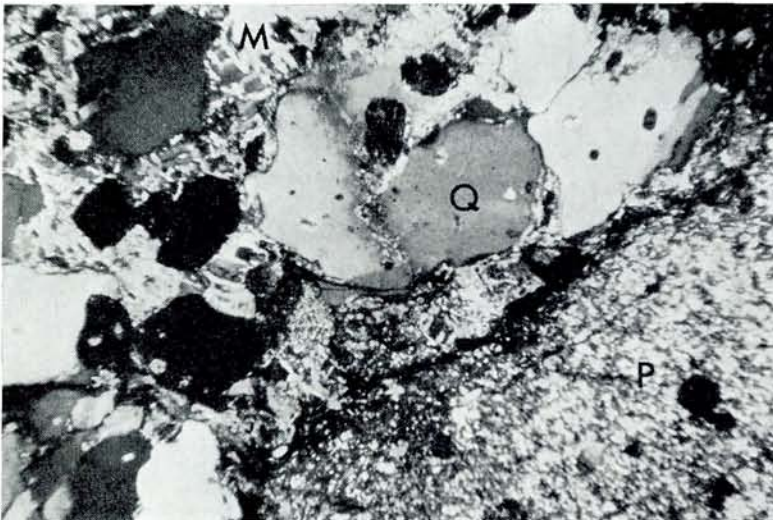


Fig. 6. MM 9543. Plagioklas (P), stærkt omdannet, kvarts (Q), og sericitiseret mikroklin (M). X 45, 2 nicoller.

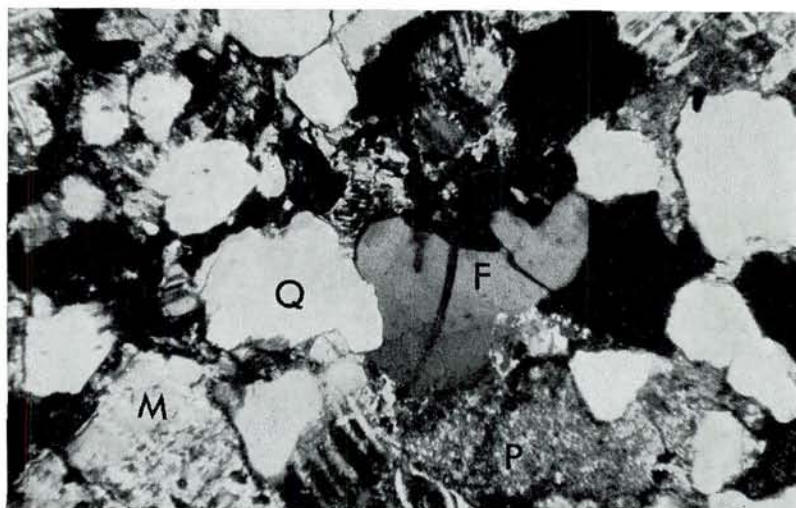


Fig. 7. MM C 3. Kvarts (Q), kvarts med ferrioxider (F), mikroklin (M) og plagioklas (P). X 45, 2 nicoller.

varierende mængder af ferrioxider. Det fremgår af tabel 1, at denne prøve har et større indhold af plagioklas end de øvrige. Plagioklasen synes her af en eller anden grund at være mindre omdannet end i de øvrige.

I de forvitrede prøver var der fra 9 til 39 % »matrix«, der omfatter sericitisk materiale mellem korn, koncentrationer af finkrystalline omdannelsesprodukter, samt de varierende mængde af ferrioxider.

Rekonstruktion af Onsbæk-graniten

For at nå frem til et mål for forvittringsprocessernes omfang i området, er der forsøgt en grov »rekonstruktion« af Onsbæk-graniten. Mængden af de vigtigste mineraler er beregnet ved punkttælling efter følgende kriterier: »Sericit«

Tabel 2. Punkttælling. Rekonstruktion af prøver.

| Volumen-procent | 1392 | 1393 | 9543 | Gennem-snit |
|-----------------|-------|------|------|-------------|
| Kvarts | 29,2 | 36,4 | 30,0 | 31,4 |
| Kalifeldspat | 26,8 | 38,0 | 26,6 | 29,6 |
| Plagioklas | 22,6 | 16,5 | 26,3 | 22,4 |
| Biotit m. m. | 19,6 | 8,0 | 15,1 | 14,9 |
| Opake | 2,0 | 1,0 | 1,8 | 1,6 |
| Antal punkter | 1154 | 814 | 1193 | — |
| %-sum | 100,2 | 99,9 | 99,8 | 99,9 |

i sprækker i mikroklinkorn eller beliggende op ad mikroklinkorn er talt som »kalifeldspat«. Koncentrationer af finkrystalline omdannelsesprodukter er talt som »plagioklas«. Glimmerminerale og opake mineraler er uden større vanskeligheder placeret i deres respektive grupper. Det er forudsat, at der ved forvitringen ikke er fjernet eller tilført kvarts; i slibene er der hverken set tilvækst af sekundær kvarts eller set tegn på opløsning af kvarts.

Resultaterne af denne punkttælling ses i tabel 2.

De undersøgte prøver er alle ret ensartede i kornstørrelse, kun 9543 er porfyrisk, og mineralindholdet viser nogle variationer. Et gennemsnit af analyserne giver følgende modalsammensætning: Ca. 31 % kvarts, 30 % kalifeldspat, 22 % plagioklas, 15 % biotit og 2 % opake. Sjældnere bestanddele er ikke medtaget. Denne bjergart er søgt placeret blandt de øvrige bornholmske graniter.

Onsbæk-graniten og de øvrige bornholmske graniter

Micheelsen (1961) har i sin tabel 1 givet data om de bornholmske grundfjeldsbjergarters sammensætning, og Jørgart (1968) har suppleret dem med data fra flere udgaver af graniterne. Modalanalyser fra de to ovennævnte forfattere er her i forenklet form gengivet i tabel 3. Micheelsen (1961) mener,

Tabel 3. Nogle bornholmske graniters sammensætning. (Vol.-%, afrundede værdier).

| | Kvarts | Kalifeldspat | Plagioklas | Hornblende | Biotit | Andre |
|--|--------|--------------|------------|------------|--------|-------|
| 1-10, 12 efter Micheelsen (1961), A-C efter Jørgart (1968). | | | | | | |
| 1. Korrigeret Maegård-granit | 10 | 17 | 40 | 8 | 0 | 25 |
| 2. Hypersthen-granit, Maegård | 18 | 21 | 33 | 12 | 7 | 10 |
| 3. Rønne Granit | 21 | 29 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| 4. Rønne Granits overgangszone | 25 | 29 | 33 | 4 | 3 | 7 |
| 5. Paradisbakke Granit | 23 | 35 | 25 | 8 | 7 | 2 |
| 6. Mørk gnejs | 25 | 35 | 24 | 5 | 7 | 5 |
| 7. Lys gnejs | 30 | 38 | 22 | 2 | 6 | 3 |
| 8. Vang Granit | 27 | 33 | 22 | 5 | 6 | 5 |
| 9. Hammer Granit | 33 | 41 | 18 | 1 | 4 | 3 |
| 10. Svaneke Granit | 25 | 36 | 26 | 2 | 7 | 3 |
| 12. Tilført under Hammergranitiseringen | 38 | 48 | 13 | — | — | — |
| X. Onsbæk-granit | 31 | 30 | 22 | — | 15 | 2 |
| A. Porfyrisk Rønne Granit | 19 | 23 | 46 | 4 | 5 | 3 |
| B. Blemmelyng-granit | 25 | 27 | 38 | 1 | 5 | 4 |
| C. Hallegård-granit | 24 | 28 | 35 | 4 | 6 | 3 |

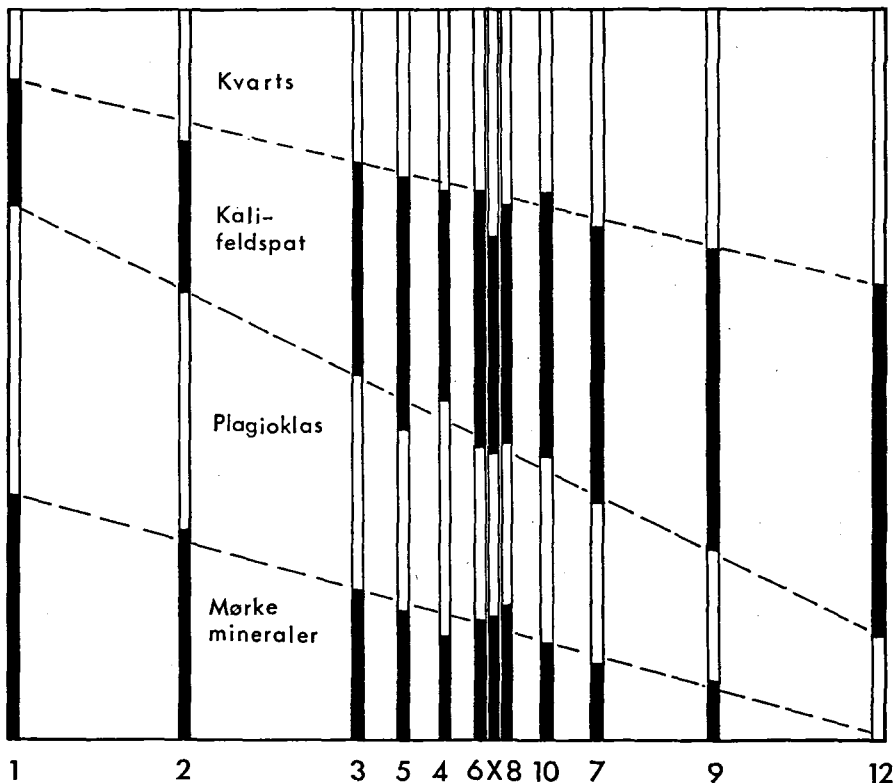


Fig. 8. Nogle bornholmske graniters variation. Tal og bogstaver henviser til tabel 3.

at granitene er dannet ved blanding i forskellige forhold af 2 udgangsbjergarter: En mørk granodioritisk bjergart (»1« i tabel 3) og den ved granitiseringen tilførte leukogranitiske smelte (»12« i tabel 3). Granitene er således dannet ved metasomatose. Jørgart (1968) mener, at granitene er dannet ved anatexis af et udgangsmateriale med sammensætning omtrent som midt i diagrammet fig. 8. Hvor smelten er forblevet på sit dannelsessted, er der dannet graniter af sammensætningen 4-6 og 8. Hvor større mængder smelte har været tilstede, er der dannet bjergarter af sammensætning som 7, 9 og 10, til højre for midten. Leukograniter, apliter og pegmatiter har en sammensætning, der varierer mellem 9 og 12 yderst til højre i diagrammet. Hvor smelten er blevet fjernet, fås »residualbjergarter« af sammensætningen 2-3 og 5, til venstre i diagrammet.

En smelte af sammensætningen »12« dannes ved anatexis af gnejser (Winkler, 1967), dens optræden er derfor sandsynlig i et grundfjeldsområde. Af fig. 8 ses, at de fleste bornholmske graniter kan opfattes som slægtninge til denne smelte. Onsbæk-graniten (»X«) har dog et påfaldende højt kvarts-

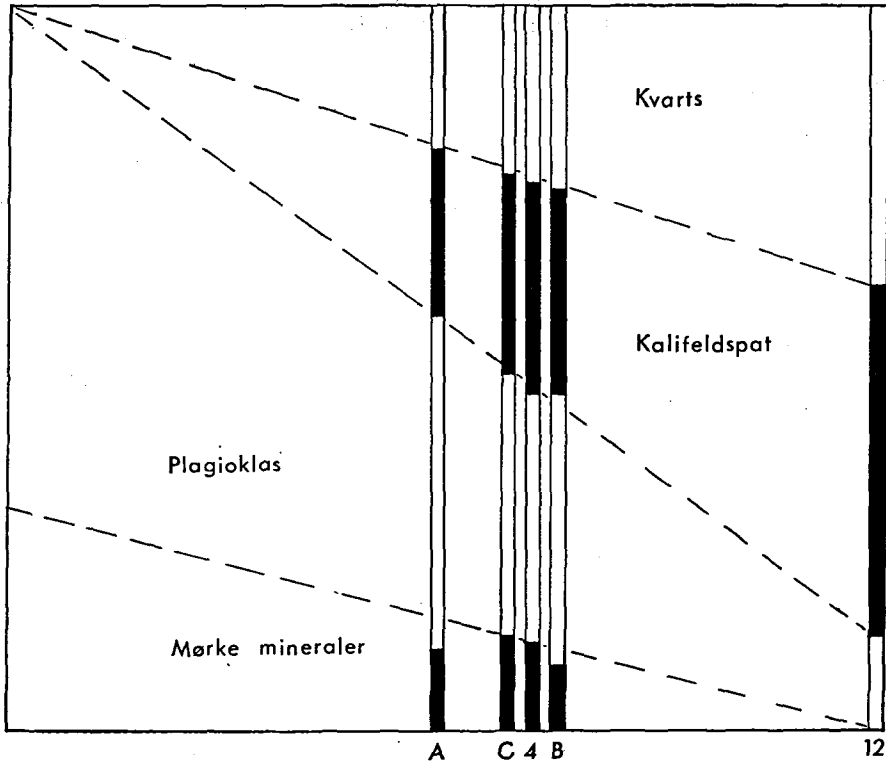
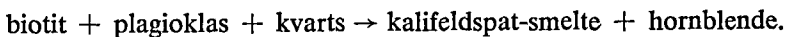


Fig. 9. Nogle graniter, der ikke passer ind i fig. 8. Tal og bogstaver henviser til tabel 3.

indhold. Nogle bjergarter, blandt andre de af Jørgart (1968) undersøgte (fig. 9), har alle mere plagioklas end kalifeldspat og kan også opfattes som »residualbjergarter«, men af en lidt anden sammensætning end de ovennævnte.

Onsbæk-graniten (fig. 10) har mere kalifeldspat end plagioklas og forsvindende mængder hornblende, men har til gengæld meget biotit og kvarts. Den har en del ligheder med Blemmelyng-graniten; begge har store strøkkorn af plagioklas, der begge steder indeholder de samme omdannelsesprodukter, og de mørke mineraler er samlet i hobe på samme måde i begge bjergarter. Blemmelyng-graniten har ca. 5 % biotit og ca. 2 % hornblende, mens Onsbæk-graniten har 8–15 % biotit. Blemmelyng-graniten har et meget stort indhold af plagioklas, Onsbæk-graniten meget lidt plagioklas. Winkler (1967, p. 214) har vist, at biotit smelter inkongruent således:



Denne reaktion kan måske forklare Onsbæk-graniten som en ufuldstændig

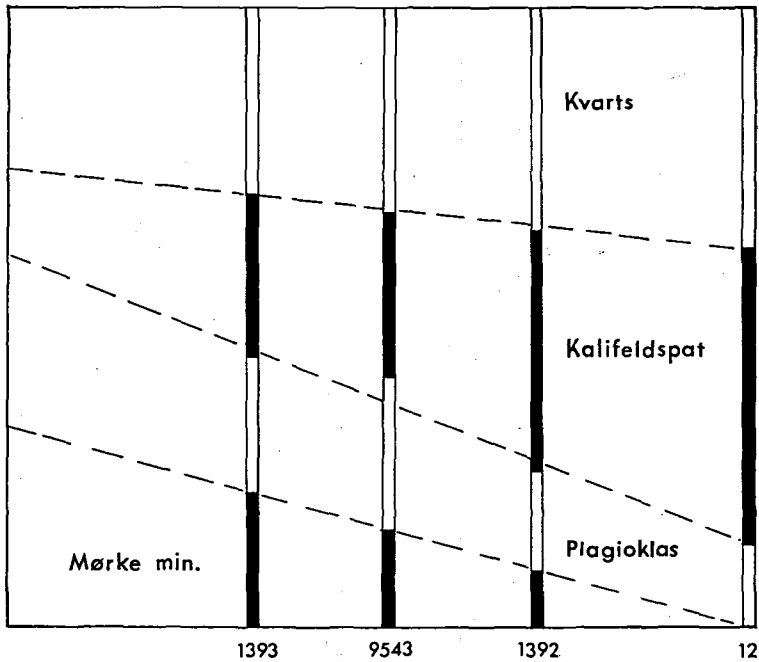


Fig. 10. Onsbæk-granitens variation sammenlignet med leukograniten. Tal henviser til tabel 2 og 3.

opsmeltet bjergart, mens Blommelyng-graniten har været noget mere opsmeltet. I tilfælde af store mængder kalifeldspat i den oprindelige bjergart vil ligevægten kun forskydes meget lidt over mod hornblendens, og derfor vil biotit stadig dominere i den resulterende bjergart. En metamorf bjergart med sammensætningen kvarts + plagioklas + alkalifeldspat + biotit kan ifølge Winkler (1967) dannes ved metamorfose af ler, skifer eller gråvacke, og er derfor et muligt udgangspunkt for de ovennævnte reaktioner.

Pegmatiter

Forekomsten af en pegmatitgang i bjergarten ved Onsbæk viser klart, at der her er tale om en grundfjeldsbjergart forvitret in situ, og ikke en sandsten. Betinget af forkastningerne i området findes sandsten i nærheden, men ikke blandt bjergarterne i den blotning, der omtales her.

Pegmatitgangen ved Onsbæk viser en svag zonerings, idet den er gullig inderst og stærkt rød yderst, i kontrast til den omgivende bjergart, der nærmest er mørkebrun. Den røde farve på grænsen til den omgivende bjergart stammer sikkert fra nedbrudte mørke mineraler, koncentreret i en »basisk

front« (Micheelsen, 1960). Klare feldspatkorn i pegmatiten har en svag labradorisering (sammenlign nedenfor); desuden findes bleggule kalifeldspater og spredte kvartskorn. Om pegmatiteterne skriver Micheelsen (1960), at de ofte er zonerede og består af en randzone med plagioklas og lidt kvarts; derefter en zone med mikroklin-perthit og plagioklas i skriftgranitisk sammenvoksning med kvarts. Desuden små mængder af accessoriske mineraler, især hornblende og biotit. Callisen (1934) skriver om pegmatiteterne i den stribede granit, at hovedmineralet er rød mikroklinperthit, og at plagioklas forekommer i underordnet mængde; om Rønne Granitens pegmatitgange, at kødrød mikroklin er hovedbestanddelen og skriftgranitisk sammenvokset med kvartsen. Rene kvartskorn er ofte røgfårvede, og lysegrå, gennemskinnelige og eventuelt blåligt labradoriserende plagioklas er rigelig mængde.

Pegmatiten fra Onsbæk kan ikke henføres entydigt til nogen af de ovenstående, men synes at låne lidt her og der. Da der ikke er undersøgt slib af den, er det kun muligt at konkludere, at den, ligesom graniten, adskiller sig noget fra de øvrige bornholmske.

Stabilitet under forvitring

Det fremgår af tabel 4, hvorledes mængden af mineraler eller mineralgrupper er ændret under den forvitring, der har givet bjergarten dens rødbrune og mørkebrune farver. Kvarts har været helt stabil og plagioklas mindst stabil. Kalifeldspat, opake og biotit indtager forskellige mellemstandpunkter.

Mineralerne kan ordnes efter deres stabilitet; ved at stille de mindst stabile øverst og de mest stabile nederst fås en »stabilitetsrække«, der kan sammenlignes med en tilsvarende, opstillet af Goldich (1938) (fig. 11). Overensstemmelsen mellem Goldich's opstilling og data fra bjergarterne ved Onsbæk er helt god. Plagioklaserne er forvitret hurtigst, sikkert på grund af begyndende omdannelse allerede inden forvitringen satte ind; biotiterne er forvitret lidt langsommere, og kalifeldspaterne er kun lidt forvitret. De opake

Tabel 4. Forandringer under forvitringen.

| Sammensætning | Før | Efter | Ændring | % |
|----------------|------|-------|---------|-------|
| Kvarts | 31,4 | 31,4 | ± 0,0 | 0,0 |
| Kalifeldspat | 29,6 | 26,2 | - 3,4 | 11,5 |
| Plagioklas | 22,4 | 4,6 | - 17,8 | 79,6 |
| Biotit | 14,9 | 9,8 | - 5,1 | 34,3 |
| Opak | 1,6 | 1,3 | - 0,3 | 18,8 |
| Matrix | 0,0 | 26,9 | + 26,9 | 100,0 |
| Sum af ændring | | | + 0,3 | |

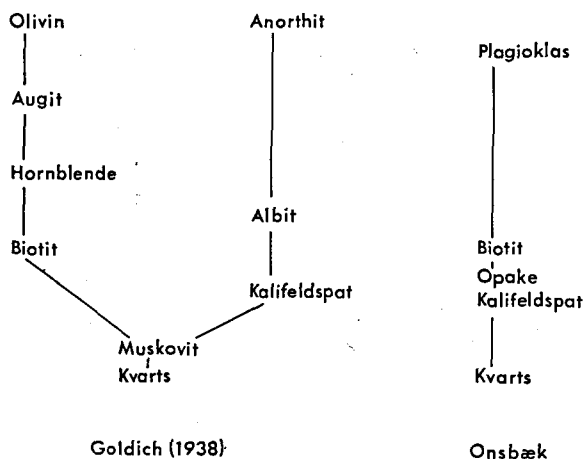


Fig. 11. Stabilitetsrække fra Goldich (1938) sammenlignet med stabiliteten af Onsbæk-granitens mineraler.

mineraler, overvejende magnetit og ilmenit (Jensen, 1968) forvitrer tilsyneladende også kun langsomt. På grund af den ringe mængde er der dog nogen usikkerhed ved bestemmelsen af forvitringsgraden hos de opake mineraler.

Korngrænser i de rødforvitrede prøver er trukket op med varierende mængder af ferrioxider. I den ikke-rødforvitrede prøve ses tynde striber af sericitisk materiale langs korngrænserne, især op til kalifeldspater. Det viser følgende forløb: Plagioklasen er forvitret hurtigst og har i stort omfang været åben for de ferrioxider, der er frigjort ved den lidt langsommere forvitring af biotiter og opake mineraler. Kalifeldspaterne er forvitret langsomt og er derfor ikke i alle tilfælde blevet imprægneret med ferrioxider.

Om indholdet af jernoxider

I en analyse af hornblende fra Rønne Granit (Callisen, 1934, tabel 1) opgives 5,84 % Fe_2O_3 og 21,14 % Feo (vægtprocent). I Rønne Graniten findes ca. 10 % hornblende og 5 % biotit; og alene hornblenden bidrager således med ca. 0,6 % Fe_2O_3 og ca. 2 % FeO til bjergartens totalsammensætning. Dertil kommer biotitens bidrag, der bliver af samme størrelsesorden.

Ved forvitring af 2 % FeO fås ca. 1 % Fe_2O_3 , og en forvitring af Rønne Granitens hornblende vil i alt give ca. 1,6 % Fe_2O_3 . Dertil kan føjes et bidrag fra forvitring af biotit på ca. 1 %. En forvitring af Rønne Granit under samme forhold som Onsbæk-graniten vil give et indhold af ferrioxider på ca. 2,6 %. Biotitindholdet i den rekonstruerede Onsbæk-granit blev ca. 15 %; med et jernindhold af samme størrelsesorden som i hornblenden fås ved forvitring ca. 2–3 % ferrioxider.

Kemiske analyser af Neksø Sandsten med samme farve som Onsbæk-graniten viser et Fe_2O_3 -indhold på mellem 1,3 og 2,5 % (Bruun-Petersen, 1971). Det er derfor sandsynligt, at den røde eller rødbrune farve i Onsbæk-graniten stammer alene fra nedbrydningen af de tilstedeværende mørke mineraler, og at ferrioxider ikke er tilført udefra. Jørgart (1968) omtaler, at der ved omdannelse af hornblende under granitisering dannes årer af røde ferrioxider, og at kvarts replacerer klorit i hornblende og heler på tværs af de røde årer. Noget hornblende er således på et tidligt tidspunkt omdannet til klorit og ferrioxider eller ferrihydroxider; de genfindes i nogle af kvartskornene (fig. 7). En vis rødfarvning af graniterne har altså fundet sted længe inden forvitningsprocesserne er begyndt. (Ferrioxider findes også i friske prøver, se Micheelsen, 1961, fig. 13).

Konklusion

Onsbæk-graniten er overlejret af Eokambrisk eller tidlig Kambrisk Neksø Sandsten. Den har omtrent samme farve som Neksø Sandstenen, og må have fået sit nuværende udseende ved forvitring i løbet af Eokambrium eller tidligere. Forvitringen er foregået under oxiderende forhold; ferroforbindelser er blevet oxideret til ferrioxider, der er udfældet straks efter dannelsen. Der har været en vis mængde vand til stede, så mineralerne er blevet nedbrudt langs korngrænserne, men nogen større borttransport af opløste nedbrydningsprodukter har ikke fundet sted. Temperaturen har været relativt lav, hvilket dog er tilstrækkeligt for at danne hæmatit (van Houten, 1964). Nogen særlig omfattende kemisk forvitring har ikke fundet sted. Ved røntgenanalyse af Neksø Sandsten (Bruun-Petersen, 1971) er der fundet sericit, men ikke andre lerminerale. Det tyder heller ikke på særlig høje temperaturer. Der er ikke fundet kaolin i Neksø Sandsten, miljøet har derfor ikke omfattet en frodig vegetation i et fugtigt klima. Højere planteformer har ikke eksisteret i Eokambrium. Grundfjeldet er forvitret uden medvirken af organismer af nogen art, og resultatet er blevet en »saprolit« (Carroll, 1970), i modsætning til en »soil«, der er dannet ved kombineret kemisk, mekanisk og biologisk forvitring.

Det er muligt, at man ved Onsbæk står over for rester af den oprindelige Eokambriske landoverflade. Da der intet plantedække har været, er forvitningsprodukter sikkert fjernet ret hurtigt. Det er mere sandsynligt, at man ved Onsbæk står over for et snit i en landskabstype, der i Eokambrium har været udbredt over hele det skandinaviske grundfjeld, men som nu kun er bevaret enkelte steder. Landskabet har været en vegetationsløs »ørken« i et tempereret klima med rimelige mængder nedbør.

I forbindelse med dette arbejde har jeg især modtaget værdifuld hjælp fra T. Jørgart, der har stillet sine prøver og resultater til disposition. Den vanskelige fremstilling af tyndslib er varetaget af Viktor Poulsen, Geologisk Centralinstitut; og fotoarbejdet er udført på Sedimentpetrografisk Laboratoriums mikrofotoudstyr under medvirken af B. Thomsen, E. C. Madsen og J. Aagaard.

Litteratur

- Bruun-Petersen, J. 1971: *Nexø-sandstenens petrografi og lithostratigrafi*. 150 pp. Upubliceret eksamensopgave.
- Callisen, K. 1934: Das Grundgebirge von Bornholm. *Danm. geol. Unders.*, række 2, 50. 266 pp.
- Carroll, D. 1970: *Rock Weathering*. 202 pp. New York.
- Goldich, S. S. 1938: A study in rock weathering. *J. Geol.*, 46, 17–38.
- Gry, H. 1969: Geologisk kort over Bornholm. I: *Varv, Ekskursionsfører 1* (red. Mona Hansen).
- Grønwall, K. A. & Milthers, V. 1916: Kortbladet Bornholm. *Danm. geol. Unders.*, række 1, 13. 281 pp.
- Hansen, K. 1936: Die Gesteine des Unterkambriums von Bornholm. *Danm. geol. Unders.*, række 2, 62. 194 pp.
- Houten, F. B. van Origin of red beds – some unsolved problems. In: Nairn (ed.): *Problems in palaeoclimatology*, 647–661.
- Jensen, Aa. 1968: Opaque minerals in the precambrian plutonic rocks of Bornholm and their relation to the development of these rocks. *Meddr dansk geol. Foren.* 18, 79–96.
- Jespersen, M. 1865: *Liden geognostisk vejviser på Bornholm*. 2. udg. 1913. 88 pp.
- Jørgart, T. 1968: *Hallegård-granitens petrologi*. 114 pp. Upubliceret eksamensopgave.
- Micheelsen, H. I. 1960: Pegmatites in the Precambrian of Bornholm, Denmark. *Int. geol. Congr., XXI session*, part XVII. 128–135.
- Micheelsen, H. I. 1961: Bornholms Grundfjeld. *Meddr dansk geol. Foren.* 14, 308–349.
- Winkler, H. G. F. 1967: *Petrogenesis of metamorphic rocks*. New York: Springer. 237 pp.