

Iakttagelser
fra Rektangelbladet Kragerø og
Den store Grunnfjellsbreksje

Av
ARNE BUGGE

NB Rana
Depotbiblioteket

Statens teknologiske institutt
Biblioteket

OSLO 1965
UNIVERSITETSFORLAGET

55 (481)

N/229

6629.

Redaktør for

Norges geologiske undersøkelses publikasjoner:

Statsgeolog

Fredrik Hagemann

Innhold.

| | Side |
|---|------|
| Forord | 5 |
| Innledning | 7 |
| Referater fra publikasjoner | 13 |
| Mine egne geologiske arbeider vedrørende Kongsberg—Bamble-formasjonen, særlig innen Rektangelbladet Kragerø | 28 |
| Den store Grunnfjellsbreksje | 30 |
| Telemarkformasjonen | 36 |
| Bambleformasjonen | 36 |
| Sone I | 40 |
| Sone II | 43 |
| Hellegranitten og de omgivende bergartgrupper | 43 |
| A. Langøy-Gumøy | 44 |
| 1. De sentrale gabbrobergarter | 44 |
| 2. De omgivende albittitter, plagioklasitter og karbonatganger .. | 46 |
| 3. De omgivende finkornige granitter, kvartsrike skifere og kvartsganger | 53 |
| 4. Pegmatittganger | 61 |
| 5. Olivinhyperittganger | 63 |
| B. Valberg | 63 |
| 1. Gabbrobergarter | 63 |
| 2. Omgivende plagioklaspegmatitt | 66 |
| 3. Kvartsrike skifere med gjennomvevede kvartsganger | 66 |
| C. Kragerø — Sjøen — Sørlandsveien | 67 |
| 1. Gabbrobergarter med omgivende kvartsrike skifere | 67 |
| 2. Albittitt og plagioklasitt (som aplitt og pegmatitt) | 74 |
| 3. Hornblende — rutil — apatittganger | 78 |
| 4. Granitt-pegmatittganger | 79 |
| D. Sørlandsveien — Hull | 80 |
| Bergartene ved Kilsfjorden | 88 |
| Levanggranitten og omgivende bergarter | 91 |
| Bergartene omkring de finkornige granitter i Bamble | 93 |
| 1. Gabbrobergarter | 95 |
| 2. Pneumatolytisk pregede mineraler og bergarter i sonens midtre del | 97 |
| 3. Finkornige granitter og kvartsrike bergarter | 102 |
| 4. Pegmatittganger | 106 |
| English summary | 107 |
| Litteratur | 115 |

Forord.

I «Innledningen» har jeg gjort rede for hvorledes det er ordnet således at jeg har kunnet utarbeide den her foreliggende publikasjon.

Da jeg samtidig har vært opptatt med meget annet malmgeologisk og anleggsgeologisk arbeide, har jeg måttet begrense mitt arbeidsområde mest mulig, og har derfor kun holdt meg til mine egne iakttagelser, samt beskrivelser fra de geologer som har arbeidet i Kragerø-området.

Selve tilretteleggingen for publikasjonen hadde jeg ikke kunnet gjennomføre uten den alltid vennlige bistand fra Norges Geologiske Undersøkelse ved: statsgeolog Hagemann, kontorassistenten fru Teige og tegneren fru Nergaard, og jeg takker dem for all hjelp.

Arne Bugge.

Innledning.

I den sydlige og sydøstlige del av det grunnfjellsområde som ligger innen grensene for rektangelbladet Kragerø, har der i mer enn 300 år foregått en mangeartet og tildels meget betydelig bergverks- og stenbruddsdrift.

Til å begynne med var det kun de mange jernmalmsforekomster som hadde interesse. Da jerngrubene ble nedlagt omkring midten av 19. århundre, kom der i gang drift ved en rekke forekomster med nikkelholdig magnetkis og senere ved apatittganger (særlig ved Ødegårdens Verk).

Også denne bergverksdrift gikk tilbake, og grubene ble nedlagt henimot slutten av århundret.

Det hadde da vært produsert en del feltspat og kvarts fra pegmatittganger, som forekommer i stor mengde. Denne produksjon økte sterkt, og der er fremdeles arbeider i gang ved feltspatforekomster. Det er ennvidere utviklet en meget betydelig kvartsproduksjon fra kvartsbreksjeganger, og det er kommet i gang dagbrudd og et knuseanlegg for produksjon av makadam til veidekkemateriale. Det kan også nevnes at der har foregått grube- og stenbruddsdrift etter rutil og dolomitt og forsøksdrift etter titanjernmalm, samt at en av de nedlagte jerngruber de siste år har vært i produksjon.

Alle disse forskjellige ertser og mineraler forekommer i ganger og ansamlinger av eruptivbergarter, som — hver med sin spesielle metasomatose — har funnet sin plass i et opptil 15 km bredt belte av overgangsbergarter, som fra vest skjærer ut mot Kragerø-Bamblekysten. På det geologiske oversiktskart (Fig. 1) er dette belte med særpregede bergarter inntegnet som Sone II. Kun noen små nikkelforekomster og enkelte spredte pegmatittganger er kjent utenfor sonen.

I ca 30 km lengde — mellom Kilsfjorden og Oslofeltets skifere øst for Stokkevannet — har forvitringen i disse bergarter utformet en bølget fjelloverflate, som danner et kystlandskap med lange rekker av båt- og skipsleder, den ene innenfor den annen, og fjellryggene mellom de lange sund er — langs overskjærende slepper og sleppesoner —

oppdelt i øyer og holmer, som alle har fått sin egenart i relasjon til de stadig skiftende bergartstyper. Der er på denne måte fremkommet en overmåte variert skjærgård, som har gjort «Kragerø-navnet» like velkjent som hele den bergverksdrift som har pågått i distriktet.

Den eiendommelige geologi og de mange mineraler har vakt geologenes oppmerksomhet, og i de siste 100 år er der publisert mange beskrivelser av bergartene og mineralene.

De iakttagelser fra Bambleformasjonen som er fremlagt i disse publikasjoner, gir et geologisk bilde av to helt forskjellige perioder i jordens historie.

Der er rester av en *gammel formasjon* bestående av plagioklasgneiser med amfibolittbånd (som tildels er biotittisert) og glimmerskifere med skiftende kvartsføring. Alle disse *gamle* gneiser og skifere (båndgneiser) har gjennomgått en regional metamorfose og tektonisering.

I etterfølgende tidsperioder er der i gneisene og skifrene injisert en lang rekke delmagmaer hvorav der er utkrystallisert olivinhyperitter, plagioklasitter og granitter, alle med sine spesielle og lokale metasomatoser. Disse mer og mindre omvandlede bergarter har aldri vært utsatt for annet enn rent lokalt *ytre* trykk, men fra de allerede størknede bergarters dyptliggende magmaer er også i de etterfølgende perioder tilført oppløsninger og gassarter, som har forårsaket nye krystallasjoner og omkrystallasjoner, når de er presset frem i spalter og åpne rom og inn mellom de allerede størknede magmaers mineraler.

Der er påvist en generell rekkefølge for disse yngre magmainjeksjoner, men det er også påvist at virksomheten fra et delmagma kan ta en hvilepause, og så sende frem nye injeksjoner lenger ute i serien.

Som et eksempel kan nevnes at man med rette kan si at olivinhyperitt er en av de *eldste* eruptivbergarter i distriktet, men man kan med like full rett også si at den er den *yngste* (side 24). Som en konsekvens av disse iakttagelser i *Kragerø-området* — og også fra andre steder i Bambleformasjonen — mener Brøgger at det kan fastslås at magmaoppløsninger på dypet har kunnet holde seg flytende på samme sted i de lange tidsrom fra de eldste melanokrate til de yngste leukokrate magmaer trengte fram.

De iakttagelser som har ledet til de her nevnte oppfatninger om Kragerøfeltets geologiske historie, kan neppe betviles, men det har vært, og er fremdeles, meget vanskelig å få iakttagelsene inntegnet på kartene. De mange ansamlinger av eruptivbergarter og seriene med

TEGNFORKLARING

Telemarkformasjonen.

Telemarkgranitt med tallrike amfibolitt- og biotittbånd.

Bambleformasjonen.

Pegmatittganger (Pegmatittgangene er kun inntegnet på kart Fig. 2).



Granitt (De spesielle granittyper er angitt på kartene).



Kvartsrik bergart gjennomskåret av kvartsgangdrag av type Fig. 4.



Kvartsrik bergart med meget mikroklin. Granitt er tildels hovedbergarten.



Kvartsrik bergart med skiftende mengder: glimmer, sillimanitt, turmalin og «feltspatfiller».

Amfibolitt-biotittbånd forekommer mange steder i stor mengde og spredte gjennomvevede kvartsganger av type Fig. 8.



Albittitt (Krageøitt). Enkelte steder forekommer også oligoklas og kvarts i albittitten.



Amfibolitt med overgang til: 1: Hornblendegabbro og hyperitter, 2. brun og sort glimmerskifer. Det er vanlig å se skiftende mengder: aktinolitt, diopsid, antofyllitt, gedritt, kordieritt og granat. Bånd med kvartsrik bergart, granitt og albittitt forekommer mange steder.



Gabbrobergarter (olivinhyperitt, hornblendehyperitt, noritt og gabbro) med overganger til amfibolitt. I disse bergarter ser man ofte skapolitt og albitt (særlig ved randsonene).



Båndgneis.

a-a, b-b og c-c er soner som Brøgger anser å være karakterisert av henholdsvis: 1. albitt og oligoklas, 2. oligoklas, andesin og sort gedritt, 3. brun antofyllitt-kordierittskifer.



Den store Grunnfjellsbreksje.

overgangsbergarter er nemlig så små og så smale at de ikke kan få plass på de karter som står til disposisjon. Det er derfor nødvendig å samle bergartene i *grupper* som kan legges inn på oversiktskartet, og for øvrig må man benytte seg av skisser og skissemessige kartforstørrelser.

På det oversiktskart (Fig. 1) som ledsager denne publikasjon, har jeg derfor ikke lagt an på å inntegne detaljer, men har inndelt bergartene i forskjellige grupper. På den inntegnede firkant er med nummere henvist til ledsagende detaljkart og -skisser i større målestokk (Fig. 2).

Beskrivelsene innledes med korte referater av den geologiske litteratur som foreligger. Dette gjelder særlig professor W. C. Brøggers to store publikasjoner: «On Several Archæn Rocks from the South Coast of Norway», B. I og B. II 1933 og 1934.

Det er i beskrivelsene benyttet Brøggers gruppeinndelinger og bergartsnavn i Bambleformasjonens hydrotermale sone, og det henvises med sideangivelse til de to publikasjoner under betegnelsen (B I) og (B II).

Det topografiske kartgrunnlag som ledsager Brøggers to avhandling er så mangelfullt at man må ha et meget inngående lokal-kjennskap for å kunne danne seg et geologisk kartbilde, basert på de beskrivelser Brøgger har gitt.

Jeg har derfor funnet at det var nødvendig å gi referater fra (B I) og (B II), med henvisning til de karter som ledsager min beskrivelse, men man må være oppmerksom på at på disse karter har mange stedsnavn en annen skrivemåte enn i Brøggers publikasjoner, da man nå søker å innføre en navneform som best mulig er i overensstemmelse med det som brukes i bygdene.

Brøgger har selv ikke lagt an på å levere geologiske kart, men har — med enkelte korreksjoner — benyttet Kjerulf og Dahll's karter, som nå er ca. 100 år gamle. Da disse kartene ble tegnet, var bergartbetegnelsen i langt høyere grad enn nå overlatt til makroskopisk bedømmelse. I finkornige, lyse, bergarter var det da ikke alltid så lett å skille feltspat fra kvarts, og gabbrobergarter med skiftende olivin-føring kunne gå over til hornblendehyperitter og amfibolitter, uten at det ble noen navneforandring på kartet.

Brøgger har, da han *påbegynte* sin beskrivelse, sluttet seg til den oppfatning man hadde, basert på de gamle geologiske karter, og innleder avsnittet «Langøy — Gumøy» med å nevne at hovedbergarten

er en olivinhyperitt *kjerne* omgitt av metamorfe bergarter (B II 253), men i den etterfølgende beskrivelse påviser han at de rester av olivinhyperitt som finnes, forekommer særlig ute ved *randsonene*. Dette ser ut som en selvmotsigelse, men som jeg nevner (side 18) kan det være mulig at Brøgger har benyttet olivinhyperitt-navnet, når han ikke er i tvil om at bergarten opprinnelig *har vært* olivinhyperitt.

Også vedrørende den som «kvartsitt» betegnede bergart er det nødvendig at det foretas en kartrevisjon. Man ser nemlig mange steder at der i denne bergart — således som den er inntegnet på kartene — også inngår brede bånd og ansamlinger av andre bergarter (særlig granitt og amfibolitt med overgang til gabbro), og disse kan endog være hovedbergartene (side 53).

Selve «kvartsitten» er også meget skiftende, da der kan inngå så meget glimmer, sillimanitt og feltspat at kvartsglimmerskifer, glimmerskifer og granitt blir riktigere navn. På de gamle kartene kan man også andre steder, f. eks. ved Langsev grube ved Arendal og ved Kongsberg, se at finkornet granitt og gneis er betegnet som kvartsitt.

Man ser også i Kragerø-skjærgården flere steder at bergarten på øyer og holmer er betegnet som kvartsitt, der hvor den i virkeligheten er en kvartsrik grunnmasse med så meget pegmatittutblomstring at pegmatitten gjør seg mest gjeldende (side 60). En detaljert geologisk kartlegging kan ikke oppnås i disse trakter med overgangsbergarter, da man mange steder møter nye situasjoner for hvert skritt, men der kan oppnås meget, når det kommer bedre kartgrunnlag, enn det som nå foreligger.

Da utviklingen medførte at jeg i tiden nærmest før krigen — og særlig etter krigen — måtte innstille mitt geologiske kartarbeide og gå over til skred- og anleggsgeologisk virksomhet, hadde jeg innsamlet meget kartografisk iakttagelsesmateriale, som jeg delvis fikk komplettert under krigen. Dette kartmateriale har jeg inntegnet på karter sammen med det som for øvrig forelå, og dette ble oppbevart i N.G.U.'s arkiv. Da jeg nå har mer tid til min rådighet enn jeg har hatt de siste år, foreslo direktøren for Norges geologiske undersøkelse, dr. Harald Bjørlykke, at jeg skulle samle og utarbeide for publikasjon de iakttagelser jeg har vedrørende rektangelbladet Kragerø. Jeg tok med glede fatt på denne oppgave og har de siste somre — med oppdrag fra N.G.U. — anvendt noen uker på kartkomplettering i skjærgården.

Min arbeidsplan er ikke å levere et avsluttet arbeid. Min hensikt er kun å samle de iakttagelser jeg har, sammenarbeidet med det som var, eller ble utført av andre da jeg arbeidet med kartleggingen i tiden før krigen, således at det kan foreligge, så klart som jeg kan ordne det, for geologer som vil arbeide videre med Kragerø-området geologi.

På Levangshalvøya er kartleggingen utført av Brit Hofseth, og syd for Stokkevannet er et parti som står åpent, da jeg ikke har fått tid til kartlegging der.

Referater fra publikasjoner.

Brøggers beskrivelser. Da Brøggers to store publikasjoner danner grunnlaget for min inndeling av bergartene i Bamble-formasjonen, gir jeg først er referat fra disse, og begynner med den siste (B II) som gir den mest fyldige oversikt over det hele felt og de publikasjoner som foreligger fra eldre tid.

Brøgger inndeler bergartene i følgende eruptivgrupper med deres tilhørende metasomatose:

1. Gabbrobergarter (olivinhypertitt og noritt).
2. Albittitter og andre plagioklasitter.
3. Granitter og pegmatittganger.
4. Olivinhypertittganger (Gumøy — Langøygangene).

1. *Gabbrobergarter* (olivinhypertitt og noritt).

Skjematisk detaljkartlegging og mikroskopiske studier har vist at der i Kragerø-området finnes en *eldre* serie typisk regionalmetamorfoserte skifere, hvori ferromagnesiamagmaer er presset frem. De eldre krystallinske skifere er under disse magmaers størkning bøyet rundt de intrusive bergarter (B II 416 og 417). Som de gamle skifere nevnes: amfibolitt, kvartsitt, glimmerskifere og forskjellige finkornede krystallinske skifere, gneisgranitt og leptittyper.

De magmaoppløsninger som er presset frem i gabbrobergartenes erupsjonsperiode, er i Kragerø — Bamble området krystallisert som de nærbeslektede bergarter olivinhypertitt og noritt. Ved noritten — som ikke behandles nærmere i Brøggers avhandlinger — finnes ofte anrikninger av nikkelholdig magnetkis, særlig langs eruptivbergartenes

grenser. Vedrørende norittens inntrengen mellom de regionalt omvandlede gneisbergarter nevner Brøgger (B II 417) at J. H. L. Vogt har gjort ham oppmerksom på at der ved Meinkjær (Meikjær) og Erte-lien nikkelgruber — henholdsvis i Bamble og på Ringerike — kan sees sikre eksempler på at skiferlagene er overskåret av noritten.

Den veldige og i flere perioder skiftende metasomatose som har foregått i og omkring olivinhyperittene, innledes med en coronadannelse omkring olivinkornene. Av den diskusjon vedrørende coronadannelsen som Brøgger opptar (B II 20—26), etter å ha gjennomgått egne og andres iakttagelser, fremgår det at han slutter seg til den — også av tidligere forskere fremholdte — oppfatning at coronaringene (opptil 3 ringer) er fremkommet under langsom avkjøling av magmaene.

Under langsom senkning av temperaturen — etter den begynnende størkning — ned til 900° — 600° C og kanskje lavere, antar Brøgger — likesom J. H. L. Vogt — at olivinkornene har fått sin reaksjonsrand bestående av rombisk pyroksen (hypersten), og han fremholder som sin personlige mening at derpå er det dannet en ytre ring, bestående av aktinolit, spinell og tildels granat, under innvirkning av opphetet H_2O og gasser som er presset frem mellom olivinhyperittens mineral-korn. Som mineraler i en noe senere coronadannelse nevnes granat (almandin) og biotitt.

I olivinhyperitt med vanlig coronadannelse regner Brøgger at mineralinnholdet er:

Olivin 13—15 opp til 25 %.

Plagioklas ($Ab_8 An_5 - Ab_1 An_1$) ca. 60 % og
monoklin pyroksen 16—18 opp til 25 % og mer.

De øvrige mineraler, som her ikke er nevnt, er hovedsakelig med i coronadannelsen og en begynnende amfibolitisering (aktinolit).

Mineralene er nevnt i den orden de krystalliserer i olivinhyperitten. Kun må nevnes at apatitt, hvorav der forekommer 0,4—1 %, krystalliserer før olivinen. Plagioklasen forekommer som lister og gir bergarten dens ofittstruktur. Bergarten har ofte en brunfiolett farge som forårsakes av ytterst små inneslutninger i midten av plagioklas-krystallene.

Den første coronadannelse er fremkommet ved en reaksjon mellom olivin og plagioklas. — Samtidig med at de blå aktinolitikorn utkrystalliserer i coronaens ytre rand, sees der også å være dannet en brun eller brunaktig hornblende ved olivins reaksjon med diallag. Det antas at denne hornblende holder litt TiO_2 .

Mange steder, f. eks. på Vestre Gumøyknuten, er jernertskorn omgitt av en biotittcorona, som antas å være fremkommet under reaksjon mellom mineralhornene i fast form, og samtidig tilførsel fra sirkulerende oppløsninger av MgO , K_2O og H_2O .

Under fortsatt stofftilførsel fra oppløsninger krystalliserer derpå mørk-grønn hornblende og granat, og under medvirken av oppløsninger som stadig presses frem fra magmaen, er metasomatosen gått videre. Olivin, diallag og det vesentlige av plagioklasen blir da helt eller delvis erstattet av aktinolit og rombisk pyroksen (B II 49), og bergarten er gått over til å være en granatførende hornblendehyperitt.

Det antas at de fleste hornblendehyperitter i Kragerø-området er fremkommet som resultat av en metasomatisk omvandling av olivinhyperitt, hvorved ethvert spor av olivin er fjernet, og (B II 22, 415) metasomatosen er derpå gått videre, således at hornblendehyperitt er omvandlet til en bergart, som under den geologiske kartlegging vanskelig kan adskilles fra amfibolitter av den eldre type.

Da Brøgger opptok studiene av hyperittene og deres metasomatose i 1910—20 årene, forelå kun: Kjerulf og Dahll's foran nevnte kart fra Langøy og Gumøy,* et profil av David Forbes av 1857 fra Delingsåsen ved Valberg og et profil tegnet av Brøgger samme sted 1927 (B II 160 og 161). Både det geologiske kart fra Langøy og Gumøy og de to profiler angir olivinhyperitt og gabbro som en kjerne omgitt av amfibolitt.

Da Brøgger 1902 påviste at det også kjemisk er overensstemmelse mellom olivinhyperittene og den omgivende amfibolitt, var det naturlig at han på det tidspunkt antok at amfibolittene var fremkommet som følge av at olivinhyperittene hadde gjennomgått en *regional* metamorfose (B II 415, 316). Fortsatte undersøkelser viste overalt en kjemisk overensstemmelse mellom de to bergartstyper, men ved arbeidet mange steder i Kragerø-området ble det påvist at mange små forekomster av olivinhyperitt, og enda oftere hornblendehyperitt (som antas å ha direkte opprinnelse fra olivinhyperitten), er spredt i amfibolittene på en slik måte at det synes naturlig å oppfatte dem som rester av en bergart, som for det meste er metasomatisk omvandlet til amfibolitt.

Slike forekomster nevnes på Kragerø- og Valberghalvøyene, på Langøy—Gumøy og mellom Gromstadvann og Hull.

I beskrivelsen av olivinhyperittene på Valberghalvøya og de bergarter som stammer fra dem (B II 164) antas at den øvre amfibolitt i

profilet fra Delingsåsen ved Valberg (B II Fig. 72) sikkert er fremkommet som en omvandling av olivinhyperitt, men at den andre amfibolittiske bergart — sammen med glimmerskiferne — hører til en serie krystallinske skifere, vesentlig eldre enn hyperittens erupsjon, og det gjentas (B II 164 og 168) at amfibolittene i Valbergåsen for øvrig må oppfattes som enderesultatet av en metamorfose som er fortsatt fra olivinens coronadannelse gjennom forskjellige stadier av hornblendehyperitt til amfibolitt. Det nevnes også (B II 415 og 416) at olivinhyperitt ofte (men ikke alltid) er omgitt av amfibolitt, som må antas å være resultat av olivinhyperittens metamorfose, og at amfibolitt med biotitt og ren glimmerskifer muligens kan være dannet på samme måte.

Brøgger uttaler at den nære overensstemmelse av den kjemiske sammensetning i amfibolittene og hyperittene i Kragerø-området kan neppe bli forklart kun å være tilfeldig, men nevner samtidig sikre iakttagelser om at amfibolitter også *kan* være eldre enn gabbroforekomstene og de tilhørende hyperitter. I siste avsnitt, side 417, får man inntrykk av at Brøgger allikevel er kommet i tvil om hvorvidt han, f. eks. ved Delingsåsen ved Valberg, har regnet for meget av amfibolittene til å være dannet under gabbroforekomstenes metasomatose.

Brøgger nevner at han også har fått det inntrykk at både kvartsitter, glimmerskifere og finkornige granitter kan være eldre enn den metasomatose som fulgte etter hyperittens injeksjon, men der nevnes ingen nye iakttagelser som gir støtte for dette hans noe forandrede syn på erupsjonshistorien.

Mens ferromagnesiamagmaen ennå var flytende i den dypere del, og i den øvre del var størknet som olivinhyperitt, som helt eller delvis var omvandlet til hornblendehyperitt og amfibolitt, må der gjennom de nylig størknede og delvis omvandlede bergarter ha gått gjennombrudd mot dypet.

Gassarter som har ført med seg Cl, CO₂, H₂O, MgO, SiO₂ og Al₂O₃, er derpå presset frem gjennom sprekkene og inn mellom mineralkornene i de omgivende bergarter. Plagioklasen er under denne prosess i stor utstrekning omvandlet til skapolitt, særlig langs gabbrobergartenes randsoner og i den finkornige olivinhyperitt, som Brøgger antar er randsonen for grovkornig olivinhyperitt. Skapolitt kan være krystallisert som spredte mineralkorn, eller hele bergarten kan være omvandlet til skapolitthornblendesten (Ødegårditt) i opp til 1000 m brede randsoner, som nå omgir olivinhyperitten og dens omvand-

lingsprodukter (hornblendehyperitt og amfibolitt). Skapolitthornblendestenen viser ingen — eller kun lokale — indikasjoner på skifrig-
het, og det nevnes (B II 127) at det ikke på noen måte er sannsynlig
at skapolittens utkrystallisering skulle være resultat av en dynamo-
metamorfose, som gabbroen har vært utsatt for i det distrikt hvor de
skapolittomvandlede gabbroer finnes.

Ødegårdittene må derfor (iflg. Brøgger) antas å være det avsluttende
stadium av den metamorfose som ble innledet ved olivinens corona-
dannelse og fortsatt gjennom hornblendehyperitter og amfibolitter inn-
til alle plagioklaslister var fullstendig skapolittisert, under rikelig til-
førsel av NaCl og HCl oppløsninger som ble presset inn mellom
mineralkornene (B II 107, 276).

Ødegårditten består foruten av skapolitt, hovedsakelig av horn-
blende. Hornblendene er brun ved Ødegården i Bamble og mørk grønn
på Langøy og Gumøy.

Det antas at den grønne hornblende ved Langøy og Gumøy holder
mindre TiO_2 enn den brune hornblende ved Ødegården. Foruten
skapolitt og hornblende forekommer i ødegårditten skiftende mengder
brun glimmer, enstatitt og diopsid, og som aksessoriske mineraler rutil
og apatitt.

Ved Ødegårdens Verk er all olivin forsvunnet, således at det nå,
foruten skapolitthornblendestenen, kun sees forskjellige overganger til
hornblendehyperitt.

Ved avslutningen av den pneumatolytiske metamorfose, som har om-
vandlet så meget av plagioklasen ved Ødegårdens Verk, har inntruffet
en ny oppsprekning — kanskje i de gamle spalter — og foruten Cl er
på disse spalter tilført: MgO , K_2O , H_2O , F, CaO og P_2O_5 . I brede
spalter og i åpne rom er da dannet gangfyllinger, eller bergarter, be-
stående av: biotitt (flogopitt), muskovitt og enstatitt. Apatitt er også
utkrystallisert i gangene og har gitt grunnlag for den bekjente grube-
drift ved Ødegårdens Verk.

Ved Langøy og Gumøy antar Brøgger, idet han støtter seg til
det gamle geologiske kart, at skapolitthornblendestenen og rester av
hornblendehyperitt har dannet et hvelv over olivinhyperitt, som
han iflg. det teoretiske resonnement, går ut fra må finnes på dypet
(B II 252). På Langøy og Gumøy forekommer i *utkanten* av gabbro-
feltet ved øyas øst- og vestsida, små uregelmessig formede olivinhyperitt-
ansamlinger som Brøgger nevner og beskriver (B II 267, 268), og
konkluderer atter med at de må tilhøre toppen av et olivinhyperitt-

massiv på dypet. Det fremgår av Brøggers beskrivelse at han har opprettholdt bergartsgrensene og -betegnelse fra det gamle kart, slik som det, med enkelte korreksjoner, er publisert av J. H. L. Vogt i N.G.U. nr. 85, 1918.

Det er vedrørende bergartbetegnelse kun gjort den forandring at istedenfor det gamle navn: «Gabbro og olivinhyperitt» har Brøgger valgt «olivinhyperitt og hornblendehyperitt».

Dette navn er merkelig nok benyttet på kartet, selv der hvor Brøgger i preparat- og bergartsbeskrivelser uttaler at han ikke har sett spor av olivin. Som eksempel kan nevnes Vestre Gumøy-knuten. På kartet har bergarten i denne lange åsrygg fått betegnelsen «olivinhyperitt og hornblendehyperitt», men i beskrivelsen angir Brøgger at på hele den ca. 1.5 km lange åsrygg er den herskende bergart forskjellige varieteter av hornblendehyperitt, «Rosett gabbro» og skapolitt-hornblendesten, men frisk olivinhyperit ble ikke påvist på hele strekningen (B II 340 og B II 355).

Bare en av de skiftende bergarter som er påvist på selve åsryggen (hornblendehyperitt), er altså det som kartet angir, men også vedrørende denne (hornblendehyperitten) må man være oppmerksom på at Brøgger oppfatter den ikke som en primær bergart, men som dannet ved en hydrotermal metamorfose av olivinhyperitt.

Både i bergartsbeskrivelsene fra Ødegårdens Verk og Langøy og Gumøy benytter Brøgger olivinhyperittnavnet på mikrofotogene, selv om han ikke har sett olivin i tynnslipene. (B II 45, 81–91, 111, 112 og 264).

De nevnte eksempler viser at man må være på det rene med at Brøgger, som også foran er nevnt, har benyttet olivinhyperitt og hornblendehyperitt som bergartsnavn både på tynnslip og geologiske karter, når han har følt seg overbevist om at den *primære* bergart var olivinhyperitt, eller at det iallfall var olivinhyperittens magma som ble presset frem. Man må se dette som en forklaring på at en meget vesentlig del av de bergarter som på Langøy og Gumøy har fått olivinhyperitt- og hornblendehyperittnavnet i virkeligheten er amfibolitt.

Skapolitt-hornblendeganger har mange steder fulgt i tiden etter at olivinhyperittene og deres omvandlingsbergarter var kommet på sin plass (B II 230 og 397). Slike ganger er særlig hyppige i Langårsund mellom Langøy og Gumøy. De gjennomvever der bergartene som hvite eller rødlige ganger med randsoner av hornblende. Gangene er fra

ganske smale til $\frac{1}{2}$ m brede og fører tildels apatitt. De regnes å være genetisk samnhørige med de i Kragerøområdet velkjente hornblendes-rutil-apatittganger (B II 233).

Mineralinnholdet i de vanlige ganger var primært: skapolitt med hornblenderandsone, litt titanitt, pyroksen, apatitt, rutil, ilmenitt og kalkspat.

Samtidig med den injeksjon av albittmagma som nevnes i det følgende avsnitt, antas det at der, iallfall i Kragerøområdet, også har foregått en metasomatose, hvorved de foran nevnte skapolittganger og den nærmest omgivende skapolitthornblendeskifer er gått over til å bli henholdsvis albittganger (med albittkrystaller som pseudomorfose etter skapolitt) eller en båndet albitt-, tremolitt-diopsidiskifer (B II 235, 236).

Brøgger uttaler at det også kan være *ynge* apatitthornblendeganger og nevner som eksempel (B II 210) forekomster ved Hovatn i Froland.

I hornblendeapatittgangene kan man der se inneslutninger av den omgivende albittitt. Albittittens magma må være presset frem gjennom sprekker i olivinhyperitt, og Brøgger antar følgende rekkefølge (B II 210): En ordinær hyperittisk magma er størknet i den øvre del; gjennom en spalte i den størknede magma er derpå salisk restmagma presset frem og er størknet som albittitt og aktinolittalbittitt, og etter at disse bergarter er størknet, er spaltene mot dypet igjen åpnet og er fylt av hornblendeapatittgangenes restmagma.

2. Albittitter og oligoklasitter.

Da olivinhyperittenes delmagmaer var størknet, for en stor del omvandlet, og gjennomskåret av skiftende mineralganger med skapolitt, biotitt, enstatitt, hornblende og apatitt, kom der et nytt frembrudd fra de store ferromagnesiama magmaer på dypet (B II 181, 239).

Denne gang var det hyperleukokrate restmagmaer og vandige oppløsninger av forskjellig art, som ble presset frem. Grensen mellom det som kan betegnes som magma og det som må regnes som vandige oppløsninger kan ikke angis, men det synes å være enighet blant alle dem som har arbeidet med disse bergarters geologi, om at de alle er størknet som virkelige spaltefyllinger, og danner ganger, linser og breksjer. Det er lavtemperaturopløsninger som har trengt frem og er utkrystallisert i en lang rekke, ofte monomineralske bergarter i og omkring de gamle bruddsoner ved olivinhyperittenes bergartsgrupper.

Oligoklas og særlig albitt forekommer i størst mengde i disse nye bergarter og finnes i forskjellige blandingsforhold, eller som rene oligoklasitter og albittitter. Rutil sees ofte i albittittene (Kragerøitt), og tildels er titanrike restløsninger presset frem i albittittene, hvor de er utkrystallisert som ganglignende «slirer» med rutil. Ved Lindvikkollen rutilgruber er TiO_2 -innholdet 10 % og høyere.

De yngste oppløsninger i denne bergartsgruppe har ført med seg meget CO_2 . Ved Langøy og Gumøy er flere steder påvist linser med kvartsalbittitt som er karbonatførende. Diopsid er tildels til stede i så stor mengde at bergarten er betegnet som diopsidalbittitt. Karbonatmengdene kan endog gå opp til 60 % (vesentlig CaCO_3), (B II 291, 295, 312). Brøgger oppfatter disse karbonatrike albittitter som overgang til de kjente «karbonatganger» (B II 277), som mange steder danner breksjemasser i gangspalter eller i uregelmessig begrensede ansamlinger. Karbonatgangene forekommer tildels i store mengder, der hvor olivinhyperitt må antas å ha vært den primære bergart. (F. eks. ved Langøy—Gumøy og Kragerø by) Albitt er hovedmineralet, og karbonater danner $1/10$ — $1/3$ av gangmassene, men kan også mangle helt. Karbonatene er CaCO_3 , MgCO_3 og FeCO_3 , men CaCO_3 i størst mengde.

Aksessorisk finnes (særlig i druserom): rutil, titanitt, biotitt, muskovitt, litt zirkon, beryll og apatitt. Der kan også sees magnetitt og jernglans.

Enkelte steder, særlig på Langøy, forekommer magnetitt i stor mengde og har gitt grunnlag for en meget betydelig bergverksdrift.

Strukturen i karbonatgangene kan være både finkornig og grovkornig, og breksjemassene er som oftest gjennomvevet av nettverk av smale kvartsårer med druserom.

Følgende tabell over albittittbergarter hvorav Brøgger har latt utføre kjemiske analyser, gir et inntrykk av de mange overgangstyper i Kragerøområdet (B II 237).

- I. Kwarts-albittitt fra Risøytangen.
- II. Gedrittførende kvartsalbittitt (Ærøitt) fra Ærøy og Måkeholmen (vest for Ærøy).
- III. Kwartsalbittitt. Tallakshavn, Kragerø (vest).
- IV. Kwartsalbittitt. Nordlige område vest for Kammerfosselva.
- V. Kwartsalbittitt. (Noe grovkornig) rutilgrube Nr. III. Lindvikkollen.

- VI. Kvartsalbittitt. Sjøen.
- VII. Kvartsalbittitt («hvit granitt») 50 m syd for Kjæret, øst for Østre Langøy.
- VIII. Albittitt. Ca. 300 m vest for Malmtangen, Langøy.
- IX. Albittitt. Risøytangen ved østsiden av Risøy.
- X. Turmalinkragerøitt. Rutilgr. Nr. III Lindvikkollen.
- XI. Albittitt (kragerøitt). Lindvikkollen rutilgruber.

Fra analyseresultatene av de her nevnte bergartene kan resummeres: Kiselsyreinnholdet, som i kragerøitten ved rutilgruben på Lindvikkollen er nær 60 %, går i kvartsalbittitt på Risøytangen helt opp til ca. 86 %. TiO_2 innholdet er meget høyt i de gangaktige slirer i albittittene ved rutilgruben på Lindvikkollen, hvor det i bergarten varierer mellom 1,14 og 9,55 %, men for øvrig går det i albittittene i Kragerøområdet helt ned til 0,01 %.

Bor forekommer i alminnelighet ikke i disse bergartstyper, men i turmalinalbittitt på Lindvikkollen går borinnholdet helt opp til 0,92 % B_2O_3 .

Fosfor forekommer ikke, eller er til stede i ubetydelige mengder (0,01–0,05 % P_2O_5), men det er unntagelser. I kvartsalbittitt på Risøytangen er således P_2O_5 -innholdet 0,41 % og i grensesonen ved en albittittgang ved Malmtangen på Langøy oppgir Brøgger at det er minst 4–5 % apatitt, som han mener kan komme fra en hornblendepatittgang som muligens er oppløst i albittittens smelte (B II 299).

CO_2 -innholdet i de vanlige albittitter ligger meget lavt, men i den albittitt på Langøy, som fra gammel tid har vært betegnet som «den hvite granitt», er meget CO_2 , (en analyse viste endog 1,72 %).

Det kan også bemerkes at MgO -innholdet, som i 7 analyser viser 0,04–0,29 %, går opp til 0,89 og 0,82 % ved henholdsvis den gedrittførende albittitt på Ærøy og turmalinkragerøitten på Lindvikkollen.

Samtidig med albittittmagmaenes frempressing og utkrystallisasjon som albittitt o. l. har det også mange steder pågått en albittisering av olivinhyperitten og de metamorfose-pregede bergarter, som omga olivinhyperittansamlingene.

Ved Ødegårdens Verk nevnes (B II 150) at der er påvist ødegårditter som er omvandlet til albitt- og pyroksenødegårditt, og ved albittisasjon av hornblendehyperitt er fremkommet en grovkrystallinsk albitthornblendebergart som betegnes som *Rosett gabbro*.

Ved en lignende albittisering er også (B II 234) skapolittganger, som foran er nevnt, omvandlet til albittganger, og man ser diopsidisering av skapolitthornblendebergarten.

Ved Kragerø, Valberg, østsiden av Bærøy og Ødegårdens Verk nevnes hvite *plagioklaspegmatittganger* som antas å være genetisk knyttet til albittittene og kvartsalbittittene (B II 199, 390). Feltspaten er en oligoklas-albitt, undertiden med noe mikroklin (særlig på Bærøy).

Nær forbundet med de rene albittitter regner Brøgger en serie *plagioklasitter med overganger fra leukokrate, hvite, albittitter til melanokrate oligoklas-andesinbergarter og amfibolitter*. De følger — med sine overgangsbergarter — den vanlige sydvest — nordøst rettede strøkretning (B II 213, 230).

De reneste plagioklasitter av denne type har Brøgger påvist:

- a. gjennom den midtre del av Skåtøy,
- b. lenger inn mot fastlandet, og
- c. langs fastlandets kystlinje.

Inne i landet danner de overganger til skiftende typer av biotitt-, kordieritt-, aktinolit- og antofylittskifere (B II 229).

Etter Brøggers beskrivelse har jeg angitt beliggenheten av bergart-gruppene på oversiktskartet med henholdsvis: a, b og c.

a. En hvit plagioklasitt danner bergarten på de små øyer og holmer i den sydlige del av den store bukt som fra havet går inn mot Skåtøy kirke.

Brøgger beskriver bergartsonen over: Måkeholmen, Ærøy, Jenteboen og nordøstover til Brentholmen, og bergartene betegnes som albittitt og oligoklasitt med en ubetydelig mengde gedritt. Bare Ærøy er inntegnet på oversiktskartet.

b. Et drag av mer melanokrate bergarter enn i gruppe a. går som en bred sone fra Tåtøy og Kirkholmene i vest gjennom Skåtøyroa og Dønnevika til Arøy. Feltspaten er oligoklas med overgang til andesin. Sort gedritt er vanlig forekommende, tildels i så stor mengde at bergarten ved kartleggingen vanskelig kan adskilles fra vanlig amfibolitt. I denne bergartgruppe ser man også ofte aktinolit-skifer, og biotitt-kvartsskifer med kordieritt som noen steder er muskovittomvandlet.

c. En brun antofylitt-kordierittskifer danner lange drag av skifrige bergarter i ca. 10 km lengde fra Brevikstranda, over indre del av Trosbyfjorden til Fossingfjorden, og sees for øvrig mange steder omkring de metasomatisk omvandlede olivinhyperitter. Brøgger nevner

disse typer — særlig ved Langøy—Gumøy og Valberg — og fremholder at de har en nær forbindelse med amfibolittene, og han antar (B II 228) at bergartene i gruppe a, b og c er overgangstyper, som er blitt til under den metasomatose som har foregått i forbindelse med albittittenes fremtrengen.

3. Granitter og pegmatittganger.

12—20 km innenfor Kragerø—Bamble-kysten er tegnet et bredt granittbelte tvers over det geologiske oversiktskart (Farsjøgranitten). Der avdeles fra dette belte store mengder granittganger, som gjennomvever de båndede gneiser. Sønnerfor det brede granittbelte er inntegnet 3 større granittansamlinger: *Hellegranitten*, *Levanggranitten* og *Portørgranitten*, og det går dessuten drag av granittganger som stort sett følger den sydvest — nordøstlige strøkretning.

Granittene ved Levang og nordøstover fra Kragerøområdet til Stokkevannet er særpreget ved at de er omgitt av kvartsglimmerskifere som, når de er kvartsrike, er kartlagt som kvartsitt. Brøgger antar at disse skifere er omvandlede sandstener.

Bergartene er ofte oppfylte av sillimanitt i plommeformede ansamlinger, eller som uttrukne linser og spredte nåler. Turmalin er også et vanlig mineral. Brøgger har iaktatt at i *småle* granittganger er sillimanittlinsene uttrukne, men når gangene er mer enn 100 m brede, får linsene den karakteristiske plommeform. Man ser da heller ikke i selve granitten tegn på at den har vært utsatt for trykk. Brøgger antar at linsene er blitt uttrukne de steder hvor smelten er presset frem i småle gangspalter. Brøgger har gitt omhyggelige beskrivelser av sillimanittlinsene i Bambleformasjonen, og sammenligner dem med lignende forekomster andre steder i verden. De foreliggende teorier om sillimanittbergartenes genesis blir diskutert. J. H. L. Vogt antar — i sitt arbeid «Die Silikatschmelzlösungen» 1904 — at sillimanittgranitten er utkrystallisert av en ultrasur magma, men Brøgger mener at granittsmelten har fått sitt kvartsoverskudd fra smeltning og oppløsning av de omgivende kvartsitter (B I 63 og 96).

Granittens hovedmineraler oppgis å være kvarts, mikroklin (alltid meget frisk) og mer eller mindre biotitt. Oligoklas forekommer undertiden og er da oppfylt av muskovitt. Aksessorisk nevnes: magnetitt, apatitt, zirkon, turmalin.

Analyse av sillimanittførende granittganger har vist: 77,95–81,91 % SiO_2 , og Brøgger beregner granittens mineralinnhold på Bærøy til: kvarts 47,01, mikroklin 27,49, oligoklas 11,83, biotitt 4,64, muskovitt 3,89, sillimanitt 3,41, turmalin 0,89, magnetitt 0,75, apatitt 0,09 %, og for den SiO_2 rikeste granitt beregner han: kvarts 55,41, mikroklin 24,75, oligoklas 8,04, biotitt 1,85, muskovitt 4,00, sillimanitt 3,60, turmalin 0,40, magnetitt 1,44 og apatitt 0,07 %. Der gis ingen beskrivelse av «kvartsittenes» mineralinnhold.

Det nevnes (B I 5) at kalifeltspatrike *pegmatittganger* er yngre enn de granittiske intrusjoner, og de antas å være utkrystallisert av de siste rester av granittiske magmaer.

Gangene er ofte 10–20 m brede, men undertiden er bredden 30–50 m.

Hovedmineralene er: mikropertitt (med eller uten oligoklas) og kvarts. Dessuten forekommer store biotittplater (som ofte er kloritt-omvandlet) og turmalinkrystaller samt mange sjeldne mineraler.

Gangene viser kun ubetydelige tegn på press. Det uttales for øvrig om pegmatittene (B II 390) at pegmatittganger er alminnelig forekommende overalt i Bambleformasjonen.

4. *Olivinhyperittganger (Gumøy – Langøy og Risøy).*

Brøgger beskriver 2 olivinhyperittganger som med SSØ–NNV retning gjennomskjærer alle bergarter. Gangene har opp til 25 m bredde og er fulgt i 3,5 og 9 km lengde.

De viser kjemisk og mineralogisk så stor overensstemmelse med de eldre olivinhyperitter at Brøgger mener at gangene må være kommet fra samme dyptliggende magma, og at denne magma altså må ha holdt seg flytende på samme plass i det lange mellomliggende tidsrom, da de foran beskrevne lange rekker med eruptivbergarter (albittitter og granitter) er kommet på plass og har gjennomgått den mangeartede metasomatose (B II 388). Da jeg personlig ikke har utført noe arbeid ved olivinhyperittgangene, tilføyer jeg i det følgende intet mer om disse ganger og har ikke inntegnet dem på kartene.

Olaf Andersen har foretatt grundige studier av pegmatittgangene på Sørlandet og har særlig arbeidet i området fra Langøy – Gumøy til Risørtraktene, umiddelbart vest for rektangelbladet Kragerø.

Hans iakttagelser er publisert i en avhandling i Norsk Geologisk Tidsskrift XII 1931: «Discussion of Certain Phases of the Genesis of Pegmatites» og Feltspat I 1926 og II 1931. Han er enig med J. H. L. Vogt i at *inne* i granittmassviene ser man ofte en stor mengde små pegmatittganger. Virkelig *store* pegmatittganger er der sjeldne, men man ser de store pegmatitter i de omgivende gneiser nær grensen mot granitt.

Langs Sørlandskysten er forholdene mellom granitt og pegmatitt ofte uklare på grunn av den innviklede geologiske struktur.

Relativt små granittansamlinger veksler der med gabbro og gneis av forskjellige typer. Man kan ikke angi en *bestemt* granitt som er omgitt av pegmatittganger, men Olaf Andersen regner det som sikkert påvist at pegmatittgangene forekommer i umiddelbar nærhet av granitt, og at de fortrinnsvis finnes i eller nær ved gabbrobergartene. Han regner også som sikkert påvist at pegmatittene stammer fra oppløsninger som er presset frem fra granittiske magmaer og at pegmatitt og kvarts er utkrystallisert i spalter og åpne rom som er fremkommet under magmaenes avkjøling.

For kvartsgangenes vedkommende nevner han at de også kan ha fått sin plass etter at sidestenens mineraler er fjernet gjennom metasomatiske prosesser. Pegmatittgangenes utvilsomme forbindelse med gabbroene antas ikke å ha genetisk sammenheng med gabbroenes magmaer, men han mener at selve *spaltdannelsen* i særlig grad har kunnet foregå i nærheten av gabbroene, og han antar at frempressingen av oppløsningene har pågått i lange tidsrom i tilslutning til de perioder da forskjellige granittmagmaer kom på sin plass.

Pegmatittenes oppløsninger må være presset frem til de åpne rom langs spalter eller riss som senere er lukket, således at ingen tilførselskanal kan påvises.

Grensene er oftest skarpe mellom de store pegmatittganger og sidestenen. Kun i enkelte tilfelle kan man se at sidestenen er omvandlet ved metasomatiske prosesser.

Vedrørende mineralinnholdet gis følgende beskrivelse: Noen pegmatitter er meget kvartsrike og kan gå over til rene kvartsforekomster, men den store mengde består av en blanding av feltspat, kvarts og enkelte andre mineraler. Den dominerende feltspat er i alminnelighet mikroklinpertitt, som alltid er ledsaget av en skiftende mengde plagioklas (oftest oligoklas). Sjelden er plagioklas den dominerende eller eneste feltspat. Av mørke mineraler er biotitt nesten alltid til stede i forskjellig mengde, ofte ledsaget av sort turmalin, mer sjelden av muskovitt. Unntagelsesvis

er pyroksen (salitt) eller hornblende (aktinolitt) de mest iøyenfallende mørke mineraler.

I Olaf Andersens publikasjon: «Feltspat» I N.G.U. 128 1926 finnes en fortegnelse over de sjeldne mineraler som er funnet i pegmatittgangene, samt opplysninger om mineralenes forekomst.

I pegmatittgangene forekommer druserom med krystaller som er påvokset veggene. De åpne rom kan være bitte små, men de kan også ha en meter i tverrmål, eller mer. Feltspaten kan forekomme i stolper med meget store spalteflater.

Pegmatittgangenes mineraler forekommer spredt uten noe system, eller de kan ha sonar struktur. Man finner da ofte først plagioklasskriftgranitt, derpå mikrokliniskriftgranitt og lenger inne i gangen feltspat og kvartskrystaller, kvarts ofte i midten.

I pegmatittlinsene og -gangene ser man ofte aplitt- og pegmatittpartier om hverandre. Disse varierende strukturformer antas å være fremkommet som følge av skiftende trykk under de forskjellige gassarters fremtrengen sammen med magmaoppløsningene.

Det nevnes at der finnes en mengde kvartsforekomster i Kongsberg—Bambleformasjonen. Noen er ganske små, andre er veldige. De har gangform, eller de danner store ansamlinger «quartz bodies». I denne form forekommer kvarts i eldre gneiser og i gabbro og granitt.

I området umiddelbart vest for Kragerødistriktet er nevnt en del meget store, og mange små, ansamlinger av kvarts som antas å være utfelt av granittiske restoppløsninger.

Som eksempel på de store kvartsansamlinger vest for Risør er beskrevet forekomster i kvarts-glimmerskifer ved Hvideberg, og i granitten ved Løvdal og Orkjær.

Vedrørende disse forekomstets genesis uttales at man blir nesten tvunget til den oppfatning at store deler av Kongsberg—Bambleformasjonen har vært gjenstand for en regional påvirkning, således at sirkulerende oppløsninger noen steder har forårsaket en injeksjonsmetamorfose, andre steder en omkrystallasjon av kvartsitter og atter andre steder har de dannet små og store pegmatittiske kvartsganger.

Kvartsgangene (kvartspegmatittene) ved Hvideberg i Holt antas å holde minst 98 % SiO_2 . Kvartsen har rosa, blåaktig, grå eller hvit farge og der sees: noe biotitt som spredte blad, noen rutilkrystaller som er jevnt fordelt, små mengder turmalin, litt muskovitt og spor av zirkon, men ingen synlig feltspat.

Vedrørende kvartsforekomstenes genesis uttales videre at kiselsyreoppløsninger må antas å være kommet i sirkulasjon fra de magmaer som i skiftende perioder har dannet instrusiver i de eldre foldede metamorfe bergarter.

Det meste av denne kvarts antas å være kommet fra gabbrointrusivene. Kvartsforekomstene i granittene må være utfelt av de yngste oppløsninger, som har fulgt etter granittenes krystallisasjon.

Brit Hofseth har kartlagt bergartene på Levanghalvøya, og basert på foreliggende publikasjoner, manuskriptkarter og egne iakttagelser, har hun utvidet det geologiske kart i nordlig og nordøstlig retning, således at der er kommet med på kartet et utsnitt av de skiftende overgangsbergarter og mineralganger mellom Levanggranitten og Hellegranitten. Hovedvekten er lagt på kartlegging og beskrivelser i områdene ved Levanggranitten. (Geologiske Undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms N.G.U. 157 1942).

Hun går ut fra at da gabbro- og granittmagmaene ble presset frem, forelå en båndet gneis bestående av lyse kvartsdiorittiske og mørke amfibolittiske bånd, samt kvartsitter med varierende mengder glimmer.

Den båndede gneis var da foldet og hadde gjennomgående sydvest-nordøstlig strøkretning. På selve Levanghalvøya er fallet temmelig steilt mot syd.

På Levanghalvøya nevnes ikke noen gabbroforekomst, men gabbrobergartene i Kragerøområdet er inntegnet på det geologiske kart.

Likesom i Brøggers beskrivelse og karter er «hyperitt» på Valberg og «kvartsitt» på Bærøy tatt med, således som de gamle karter og beskrivelser viser, og der er fremkommet det samme kartografiske bilde som jeg har omtalt på side 11. Det nevnes flere steder i beskrivelsen at gabbrobergartene er omgitt av dolomittganger.

Fra Levanghalvøya beskrives det ca. 1,5 km lange og ca. 4 km brede linseformige granittmassiv, som er hovedbergarten i den store skogklede høyderygg.

Granitten er, særlig på sydsiden, omgitt av mindre granittansamlinger.

I en 300—400 m bred sone omkring granitten er båndgneisen mørkere enn vanlig og fører meget glimmer. Man ser i sonen en skiften av amfibolitt, glimmerskifer og «kvartsitt» (som har overgang til granitt). Randsonen særpreges for øvrig av sillimanitt og andre mineraler som antas å være av sikker metasomatisk opprinnelse. Skifriheten i randsonen bøyer rundt granitten på alle sider.

Granitten har stort sett den vanlige nordøstlige skifrihetsretning, men det er også grovkornige granittpartier uten skifrihet.

Mer og mindre granittiserte bruddstykker av sidestenen er vanlig forekommende i granitten.

Pegmatittganger sees mange steder i de omgivende gneiser. Inne i granittmassivet er ikke inntegnet noen pegmatittgang.

Kalkspat danner noen steder små inneslutninger i granittens grensone, og noen steder er kalkspat påvist som tilsynelatende primært mineral i granitten.

Mine egne geologiske arbeider vedrørende Kongsberg—Bamble-formasjonen, særlig innen Rektangelbladet Kragerø.

Da jeg sommeren 1909 påbegynte geologisk arbeid i det syd-norske grunnfjell, var det intet grunnlag for tvil om at Kongsberg—Bamble-formasjonens glimmerskifere, kvartsskifere og forskjellige typer av finkornige og porfyriske bergarter var omvandlede suprakrustaler, hvori gabbro- og granittsmelter var injisert.

Det var også en alminnelig oppfatning at ved en regional metamorfose var det foregått en amfibolittisering, som ved de mange små olivinhyperittmassiver hadde dannet en randsone omkring den friske bergart i midten.

Med denne synsmåte som grunnlag utførte jeg geologisk detaljkartlegging ved Kongsberg og i Bamble, og publiserte en liten beskrivelse av nikkelforekomstene i Bamble, samt et forsøk på å finne et system for inndeling av grunnfjellsbergartene.

Man var da tilbøyelig til å henhøre skifrene i Bamble og Telemark til samme formasjon, men etter at jeg hadde påvist og kartlagt den store grunnfjellsbreksje gjennom det sydligste Norges grunnfjellsområde, har jeg personlig ikke vært i tvil om at Kongsberg—Bamble-formasjonen må kartlegges som en eldre grunnfjellsformasjon.

Jeg fant til å begynne med ingen grunn til å bryte med den gamle oppfatning av selve Kongsberg—Bamble-formasjonens genesis, men etter hvert som det gikk fremover med min geologiske kartlegging, kunne jeg ikke finne noen mulighet for å innpasse de mange nye iakttagelser i den tidligere tolkning.

Særlig klart stod den genetiske forskjell mellom de to formasjoner (Telemark og Kongsberg—Bamble) for meg, da jeg i midten av 1930-

årene var geologisk konsulent ved Kongsberg Sølvverk og ved gruber i Bamble, og samtidig arbeidet som skredkonsulent.

Både i de dype gruber ved Kongsberg og langs fjellsidene i våre dypt innskårne daler og fjorder tegnet jeg da profiler til ca. 1000 m dyp og ble alltid slått av at ingen sammenligning var mulig mellom de høy metamorfe, foldede gneisbergarter og amfibolitter i skredområdene, og Kongsberg—Bamble-formasjonens bergarter, hvor foldninger, forkastninger og regionale trykkvirkninger er ukjent i tiden etter at de eldste eruptivbergarters magma var presset inn og størknet mellom de — i en eldre grunnfjellstid — foldede båndgneiser.

Det lot seg heller ikke gjøre å finne noen likhet mellom de dyptgående skifrihets- og glideplan i skredområdene og de «råtaganger» og «skiktningsganger» som følger skifrihetsflatene i Kongsberg—Bambletraktene. De leirfylte spalter med serisitt, kloritt samt kalkspat o. l., tyder på en helt annen tilblivelse enn de veldige glide- og skifrihetsflater i fjellskredområdene, og de, for øvrig sjeldne, glidestriper som kan sees på sleppeflatene, viser at det i Kongsbergtraktene kun har foregått en horisontal forskyvning langs de nord-syd rettede skifrihetsflater.

Under min kartlegging i Kongsberg—Bambleformasjonen formet det seg på kartene over Modum, Eiker og Sørlandet en metasomatisk sone, hvor det hadde vært rikelig stofftilførsel, og innenfor (vest og nord for) denne en mindre variert, men mer utstrakt metasomatose, hvor kvartsgjennomvevning mellom mineralene spiller hovedrollen. Det viste seg også at den metasomatose som fulgte eruptivseriene, har dannet mineraler som fremdeles er friske og upåvirkede av ytre trykk.

I den ytre (søndre) sone hvor metasomatosen i særlig grad har satt sitt preg på bergartene, viste kartleggingen at der også er en lokal, sonar, oppbygging omkring de enkelte eruptivbergarter.

Det ble til slutt ikke mulig for meg å innordne alle disse metasomatisk pregede, upressede, overgangsbergarter i et system av supra-krystalbergarter. Jeg samlet derfor mine iakttagelser, samt de konsekvenser som jeg mente måtte følge, i en egen publikasjon: «Kongsberg—Bambleformasjonen». N.G.U. Nr. 146. 1936.

Fra teoretisk synspunkt har jeg lite å tilføye til de synsmåter som der er fremlagt, da alle iakttagelser som jeg senere har gjort, etter min mening, passer inn i de retningslinjer som er gitt i denne avhandling.

Foruten den forannevnte publikasjon nr. 146 har jeg i tiden 1928—37 publisert flere avhandlinger om Kongsberg—Bambleformasjonen og den

store grunnfjellsbreksje som adskiller den fra Telemarkformasjonen, og såvidt jeg vet er det ikke fremkommet noen tvil om riktigheten av de *iakttagelser* som er fremlagt i disse publikasjoner, men vedrørende kartleggingssystemet, og særlig vedrørende den teoretiske tolkning er der divergerende synsmåter.

Det er en selvfølge at når det over store områder, som f. eks. Bambleformasjonen, er en fjellgrunn hvor bergarter danner bånd og ansamlinger som er så smale og små at de bare kan inntegnes på kartene henholdsvis som linjer og punkter, så er, som foran nevnt, en gruppeinndeling nødvendig, i alle fall på oversiktskartene. Det er da ikke til å unngå at inndelingen må bli noe subjektivt betonet, men for oversiktens skyld er det — etter min mening — meget ønskelig at man stort sett slutter seg til en eller annen gruppeinndeling, og at det først er på detaljkartene og skissene at geologen bør stå fritt vedrørende den fremstillingsmåte han ønsker å anvende. Da jeg 1936 publiserte min avhandling om Kongsberg—Bamble-formasjonen var det mitt håp at den skulle danne et grunnlag for diskusjon om kartleggingssystemet, men krigen og alt det som fulgte etter den, vanskeliggjorde videre arbeid, og det meste av min tid ble opptatt med malm- og anleggsgeologisk virksomhet.

Når jeg nå har søkt å innarbeide gruppeinndelingen fra mitt oversiktsarbeid i Kragerø—Bambleområdet på et rektangelkart, har det vært min hensikt å gi mitt bidrag til å finne en arbeidsmetode hvorved der kan utarbeides oversiktskarter i liten målestokk, og detaljkarter og skisser i stor målestokk. Bergart- og gruppenavnene blir nærmere omtalt annet steds, men jeg nevner kun her, at med min kartlegging har jeg søkt å finne bergartnavner som angir best mulig de bergarter som *nå* finnes, etter at de har gjennomgått en metasomatisk omvandling, og at jeg ikke har tatt noe hensyn til hva man kan anta at bergartene *tidligere* har vært.

Min beskrivelse er delt i 3 hovedavsnitt:

Den store grunnfjellsbreksje, Telemarkformasjonen og Bambleformasjonen.

DEN STORE GRUNNFJELLSBREKSJE

Det nordvestre hjørne av rektangelbladet Kragerø blir i 12 km lengde gjennomskåret av Den store grunnfjellsbreksje, som danner en flere hundre meter bred svakhetszone gjennom landsdelen. Forvitring og

iserosjon har langs breksjen utformet en forsenkning i fjellgrunnen, og denne er fylt av morenemasser og vann, således at småbekker og innsjøer følger breksjens linje i hele dens lengde.

Jeg har gitt beskrivelse av breksjen i de 2 publikasjoner: «En Forkastning i det syd-norske grunnfjell» og «Kongsberg—Bambleformasjonen», og henviser til disse vedrørende breksjens forløp og oppbygging. Her gis kun et kort resymé fra det breksjeavsnitt som går gjennom rektangelbladet Kragerø, samt en orientering om enkelte iakttagelser, som jeg for øvrig har gjort i breksjene utenfor det i ovennevnte publikasjoner nevnte område. Det kan være nyttig å ta disse iakttagelser med her, således at de kan foreligge samlet, når man vil diskutere Bambleformasjonens avgrensning mot nord og øst.

Breksjen, eller rivningsbreksjen som den også er betegnet, er beskrevet som en mylonitisert bergartmasse av 50—200-300 m's bredde. Mot nord og vest er grensen mot Telemarkformasjonen forholdsvis skarp, men det forekommer enkelte kvartsbreksjer, som avgrenses fra rivningsbreksjen og går inn i Telemarkgranitten.

Ved grensen mot Bambleformasjonen, syd for breksjen, danner øyegneislignende granitt en overgangssone, hvori det er vanskelig å bestemme hvor rivningsbreksjen opphører og den egentlige granitt begynner. Dette utredes nærmere i det følgende avsnitt (Sone I). Øst og vest for kartbladet, ved henholdsvis Herre og Høldøla, er det gode snitt gjennom breksjen ved veiskjæringene. Jeg mener, etter mine siste befaringer på disse steder, at rivningsbreksjens bredde riktigst kan angis til ca. 1 km, men det er mulig at andre geologer vil oppgi andre mål.

Den mylonittiserte grunnmasse i breksjen, som i eldre grunnfjellstid er blitt fast fjell, og det meste av granitten sydover i kartbladet, er i yngre grunnfjellstid brutt opp og gjennomskåret av en mengde småsprekker. Under denne oppbrytning er antagelig vanddamp presset frem langs alle sprekker og riss, og feltspatmineralene i granitten er blitt avrundet, men det er sjelden å se at plagioklaslamellene er bøyet. Etter at den mørtel som er dannet omkring feltspatmineralene er herdnet, er småsprekkene atter oppbrutt, og et fint nett av kvartsganger er utfelt i alle de nye småspalter.

Som det nærmere er utredet i «Kongsberg—Bambleformasjonen» 1936, side 10 og 11, må den mylonittiserte breksje ha vært fast fjell før grunnfjellets yngste granitter (Birkelandgranitten og Flågranitten) trengte frem, men spaltene må atter være åpnet umiddelbart etter disse granitters størkning, slik at de siste restsmelter, i alle fall ved Birkeland-

granitten, gangformig er blitt presset frem i samme retning som breksjen. I tiden etter at disse yngste finkornige granitter er størknet, er det kommet en avsluttende oppbrytning av den herdnede mylonitt og granittene, og det er dannet en breksje hvori kiselureopløsninger har trengt frem og har avsatt kvarts i gangspaltene. I en senere tidsperiode — sannsynligvis samtidig med Oslofeltets nedsynkning — er kvartsbreksjemassen gjennomskåret av langsgående, nesten steiltstående spalter, som er fylt av en leiraktig masse. På disse spalters sideflater sees ofte epidot, jaspis og grafittspeil med glidestriper som har varierende retning.

Jeg har ikke hatt tid til å følge min opprinnelige arbeidsplan, som var å studere glidestripenes strøk og fall i den store breksjes nordlige og sydlige grener, men mitt inntrykk er at stripene gjennomgående har temmelig steilt fall mot sydøst i den sydlige gren (vest for Skiensfjorden) og nesten flatt fall til noen få grader mot syd i den nordlige del, oppover mot Gjøvik. Både ved Herre og i veiskjøringene vest for Porsgrunn kan man se mange eksempler på at Oslofeltets diabasganger gjennomskjærer breksjen, men i diabasgangene sees kun enkelte gjennomskjærende smale kvarts-kalkspatganger. Disse ganger er rettlinjede og har ingen likhet med det nettverk av kvartsganger som gjennomvev Den store breksje, som er praktfullt utviklet ved Herre og i veiskjøringene ved veien vest for Porsgrunn. Hverken rivningsbreksjen eller kvartsbreksjen skjærer inn i de kambrosiluriske bergarter ved Porsgrunn og videre mot øst.

I mine beskrivelser av breksjen (N.G.U. 130 og 146) er gitt resultatene av de undersøkelser jeg hadde utført nordover til Flågranitten ved sydenden av Sperillen. Jeg var da kommet så langt med mine iakttagelser at jeg fant det sannsynlig at breksjen — som har en nesten ubrutt sammenheng fra Kristiansand til Skiensfjorden og fra Skrimfjellene til Sperillen — gjør et ca. 10 km langt sidehopp mot øst fra Sperillen over til sydenden av Randsfjorden, og at den derfra fortsetter nordover til Gjøvik.

For N.G.U. og andre oppdragsgivere har jeg senere foretatt flere reiser ved breksjens nordlige og østlige område, og har da gjort iakttagelser som, etter min mening, viser at breksjen med små sidehopp kan følges nordover til Gjøvik og videre østover og sydover gjennom Hedmark, Solør og Kongsvinger til Svenskegrensen.

Resultatet av de undersøkelser som jeg stort sett avsluttet 1936 kan resumeres således: Der går i breksjens hele lengde enkelte brede kvartsbreksjer inn i Telemarkgranitten. Ved disse *grenbreksjer* kan ikke påvises

noen forkastning eller mylonittisering av sidebergartene. *Hovedbreksjen* var fulgt sammenhengende nordover til Sperillen, men der antok jeg at den gjorde et sidehopp ca. 10 km mot øst over til Randsfjorden, hvorfra den fortsetter til Gjøvik. For å undersøke dette sidehopp nærmere har jeg i årene etter 1936 under reiser ved breksjens nordlige og østlige del, også gjort geologiske iakttagelser og har påvist svære kvartsbreksjer i Telemarkgranitten mellom sydenden av Sperillen og Randsfjorden, og vest for Randsfjord jernbanestasjon langs veien til det nedlagte kleberstensbrudd har jeg funnet vanlig oppbrutt breksje.

Nordover fra Brandbu til Gjøvik er breksjen meget karakteristisk og har stor bredde, særlig ved Hennung jernbanestasjon, hvor den muligens er bredere enn noe annet sted og har brede kvartsbreksjer langs overgangen til Telemarkgranitten vest for rivningsbreksjen. Ved Gjøvik går breksjen over til Mengshol (øst for Mjøsa) og bøyer derfra mot øst.

Såvidt det har vært meg mulig under mine kortvarige befaringer øst for Mjøsa og sydover til Kongsvingertraktene, har jeg enn videre kartlagt breksjene og har overalt funnet at de har en påfallende likhet med den store vestlige grunnfjellsbreksje.

Jeg mener også med denne kartlegging å ha påvist at de østlige breksjepartier stort sett er sammenhengende, når man regner med at de gjør lignende sidehopp mot sydøst som den vestlige breksje gjør fra Sperillen til Randsfjorden, men sidehoppene er ikke så lange.

Med disse reservasjoner har jeg funnet bekreftet, at breksjen bøyer mot øst ved Gjøvik og må antas å ha forbindelse med en bred grunnfjellsbreksje av samme type som kan følges fra Brynitjern øst for Stange til åssiden sydøstover fra Vallset kirke, langs Haresjøen og videre sydøstover til Nord-Odal, Kongsvinger, Åbogen og Finsrud vest for Kjæret tollstasjon.

Ved de små sidehopp som forekommer er den østlige og vestlige bergarttype — antagelig ved overskyvninger — blitt en del sammenblandet, men de undersøkelser som jeg har hatt anledning til å utføre, har bragt meg til den overbevisning at det, stort sett, er lignende forskjell på bergartene på øst- og vestsiden av breksjen som ved den vestlige breksjegren, hvor bergartene er beskrevet under henholdsvis Telemarkformasjonen og Kongsberg—Bambleformasjonen.

Da «fjelltypene», anleggsgeologisk sett, også er forskjellige på hver side av breksjen, har jeg inntegnet skjematisk ovenstående forløp av breksjens linje på kartet i en beskrivelse som jeg 1950 leverte til Industri-departementets publikasjon «Anlegg i Fjell» (Fig. 3). Publikasjonen er

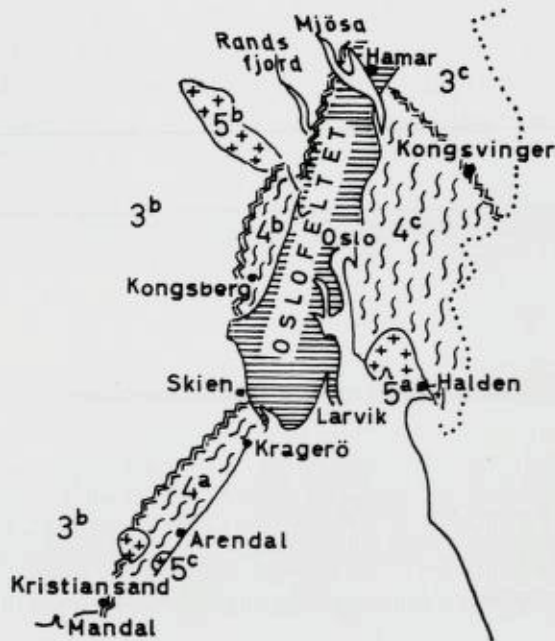


Fig. 3. Den store grunnfjellsbreksje i det sydlige Norge er skjematisk inntegnet på kartet omsluttende Kongsberg—Bambleformasjonen og de grå gneiser, samt det i yngre tid nedsunkne Oslofelt.

referat fra mitt foredrag om hvorledes de forskjellige bergartsgrupper egner seg for anlegg i fjell. Mitt arbeide ved de mange anlegg hadde da vist, at grunnfjellsbergartene (4 a, b og c) innenfor breksjen er meget mer oppsprukne enn bergartene utenfor (3 b og c). (Dette gjelder ikke de yngste grunnfjellsgranitter 5 a, b og c.) Det er også av interesse å bemerke at ved tunneldrift har det vist seg, at mineralene i Oslofeltets granitt og syenitt mange steder mister forbindelsen med hverandre i nærheten av leirslepper og råtaganger, slik at man møter partier i 10—20, og endog over 100 m lengde, hvor «fjellet» er mørkent og noen steder så løst at bergartmineralene kan graves ut som sand.

Jeg har tatt med i beskrivelsen av Kragerøområdet denne utredning om den store breksjes østlige gren, da jeg i en publikasjon i Norsk Geologisk Tidsskrift 1941 har søkt å forklare Kongsberg—Bambleformasjonen som et grunnfjellsområde, som mot øst er beskyttet mot

ytre press av den samme type forkastningsspalter som senere ble glide-slepper da Oslofeltet sank ned i grunnfjellet.

Jeg hadde dengang så sparsomt med personlige iakttagelser i grunnfjellets østlige område, at jeg også søkte innpasse min tolkning i de synsmåter som da var aktuelle. Jeg finner dog nå at mine iakttagelser etter 1941 tyder på at Kongsberg—Bambleformasjonen må oppfattes som en fremskjøvet stor grunnfjells-skile, som i den nordlige del er begrenset av den grunnfjellsbreksje som jeg skjematisk har antydnet i min publikasjon «Anlegg i Fjell» 1950, og at det ikke er noe grunnlag for å søke å innpasse Kongsberg—Bambleformasjonen i de perioder med fjellkjedefoldninger, som har rammet de øvrige grunnfjellsformasjoner.

Det kan vedrørende den sydlige del av breksjen bemerkes at det i Sandåens lille dalføre nord for Skien går en breksje ved grensen mot Oslofeltets skifere. Breksjen har nord-sydlig retning, og bruddstykkene (Telemarkgranitt) er sammenbundet av flusspat, kobberkis, sinkblende og blyglans.

Sydvestover fra Kragerøområdet kan det påvises at «Den store grunnfjellsbreksje» gjør små sidehopp ved Heldalsmo og Kristiansand (Vollevann—Odderøya), og at den fortsetter under havet i sydvestlig retning fra Kristiansand.

Til å begynne med må man der vente at bergarten under sjøbunnen nord for breksjen er temmelig ensartet gneisgranitt, og at der i Bambleformasjonen (langs breksjens sydsida) går et 10—15 km bredt belte, hvor det finnes kalderalignende, sonart oppbyggede, ansamlinger av bergart- og mineralselskap, således som det er beskrevet i «Kongsberg—Bambleformasjonen» 1936 og «Trekk av Sørlandets geomorfologi» 1939.

Det kan selvfølgelig ikke uttales noe bestemt om breksjens utbredelse under havbunnen, men det kan neppe betviles at «Den norske renne» i Skagerak er utformet langs en breksje — eller svakhetszone — som går parallell med «Den store grunnfjellsbreksje» på strekningen fra Herre ved Frierfjorden sydvestover til Herefoss. Etter min mening er det sannsynlig at denne parallellbreksje begrenser Bambleformasjonen mot sydøst, og at Den norske renne følger en spalte som har åpnet seg fra kontinentalskråningen, slik at store «fjellskiver» har kunnet skyves frem fra randsonen og inn på Kongsberg—Bambleformasjonens plass, slik vi kjenner den i det sydøstlige Norge. En lokal forskyvning av lange grunnfjellsblokker er påvist ved Kongsberg Sølverk og beskrevet i «Kongsberg—Bambleformasjonen» 1936, side 75 og 86.

TELEMARKFORMASJONEN

Telemarkformasjonens bergarter er på rektangelbladet Kragerø kun representert av et lite utsnitt i det nordvestre hjørne. Vedrørende bergartenes beskrivelse henvises til mine publikasjoner i N.G.U.'s skrifter (og jeg gir her bare et kort resymé).

Mikroclin er den feltspat som forekommer i størst mengde, men det er også en del plagioklas som tildels er serisittisert. Kvarts med undulerende utslukning danner små ansamlinger. Det forekommer også biotitt og mørkegrønn hornblende som har sterk pleokroisme.

I gneisgranitten er det vanlig å se smale amfibolittiske bånd som, foruten en mørk grønn pleokroitisk hornblende fører litt serisittisert plagioklas. I amfibolittbåndene kan man ofte se at hornblenden er biotittomvandlet. Gneisgranitten og amfibolittbåndene har tydelig skifrig-
het som følger hovedbreksjens retning og fallet er oftest 30° – 40° mot sydøst.

I nærheten av Den store grunnfjellsbreksje er bergartene mange steder gjennomskåret av oppbrutte soner som følger strøkretningen. I tynnslip ser man at tynne riss gjennom de store mineralkorn i disse soner ofte kan betegnes som mikrobrevsjer og at tynne kvartsårer og -striper gjennomskjærer mineralene. Også i disse gjennomvevede småganger er det vanlig at kvartsen har undulerende utslukning, men der er også kvartskrystaller, som ikke viser noe tegn på at de har vært utsatt for press.

BAMBLEFORMASJONEN

Både Amund Helland og Werner Werenskiold har vært oppmerksomme på, at ved den lange rekke innsjøer og småbekker mellom Neslandsvann ved Sørlandsbanen og Herre ved Frierfjorden, blir det en forandring både av geologisk og morfologisk art, når man fra Telemarkens ensartede, relativt høytliggende, gneisgranittområder går sydover mot Bamblekystens lavtliggende småkuperte terreng. Werenskiold antyder at det må kunne finnes sprekksoner langs den eiendommelige nordøstrettede depresjon, men han har ikke kunnet påvise sådanne soner i fjelloverflaten, som — innen rektangelbladet Kragerø — for en meget vesentlig del er dekket av innsjøer og morenegrus.

Helland har heller ikke sett noen sprekkesoner, men også han har bemerket den morfologiske grense, og han betegner åsryggene nord for innsjøene som «Nedre Telemarkens fjelle». For det lavere småkuperte

landskap fra innsjøene sydover mot kysten foreslår han navnet «Bamble kystrand». Da denne kystrand fortsetter sydvestover til Kristiansand uten noen særlig forandring, har jeg foreslått å betegne hele det småkuperte lavland foran (syd for) breksjen som «Sørlandets kystrand». Werenskiold har — i overensstemmelse med Kjerulf og Dahll's geologiske kart — antatt at der i Bamble kystrand er opptil 2 km brede «kvartsittlag», og basert på sine egne iakttagelser beskriver han kystrandens morfologi. Han nevner at det er mange kryssende smådaler, som deler terrenget opp i en mengde åser og som han karakteriserer på følgende måte: «langstrakte mot nordøst ved to systemer dalsøkk — et langs strøket i grunnfjellet, avvekslende av bergartens vekslende hårdhet, og et langs en sprekkeretning omtrent misvisende nord-syd.

På denne måte blir terrenget lite oversiktlig, og det er et plunder å komme fram utenfor veiene. Er man vel kommet opp på en stupbratt ås, så må man straks ned et like bratt berg på den andre siden, for å begynne på ny igjen ved neste åsrygg. Men sett fra en høyde med fri utsikt fortoner åsenes rygger seg nokså jevne som om de lå noenlunde i samme plan.»

I mine tidligere publikasjoner har også jeg beskrevet hvorledes de oppragende pegmatitt- og gabbroknauser setter sitt preg på skjærgården og kystranden helt vestover til Kristiansand, og jeg har påvist hvorledes denne egenartede morfologi følger en relativt smal sone, som er den egentlige Bambleformasjon.

Jeg har også anvendt navnet «Kongsbergformasjonen» på bergartene i en indre sone (nærmest breksjen). Denne indre sone er i langt mindre grad enn Bambleformasjonen preget av metasomatose.

Da Kongsbergnavnet passer dårlig i en lokalbeskrivelse fra Bambletraktene, og da de i den nordlige gren karakteristiske dioritt bergarter er langt mer utbredt ved Kongsberg enn i Bamble, har jeg i denne publikasjonen benyttet «Bambleformasjonen» som navn på hele formasjonen utenfor (syd for) «Den store grunnfjellsbreksje», og har delt den i 3 soner: Sone I, Sone II og Sone III, hvor Sone I svarer til Kongsbergformasjonen, Sone II til den egentlige Bambleformasjon, og Sone III er et lite sydlig utsnitt med båndgneis og granittiske bergarter.

I alle 3 soner forekommer skifrige gneiser og gneis med båndstruktur (båndgneis).

Båndgneis er den eldste bergartgruppe. I senere tidsperioder er i denne gruppe utkrystallisert eruptivbergarter og sekundært dannede mineraler og bergarter.

Fra min publikasjon «Kongsberg—Bambleformasjonen» 1936 gir jeg et referat om de bandede gneiser som først ble beskrevet av Carl Bugge i Kongsbergfeltets geologi 1917 under navnet «Håvgruppen».

Da dette navn ble ansett å være for lokalpreget til anvendelse for hele landsdelen, ble det bestemt at jeg skulle benytte «Båndgneis» som et samlenavn.

Navnet omfatter en bergartveksel som er så gjennomført at man de fleste steder måtte utføre kartene i naturlig målestokk, hvis man skulle oppnå å gi et sant bilde av komplekset. De vekslende bergarter består av smale, sorte og hvite bånd som kilometer etter kilometer kan følges i den vanlige strøkretning, som i den nordlige del av området (Kongsberg—Modum) er omkring nord-sydlig, og i den sydlige (Sørlandet) nordøst—sydvestlig.

Båndenes bredde er fra bladtynne striper til bånd av noen centimeters tykkelse, men det kan også være bånd av 20—30 meters tykkelse og mere.

Båndene er undertiden kruset. Lokalt kan de være foldet, og mange steder er de oppbrutt således at de mørke båndpartier, breksjeaktig, ligger i en gråhvit bergart. Bergarten blir da nærmest å betegne som en migmatitt.

Fallet er i den nordlige gren — i Kongsbergtraktene — steilt østlig. Ganske steilt fall forekommer også og likeså steilt vestlig. I den sydvestlige gren er fallet lengst mot øst temmelig steilt, men det blir vestover stadig mer skrått mot sydøst og blir lengst mot vest — henimot Kristiansand — nesten flatt og endog vestlig.

Som det nærmere beskrives under de forskjellige avsnitt bøyer skifrigheten rundt grensene for de injiserte bergarter.

Tegnene for strøk og fall er ikke inntegnet på oversiktskartet, da de vanskelig kan innpasses sammen med bergarttegnene.

Mineralsammensetningen i båndgneisen er meget ensartet. De mørke bånd er amfibolitt og de lyse består hovedsakelig av kvarts og oligoklas i forskjellige blandingsforhold.

Undertiden kan det sees adskillig anortittrik plagioklas i amfibolitten og hornblende og biotitt i de lyse bånd.

Når bredden av båndene øker, står man under kartleggingen ofte overfor spørsmålet om man skal kartlegge bergarten som båndgneis, eller om man skal begynne å utskille amfibolitt og dioritt (eller kvartsdioritt) som egne bergarter.

I den nordlige gren av Kongsberg—Bambleformasjonen, i området

ved Sølvgrubene på Kongsberg, forekommer mange steder bergartbånd som er omvandlet til kloritt- og glimmerskifer med skiftende mengder granat.

Da de båndede gneiser forelå med sine strøk- og fallretninger, har der foregått stadig gjentatte injeksjoner av magmaoppløsninger, og de utkrystalliserte granitt- og gabbrobergarter er orientert i båndgneisenes strøk- og fallretning. Det kan i det område som her behandles, utskilles 4 store felter med grovkornig granitt: *Øyegrannitt* (Kongsberggranitt), *Farsjøgranitt*, *Hellegranitt* og *Levanggranitt*.

Øyegrannitten, som ligger nærmest breksjen, er av en spesiell type. Den har stor likhet med Kongsberggranitten, som jeg har beskrevet som den yngste av alle de bergartmassiver som er utkrystallisert i Kongsberg—Bambleformasjonen (det sees da bort fra Birkeland—Flågranittenes type).

Farsjøgranitten, *Hellegranitten* og *Levanggranitten* har meget tilfelles og antas å være kommet fra samme magmabasseng, men de har fått forskjellig utvikling i Sone I og Sone II.

Den innerste (nordligste) av disse 3 granitter, *Farsjøgranitten*, danner et bredt bånd som har 3 km bredde lengst i sydvest og forgrenes i båndgneisen i nordøstlig retning. *Hellegranitten* er et granittmassiv som er avrundet nær kartbladets vestsida, og de omgivende bergarters skifrihet bøyer seg der rundt granitten. Mot nordøst forgrenes granitten i bånd på lignende måte som *Farsjøgranitten*. *Levanggranitten* danner et stort og flere små granittmassiv på Levanghalvøya sydvest for Kragerø (Portørgranitt o. fl.).

De forannevnte tre granitter forgrenes i relativt finkornige ganger og lange bånd som stort sett følger båndgneisenes skifrihet. De båndformige, finkornige, granitter, som går mot nordøst fra *Hellegranitten*, beskrives i et eget avsnitt som: *De finkornige granitter i Bamble*.

Enkelte av disse granitter har i den nordlige del av Sone II direkte sammenheng med *Farsjøgranittens* sydligste bånd.

Den metasomatiske virksomhet i Sone I er stort sett begrenset til at de grovkornige granitter er gjennomvevet av et nettverk av kvartsganger, som for en vesentlig del bare kan sees i mikroskopet, men i *Sone II* har det ved granittene og de ledsagende gabbrobergarter foregått en meget rik og variert hydrotermal og pneumatolytisk virksomhet. I *Sone III* har det kun foregått en ganske ubetydelig metasomatisk virksomhet. (Det er ikke utført detaljkartlegging i disse sydligste bergarter. De blir derfor ikke beskrevet i denne publikasjon.)

SONE I

Sone I omfatter bergartene mellom Den store grunnfjellsbreksje og Sone II.

Grensen mellom Sone I og Sone II er ikke skarp, men med en del overgangstyper til hver side har jeg trukket en grenselinje fra Stokke gård (vest for Stokkevannet), over Høn, Engvann, Farsjø (sydenden av vannet), vest for Tyvann og videre mot sydvest til kartgrensen.

Jeg har ikke foretatt alle de omfattende studier, som må være forutsetningen for å levere en grundig beskrivelse av bergartene. Her gis derfor kun enkelte resultater fra de siste års kartkomplettering og prøvetakning. For øvrig henvises til mine tidligere publikasjoner.

Nærmest breksjen er et 1,5–2 km bredt granittbelte (øyegranitten) som har skarp grense mot båndgneisen sønnenfor, og flere steder kan man i granitten se innesluttede båndgneispartier. *Øyegranitten* har jeg tidligere beskrevet i N.G.U.'s publikasjoner og nevner (N.G.U. Nr. 146, s. 36) at øyegranitten ved Kongsberg er yngre enn Vinordiabasen, som må antas å være samtidig med Kongsberg–Bambleformasjonens gabbrobergarter.

Da det er stor overensstemmelse mellom øyegranittene ved Kongsberg og i Bamble, og da pegmatittganger er ukjent i begge, er det — etter min mening — full grunn til å anse dem for å være de yngste større eruptivansamlinger i Kongsberg–Bambleområdene.

Mellom øyegranitten og grensen mot Sone II, og tildels inne i denne sone, er det i båndgneisen injisert en granitt som jeg har betegnet som *Farsjøgranitt*.

Som det fremgår av oversiktskartet danner Farsjøgranitten i den midtre del av Sone I et sammenhengende granittbelte av 2–3 km bredde.

Langs granittbeltets nordside er det vanlig — både i granitten og i de amfibolittiske bånd — å finne monoklin og rombisk pyroksen, slik som jeg har nevnt det i min publikasjon (N.G.U. 130, s. 66). Tilsvarende beliggenhet av pyroksenførende bergarter er også nevnt på Eiker og Modum (N.G.U. Nr. 130, s. 48 og N.G.U. Nr. 143, s. 34).

Ved nordsiden av Farsjøgranitten, lengst mot øst ved Skogen gård er i de høye åser og fjellknauser nordøstover til Bjorvannsåsen et meget ulendt terreng med bergarter av gabbrofamilien, som delvis er omvandlet til amfibolitt.

I åsen ovenfor Skogen gård forekommer i gabbroen en del impregnasjon av nikkelløydig magnetkis. Det har vært drevet noen små skjærpe-

synker og røsker på skjærp som i publikasjoner er nevnt som eksempel på de i Bamble velkjente og beskrevne nikkelforekomster ved «noritt». Kartleggingen av gabbrobergartene ved Skogen er utført av W. Weren-skiold. Jeg kjenner bergartene kun fra korte befaringer og kan derfor ikke uttale meg om fordelingen av den friske og den omvandlede gabbro. Fra en kort besiktigelse ved nikkelskjærpene har jeg det inntrykk at gabbrofeltet viser stor overensstemmelse med de øvrige nikkelforekomster i Bamble og med den i det følgende beskrevne gabbroforekomst ved Langøy og Gumøy.

Gabbrofeltet ved Skogen gård og Bjorvannsåsen har direkte kontakt med båndgneisen i syd, men mot nord ligger det et belte med finkornig granitt mellom gabbrofeltet og båndgneisen. I de følgende avsnitt beskrives nærmere de finkornige granitters relasjon til gabbroforekomstene. Det henvises derfor til disse, og jeg nevner her kun at i Sone II nær grensen mot Sone I er det gabbroforekomster ved Gjerstad, Høn og Nystein, samt i den sydvestre del av Sone II ved Landsverk og Tveitereid. Ved alle disse gabbroforekomster nær grensen mot Sone II er det et felles trekk at de er omgitt av finkornig granitt og/eller pegmatitt. Dette er så gjennomført at jeg har betegnet gabbro og finkornig granitt som et erupsjonsspar. Enn videre kan det (således som det også er nevnt av Brøgger B I, s. 29) neppe betviles at det er en genetisk overensstemmelse mellom de finkornige granitter og de store granittmassiver i kystranden (Farsjøgranitt, Hellegranitt og Levanggranitt). Med betegnelsen «De finkornige granitter» omfatter Brøgger også sillimanittgranitten i Sone II.

Langs sydsiden og mot nordøst deles Farsjøgranitten opp i kryssende ganger og brede granittbånd, som mange steder ligger så nær hinannen at grensen mot syd kun blir en overgangssone.

Forholdet mellom bergartene av granitt- og gabbrofamilien kommer tydelig frem i Sone II, hvor også pegmatittgangene er kommet inn i kartbildet som de yngste gangbergarter, og fremhever den nære samhörighet mellom de granittiske bergarter og gabbrobergartene.

I de grovkornige granitter i Sone I, og i alle fall en del av Sone II, er feltspatmineralene revet fra hverandre og er omgitt av et tynt mørtelbelegg, således som det også er nevnt på side 42.

Man kan også se at det går striper med mørtel tvers gjennom store feltspatkrystaller. Etter at mørtelen har herdnet, er den atter brutt opp. Ved denne siste oppbrytning har det ikke foregått noen knusning. Det er kun brutt opp en uendelig mengde små riss som oftest har fulgt mør-

telen, men rissene kan også gå tvers gjennom feltspatkrystallene. Alle disse små riss er fylt av kvarts, således at det er dannet et nettverk av kvartsganger. Som oftest er de så smale at de kun kan sees i mikroskopet.

Større gjennomvevende kvartsganger kan også sees på glattskurte granittflater. Der er også kvartsganger som i form av linser eller bånd følger langs granittens nordøstrettede skifrihet.

Kvartslinser og -bånd av denne siste type forekommer hovedsakelig i Farsjøgranitten nær den sydlige grense, og blir beskrevet under Sone II. Enkelte steder kan kvartsgjennomvevningen gjøre seg så sterkt gjeldende at man i tynnslip kun ser en kvartsmasse, hvori der «flyter» feltspatfiller. Tynnslipet kan da ha samme utseende som de tynnslip fra overgangen mellom granitt og kvartsitt, som beskrives under avsnitt Sone II.

Kvartsbreksje som har tatt så meget plass at den ser ut som en kvartsitt, kan man mange steder se i Den store grunnfjellsbreksje og grenbreksjer. (Ved Oslo kan man f. eks. se en sådan kvartsittlignende grunnfjellsbreksje ved Mosseveien på fjellknausen syd for Sjursøytunnelen.)

Innover i granitten i Bamble, på sydsiden av breksjen, finner man overalt øyegneisstruktur som er fremkommet under mylonittiseringen omkring store feltspatkrystaller og etterfølgende kvartsgjennomvevning, og nær Den store grunnfjellsbreksje kan man se overgangssoner med mylonittiserede og kvartsgjennomvevede bånd, som er så brede at det ikke er lett å bestemme hvor meget av granitten som skal regnes med i breksjen.

I øyegrannitten nærmest breksjen har kvartsen i de små ganger mange steder ingen — eller kun antydning til — undulerende utslukning.

I øyegrannitten ved Kongsberg (Kongsberggranitten) kan det som sammenligning nevnes at det er sjelden å se at kvartsen i de gjennomvevende granittstriper har undulerende utslukning.

I Farsjøgranitten, hvor man mange steder ser at feltspatmineralene er omgitt av mørtel og kvartsganger, har mylonittiseringen ikke gått så langt at bergarten har fått den øyegrannittstruktur som er særpreget for granittene nær rivningsbreksjen. De kvartsgjennomvevede granitter er nærmere beskrevet (N.G.U. nr. 130, s. 67, og N.G.U. nr. 146, s. 36).

SONE II

Denne sone, som er 10–15 km bred, er inntegnet på oversiktskartet mellom Sone I i nord og Sone III i syd. Vedrørende den nordlige begrensning for Sone II henvises til beskrivelsen av sydgrense for Sone I. Grensen mot Sone III kan kun sees i søndre del av Skåtøy ved Burøgårdene. Denne grense er relativt skarp og fremtrer i terrenget som en overgang fra småkupert pegmatittlandskap i nord til et forholdsvis jevnt gneisterreng sydligst på Skåtøy, samt på Jomfruland og Stråholmen. Disse steder er store pegmatittganger en sjeldenhet.

Som det er nevnt under beskrivelsen av Sone I, er det vanlig å se rombisk og monoklin pyroksen langs Farsjøgranittens nordside, og finkornig granitt omgir delvis gabbrobergartene ved Skogen. Der er også kvartsgjennomvevning mellom granittens mineraler, men en gjennomført sonar orientering av bergarter og mineraler finner man ikke omkring denne granitt.

I Sone II er situasjonen anderledes. Det er også i denne sone store ansamlinger av grovkornig granitt (Hellegranitten og Levanggranitten), og finkornige granittbånd og -ganger går fra Hellegranitten nordøstover gjennom Bamble, men alle *disse* granitter er omgitt av metasomatisk pregede bergarter. Levanggranitten er kun omgitt av et mineralisert bånd som har overgang direkte mot granitten. Ved de øvrige granitter er metasomatosen mer gjennomført enn noen andre steder, men den har der ikke sin store utvikling *direkte* mot granitten, *men inngår som et ledd i en sonar utvikling av et bergartselskap omkring – eller ved – små ansamlinger av gabbrobergarter som omgir granitten.*

Beskrivelsen av Sone II er ordnet i 3 hovedavsnitt som har navn etter de 3 ledegranitttyper: *Hellegranitten, Levanggranitten og De finkornige granitter i Bamble.*

Hellegranitten og de omgivende bergartgrupper.

Hellegranitten er den sentrale granitt i den del av rektangelbladet Kragerø, som jeg har betegnet som Kragerøområdet. Den store granittansamling er en noenlunde ensartet grovkornig bergart, som mot syd og øst oppløses i et nettverk av granittganger og lange bånd nordøstover gjennom Bamble. Den må, likesom Farsjøgranitten, antas å ha funnet sin plass i den eldre båndgneis, men adskiller seg ved at den er omgitt av bergartgrupper av gabbrofamilien og deres metasomatose.

Beskrivelsen av disse omsluttende bergartgrupper er ordnet i avsnitt, som er avmerket med hver sin bokstav på oversiktskartet (Fig. 2).

A. Langøy—Gumøy, B. Valberg, C. Kragerø—Sjåen—Sørlandsveien og D. Sørlandsveien—Hull.

Bergartene ved Kilsfjorden er også beskrevet under hovedavsnitt Hellegranitten, men fremtidig kartlegging kommer muligens til å vise at det vil være mer naturlig å tilslutte dem til vestlige granitter.

A. Langøy—Gumøy.

Jeg begynner beskrivelsen av de bergarter som omgir Hellegranitten med Langøy—Gumøyfeltet og omliggende øyer og holmer, da nesten alle bergarttyper i Sone II forekommer der, og da det særlig er i dette felt at Brøgger har utført sine omfattende studier over Kragerø-distriktets bergarter.

Fra Langøy—Gumøyfeltet fortsetter beskrivelsen mot vest, nord og øst omkring Hellegranitten. Beskrivelsen av avsnitt Langøy—Gumøy er inndelt i følgende grupper:

1. De sentrale gabbrobergarter.
2. De omgivende albittitter, plagioklasitter og karbonatganger.
3. De omgivende finkornige granitter, kvartsrike bergarter og kvartsganger.
4. Pegmatitter.
5. Olivinhyperittganger.

1. De sentrale gabbrobergarter.

Under dette avsnitt beskrives de *sentrale* gabbrobergarter og den metasomatiske og pneumatolytiske omvandling, som har foregått i og nær ved disse.

Hovedmengden av de bergarter som på de ledsagende geologiske oversiktskarter er betegnet som gabbrobergarter, er hornblendegabbro, tildels med litt pyroksen, samt amfibolitt med plagioklas i skiftende mengde. Olivinhyperitt kjenner jeg kun fra de 4 steder som er beskrevet av Brøgger. (Se side 15.) To av disse steder er fra Gumøy, hvor de danner uregelmessige begrensede ansamlinger ved gabbroens vestre og østre grense, henholdsvis ved Eikenes og Melketangen.

På Langøy er også beskrevet 2 olivinhyperittforekomster ved henholdsvis Oksekastet og Bringebærkastene.

Brøgger oppgir enn videre at der skal være funnet olivinhyperitt på toppen av en ås vest for Oksekastet.

Det foreligger fra Brøgger meget utførlige beskrivelser av olivinhyperittene og deres metamorfose (side 13).

I den sentrale del av gabbrofeltet forekommer ilmenitt sammen med magnetitt, som gangstriper og som impregnasjon. Både på Langøy og Gumøy er flere av disse forekomster undersøkt med skjæringer og småsynker, og det er tatt analyseprøver. Det ligger på Langøy en lang rekke skjærp innenfor fjellkanten mot Langårsund, og nær det steile avhell mot sundet kan man flere steder se magnetitt-ilmenittimpregnasjon i hornblendegabbroen.

Ved forekomstene innenfor fjellkanten er det i 600 m lengde og 10–12 m bredde påvist en sammenhengende impregnasjonssone, hvori der forekommer enkelte smale gangstriper med nesten ren malm.

De rikeste ganglignende partier er opp til 5 m brede, oftest 2 m, og de pleier å være ganske korte (ikke mer enn 50 m lange).

Impregnasjonen er meget fattig, men i de rikeste småganger viser analyser ofte 30–35 % opp til 40,20 % Fe og 10–12 % opp til 30,16 % TiO_2 . Hornblenden i hornblendegabbroen og amfibolittene er grønn med sterk pleokroisme. I et tynnslip, som jeg har fra en gangstripe med nesten ren malm, har hornblenden kun antydning til grønnfarge og ingen pleokroisme, og i et annet tynnslip sees litt erts, meget grønn hornblende med sterk pleokroisme samt en del av den foran nevnte nesten fargeløse hornblende.

En slik overgang fra sterkt grønn til nesten fargeløs hornblende kan man også se annet steds.

I *utkanten* av hornblendegabbropartiene og deres overgang til amfibolitt ser man alltid at plagioklasen i begge bergarter er helt eller delvis omvandlet til skapolitt. Den pneumatoytiske metamorfose som har omvandlet olivinhyperitten til skapolitthornblendesten er nærmere beskrevet av Brøgger (side 16).

Fra Brøgger refereres følgende beskrivelse av skapolitthornblendesten: Hovedmineralene er skapolitt og en blågrønn hornblende, men skapolitt finnes i størst mengde. Magnetittmengden skifter fra spor til 20 % og mer, oftest noen få prosent. Som aksessoriske mineraler nevnes: biotitt (rødlig-brun eller grønn), diopsid (nesten fargeløs), små korn titanitt, mer vanlig forekommende er rutil (ofte ledsaget av titanitt) og apatitt.

Som sekundære mineraler er epidot og kalkspat ikke sjeldne, bare noen få steder er sett albitt, og da som bitte små korn.

Skapolitten er oftest fullstendig frisk, men har undertiden litt muskovittomvandling. Mange steder ser man rester av uomvandlet plagioklas.

Det er ingen, eller bare lokale, indikasjoner på skifrihet eller noe som viser at bergarten har vært utsatt for trykk. På nordsiden av det sentrale gabbro-amfibolittfelt på Langøy danner forskjellige bergarter en overgangssone, som har en bredde som anslås til litt over 1 km. Det er ikke utført nøyaktig kart over alle de skiftende bergarter, hvorav kan nevnes: Gabbropartier (hornblendehyperitt, hornblendegabbro, amfibolitt og muligens en liten olivinhyperittansamling), og omgivende skapolithornblendesten. Som det senere beskrives gjør også albittitter og karbonatganger med jernmalmforekomster seg sterkt gjeldende.

Skapolitt-hornblendeganger med titanitt, pyroksen, apatitt, rutil, ilmenitt og kalkspat har mange steder fulgt i tiden etter at olivinhyperittens metasomatose var avsluttet. Brøgger nevner disse ganger særlig fra Langårsund, både på Langøy- og Gumøysiden (side 18).

Som det fremgår av oversiktskartene må man regne med at gabbrofeltet på Langøy—Gumøy fortsetter sammenhengende mot øst til den lille halvøy ved Bakerovnen, og at den sorte hornblendegabbroen på Vågøy og øyene nordenfor hører til dette felt.

2. De omgivende albittitter, plagioklasitter og karbonatganger.

Da gabbrobergartenes injeksjonsperiode med etterfølgende metasomatose var avsluttet, fulgte en injeksjon av smelter hvorav det er utkrystallisert albittitt og plagioklasitt samt en rik veksel av overgangsbergarter.

På Langøy, Gumøy og de nærmest omgivende øyer er albitt som oftest hovedmineralet i pegmatittiske og finkornige ganger, i uregelmessig formede ansamlinger, enkelte linser og i lange breksjesoner.

Disse albittforekomster som omgir de sentrale gabbrobergarter, særlig på Langøy, er innbyrdes meget forskjelligartede både med hensyn til arten og mengden av de ledsagende mineraler.

Kvarts, karbonater, magnetitt, apatitt, turmalin, rutil, diopsid, aktinolitt, antofyllitt og gedritt er mineraler som i *noen* albittitter forekommer i så store mengder at de inngår i bergartens navn, for derved

å karakterisere den spesielle forekomst (f. eks. kvartsalbittitt, diopsidalbittitt, turmalinalbittitt).

I *andre* albittitter finnes det ved *en* forekomst særpregede mineral kanskje ikke, eller bare aksessorisk. (En oversikt over albittittforekomster i Kragerøområdet er gitt på side 20.)

På Langøy og Gumøy har alle de foran nevnte mineraler, unntagen turmalin og rutil, gitt spesialnavn, hver til sin albittittforekomst. (Turmalin og særlig rutil forekommer i store mengder i albittitt på Storkollen vest for Kragerø.)

Under det feilaktige navn «*Hvit granitt*» har Kjerulf og Dahll inntegnet på sitt geologiske kart en stor albittittlinse i et lite dalsøkk ved nordsiden av gabbroen på Langøy. Denne linse er ca. 1000 m lang og største bredde er 90–100 m. Den ligger mellom gabbro (amfibolitt) i syd og en liten gabbroforekomst på den lille åsrygg, Signalen, på nordsiden.

Foruten hovedmineralet albitt angir Brøgger som vanlig forekommende: 2–3 % biotitt (ofte omvandlet til kloritt eller muskovitt) og undertiden en – i tynnslip – lyseblå, nesten fargeløs hornblende.

Enn videre forekommer litt rutil ($\frac{1}{2}$ % opptil 2 % er nesten alltid til stede). Rutilen er for det meste ledsaget av titanitt i omtrent samme mengde. Det er opptil 1 % zirkon og litt apatitt og jernerts.

Fargen oppgis å være lys-rødlig og strukturen middelskornig.

Langs grensen er bergarten ofte snehvit og finkornig. Det nevnes at denne grensebergart ser ut som hvitt sukker.

Av en prøve fra linsens midtparti har Brøgger beregnet følgende mineralsammensetning: Albitt 61,85 (anortitt 0,75), muskovitt 3,43, hornblende 2,95, rutil 0,15, titanitt 0,27, zirkon 0,18, magnetitt 1,16, svovelkis 0,16, apatitt 0,012, karbonat 3,90, kvarts 25,82 %.

Bergarten kan her – som andre steder – hurtig forandre karakter. Ved sydgrensen er tallrike hornblendeflekker i den hvite bergart. Brøgger har beregnet at *denne* bergart har følgende sammensetning: albitt 45–50, kvarts 10, hornblende 35–40, biotitt (dypbrun) 1–2, jernets 4–5 % og litt zirkon og apatitt.

Hornblenden er dypgrønn med små rester av lysgrønn pyroksen.

Brøgger finner det sannsynlig at den eiendommelige grensefasies er blitt til ved assimilasjon fra sidestenen.

Den egentlige kvartsalbittitt har struktur som en vanlig eruptivbergart. Hovedmineralet (albitt) er som oftest krystallisert før

kvartsen, som for det meste er krystallisert tilslutt og fyller mellomrommene mellom de listeformige albittkrystaller.

Som genetisk samhörig med kvartsalbittitten syd for Signalen regner Brögger en liten ansamling *kvartsalbittitt* på Gumøy ved innløpet fra Langårsund til Kreppa. Brögger har der anslått mineralsammensetningen til: albitt 70–75, kvarts 15–20, jernerts ca. 5, en lys blåaktig-grønn hornblende 1,5–2, titanitt (undertiden med rutilkjerne) 1,5–2, zirkon og apatitt $\frac{1}{2}$ og kalkspat 1 %.

En liten forekomst av diopsid-albittitt ved *Bringebærkastene* på Langøy ved Langårsund regnes til samme type. Det gis følgende mineralberegning: albitt 69,32, plagioklas med litt ortoklas 5,81, diopsid (delvis med en tynn randsone blålig-grønn hornblende) 20,94, titanitt 1,82, magnetitt og svovelkis 0,66, apatitt 0,17 og karbonat 1,7 %. Kvarts kunne ikke sees i de tynnslipperøver som ble tatt.

Brögger har lagt merke til at amfibolittbergartene på Langøy er gjennomsatt av smale, undertiden litt skifrige albitt-aktinolittganger (eller ansamlinger). Tynnslipperøver ble tatt av en ca. 1 m bred gang ca. 300 m vest for Malmtangen. Denne bergart viste seg å være nesten ren albittitt.

Den hvite finkornige gang synes ved grensen mot sidestenen å gå over i en grønnaktig, grå, meget finkornig bergart med små albittlinser, blandet med aggregater av en lys, blåaktig-grønn hornblende med spor av farveløs eller lys grønn diopsid (tils. 30–35 %) og små epidotkorn (ca. 5 %). Enn videre magnetittkorn med spor av svovelkis (tils. ca. 6 %), ofte omgitt av titanitt (ca. 1 %). Apatitt forekommer i stor mengde som avrundede korn (minst 4–5 %) og spor av kalkspat.

Brønnsbolmen og *Risøy* er to smale øyer med øst-vestlig lengderetning som er avdelt fra Langøy av ganske smale sund. På kartet i målestokk 1 : 100 000 får man inntrykk av at øyene hører med til selve Langøy. Den opprinnelige bergart antas å være amfibolitt, som er litt pyroksenførende og har steilt fall mot syd. Fra den nordlige del av Risøy, på Risøytangen, har Olaf Andersen publisert et geologisk detaljkart, som viser de skiftende albittbergarter i den østlige del av øya. For øvrig har Brögger gitt en kort beskrivelse av de forskjellige albittbergarter, som har meget til felles med tilsvarende bergarter på Langøy (f. eks. karbonatbreksjegangen). I lengderetningen er amfibolitt på de små øyer — ifølge Brögger — gjennomskåret av hvite aplittiske albittittganger.

Bergartene består hovedsakelig av albitt med noen prosent mikroklin, kvarts (som er spredt mellom feltspatkornene), litt titanitt og rutil, små zirkonkrystaller, ubetydelig apatitt, magnetitt og kalkspat.

Den rene, hvite, albittitt har i randsonene mot amfibolitten en overgangssone, hvori det forekommer bånd med andre mineraler. Brøgger nevner at disse bånd muligens har fått sine femiske bestanddeler fra oppløst sidesten og gir korte beskrivelser av følgende typer:

Albittitt med kun noen få prosent kvarts, lysgrønn — farveløs hornblende med spor av pyroksen, titanitt i småkorn sees ofte, litt rutil og spor av apatitt.

En litt skifrig bergart med alternerende bånd med aktinolit (med litt diopsid) og albitt skiftende som fremherskende mineral.

Albittgangene gjennomskjæres av en ca. 60 m lang og 40 m bred pegmatittgang som følger Risøytangens høyderogg.

Da det er meget stor overensstemmelse mellom pegmatittgangen og den finkornige albittitt antar Brøgger at pegmatittgangen må anses å være genetisk samhörig med den eldre albittitten og altså være en differensiasjon fra den samme magma.

I den nordvestre del av Risøytangen har Brøgger tatt prøver av en lys, grå, kvartsittisk utseende bergart som danner små intrusiver i amfibolitten.

Bergarten har de samme mineraler som albittitten i den østlige del av Risøytangen, men i forskjellig mengde.

Brøgger beregner følgende mineralsammensetning: Albitt 34,49, muskovitt 1,44, aktinolit 0,96, turmalin (spor), rutil, magnetitt og svovelkis 0,86, apatitt 1,00, karbonat 0,22 og kvarts 61,00 %.

Ved nordvestre side av den brede bukt midt på Risøyas nordside er injisert i amfibolitten en snehvit karbonatbergart med hornblende som mørke flekker. Brøgger gir følgende mineralberegning av denne bergart: Albitt 30,36, hornblende 4,29, rutil, magnetitt og svovelkis 1,16, apatitt 0,53, karbonater 63,30 (CaCO_3 37,53 MgCO_3 24,11 FeCO_3 1,66), kvarts 0,10 %.

Karbonatene forekommer som småkorn av 1–2 mm størrelse, hornblenden er pleokroitisk med brune farver, og turmalin er meget sjelden (den er dyp brun, nøyaktig av samme type som i albittkvartsbergarten på Risøytangen).

Alle de foran beskrevne albittbergarter er injisert i spalter og åpne rom i amfibolitten, uten at man kan se at det, bortsett fra spaltdannelsen, har foregått noen voldsom oppbrytning av berg-

artene, men de samme albittitt-typer finner man annet steds som den sammenbindende bergart i oppknusningssoner — sannsynligvis eksplosjonsbreksjer — som viser at det må ha foregått dyptgående oppknusninger i tiden etter at olivinhyperittenes skapolittisering var avsluttet. Albitt og karbonater er hovedmineralene i de gangmasser som binder sammen de skarpkantede bruddstykker i de breksjer som har fått betegnelsen *karbonatganger*. Mengden av de ledsagende mineraler i disse breksjer varierer meget. Man kan noen steder se en nesten ren karbonatbergart med ubetydelig albitt og andre steder albittitt med bare spor av karbonat. De øvrige mineraler i breksjebergartene (karbonatgangene) varierer også meget. Noen steder finner man kun spor av magnetitt og andre steder — som f. eks. på Langøy — forekommer jernmalm i så store mengder at den er utvunnet ved grubedrift.

Disse magnetittførende breksjeganger er første gang omtalt av Kjerulf og Dahll i deres beskrivelse av jernertsenes forekomst ved Kragerø. Senere har J. H. L. Vogt levert en utførlig beskrivelse.

Brøgger henviser til Vogts publikasjoner og gir selv kun en kortfattet generell oversikt. Han beholder i sin publikasjon Kjerulf og Dahll's navn «karbonatgangene» på breksjegangene, men tar den reservasjon at man ikke av navnet må trekke den konklusjon at karbonatene (som særlig er kalkspat) alltid er hovedmineralet.

Karbonatgangene, som iflg. Vogt forekommer i «belter» som har et par hundre meters bredde og mer, danner bruddsoner gjennom de skapolittomvandlede gabbrobergarter. Brøgger omtaler den fra gammel tid velkjente karbonatgangsonen, som i stor bredde går noenlunde sammenhengende utenfor hele den sentrale gabbrobergart på Langøy og fortsetter både ved øst- og vestsiden over henholdsvis Kreppa og Langårsund til Gumøy.

Ved den smale, østre del av Langårsund og ved Kreppa, ser man karbonatbreksje på hver side av sundet, og jeg finner det sannsynlig at der går en bred karbonatgang i fjellgrunnen langs hele det sund som deler Langøy fra Gumøy, og at det er denne løse bergartsonen som har gitt betingelser for utformingen av den eiendommelige smale, dype, renne mellom øyene.

For at man skal få en forståelse av hvilken skiftende grunnmasse det er som binder sammen bruddstykkene i karbonatgangene, har Brøgger (B II 281) utarbeidet en tilnærmet oversikt over hvor mange prosent det er av de forskjellige mineraler på ofte nærliggende steder. Fra oversikten nevnes følgende steder hvor prøver er tatt i den ca.

500 m brede sone med karbonatganger, som i en ca. 5 km lang bue går gjennom Langøy, fra Bjørkehodet i vest til Garpevika i øst og videre på hver side et stykke sydover på Gumøy.

Ved *Bjørkehodet* ved sydvestre hjørne av Langøy er tatt 2 prøver som viste henholdsvis: albitt 12 og 25 %, kvarts 10 og 15, kalkspat (karbonater) 70–75 og 65, biotitt 0, spor av apatitt og 0, jernerts 1,5 og 0 %.

Nær *Øygaren* ca. 1 km nordøst for Bjørkehodet: albitt 30, kvarts 15, kalkspat 45–50, biotitt 4, rutil 0,5, titanitt 1,0, zirkon 0,2, apatitt 0,3, jernerts 2 %.

Ved *Vestre Langøy gård*: albitt 40–45, kvarts 5, karbonater 50–55, rutil 0,2 %, apatitt og jernerts spor.

Ved *Kjørebånn* ca. 600 m nord for vestre Langøy: albitt 40, kvarts 0, karbonater 25–30, biotitt 15–20, apatitt 0 og jernerts 15 %.

Nær ovennevnte prøver ved *Kjørebånn*: albitt 99 %, kvarts 0, karbonater spor, biotitt spor.

På *åsen* ca. 100 m øst for *Kjørebånn*: albitt 80, kvarts 3, karbonater 10, hornblende 4, rutil spor, apatitt 0 og jernerts 2–3 %.

Ved *Garpevika* nord for *Kreppa* ved østsiden av Langøy: albitt 80, kvarts 2, karbonater 10–12, rutil 0,5, titanitt og zirkon spor, apatitt 1–2, jernerts 0,5 %.

Sydskråningen av Revåsen på Gumøy (nord for *Jørsbuen*) ca. 300 m syd for *Kreppa*: albitt 40, kvarts 0, kalkspat 55, biotitt 2–3, rutil 1 og jernerts 1 %.

På *Gumøy* ca. 500 m øst for innløpet til Langårsund: albitt 95, karbonater 2, biotitt 1, rutil 0,5, titanitt 1,5, jernerts spor.

Også gangens struktur skifter og viser overganger fra aplittisk til pegmatittisk. *De yngste kvartsganger* som gjennomvever breksjegangene er oppfylt av druserom, og det er forøvrig intet tegn på at de brede albittganger og breksjer har vært utsatt for trykk i senere tidsperioder. Man må altså regne med at i tiden nærmest etter at de store spalter og eksplosjonsbreksjer var åpnet, har det sirkulert karbonat-albittopløsninger av forskjellig type, og det har ikke vært andre forandringer i trykkforholdene enn det som skal til for å forårsake en skiftende utkrystallisasjon av aplitter og pegmatitter.

En rekke steder på Langøy og østsiden av vestre Gumøyknuten er der, som foran nevnt, så meget *magnetitt i de kalkspatrike breksjeganger at den er brutt som jernmalm*.

Helt siden begynnelsen av det 17. århundre har det til forskjellige

tider foregått en betydelig grubedrift ved disse ganger, og det er produsert mer enn $\frac{1}{2}$ million tonn jernmalm.

Malmforekomsten og den grubedrift som har foregått, er utførlig beskrevet av J. H. L. Vogt og jeg refererer fra hans beskrivelse:

Jernmalm er brutt i et ca. 1100 m langt stykke av breksjegangen (karbonatgangen) østover fra Kjørebånn.

Magnetitt forekommer både som mineral i kalkspatrike karbonatbreksjeganger og som impregnasjon i breksjens bruddstykker. Bruddstykkene er løsrevet fra den omgivende skapolittisererte bergart som holder meget augitt som til dels er hornblendeomvandlet. Når denne bergart er så tett impregnert med magnetitt at den kan brukes som jernmalm, betegnes den som grønnmalm. Gjennomsnittet av en rekke analyser har vist at grønnmalmen har holdt 62,1 og kalkmalmen i breksjegangmassen 60 % magnetitt.

I de forskjellige deler av den ca. 1100 m lange malmførende breksjegang kan man bryte kalkmalm, grønnmalm eller en blanding av de 2 malmsorter. Analyser av kalkmalm og grønnmalm har vist henholdsvis 0,02 og 0,038 % P.

Svovel- og manganinnholdet er regnet henholdsvis under 0,02 og 0,1 %.

Ved *Østre-* (Sveivedokk) og *Midtre Gumøy* forekommer *dolomittganger* som ligger i amfibolitt og følger skifrihetsretningen. Gangene har 1–2 m bredde og en gang (som tildels er meget smal) er fulgt ca. 200 m.

Det nevnes også en liten dolomittgang ved Kjærna på Vestre Gumøy og på Risøy nord for Langøy.

I tiden etter gabbrobergartenes skapolittisering og etter at hornblende-skapolitt-apatittgangene er kommet på plass, har det flere steder foregått en albittisering av skapolitt og plagioklas hvorved hornblendeskapolittgangene har gått over til å være hornblende-apatittganger med albitt som pseudomorfose etter skapolitt. Som man også kan se det ved de andre gabbroforekomster rundt Hellegranitten er i denne albittiseringstid hornblendehyperittens plagioklas mange steder omvandlet således at bergarten er gått over til å være en hornblendealbittbergart som Brøgger har betegnet som Rosettgabbro.

Foruten den utkrystallisasjon av albitt som har foregått i – eller i nær tilslutning til – gabbrobergarten beskriver Brøgger også 3 *albitt-plagioklassoner* som danner overganger mellom albittitter og gabbrobergartene (side 22).

Disse bergartsoner er delvis inntegnet på oversiktskartene merket a-a, b-b, c-c.

Kartografisk sett er det naturlig å beskrive de 3 soner som de ytterste ledd av Langøy—Gumøy gabbroens bergartserier.

Dette faller i alle fall meget naturlig for gruppene a-a og b-b, men som det fremgår av beskrivelsene er gruppe c-c også karakteristisk for alle grupper av gabbrobergarter, og man kan ikke alltid oppgi hvilken gruppe som de riktigst bør regnes under.

Jeg har personlig ikke tilstrekkelig petrografiske og kartografiske iakttagelser å støtte meg til for å kunne levere en tilfredsstillende beskrivelse og må kun henviser til Brøggers publikasjoner.

3. De omgivende finkornige granitter, kvartsrike skifere og kvartsganger.

Jeg støtter meg her — som i beskrivelsen forøvrig — til de publikasjoner som foreligger fra Brøgger, men det må bemerkes at, likesom vedrørende gabbrobergartene, har Brøgger i stor utstrekning holdt seg til de gamle geologiske karter, som ikke har den detaljutforming som karter må ha, hvis de skal gi et korrekt bilde. Kartene er tegnet under den forutsetning at de skifrige bergarter er omvandlede sedimenter, og jeg har inntrykk av at dette har innvirket på kartleggingen, således at hvis man har funnet skiferlag av samme type ved vannkanten på begge sider av en øy, halvøy, eller en høy fjellknaus, så har man inntegnet skiferlagene fra den ene side til den andre. Hvis det da, som ofte er tilfelle, er en gabbrobergart i fjellknausen mellom de to sider, blir kartet selvfølgelig meget misvisende.

En særlig kvartsrik bergart er fra gammel tid blitt betegnet som «kvartsitt» uten hensyn til mengden og arten av innblandet: feltspat, glimmer og sillimanitt m. m. Det kan også — som jeg har nevnt side 12 — inngå i kvartsitten amfibolitt- og glimmerbånd og overgang fra kvartsrik bergart til granitt, og denne kan endog være hovedbergarten.

Man må derfor regne med at «kvartsitt»-betegnelsen tildels er benyttet som et samlenavn for flere bergarter på lignende måte som båndgneis i Sone I.

Som det i det følgende skal nevnes eksempler på, har Brøgger også latt *kartenes* «kvartsitt»-navn bli stående, selv der hvor han i beskrivelsen påviser andre bånd og overgangsbergarter, men han omtaler riktig-

nok de kvartsrike skiferbergarter som «very peculiar quartzites» (B I 3) og uttaler (B I 29) at det synes å være klart at «kulegranitten» må ha en genetisk relasjon også til «kvartsitten». I sitt resumé, etter å ha beskrevet sillimanittgranittens og kvartsittens strukturer, er Brøgger kommet til den overbevisning at hvis alt skal forklares, er det uunn-gåelig å regne med at kvartsitten har foreligget som en «kvartsitt-magma». Han anser det enn videre å være påvist at det er en genetisk samhörighet mellom de finkornige granitter i skjærgården og de store granittområder inne i landet.

Man finner ved de grovkornige granitter i Sone II mange steder en lignende kvartsgjennomvevning som i de grovkornige granitter i Sone I. Dertil kommer ofte kvartsrike ganger og bånd av flere meters bredde, og korte kvartsstriper og -slirer er spredt i den grovkornige granitt.

I nærheten av de finkornige granitter i Sone II er det mange steder ikke mulig å angi en bestemt grense mellom kvartsrik skifer og granitt, da de har de samme mineraler og i meget skiftende mengdeforhold.

I den kvartsrike bergart og i den finkornige granitt, særlig ved overgangen fra den ene til den andre, finner man nesten alltid sillimanitt, som mange steder forekommer i stor mengde, og i de fleste tynnslip vil man også finne små turmalinkrystaller.

Sillimanitten forekommer — både i granitt og kvartsbergarter — som små linser eller kuler og er forøvrig spredt som nåler og kostformige ansamlinger rundt om i bergarten. Brøgger har gitt meget inngående beskrivelse av sillimanittens forekomst i granitten og i den kvartsrike bergart på Bærøy. Han benytter navnene kulegranitt og -kvartsitt (nodular granite og nodular quartzite).

Da sillimanitten ikke alltid er samlet i linser og kuler, men også kan finnes spredt som nåler og koster, benytter jeg i denne oversiktsbeskrivelse kun navnene sillimanittgranitt og sillimanittkvartsitt. Mikroklinfiller ser man i de fleste tynnslip av prøver fra kvartsbergarten (kvartsitten), og de kan øke i mengde således at granitt tilslutt blir det riktige navn.

På oversiktskartene er inntegnet lange «drag» med kvartssillimanittbergarter. Der er skiftende mengder feltspat og glimmer i selve kvartsbergarten, og dertil ser man ofte en innblanding av amfibolittbånd og pegmatittganger og -slirer.

I et eget avsnitt nevner jeg fra dagbokbeskrivelser, og enkelte publiserte iakttagelser, eksempler på kvartsbergartenes overgangstyper,

men først gir jeg en oversikt over de 1–2 km brede «drag» med kvartsrike bergarter østover fra Bærøy henholdsvis nord og syd for Langøy—Gumøy.

Det nordlige drag går fra Bærøy *nord for Langøy* over Soppekilen til Vågøy i munningen av Fossingfjorden.

Syd for Gumøy går et lignende drag fra Bærøy over sydligste del av Gumøy og holmene utenfor. Videre over Fluor og vestspissen av Vågøy og det har antagelig sammenheng med kvartsbergartene på øyene henimot innløpet til Trosbyfjorden. Lagenes skifrihet bøyer rundt gabbroklumpene på Langøy, Gumøy og øyene mot øst, og faller alle steder inn under disse gabbrobergarter.

Etter at de kvartsrike skiferne med deres overganger til granitt, pegmatittslirer o. l. var blitt fast fjell, er de rammet av en oppsprek-ning, hvorved der er åpnet små gangspalter og en vrimmel av småriss. Disse spalter og riss er gjennomtrukket av oppløsninger, og der er i spaltene og i de minste riss utfelt kvarts, som danner *kvartsganger* av forskjellig størrelse.

Vedrørende beskrivelsen av kvartsgangene og de omgivende noe skifrige kvartsbergarter henvises også til Olaf Andersens publikasjoner (se s. 26), og jeg gir her endel opplysninger jeg har fra mine egne befaringer. (Se også de etterfølgende dagbokbeskrivelser.)

Ved en rekke forekomster, både ved Hvideberg og i Kragerøområdet er det tatt prøver som viser at kvartsgangene fører meget ren kvarts, og de kan enkelte steder være samlet i gangdrag som holder over 99 % SiO_2 og under 0,5 % Al_2O_3 .

I den omgivende kvartsrike bergart inngår, som foran nevnt, meget sillimanitt, glimmer, feltspat og ofte turmalin. Denne bergart kan holde ca. 95 % SiO_2 , men det er betydelige variasjoner til hver side.

Langs gabbroklumper i Bambleformasjonen forøvrig er det vanlig å se at det kan være dannet store spalter som er fylt av ren kvarts, som undertiden har overganger til pegmatitt.

Der hvor de kvartsrike bergarter har stor og relativt ensartet utbredelse som fra nordre Bærøy over Børtøy og innover mot Soppekilen har oppsprekningen kunnet foregå i lange gangdrag, således som man kan se det på Bærøy fra Gulodden til Leirdalen og i to parallelle gangdrag fra Skjensund og Blandtjern til Børtøy og videre innover i Soppekilen. Dessuten er det et lite gangdrag vest for Bakken i Soppekilen. Gangdragene består av eiendommelige kvartsansamlinger i gangdragslinser, som pleier å være 300–400 m lange og 30–40 m brede (Fig. 4).

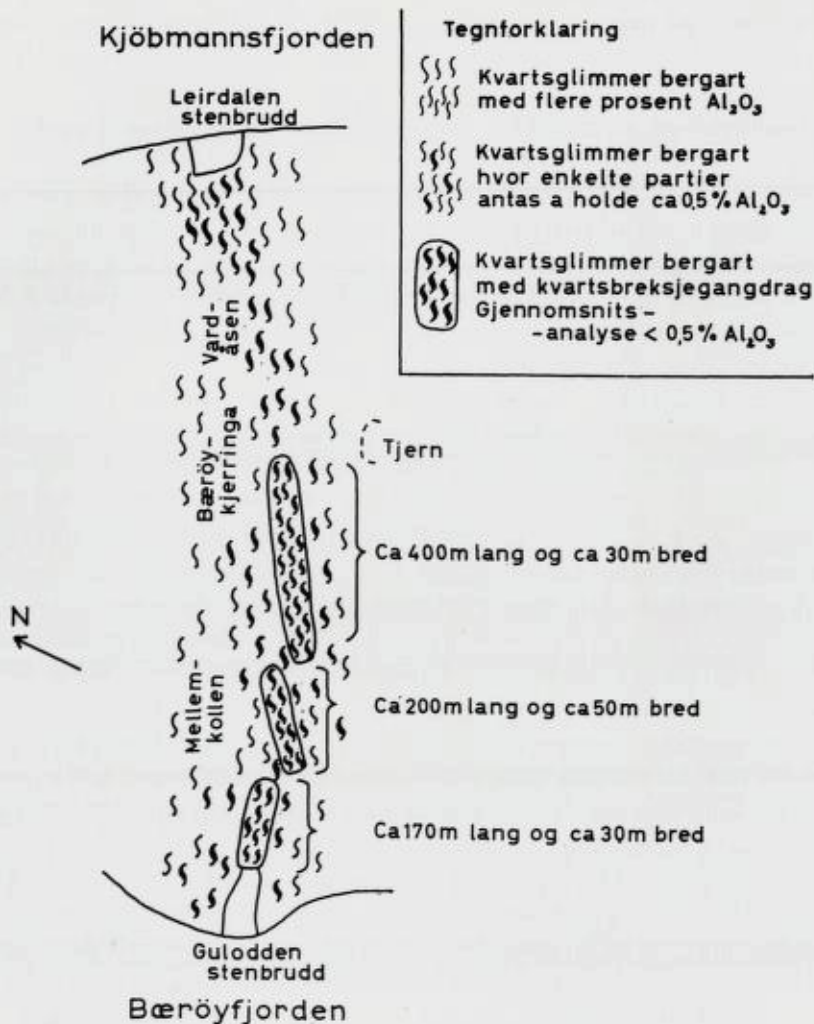


Fig. 4. Kvarts-breksjegang på Bærøy, mellom Gulodden og Leirdalen.

Disse lange gangdrag har på grunn av sin kvartsrikdom motstått forvitringen bedre enn de omgivende skifrige bergarter, og rager opp som åsrygger, hvori der er drevet store stenbrudd, som har levert den velkjente og usedvanlig rene Kragerøkvarts.

Etter at kvartsganggjennomvevningen var avsluttet, er forekomstene gjennomskåret av noen få langsgående slepper, som har endel glimmer-

fyllinger og glimmerbelegg på sideveggene. Det forekommer også at der går smale pegmatittganger i gangdragets retning.

Ved å legge stenbruddene riktig i relasjon til slepper og ganger, og ved å foreta noen skeiding i stenbruddet, har man som foran nevnt kunnet levere kvarts med over 99 % SiO_2 og under 0,5 % Al_2O_3 .

Feltspaten i de smale pegmatittganger smuldrer lettere enn den øvrige bergart. Meget feltspat og glimmerbelegg på sleppene kan derfor, hvis det ønskes, spyles bort. Det er derfor kun et økonomisk spørsmål å levere renere kvarts.

Ved å senke kravene til kvartskvaliteten kan bruddene drives i meget større bredde enn de nå har.

Fosforinnholdet i den kvarts som leveres er 0,002—0,003 % P.

Ved Leirdalen kvartsbrudd på østre Bærøy har det forekommet at fosforinnholdet har vært høyere, og driften er derfor innstillet ved dette stenbrudd.

Ved Kjørebånn på vestsiden av Langøy anslår Brøgger (side 21) at en hornblendeapatittgang holder 3—4 % apatitt. Det er vel derfor mulig at en liten apatittrik gangstripe også kan ha kommet til Leirdalen fra gabbroene ved vestsiden av Gumøy 1,5 km øst eller fra Bærøy-gabbroen ca. ½ km syd.

Dagbokbeskrivelser og enkelte publiserte iakttagelser.

Fra bukten ved Muffetangen i Bærøys sydøstlige del har jeg gått et profil i vest-nordvestlig retning mot Bærøy gård. Ved sjøen og forbi husene til øvre kant av jordene er bergarten sillimanittførende kvartsrik glimmerskifer som er gjennomvevet av kvartsganger. Videre oppover høyderyggen mellom Muffetangen og Bærøy gård kommer man inn i amfibolitt. Ved amfibolittens søndre grense kan man se brede, rene, kvartsganger. Ved amfibolittens nordside, oppe på åsryggen begynner sillimantittgranitt som vedvarer nedover skråningen til den lille dalsenkning østover mot Bærøy gård.

Langs Bærøys østside ved sundet nordøstover mot Leirdalen er bergarten kvartsglimmerskifer ved sjøkanten, men oppover i høydedraget mot vest går den over i finkornig granitt skiftende med amfibolitt. Alle disse bergarter er gjennomskåret av brede pegmatittganger med kali-natronfeltspat.

I buktene øst for Leirdalen stenbrudd — nord for den finkornige granitt — viser tynnslip en kvartsrik bergart, med kvarts som tildels er

undulerende og tildels ikke. Kvartsmassen er oppfylt av mikroklin og serisittisert plagioklas. Ofte sees muskovittblader og en mengde små turmalinkrystaller. Enkelte mikroklinkorn er små og avrundede. Mange steder kan man i tynnslip se uregelmessig begrensede mineralansamlinger, bestående av mikroklin og serisittisert plagioklas. Et bilde av mineralenes fordeling får man — her som mange andre steder — hvis man tenker seg at en turmalinførende kvartsoppløsning, som er presset frem i en granittisk bergart, har brutt løs feltspat og mineralaggregater og har korrodert grensene således at mineralkornene er blitt avrundede eller har fått de mest uregelmessige former. Når det blir mange av disse mineralkorn, kan man i et tynnslip følge de smale kvartsårer som gjennom en labyrint. Andre steder ligger mineralaggregater alene i kvartsmassen.

I profil fra den nordligste Bærøygård (ca. 200 m syd for kvartsbreksjegangen) kan man gå fra de vestlige jorder ca. 600 m mot øst gjennom kvartsglimmerbergart. Derpå gjennom et ca. 200 m bredt amfibolittbånd og atter ca. 200 m gjennom et kvartsrikt belte, hvor det er meget feltspat, glimmer og gjennomvevning av små pegmatittganger.

Fra den nordligste Bærøygård, langs gangstien i retning mot Rønningen øst for Nessund, er bergarten først skiftende glimmerskifer og granitt. I selve høyderyggen nord for Rønningen kan man se amfibolitt med opp til 20 m brede kali-natron pegmatittganger langs nordsiden.

I sin dagbok 1/9 1943 har Jeanette Dahll beskrevet et profil fra isdammene ved Leirdalen og sydover til Fiskerodden (vest for Muffetangen) og nevner bergartene som: amfibolitt, glimmerskifer, presset granitt, pegmatitt og kvartsitt (som går over til sillimanittgranitt), og hun har notert at for henne virket det som at granitten inntar et meget større område enn tidligere antatt.

Fra stenbruddet på Gulodden sydover langs strandkanten mot Nessund ser man først et par hundre meter med kvartsganggjennomvevet kvartsrik glimmerskifer, derpå omvandlet amfibolitt ved veien som går opp til Bærøygård. Videre sydover skifter det med glimmerskifer, sillimanittførende kvartsglimmerskifer og amfibolitt. Gjennomvevde kvartsganger har opp til 20 m bredde.

Fra stenbruddet ved Gulodden nordover til Bærøytangen er bergarten kvartsrik med skiftende mengder glimmer, sillimanitt og bånd med amfibolitt og sillimanittgranitt, samt gjennomvevde kvartsganger.

Et par tynnslip av den kvartsrike bergart viser at den består av undulerende kvarts med muskovitt- og biotittblader samt de vanlige mineralhorn: mikroklinfiller (alene eller som aggregater) sammen med muskovitt.

Der sees en mengde sillimanittnåler, men lite eller ingen turmalin. Utover Bærøytangen øker mengden av gjennomvevede kvartsganger og nordligst på tangen er kvartsgangene så brede og rene at det har vært gjort forsøk med kvartsbrudd.

De her gjennomgatte profiler fra Bærøy viser, at i den sydlige halvdel av øya er hovedbergarten amfibolitt og granitt med overgang til sillimanittgranitt.

Alle disse bergarter går som nordøstrettede bånd over mot Kjøbmannsfjorden. Båndene har skiftende bredde og temmelig steilt fall mot sydøst. Mellom båndene forekommer en kvartsbergart med meget glimmer, sillimanitt og skiftende mengder mikroklinkorn med korroderte sideflater. Turmalin sees enkelte steder som små krystaller.

Kvartsganger gjennomvever alle de kvartsrike bergarter. Kvartsgangene er som oftest ganske smale, men enkelte steder er de samlet i lange gangdrag, hvori gangene kan være mange meter brede, som f. eks. mellom Gulodden og Leirdalen og tvers over Bærøytangen (s. 56). Pegmatittganger med kali-natronfeltspat forekommer over hele øya, men i størst mengde ved gabbrobergartene i øyas sydlige del. Disse ganger omtales nærmere i det etterfølgende avsnitt.

De her nevnte profiler viser at en *ensartet* kvartsrik bergart finnes ikke på Bærøy, men man må regne med at den nordvestre halvdel av øya sydover til en linje Nordre Bærøy gård — Leirdalen hovedsakelig består av kvartsrike bergarter, og syd for denne linje finner man hovedsakelig gabbrobergarter og sillimanittførende granitt.

Saltskjærholmen ved østsiden av Bærøy har på kartene fått kvartsittbetegnelse, men dette er misvisende, da bergarten i fjellknausen i holmens sydlige halvdel er en sort tung gabbrobergart (amfibolittisk). Gabbrobergarten er nær strandkanten i øst og vest omgitt av kvartsrik bergart, som samler seg i holmens nordre flate del.

Syd for Gumøy omtaler Brøgger følgende 3 lange rekker med sillimanittgranitt som ofte forekommer sammen med kvartsglimmerbergarter, amfibolitt og lange pegmatittganger (B I 28):

1. *Nærmest gabbrobergartene på Gumøy* på strekningen fra Sauøy og Saltskjærholmen i vest over den sydvestlige del av Gumøy og langs

dennes strandkant og holmene i bunnen av den store bukt på Gumøys sydside nordøstover til Store Fluver øst for Langårsund. Alle disse bergarter faller inn under gabbroen og strøkretningen skifter fra øst nordøstlig til nord nordøstlig.

2. *Langs nordsiden av Skåtøy* fra Maurbråten til Espevik og videre mot nordøst over Rytterholmene og muligens til Ropen, Børresholmen og Mosholmen.
3. *Lenger syd (men nord for kirken)* nevnes en sone fra Saltbutangen, Sandvika, Vinterkjærr, syd for Buvik, og muligens fortsettende over Oterøy, Arøy og hele øyrekken nordøstover til Flesa. Der nevnes også ombøyede soner på Skåtøys sydvestligste halvøy Hesttangen.

Ved alle disse soner er det ifølge Brøgger vanlig — både ved granitene og kvartsbergartene — å se linseformige sillimanittansamlinger. Fra *Brøggers detaljbeskrivelse* nevnes: På *Mosholmen* (kart Fig. 1) tvers over strøkretningen er bergarten omtrent: 1 m skifrig amfibolitt, derpå alternerende bånd med skifer, granitt og kvartsitt, hvori det er injisert brede pegmatittganger. I pegmatitten er innesluttet store linseformige amfibolittbruddstykker. I holmens nord nordvestlige del nevnes kvartsitt med nordlig fall. Det forekommer tynne bånd sillimanittgranitt, og der sees usedvanlig store mengder sillimanittlinser med 20—30 mm diameter.

På *Skåtøy* er skifrig granittisk bergart dominerende. Der forekommer også soner med amfibolittiske skifere og mørke glimmerskifere med granat. Disse skifere alternerer med rød granitt.

Fra mine egne befaringer kan jeg også tilføye at det er meget kvartsgjennomvevning i kvarts-glimmerbergartene langs Gumøys vest- og sydside.

På øyene og holmene sydøst for Gumøy ser man amfibolittbånd som veksler med sillimanitt- og glimmerrike kvartsbergarter som har overganger til granitt.

Ved Otterøys vestside kan man også se kvarts-glimmerbergarter og granitt og overganger mellom disse som begynner med at det i granitten kommer inn små kvartslinser og -striper. Brøgger nevner også disse overgangstyper ved holmene: *Ropen*, *Børresholmen* og *Mosholmen*. I min dagbok har jeg beskrevet bergartene på forannevnte holmer som en granittisk bergart, som veksler med pegmatitt og kvartsårer. I et tynn-

slip av den kvartsrike bergart har jeg anslått: 50–60 % kvarts og for øvrig mikroklin som filler og korroderte krystaller.

På kartet B II s. 253 og på Brøggers arbeidskart er ovennevnte holmer betegnet med gul farve som kvartsitt, men som det fremgår av det foranstående stemmer dette hverken med Brøggers eller mine *beskrivelser*.

4. Pegmatittganger.

Etter at den store kvartsganggjennomvevning var avsluttet, har der inntruffet en ny oppsprekning som særlig har rammet gabbroens randsoner. Det er i disse soner åpnet spalter, hvori det er utkrystalliseret *pegmatittganger*, som mange steder har veldige dimensjoner. Jeg har ikke utført meget personlig arbeid ved disse ganger og holder meg derfor hovedsakelig til det som er publisert av Olaf Andersen og Brøgger.

Pegmatittgangene på kart Fig. 2 er inntegnet delvis etter Olaf Andersens beskrivelse (Feltspat II 1931, s. 45) og delvis etter Brøggers arbeidskart.

Her omtales særlig de *granittiske* pegmatittganger. Som det er nevnt (side 22 og 74) finnes det også albitt- og plagioklaspegmatitter som er utkrystallisert i spalter i albittenes periode, nærmest etter gabbrobergartenes krystallasjon og omvandling.

Enkelte granitt-pegmatittganger forekommer inne i gabbrobergartene som f. eks. 2 relativt små pegmatittganger ved Malmtangen og Svaneflekken i Langårsund, men den store mengde pegmatittganger omgir gabbrobergartene i gangsvermer således som det er beskrevet av Olaf Andersen i hans 2 publikasjoner: Feltspat I og II.

I Feltspat I er gitt en skisse av gangene langs den nordlige del av Skåtøy. De beskrives som lange ganger som noenlunde følger bergartenes strøkretning og står omtrent steilt. Andre ganger er meget uregelmessige og skjærer strøkretningen. Ifølge Olaf Andersen er det de pegmatittganger som fører meget skriftgranitt som best har motstått forvitringen, og er bergarten i de høyt oppragende åsrygger og fjellknauser.

Noen av disse ganger kan følges flere kilometer, med noen få avbrytelser der hvor de er overdekket. Gangene kan bli opptil 60 m brede, men er som oftest smalere.

Pegmatittene på Skåtøy har ingen regelmessig bygning og mineralene er blandet om hverandre tilsynelatende uten orden. Skrift-

granitt er som nevnt meget alminnelig. Det forekommer både mikro-pertitt og oligoklas dels om hverandre i samme gang, og dels hver for seg i særegne ganger eller i større partier hvori litt feltspat har kunnet utvinnes.

Av bimineraler er biotitt det viktigste, dessuten finnes det ofte muskovitt i små flak samt litt turmalin. Fra en pegmatittgang på Risøytangen — nord for Langøy — har det vært en betydelig feltspatproduksjon. Olaf Andersen gir følgende beskrivelse av pegmatittgangen: «Over øyene nord for Langø går der pegmatitt omtrent langs strøket (O N O) av de stripete bergarter. Den danner uregelmessige linser som står omtrent loddrett og sender undertiden utløpere i forskjellige retninger inn i sidebergartene. I de ytre trer den flere steder fram som høye koller.»

Pegmatittganger — og linser av den type som her er beskrevet, kan man se i et belte som danner en ytre sone omkring de skogbevoksede gabbro- og amfibolittåser på Langøy og Gumøy. De oppragende pegmatittganger med sine hvite åsrygger og fjellknauser mellom sorte amfibolittbånd setter et eget preg på hele den vrimmel av øyer og holmer som omgir Langøy og Gumøy.

På kart Fig. 2 kan man følge pegmatittgangsvermene fra det sydøstlige Bærøy over Kjærringholmen, Eidet og videre til de 60—70 m høye åsrygger og fjellknauser på holmene som omgir Bjelviksundet. Øst for Fossingfjorden bøyer gangene av mot øst og kan sees i Furuholmene, Hellesøy, Vågøy og holmene videre østover mot havet.

Går man tilbake til sydøstsiden av Bærøy kan man følge pegmatittgangene langs hele den nordlige halvdel av Skåtøy østover til den lange fjellrygg ved Veggerød, Midtre- og Østre Gumøy gård, videre til Fluier, hvor det har vært en betydelig feltspatdrift, og østover til holmene utenfor Trosbyfjorden.

I den brede sone med overgangsbergarter, som danner fjellgrunnen på sydsiden av gabbrobergartene, går der også en sydligere pegmatittsverm gjennom den sydvestlige og midtre del av Skåtøy. Østover øyene Jesper — Sukkertoppen går også en sverm av pegmatitter, men disse ganger fører mindre skriftgranitt enn gangene i den nordlige gren, og er derfor mer nedslitt av forvitningene. De ytre pegmatittganger danner også en betydelig del av fjellgrunnen på *Hesttangen*, hvor de har både nord-sydlig og øst-vestlig retning.

Fra Hesttangen bøyer gangene nord østover til innerst i bukten ved

Burøygården. De ligger der i en rekke med lange åsrygger, som videre mot nordøst samler seg henimot pegmatittrekken ved Jesper.

Denne siste sverm av pegmatittganger danner sydgrensen for den hydrotermale sone. Med nesten skarp grense kan man ved Burø se overgangen til den ytre sonens gneisbergarter og samtidig kommer man fra pegmatittgangenes små åsrygger over i det jevne landskap som er utformet i de mer ensartede gneisbergarter, som jeg har henregnet til Sone III.

5. *Olivinhyperittganger.*

I tiden etter granittpegmatittgangenes krystallisasjon har det — i alle fall i området omkring Langøy og Gumøy — åpnet seg nesten rettlinjede, steiltstående, spalter med omtrent nord-sydlig og øst-vestlig retning som hovedretninger. Spaltene er fylt av smelter, hvorav det er utkrystallisert olivinhyperittporfyritt.

Jeg har ikke nådd så langt frem med mitt arbeide i Kragerøområdet at jeg har kunnet ta disse ganger med i min geologiske oversikt og henviser derfor kun til Brøggers beskrivelse (side 24).

B. *Valberg.*

Det kunne vært naturlig å regne Valbergfeltet sammen med det etterfølgende avsnitt «Kragerø—Sørlandsveien», men jeg har valgt å nevne det i et eget avsnitt, da det ligger i en halvøy for seg selv, og har en særlig interesse på grunn av at det gjennom D. Forbes' beskrivelse og profil av 1857 er det første gabbrofelt i vårt land, som er kommet inn i diskusjonen om gabbrobergartenes metamorfose.

Da de metasomatiske prosesser har gjort seg relativt lite gjeldende på Valberghalvøya, har jeg kun regnet med 3 bergartgrupper:

1. Gabbrobergarter.
2. Omgivende plagioklaspegmatitt.
3. Kvartrike skifere med gjennomvevede kvartsganger.

1. *Gabbrobergarter.*

Brøgger har beskrevet olivinhyperitten på Delingsåsen ved det steile avhell mot syd. I beskrivelsene henviser han til 2 omtrent øst-vestrettede profiler som er lagt innenfor åsens sydlige avhell, hvor der

nå er drevet inn et stort stenbrudd for produksjon av sten til makadam (side 15).

Det ene profil er tegnet av D. Forbes 1857, og det annet av Brøgger 1927. Basert på kjemiske analyser og studier av tynnslip påviser Brøgger — under henvisning til profilene — hvorledes det har foregått en skrittvis overgang fra olivinhyperitt gjennom hornblendehyperitt og amfibolitt til en bergart som under geologisk kartlegging ikke kan adskilles fra båndgneisens amfibolitt. Kjemisk sett er det stor overensstemmelse mellom amfibolittene og hyperittene, men ved petrografiske studier viser det seg at det i mange tilfelle er forskjell på de bergartdannende mineraler.

Ifølge Brøggers beskrivelse har amfibolitt fra avfallshaugen ovenfor Valberg gård følgende mineralsammensetning: som hovedmineral listeformig plagioklas (hovedsaklig andesin og i mindre mengde mer basisk plagioklas), hornblende med sterk pleokroisme (grønn — gul), hypersten og monoklin pyroksen. Der sees også spredt forekommende små dyprøde biotittblad i hornblendeaggregater. Jernerts sammen med små avrundede apatittkorn danner også små inneslutninger i hornblenden.

Fra stenbruddet og den østlige del av Delingsåsen har Brøgger samlet stoffprøver, som viser at feltspaten tildels er omvandlet til skapolitt og ren skapolitthornblendesten (Ødegårditt) og Brøgger fremholdt vedrørende Valbergfeltet — likesom for mange andre gabbroforekomster som har vært undersøkt — at det foruten metamorfosen fra olivinhyperitt til hornblendehyperitt og amfibolitt, har forekommet en pneumatolytisk omvandling gjennom skapolitthornblendehyperitt til ren skapolitthornblendesten.

De foran nevnte profiler, som av Forbes og Brøgger er tegnet gjennom Delingsåsens sydlige steile avhell, gir begge sikre eksempler på at der har foregått en metasomatose omkring olivinhyperitten, men profilene har også vært regnet som bevis for at det ved en regional metamorfose har foregått en omvandling av olivinhyperitt fra randen og innover mot en sentral kjerne som ennå er i behold. Begge profiler er tegnet under den bestemte forutsetning at olivinhyperittmagma er trengt frem i sedimentære lag som da besto av kvartsitt og glimmerskifer med en mengde amfibolittlag.

Fra strandkanten opp til toppen av Delingsåsen oppgir *Forbes* følgende bergarter: Ved bunnen mektige kvartsittserier (med mange tynne sorte amfibolittbånd). Kvartsitten har på sleppeflater belegg

av muskovitt og bergarten går i den øvre del over til glimmerskifer. Over glimmerskiferne er et bredt amfibolittbånd, som i de nederste deler har et lag som er rikt på kordieritt og dens derivater (aspasiolitt) og i øverste topp oppgir han syenitt (olivinhyperitt).

Brøgger gir følgende beskrivelse av sitt profil fra omtrent samme sted (ovenfra og nedover): øverst olivinhyperitt som er fullstendig frisk, men den viser svake spor av begynnende omvandling (diallag er delvis erstattet av brun hornblende etc.).

I den øverste - sydligste - del er olivinhyperitten overdekket av et $\frac{1}{2}$ —1 m tykt lag av en amfibolittlignende bergart, som kiler ut i olivinhyperitten og har overganger fra olivinhyperitt til finkornig amfibolitt med diallag. En lignende serie overgangstyper samt skapolittisert bergart nevnes også på undersiden av olivinhyperitten nedover mot Valberg gård, hvor amfibolittlagene ligger på glimmerskifer og kvartsitt.

De to profiler som har vært tegnet av Forbes og Brøgger har vært regnet som gjennomsnittsprofiler for Valbergåsene, således at det i disse åser er et sentralt parti med frisk olivinhyperittkjerne, som er omgitt av amfibolitt og skifere som danner en randsoner. Dette stemmer dog ikke med Brøggers etterfølgende beskrivelse og heller ikke med iakttagelser fra senere kartlegging.

Ifølge Brøggers beskrivelse (B II 160) er det på Valbergåsene to småtopper med olivinhyperitt og hornblendehyperitt. Han nevner Delingsåsen i syd (nord for Valberg gård) og Barlindheftet i nord (syd for Lovisenberg gård) og mellom disse små-åser er skogbevokset terreng med mange småtopper. Bergarten i Delingsåsen oppgis å være meget frisk olivinhyperitt og i Barlindheftet hornblendehyperitt med pyroksen mellom plagioklaslistene, men iflg. Brøgger er det i terrenget mellom Delingsåsen og Barlindheftet hovedsakelig amfibolitt, og tildels hornblendehyperitt. Jeg har personlig utført kartleggingsarbeid i terrenget omkring stenbruddet i Delingsåsen samt en befarings nordover mot Barlindheftet, og har da — således som Brøgger har beskrevet det — foruten de 3 olivinhyperittansamlinger (delvis med hornblendehyperitt) kun funnet amfibolitt med gabbroovergang. Det må også bemerkes, at hvis de to profiler hadde vært lagt nedover den da temmelig ufremkommelige styrting fra Delingsåsen mot Kalstadkilen, ville de ikke vist noen amfibolittisk overgangsbergart mellom olivinhyperitten og de kvartsrike skifere.

Såvidt jeg vet er det ikke påvist frisk olivinhyperitt andre steder

enn i utkanten av gabbrofeltet nord og nordøst for Valberg gård og overfor Lovisenberg, og jeg går ut fra at det var olivinhyperitten ved Valberg Brøgger tenkte på da han skrev at olivinhyperitten ofte (men ikke alltid) er omgitt av amfibolitt (B II 415).

2. Omgivende plagioklaspegmatitt.

Under de korte befaringer som jeg har foretatt i terrenget omkring Valbergåsen, har jeg ikke opptatt regulær geologisk kartlegging, men jeg antar at det ved detaljkartlegging blir funnet småpartier med både albittitt og skapolitthornblendesten. Brøgger nevner en stor plagioklaspegmatittgang nord-nordvest for Valberg gård, og regner den å være av samme type som de plagioklaspegmatittganger, som beskrives ved Kragerø i det etterfølgende avsnitt.

3. *Kvartsrike skifere med gjennomvevede kvartsganger* omgir gabbrobergartene i Valbergåsene. De er av den vanlige typen med mange brede amfibolittbånd, og de følger — likesom ved andre gabbrobergarter — langs gabbroens grenser og faller inn under dens sider, Fig. 5. Det er inntegnet temmelig meget av denne kvartsbergart under betegnelsen «kvartsitt» på det av Brit Hofseth publiserte kart. Hun ble selv under en senere befaring oppmerksom på dette og noterte i sin dagbok at der mellom Kalstadkilen og Langetangen ikke er så meget kvartsitt som hun tidligere hadde fått inntrykk av. Bergartene må etter min mening regnes som en gruppe av de kvartsrike overgangsbergarter som det er meget vanskelig å detaljkartlegge, også på grunn av at der i skiferen er injisert en rekke brede pegmatittganger.

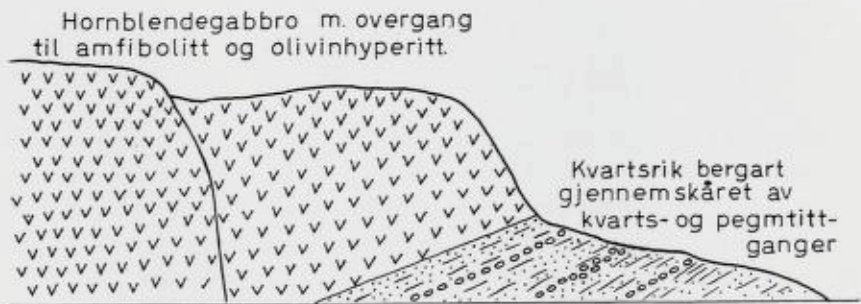


Fig. 5. Profil sydøst for Lovisenberg sett mot nordvest.

På odden nordvest for Lovisenberg gård er de gjennomvevede kvartsganger som ligger under amfibolitten så dominerende at de danner et større parti med meget ren kvartsbergart.

Jeanette Dahll har utført en del befaringer og kartlegging i Valbergåsen og omgivelser. Hun oppgir i sin dagbok og på kartet at det i åsen er 7 små olivinhyperittforekomster. Jeg har ikke undersøkt tynnslip fra disse forekomster. Det kan derfor ikke med bestemthet sies hvor meget som er olivinhyperitt og hvor meget hornblendehyperitt. Det oppgis at hyperitten vesentlig forekommer i den østlige og sydlige del av Valbergåsen. Mellom hyperittforekomstene nevnes bergarten som amfibolitt og glimmerskifer. Dette stemmer helt med Brøggers og mine iakttagelser.

C. *Kragerø — Sjøen — Sørlandsveien.*

Det buformige, smale og relativt ensartede drag av gabbrobergarter som beskrives i dette avsnitt og avsnitt D, går i østre ende (ved Kragerø by) over i en albittgjennomvevet breksjebergart og i nordøstre ende — mellom Sannidal og Landsverk — oppløses det i klumpformige små gabbrobergartansamlinger, som er ledsaget, hver av sine spesielle breksjer og metasomatisk pregede soner.

Natron- og kalknatronfeltspat (som aplitt og pegmatitt) er særlig karakteristiske for avsnitt C, som er inndelt i følgende grupper:

1. Gabbrobergarter med omgivende kvartsrike skifere.
2. Albittitt og plagioklasitt (som aplitt og pegmatitt).
3. Hornblende — rutil — apatittganger.
4. Granitt-pegmatittganger.

1. *Gabbrobergarter med omgivende kvartsrike skifere.*

I åsene ovenfor den gamle bebyggelse i Kragerø og vest- og nordover langs Kilsfjorden frem til Sørlandsveien fortsetter gabbrobergartenes gruppe, således som den er beskrevet fra Langøy—Gumøy og Valberg.

I den som amfibolitt betegnede bergart kan man overalt treffe på ansamlinger av gabbro, hornblendegabbro eller uregelmessig formede partier med hornblendehyperitt. Man finner omtrent den samme metasomatose som ved Langøy—Gumøy, men enkelte mineraler er blitt borte og nye er kommet i stedet. Som en forskjell vedrørende metasomatosen

for øvrig bør det bemerkes at frisk olivinhyperitt, som er påvist mange steder både ved Langøy—Gumøy og ved Valberg, er meget sjelden blant de under Kragerøavsnittet beskrevne bergarter. Det er meddelt meg at der muligens finnes et parti olivinhyperitt i gabbrobergarten vest for Myantjern. Som de geologiske karter viser, er amfibolitt hovedbergarten i smååsene som ligger i et 1—1,5 km bredt bueformig belte fra Tangen ved Østre Kragerø til Sørlandsveien mellom Sannidal stasjon og Kil, og videre mot nordøst til Landsverk, som beskrives under de etterfølgende avsnitt.

Mellom amfibolittbeltet i smååsene og Hellegranitten er et småkupert «lavland», med skiftende bånd og finkornige granitter og kvartsrike skifere som fører feltspat, glimmer, sillimanitt og ofte turmalin. Der er også en mengde amfibolittbånd og pegmatittganger av forskjellig bredde, og mange steder kan man se kvartsganger, som ved foten av de steile fjellskrenter kan ha stor bredde.

Alle disse bergarter faller med sydlig og vestlig fall inn under amfibolitten i åsryggene mot syd og vest. Hornblenden i amfibolitten, både i det brede belte og i de smale bånd i de kvartsrike skifere, er enkelte steder allminnelig hornblende med sterkt pleokroisme, men de fleste tynnslip, som jeg har fått slipt av mine prøver, viser at hornblenden er lys grønn — grønn gul, tildels farveløs, og den har ingen, eller meget svak pleokroisme.

Byingenjøren i Kragerø har vist meg den vennlighet å stille til min disposisjon et kart som er tegnet over Kragerø by i målestokk 1 : 2000. På dette kartgrunnlag har jeg tegnet et geologisk kart og har lagt et profil gjennom åsene fra Tangeheia i øst til Tallakshavn i vest (Fig. 6 og 7). Problemet er det samme ved denne kartlegging, som i hele Sone II for øvrig, at det mange steder er en så uavbrutt veksling av mer og mindre metamorfoserte bergarter, at det ikke lar seg gjøre å utarbeide et geologisk kart med skarpe grenser. Jeg har på kartene, tildels benyttet strukturformen som bestemmende for adskillelse av bergarter, som kanskje har noenlunde samme mineralinnhold og kjemisk analyse.

Bergarter med en grovkornig gabbrostruktur, er f. eks. betegnet med små vinkler, og skifrig amfibolitt som er hovedbergarten, har fått en kraftig skrafering med korte streker.

Bergarter med gabbrostruktur har overgang til amfibolitt, men grensene kan ikke nøyaktig bestemmes, og det kan plutselig komme inn småpartier med rester av gabbro eller hornblendehyperitt.

Hornblendehyperittene fører meget pyroksen, og plagioklaslistene

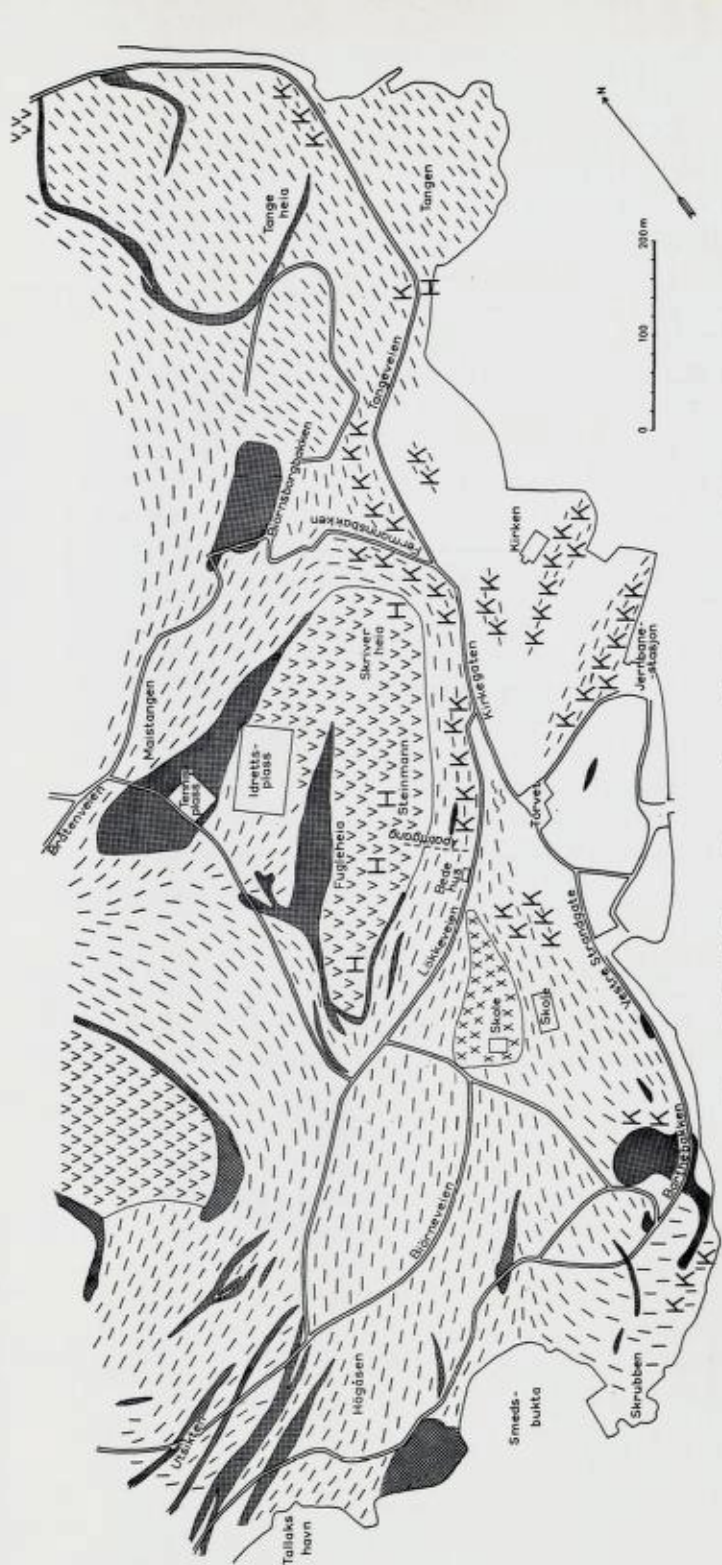


Fig. 6. Geologisk kart av Kragerø bygd. Karttegn som på Fig. 2.



Fig. 7. Profil fra Tallakshavn til Tangen.

er av den samme fiolette type som i olivinhyperitten, således at man uten støtte av tynnslip kan anslå den til å være olivinhyperitt, men i mikroskopet har det vist seg — i det avsnitt som beskrives her — at all olivin er omvandlet.

Slike uregelmessige formede småpartier med hornblendehyperitt kjenner jeg ved Kragerø by i de små åsrygger: øverst oppe i Skriverheia, Steinmann, Fugleheia og et par hundre meter vest for Fugleheia.

I smågatene i den gamle bebyggelsen fra Tangen forbi kirken og torvet og videre vestover til Skrubben har jeg ikke utført detaljkartlegging. Man kan der se både kvartsrik bergart og pegmatittganger, men jeg har hverken sett hornblendehyperitt eller gabbrostruktur. Hornblenden er for en vesentlig del aktinolit, og overalt kan man se albitt som mineral i bergarten og som gjennomvevede ganger og småriss i breksjer. Karbonatgjennomvevning kan også forekomme. Det er således overgang både til karbonatganger og eksplosjonsbreksjer.

Som kartet og profilet viser, finnes de breksjerte og sterkt metamorfoserte bergarter, ikke bare *nede* i den gamle tettbebyggelse, men de ligger også under amfibolittlagene langt oppover i fjellskrentene og vestover til Smedsbukta, hvor amfibolittlagene går helt ned i sjøen. Videre mot vest fortsetter gabbrobergartene med forskjellig omvandlingsgrad over åsene mellom Kalstadgårdene og Kilsfjorden og forbi Kammerfosselva til de høye skogbevoksede åser vest for Myantjern og nordover til Sørlandsveien.

Bergartene er stort sett de samme som på Langøy—Gumøy, men fordelingen av de forskjellige typer varierer. Jeg har personlig kun foretatt noen få befaringer gjennom det nordlige gabbrofelt og må derfor de fleste steder holde meg til det som foreligger av karter og beskrivelser, men det strekker ikke til for mer enn å gi en skjematisert oversikt. Amfibolittstrukturen blir mer alminnelig, når man går fra gabbrotypene ved Kragerø Idrettsplass vestover til «Utsikten» ved Bjørneveien. Dette er også tilfelle videre vestover til Kammerfosselva. Hornblendegabbro og hornblendehyperitt kan antagelig påvises i større og mindre ansamlinger, men jeg har personlig bare sett et lite parti hornblendehyperitt nær sjøen mellom de 2 tverrgående pegmatittganger syd for Storkollen. (En prøve herfra førte også olivin.) Jeanette Dahll har vest for Kammerfosselva foretatt noen dagers kartlegging, som kan gi grunnlag for et midlertidig oversiktskart. Hun har alle steder funnet en utbredt veksel av gabbroide bergarter, som ikke kan inntegnes på kartet i den målestokk som jeg har arbeidet med. De undersøkelser som

er utført viser, at amfibolitter av skifrig type fortsetter også vest for Kammerfosselva, men overalt er gabbro- og hyperittstrukturen der mer alminnelig enn mellom Kragerø og Sjøen. Amfibolitten i åsene vest for Sjøen (nord for Tveit) er i særlig grad karakterisert av små gabbroansamlinger (omgitt av amfibolitt). Innover de høye åser nord for Grønnåsen er meget grovkornig hyperittisk gabbro, og det opplyses at der er hyperitter som har stor likhet med olivinhyperitt av Valbergtypen.

De gabbroide bergarter fortsetter nordover forbi Lyngdalen, men fra disse nordligste trakter kjenner jeg ingen dagboksbeskrivelser eller geologiske kartlegginger.

I amfibolittene — og gabbrobergartene forøvrig — er det vanlig å se granat som enkelte krystaller og i større ansamlinger, som f. eks. vest for Myantjern, hvor man har gjort forsøk med å bryte granat.

Amfibolittenes strøk følger åsryggene fra Kragerø med deres vestlige og senere nordlige retning.

Fallet er henholdsvis sydlig og vestlig.

Hornblenden i amfibolittene og gabbrobergartene kan jeg ikke gi noen fyldestgjørende oversikt over, da jeg har for å få tynnslip å holde meg til. De fleste av mine tynnslip viser en lys grønn — lys brun hornblende med svak eller ingen pleokroisme.

Langs nord- og østsiden ser man, både ved Kragerøåsene og lengst vest og nord, rombisk hornblende og ofte er feltspaten skapolittomvandlet. Ved kanten av de steile fjellsider fra Frydensborg til vest for nordre Kalstad kommer man fra den sorte amfibolitt over til de *kvartsrrike skifere som er gjennomvevet av kvartsganger*. Langs grensen mot amfibolitten er kvartsgangene brede, og de er ved Kalstad endog så brede at der har vært drevet stenbrudd for utvinning av kvarts. Den vanlige kvartsganggjennomvevning har jeg antydnet på en liten skisse fra Frydensborg (Fig. 8).

Nord for Dalane bøyer den østre amfibolittgrense av mot nord og går forbi nordsiden av tjernet Sluppan frem til Hellefjorden ved Sanssousi, hvor den har grense nesten direkte mot Hellegranitten.

Den kvartsrrike glimmerbergart som i forskjellige variasjoner er hovedbergarten mellom Kalstadkilen og Hellefjorden, kiler ut ved Sanssousi, og det er da intet annet tilbake enn et smalt glimmer- og granittbelte som er gjennomvevet av kvartsganger.

Dette belte fortsetter langs Hellegranitten i en bue vestover til jernbanebroen over veien nord for Kammerfoss jernbanestasjon.

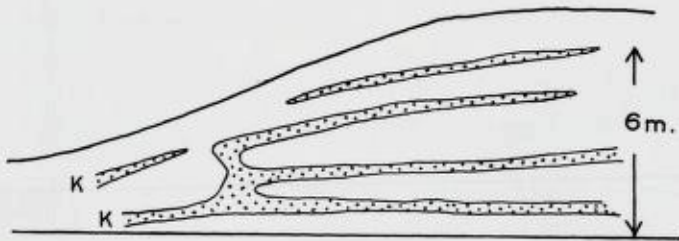


Fig. 8. Kvartsganger (K) i kvartsrik bergart. Skissen, som er tegnet i en jernbaneskjæring ved Frydensborg, viser typen på de kvartsganger som gjennomskjærer den kvartsrike bergart i Sone II. Kvartsgangene kan være smalere enn skissen viser, men mange steder er de meget bredere og kan danne kvartsganger av type Fig. 4.

Jeg har ikke fulgt grensen mellom granitt og gabbrobergart videre frem, og har kun sett den i Rønningsbakken ved Sørlandsveien nord for Vadfoss, hvor den har lignende utseende som ved Sanssousi, og danner en henimot 50 m bred kvartsgjennomvevet grensesone.

Sannsynligvis har grensen et lignende utseende i granittens innbøyning mot Myantjern, hvor Jeanette Dahll har foretatt kartleggingen.

Det er eiendommelig at der hvor de kvartsrike skifere kiler ut mellom Dalane og Sluppan forandrer også de gabbroide bergarter karakter, således at gabbrostrukturen blir mer vanlig fra Hellefjorden ved Sanssousi vestover i den skogbevokste ås ved Åsen gård og videre mot vest over Kammerfosselva til Myantjern, syddover mot Blankenberg til Tveit og nordover mot Sannidal jernbanestasjon, hvor man finner både store og ganske små partier med grovkrystallinsk gabbro (mest hornblendegabbro), som er omgitt av amfibolitt.

I dette parti, hvor gabbrobergartene har øket i mengde og har forandret sin struktur, har det også inntruffet en øket metasomatisk og pneumatolytisk virksomhet. Gabbroen er oppsprukket (ofte som eksplosjonsbreksjer) og er, således som det er beskrevet fra Langøy-Gumøy og Kragerø by, gjennomvevet av et nettverk av små albittganger. Det har også foregått en albittisering, således at gabbro er blitt tildels omvandlet til den av Brøgger beskrevne Rosett gabbro.

Det har også mange steder foregått en skapolittisering av feltspaten, og bergarten er gjennomvevet av karbonatganger. Kalkspat er også alminnelig forekommende, både som mineral i selve gabbrobergarten, og som kryssende gangstriper og større ansamlinger.

Rundt det gabbroparti av denne type som fra Åsen gård har et frem-spring mot Hellefjorden, har det åpnet seg lange spalter som er fylt

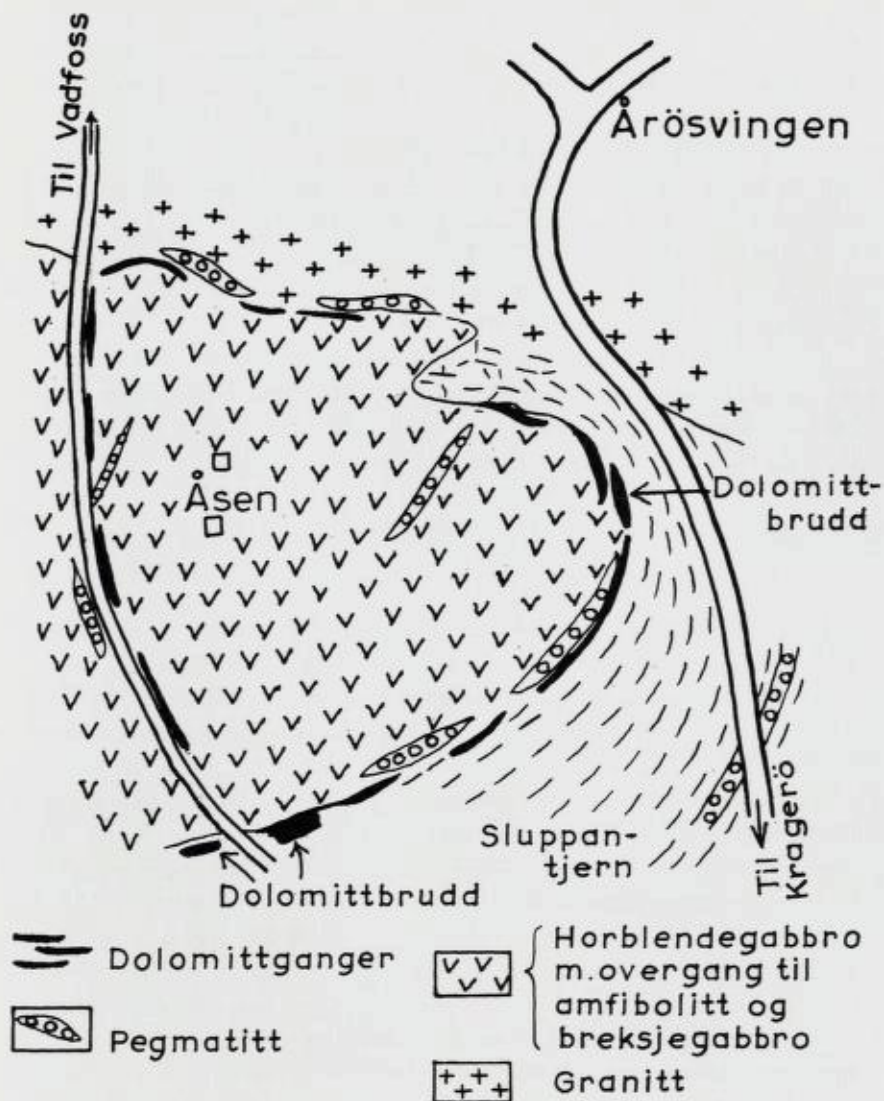


Fig. 9. Geologisk kartskisse ved Åsen gård øst for Kammerfosselva.

av karbonater, således at dolomitt ligger i midten, kalkspat utenfor, og på sideflatene ser man ofte små hornblendekrystaller. I dolomitten ligger bruddstykker av sidebergarten. Dolomittgangene står temmelig steilt, eller de faller inn under gabbroen. Gangene er tildels ganske smale, men de ganger som omslutter gabbrofremspringet ved Åsen gård kan være 2—3 m og endog 10 m brede (Fig. 9).

I de brede ganger har der vært drevet ut en del dolomitt med dagbruddsdrift, både i den sydlige del ved jernbanelinjen og i den bratte fjellside ovenfor Sanssouci.

Når det er lite vann i Kammerfosselva kan man se store dolomittganger, som følger langs kløften i elvebunnen.

Denne kløft fortsetter som en dalsenkning nordover mot Tveitereid og Farsjø. Sannsynligvis følger den en av de store dyptgående spalter, hvor oppløsninger har trengt frem under den metasomatose som i forskjellige tidsrom har pågått nordover mot Tveitereid.

2. Albittitt og plagioklasitt (som aplitt og pegmatitt).

Da den metasomatose som ledsaget gabbrobergartenes fremtreden var avsluttet, åpnet store spalter seg og der fulgte en injeksjon av oppløsninger, som er utkrystallisert som albittitter og plagioklasitter. Man finner de samme typer som er beskrevet under avsnitt Langøy—Gumøy, men de hvite plagioklaspegmatitter setter i langt høyere grad sitt preg på landskapet nord vestover fra Kragerø. Finkornig albittitt (Kragerøitt) finnes som en liten, skarpt avgrenset, forekomst ved skolen i Kragerø by. Vestover mot Storkollen og Sjøen øker de hvite albittittganger sterkt, både i størrelse og mengde, og går over til å være kvartsalbittitter. Under min geologiske kartlegging omkring Kragerø by har jeg, likesom Brøgger, flere steder iaktatt at plagioklaspegmatitt har overgang til kalifeltspatganger og til hornblendepegmatittganger, som ofte fører klumpformige ansamlinger av apatitt og rutil. Det er også velkjent at de vanlige granittpegmatittganger har langt mer variert mineralrikdom enn plagioklaspegmatittgangene.

Av kartet og profilet (Fig. 6 og 7) kan man se at pegmatittgangene i den vestlige del av Kragerø by, ved Tallakshavn, har 30—40° fall i vestlig retning, men innover (østover) mot den nye bebyggelse får gangene svakere og til slutt nesten flatt fall.

Brøgger nevner som en eiendommelighet ved disse pegmatittganger at

kvartsen, i motsetning til kvartsen i kalifeltspatpegmatitten, har undulerende utslukning.

På *Ternebolmen* i den store havbukt på sydsiden av Skåtøy har Olaf Andersen bemerket at plagioklaspegmatitten har kataklastisk struktur, og at de andre gjennomskjærende pegmatittganger ikke viser tegn til press.

Den pressvirkning som har funnet sted i tiden mellom plagioklaspegmatittens og kalifeltspatpegmatittens krystallisasjon, antar Olaf Andersen er fremkommet lokalt under størkning av magmaen.

Man må altså regne med at etter at plagioklaspegmatittene var kommet på sin plass har det, i alle fall der hvor disse ganger finnes, foregått en relativt svak oppknusning. I de sprekker som da er dannet,

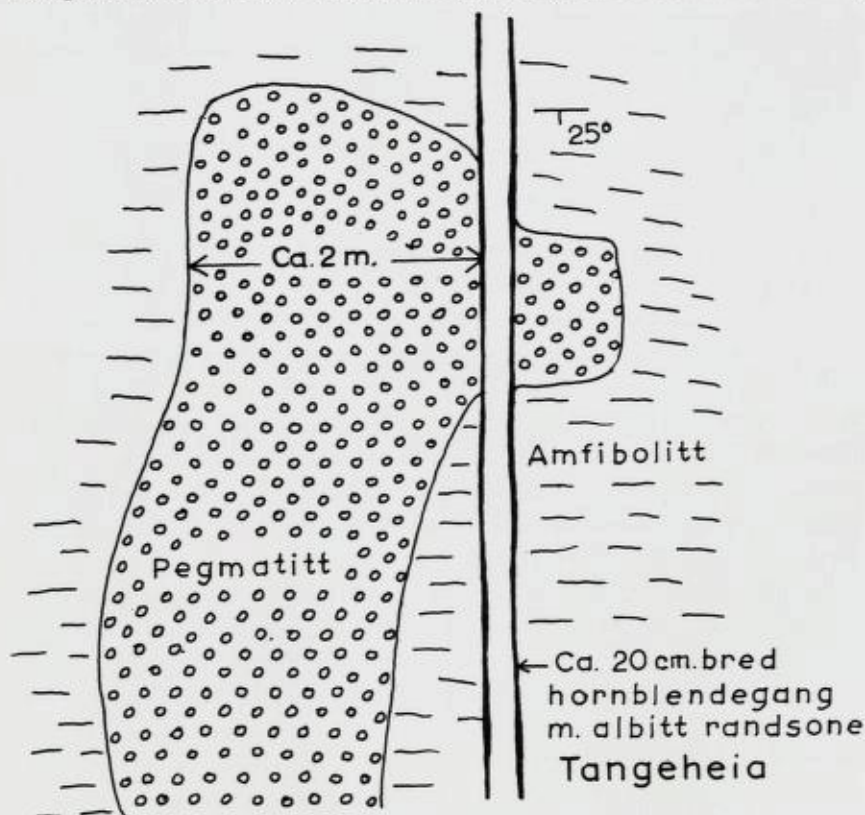


Fig. 10. Skissen, som er tegnet ved en plagioklaspegmatittgang på Tangeheia, viser at iallfall en bestemt type hornblende-rutil-apatitt-ganger er yngre enn plagioklaspegmatittgangene (se også Fig. 17 og 18).

har jeg sett eksempler på at der er utkrystallisert albittganger med hornblenderandsone. Sådanne smale albitt-hornblendeganger gjennomvever i mengdevis hornblendegabbroen vestover langs fjellkanten i den høyestliggende del av Kragerø by, og de gjennomskjærer der også plagioklaspegmatittgangene fra Tangeheia vestover mot Maistangen i den nordlige del av Kragerø by (Fig. 10). Brøgger anser det påvist at denne yngste ganggjennomvevning, som beskrives nærmere ved slutten av dette avsnitt, hører til den samme gangdannelse som apatittgangene i Kragerøfeltet. Også ved apatittforekomsten ved Ødegårdens Verk i Bamble har man iaktatt at apatittgangene er yngre enn plagioklaspegmatittgangene (Dipyrgangen). Fra Brøggers publikasjon (B II 390) tar jeg med følgende opplysninger om plagioklaspegmatittene i Kragerø:

Ved Barthebakken ved Skrubben står i veiskjæringen en 8 m bred plagioklaspegmatittgang, som har stor likhet med den under avsnitt Valberg nevnte pegmatittgang nord nordøst for Valberg gård.

Basert på en kjemisk analyse og mikroskopstudier har Brøgger beregnet følgende mineralsammensetning: oligoklas på grensen til andesin 75,39, kalifeltspat 2,12, biotitt 15,73, apatitt 1,58, kalkspat 0,63 og kvarts 3,83 %.

I pegmatittgangene fra Barthebakken vestover mot Tallakshavn og derfra østover mot Tangeheia er det vanlig å se litt mikroklin og turmalin og samtidig øker oligoklasmengden på albittens bekostning. På bykartet mellom Skrubben og Utsikten ved Bjørneveien ovenfor Tallakshavn har jeg inntegnet 8 av disse svakt fremoverhellende (vestfallende) plagioklaspegmatittganger, som er renskuret og avbrutt i avsatser av iserosjonen, således at de oppover mot Bjørneveien ligger som skinnende hvite skråbånd med steile pegmatittvegger bak nesten flate hyller, hvor småhusene med sine fruktbare haver har funnet sin plass på de sorte amfibolittbiotittbånd (Fig. 11).

Brøgger anser det som et særpreg for disse pegmatittganger at der ofte, særlig ved Bjørneveien, finnes diopsid og en sort, sterkt pleokroitisk hornblende. I åsene vestover fra Kragerø by har Brøgger beskrevet injiserte parallellganger med albittitt og kvartsalbittitt (med overgang til ren albittitt) i nordsiden av Storkollen, og nevner 4 ganger med sydlig fall oppover Storkollens avhell mot nord. Innover høydyryggen mot vest går en 20—50 m bred gang, som Brøgger antar har forbindelse med kvartsalbittittgangen vestenfor — i Sjøen. Vest for Kammerfosselva og henimot Blankenberg fortsetter kvartsalbittittganger som antas å ha ca. 3 km sammenhengende lengde og ca. 250 m bredde.



Fig. 11. Fotografiet, som er tatt fra Kilsfjorden utenfor Tallakshavn, viser de hvite plagioklaspegmatittganger (Fig. 6 og 7) som ligger lagvis i den sorte amfibolitt oppover skråningen. (Fot.: S. Gofjell.)

I kvartsalbittitten forekommer alltid en del oligoklas albitt, men albitt er det langt overveiende mineral.

Kvartsmengden i kvartsalbittitten, i Storkollens nordskråning, er anslått til omkring 15 %, men den øker vestover Sjøen til 25–33 %

I de her nevnte albittitter viser kvartsen undulerende utslukning, og der er ifølge Brøgger også andre bevis på at bergarten har vært utsatt for trykk, således som det foran er nevnt ved Tallakshavn og på Skåtøy.

Det forekommer også litt mikroklin i uregelmessig begrensede krystaller, samt litt rutil, titanitt og turmalin.

Den egentlige Kragerøitt som nesten utelukkende består av albitt med et skiftende rutilinnhold, er første gang beskrevet av Brøgger (1904). Der hadde da i 3 år foregått rutilproduksjon fra rutilrike striper, som var funnet i Lindvikkollen nord for Storkollen. Albittitten er praktisk talt kvartsfri. Samme bergarttype er påvist flere steder i Kragerøfeltet, f. eks. ved Kammerfosselvas munning og ved Landsverk nær Hull, men den største forekomst som er funnet er ved Lindvikkollen.

Brøgger anslår at Kragerøittlinsen i Lindvikkollen har 350–400 m lengde og opptil 50 m bredde. Fra vestre del av Lindvikkollen forgrener den seg, men beholder sin vest-sydvestlige strøkretning. Brøgger anser det sannsynlig at en av forgreningene har direkte sammenheng med den Kragerøittgang som går på skrå nedover fjellsiden mot innløpet til Kammerfosselva.

Gangen har 45–50° fall mot syd. Brøgger anslår at der i Kragerøitten er minst 85 % albitt som mineralkorn av 1–3 mm størrelse, undertiden mer grovkornig. Der forekommer også 1–3 % mikroklin som uregelmessig formede mineralkorn.

Begge feltspatmineraler er fullstendig friske. Kvarts mangler enten helt eller finnes som enkelte småkorn med en mengde bitte små veske-inneslutninger. Biotittmengden anslås til $\frac{1}{2}$ –1 % og muskovitt kun spor. Rutil forekommer spredt i Kragerøitten som mineralkorn av $\frac{1}{4}$ –2 mm størrelse. Titanitt finnes ikke i den vanlige Kragerøitt, men rent lokalt kan der i albitttitten sees tette svermer av små titanittkrystaller og små rutilkrystaller spredt i gangene, men kun i liten mengde ($\frac{1}{2}$ –3 %). I Lindvikkollen er rutil anrikt i gangens midtsone, Brøgger anslår at der er 5–8 % eller mer. Rutilen forekommer der som slirer med tildels ren rutil. Man regner at i minst 150 m lengde er rutilslirene samlet og danner en 0,3–1,5 m bred gangzone med opp til 25–30 % rutil.

Apatitt, jernertsmineraler og turmalin forekommer de fleste steder kun som spor, men ved Kragerøittgangens nordside er det ved en av rutilgrubene (nr. 3) så tette svermer av turmalinkrystaller at Brøgger har anslått mengden til 16 %.

3. Hornblende – rutil – apatittganger.

Disse ganger har lenge vært kjent i Kragerøområdet og der har foregått grubedrift etter apatitt i en del av gangene. Særlig kjent er apatittgangene øst for veien i den lille dalsenkning opp til Kragerø Idrettsplass. Der blir også nevnt lignende apatittganger vest for Myantjern og ved Landsverk øst for Tveitereid.

Ved Kragerø by oppgis det at apatittgangene står steilt og er 60–80 cm brede. Som en anslagsvis mineralberegning angir Brøgger (B II 397) 58 % mørkegrønn hornblende, 40 % klorapatitt, 2 % rutil. Disse mineraler forekommer ifølge Brøgger således fordelt, at man må anta at de ikke er utfelt av oppløsninger, men de må være utkrystallisert av en smelte, som har trengt frem i de åpne spalter. Man må også gå ut fra at der under størkningen har foregått en innpressing av gass som har ført med seg klor og fosfor, således at størkningen også har vært ledsaget av pneumatolytisk virksomhet.

Basert på også andre iakttagelser fra Bambleformasjonen, særlig fra Hovatn i Froland, mener Brøgger at det kan fastslås at denne siste frem-

pressing av en av olivinhyperittens restmagmaer må ha foregått i tiden etter albittittenes krystallisasjon (side 19).

Fra gruber ved gangene i Kragerø (Lykken, Dybdal og Vuggen) oppgir Brøgger at der 1854—1858 ble produsert ca. 13 000 tonn apatitt, og gangene er særlig velkjent på grunn av de mange vakre krystaller som er sendt til mineralogiske museer rundt om i verden. Det nevnes spesielt kjempekrystaller av ilmenitt fra Dypdalsgruben. (Haukedal gruber er også nevnt N.G.U. 110.)

4. *Granitt-pegmatittganger.*

I beskrivelsen av Hellegranitten og kvartsrike skifere som omgir den, har jeg nevnt at granitten mot vest er omgitt av en ca. 50 m bred grensesone, hvori det skifter med glimmerskifer og smale granitt-pegmatitt- og kvartsganger. Granittgrensene ved Sanssousi, Rønningsbakken og nordre jernbanebro ved Kammerfoss er steder hvor man kan se gode snitt av denne grensesone. Jeanette Dahll nevner enn videre i sin dagbok 8/9 1943 at amfibolitten nær granittgrensen nord for Myantjern er gjennomvevet av *granittganger*. Ved vestsiden av Myantjern nevnes en jernglansforekomst, hvori der er drevet litt grubedrift. Jeg har ikke sett gruben, men antar forekomsten er av samme type som jernglansgangene i det lille dalføre øst for Sjøen.

Jernglans ligger der som ganger langs grenseflatene mellom granittganger og amfibolitt. Også ved disse ganger har det vært drevet litt grubedrift for leveranse av jernglans til spesielt bruk.

Det er en mengde pegmatittganger vestover fra Storkollen over Sjøen og videre over Kammerfosselva til Blankenberg, forbi Myantjern til området ved Åsen gård øst for Kammerfosselva.

Alle disse ganger finnes i mer og mindre omvandlede gabbrobergarter. Størrelsen varierer fra ganske små til ganger som er betegnet som veldige. Jeg har her, som ved de øvrige pegmatittganger, ikke utført alle de undersøkelser som kreves for å gi uttalelse om gangenes art, og har heller ikke sett noen beskrivelse herom fra andre geologer, men jeg antar at de fleste av de her nevnte pegmatittganger er plagioklaspegmatitter, kanskje med overgang til kalifeltspatganger. Man kan sikkert gå ut fra at de største kalifeltspatpegmatittganger av noen betydning er nevnt av Olaf Andersen i Feltspat II.

Følgende beskrivelse av kalifeltspatpegmatittganger er referater fra Olaf Andersens beskrivelser.

Fra Kalstadgangen i sydhellingen av Storkollen er produsert meget feltspat. Den ca. 500 m lange og 20–30 m brede pegmatittgang går på skrå oppover åssiden, og i den øverste del går en parallell gang, og 4 tverrgående ganger skjærer fra hovedgangen nedover mot Kilsfjorden.

Hovedmineralet er kalifeltspat, men det forekommer også meget plagioklas. Plagioklasen er forholdsvis kalkfattig. Olaf Andersen har betegnet den som albitt-oligoklas. Han gjør også oppmerksom på som en eiendommelighet, at store avrundede partier med kalk-natronfeltspat er omgitt av grovkornig kalinatronfeltspat og kvarts.

Det er i hele gangen store turmalinkrystaller og mange av de sjeldne mineraler.

Meget feltspat har også vært levert fra *Dalane* eller *Sjåen* pegmatittgang. Denne gang danner uregelmessig formede masser inne i den store kvartsalbittitt som foran er beskrevet fra Storkollen og Sjåen.

Den kalifeltspatførende gang oppgis å være ca. 100 m lang og 20–30 m bred. Gangen går helt fram til høyeste topp av åsryggen Sjåen.

Nede ved elven er også levert meget feltspat fra pegmatittgangen ved *Tangen*.

I begge disse ganger forekommer foruten kalifeltspat en del natronfeltspat, turmalin og mange av de sjeldne mineraler som er nevnt i Olaf Andersens beskrivelse.

D. Sørlandsveien – Hull.

«Hull» betegner både Hullvann og området omkring Hullvann. På rektangelkartet står kun Hull (ikke Hullvann).

Mellom Sørlandsveien og Hull ser man gabbrobergarter med den tilhørende metasomatose, således som det er beskrevet i de foregående avsnitt, men mengdefordelingen er forandret i denne gabbrobergartenes nordlige del. Geologisk sett er bergartene avgrenset i nord og syd av 2 kileformige avgreninger fra Hellegranitten, således som det også er nevnt side 82: en sydlig fra Vadfoss over til Myantjern og en nordlig vestover fra Hull (nord for Landsverk). Det gjenstår meget detaljkartarbeid før man får full oversikt over disse bergarter, men allerede nå fremgår det at det ikke er *store* gabbroforekomster av de typer som man ser ved Valberg og vest for Myantjern, men det er mange, tildels ganske små gabbroklumper, som er omgitt av injiserte ganger av lignende type som de som omgir det sentrale gabbroparti Langøy–Gumøy, og metasomatosen har gått så langt at gabbrobergartene (hornblende-

gabbro, amfibolitt) er omvandlet helt fram til «karbonatganger» (albitt-karbonatbreksjer) og «rosettgabbro». Skapolitt er også et vanlig mineral, og i de kvartsrike skifere og den finkornige granitt forekommer turmalin og sillimanitt.

Kvartsganger vekslende med pegmatittganger omgir Hellegranitten, der hvor man kan se kontakten, og man ser der at de gjennomskjærer både kvartsskiferen og granitten, men pegmatittgangene er yngst.

Store pegmatittganger omgir både de store og de bitte små sentrale, omvandlede gabbroansamlinger. Kalifeltspatpegmatittganger er sjeldne. Jeg kjenner kun en pegmatittgang (henimot Farsjøgranitten) hvor det har vært brutt kalifeltspat og glimmer.

For nærmere å klargjøre foranstående oversikt refereres en del dagbokbeskrivelser fra mine egne og Jeanette Dahll's befaringer. Referatene begynner i den sydlige del ved Åsen gård og Myantjern.

Vest for Hellegranitten, fra Myantjern nordover mot jernbanetunnelens nordre inngang og videre i nordlig retning til åsryggen syd for Tveitereidvannet er gabbrobergartene mange steder gjennomvevet av et nettverk av albitt- og karbonatganger.

Ved jernbanetunnelens munning er karbonatganger av opptil 1 m bredde. Der er også brede pegmatittganger, særlig ved Myantjern. Hornblenden i gabbrobergartene kan ha svak eller ingen pleokroisme. Man ser både aktinolittisk hornblende og antofylitt, men der sees også partier med grønn hornblende som har sterk pleokronisme. Skapolitt er et vanlig mineral i gabbrobergartene, og mange steder er albitt og kvartsalbittitt utkrystallisert som linser og bånd.

Særlig karakteristisk for denne nordlige del av Hellegranittens randsoner er små ansamlinger av albittisert gabbro, som er omgitt av pegmatitt, aplitt og albittitt, tildels med kvarts. Nord for Sørlandsveien beskriver Jeanette Dahll bergartene på følgende måte: I åsen mellom Solum og Rinde er to gabbroforekomster av breksjeret type. Den minste av disse er av ubetydelig størrelse. Rundt gabbroene er en granitt-rand som tildels har gjennomvevet gabbroen, såvel som amfibolitten på den andre siden. Amfibolittens strøk er N. 20° øst og fall mot øst bortsett fra nærmest gabbroen, hvor sidebergarten faller inn mot denne, og strøket bøyer rundt om. Ved foten av åsen ved Solum står en grov pegmatitt som inneholder litt rutil. I selve Solumsdalen står glimmerskifer og nærmest granitten (mot elven) en del «kvartsitt». Kvartsitten følger strøket frem til elven. Inntil granitten er vesentlig amfibolitt, hist og her antydning til pegmatitt. —

Høye fjellknauser med vekslende bergarter fortsetter nordover til Tveitereidvannet. Granitten bøyer da av mot øst inntil den atter får sin nordøstlige retning syd for Bufjellgården. Vest for Hullvann bøyer den foran nevnte granittgang — eller kile — fra Hellegranitten av mot nordvest, vest og sydvest. Den ombøyede granittkile omslutter mot øst og nord et avrundet område med ca. 2 km diameter. I dette området møter man overalt de eksempler på metasomatose og injeksjoner som foran er beskrevet, men der er mer albitt-karbonatbreksjer enn sydover mot Kragerø, og kvarts-glimmerskiferer med antofyllitt og kordieritt er særlig karakteristiske mineraler i denne nordlige del.

Ved nøyaktig kartlegging antar jeg at det kan påvises mange flere små gabbroansamlinger — med deres tilhørende randsoner — enn de jeg har sett. Her nevnes kun noen få, som jeg har skissert under mine befaringer:

I nordenden av den lille åsrygg øst for jernbanebroen ved Tyvann er en eiendommelig liten forekomst av albittitt (Kragerøitt) med et lite hornblendehyperittparti, omgitt av pegmatittganger som fører en del hornblende og rutil.

Jeg har ikke noe annet sted sett eksempler på en fordeling av albittitt, hyperitt og pegmatitt som i denne forekomst og har derfor tatt med en skisse (Fig. 12). Gabbrobergarten har jeg betegnet som hornblendehyperitt, da den ligner denne bergart, således som den er beskrevet av Brøgger.

Øst for Tveitereidvannet — omkring Dobbedalen — er meget av den vanlige breksjegabbro med albittgjennomvevning. Breksjeganger kan sees nordøstover mot Hull og de har en særlig sterk utvikling som karbonatganger mellom Landsverk og Torjerød.

Ved *Tveitereid kraftstasjon* (Tveitereid Mølle) har jeg tegnet en kartskisse av et linseformet parti med overgangsbergarter, som har ca. 180 m lengde og 100 m bredde (Fig. 13).

Innen denne linses grenser er utviklet nesten alle de bergarter og overgangsbergarter som hører til i de metasomatiske soner. I den nordlige halvdel av linsen danner en liten fjellknaus med albittisert og albittgjennomvevet gabbrobergart en indre kjerne som har ca. 30 m diameter. Bergarten ligner tildels den av Brøgger beskrevne rosett-gabbro. Utover fra den indre kjerne blir gabbrobergarten stadig mer breksjert og videre utover er den omgitt av pegmatittganger og en liten finkornig granittlinse av 3—4 opptil 10 m bredde. Sydligst i linsen består en liten rund fjellknaus — med ca. 30 m diameter — ute-

I den smale granittlinse er mikroklinen knust og mineralbruddstykkene er omgitt av kvarts som har undulerende utslukning. Det sees også litt diopsid. Denne siste pressvirkning, som har medført undulering av kvartsen, har antagelig også dannet ganske smale striper med en antydning til mørtel rundt kvartskornene i mellommassen.

Denne siste gjennomvevning av årer med undulerende kvarts ligner den lokale kvartsganggjennomvevning som er beskrevet både i Sone I og Sone II (side 42 og 54).

Av breksjedannelsen i den indre gabbrokjerne, og av de omsluttende pegmatittganger, fremgår at det må være åpnet en rørformig adkomst: først for den sentrale gabbrobergart, derpå har eksplosjoner brutt opp breksjer hvor albitt og karbonater danner mellommassen. Til slutt er det åpnet spalter som er fylt av pegmatitt, og den smale linse med finkornig granitt.

I forbindelse med oppstigende gasser og oppløsninger har metasomatosen foregått i den indre kjerne.

Fra Tveitereid stoppested ved jernbanen og nordover mot Tisjø gård og Landsverkfjellet kan man flere steder se forannevnte gabbrotyper og breksjer omgitt av pegmatittganger. Ved gangstien som går fra Tveitereid veien vestover til skolen (nord for Tveitereid stasjon), er der et ganske lite parti med frisk hyperitt. Der er også en liten hornblendepatittgang ca. 1 m bred. Jeanette Dahll karakteriserte terrenget vest for Landsverkfjellet og nordover mot veien fra Ødegården til Fossen som runde koller med dype skillekløfter. Bergarten i kollene nevnes som mørk og lys hornblendebergart, og der nevnes granitt og kvarts som bånd og ganger. Hun har også gått et par profiler over Landsverkfjellet. I dagbøkene er gabbroforekomsten betegnet som grovkornig flekket hornblendegabbro tildels med hyperittisk struktur, men også store partier med amfibolitt og meget granat. Breksjegabbro er notert i den sydvestlige del av Landsverkfjellet.

I de steile avhell og ved foten av fjellet ser man på alle sider skiftende bergarter, hvoriblant kvartsrike skifere med meget sillimanitt gjør seg særlig gjeldende. Ved sydsiden øst for Landsverk gård er drevet undersøkelsesdrift etter rutil i en albittittlinse. Pegmatittganger omgir Landsverkfjellet, som en ytre krans av ganger.

På kartet (Fig. 2) kan man se en meget stor pegmatittgang som følger med i den store granittgangs bøyning rundt Landsverkfjellet på øst- og nordsiden.

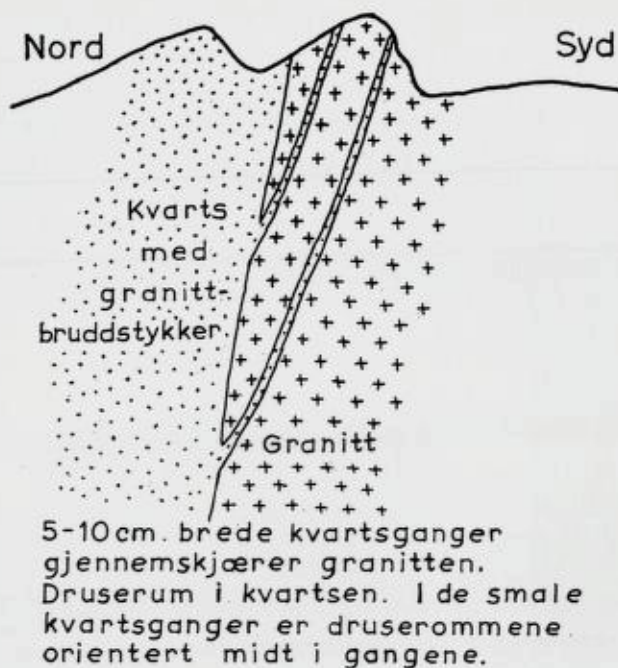


Fig. 14. Profilskisse som viser grensen mellom granitt og en kvartsgang eller -linse ved nordsiden av Landsverkfjellet.

Kvartsganger gjennomskjærer de kvartsrike bergarter, og på nordsiden av Landsverkfjellet gjennomskjærer de også granitten (Fig. 14).

I fjellsiden ovenfor Landsverk gård er drevet en liten stoll og synk i en 4-5 m bred sone med apatitt-hornblendeganger, som kan være opp til $\frac{1}{2}$ m brede. I gangene forekommer apatitt, som vanlig i midten, og hornblende er påvokset sideveggene. Vest for apatittgruben kan man se apatitlinser og klumper som er opp til $\frac{1}{2}$ m lange og 2-10 cm brede.

Tynnslip av gabbroen ved den lille apatittgrube viser plagioklaslister med hyperittstruktur, og mellom plagioklaslistene monoklin og rombisk pyroksen, kloritt, skapolitt, lys brun biotitt, hornblende med svak pleokroisme, apatitt og jernerts. —

Etter at mitt manuskript var innlevert sommeren 1965 fikk jeg anledning til å se flyfotografier av rektangelkartet Kragerø.

Jeg ble da oppmerksom på at i området syd for Tveitervannet, mellom veien til Drangedal og Kammerfosselva og i området fra Tvei-

tereidvannet østover mot Hull, kan sees en rekke (7—8) nesten runde partier med 200—300 m diameter. Et av dem ligger på det sted hvor kartskissen Fig. 12 viser en pegmatittomsluttet albittittansamling, og jeg har i min beskrivelse antydnet et par ved Rinde og Dobbedal. Jeg ble meget interessert i å få undersøkt de øvrige runde partier i dette terreng, hvor jeg ikke hadde rukket å foreta kartlegging, og jeg fikk derfor anledning til å reise til Kragerø, hvor jeg under noen dagers opphold fikk Sam Lunøe til å hente prøver til meg i opptegnede profiler.

Jeg kunne ikke tegne detaljskisser basert på de prøver som er tatt, men jeg har fått et bestemt inntrykk av at man av detaljskisser vil få et lignende bilde som av kartskissene fra Langøy—Gumøy, Åsen gård og de små kartskisser Fig. 12 og 13 lenger mot nord.

I de sentrale deler av de runde partier viste prøvene mange steder gabbrobergarter og amfibolitt av vanlig type, men også en hvit og rødlig albittitt, og breksjer hvor bruddstykker av hornblende ligger i en mellommasse av albitt, skapolitt og ofte bitte små kalkspatkrystaller.

I de prøver jeg har, kan der være hornblendebryddstykker som er opp til 10 cm lange, og så små at de kun kan sees i mikroskopet.

Hornblenden er lysegrønn til lysebrun og ofte farveløs. Pleokroismen er svak eller mangler helt.

Albitten kan forekomme som små blader i uregelmessig formede ansamlingen, eller som gjennomvevede småganger og gangstriper med druserom.

Som vanlig omsluttet breksje- og albittittpartiene av plagioklaspegmatittganger, som har vært mer motstandsdyktige mot forvitringen enn de omgivende bergarter, men usedvanlige er de tårnlignende formasjoner som er utformet de steder hvor pegmatittgangene har vist størst motstand mot forvitringen. —

Nordøstover fra granitten ved Landsverkfjellet til de høye åser med gabbrobergarter øst for Hull har jeg vesentlig Jeanette Dahll's dagbok å holde meg til. Personlig har jeg kun foretatt et par korte befaringer ved nordsiden av Hullvannet, og ved øyene i vannet. Man finner hornblendegabbro med overgang til amfibolitt og kvartsbergarter og glimmerskifer med antofyllitt og kordieritt, særlig i den østlige del — ved Sørlandsveien —, men jeg har ikke sett store partier med albitt og karbonater. Tilførselen av nytt stoff er hovedsakelig begrenset til kiseltsyre som har gitt materiale til kvartsganger som finnes i stor mengde sydøst for Auråen og dessuten i skiferbånd og linser.

Kvartsbånd med glimmer finnes også inne i den grovkornige granitt nord for Hull. Ved nordøstsiden av Hull har der også vært en liten tilførsel av sulfider. På øyene i Hull er der utført litt sprengning i noen av de mange små pegmatittganger.

Ved de relativt høye skogbevoksede gabbroåser omkring Gromstadvannet (øst for Hull) avsluttes den bue av gabbrobergarter som omgir den granittansamling som har fått navnet Hellegranitt, men muligheten har vært åpen for at injeksjoner og metasomatisk virksomhet har kunnet fortsette nordøstover i båndgneisen mellom gabbrobergartene ved Gromstadvannet i nord og Langøy—Gumøy i syd. Disse injeksjoner med tilhørende metasomatose er beskrevet i det etterfølgende avsnitt: «*Bergartene omkring de finkornige granitter i Bamble*», men først følger en oversikt over den ytre bergartsone ved Kilsfjorden og Levanggranitten med de omgivende overgangsbergarter.

Bergartene ved Kilsfjorden.

Brøgger har antatt at bergartene på Tåtøy og omgivende holmer i ytre Kilsfjord må oppfattes som østenden av det lange drag b—b av mørk plagioklasitt og aktinolitt-, gedritt-, kordierittglimmerskifer, som går gjennom nordre Skåtøy (side 22).

Lenger inne i Kilsfjorden har de fleste av øyene sine egne små gabbroklumper med omgivende kvarts- og pegmatittganger.

Furuholmen har gabbrobergart av rosettgabbrotypen i midtpartiet. Gabbroen er omgitt av båndgneis på alle sider unntatt lengst i nordøst, hvor gabbrobergarten går helt ned til sjøen. Båndgneisen følger som vanlig med i gabbroforekomstens avbøyninger. Hornblendepegmatittganger, som er særlig utpreget i nordøstsiden kan følges rundt hele holmen.

Ved båtstøen på østsiden skjærer små pegmatittårer tvers over båndgneisens skifrihet.

Søndre og Nordre Djupsundholmen gir et illustrerende eksempel på en liten gabbroforekomst med dens omgivende bergart- og mineral-selskap. Gabbrobergarter av rosettgabbrotype følger høyderyggen. Særlig på østsiden er der amfibolitt med meget granat og litt biotitt. Hornblendene er — likesom på Furuholmen — lys grønn eller brun med svak eller ingen pleokroisme. Kalkspat er avsatt som mineralkorn mellom bergartmineralene og i små gjennomskjærende årer.

I nordvestre side av *Søndre Djupsundholmen* er drevet en liten

skjæring på en 3—4 m bred ilmenittgang som ligger langs gabbroens vestside i ca. 30 m lengde.

Tynnslip av gabbroen ved østsiden av skjæringen viser store krystaller av albitt og monoklin pyroksen som er delvis omvandlet. Albitten er oppfylt av små mineralkorn og pyroksen er omvandlet til monoklin og rombisk hornblende. Den rombiske hornblende er brun med svak pleokroisme. Det sees også grønn hornblende med sterk pleokroisme. Vanlig båndgneis bøyer langs strandkanten omkring gabbroen, og i denne er injisert pegmatittganger og — likesom ved Furuholmen — kryssende hornblendepegmatittganger som er 10—12 cm brede.

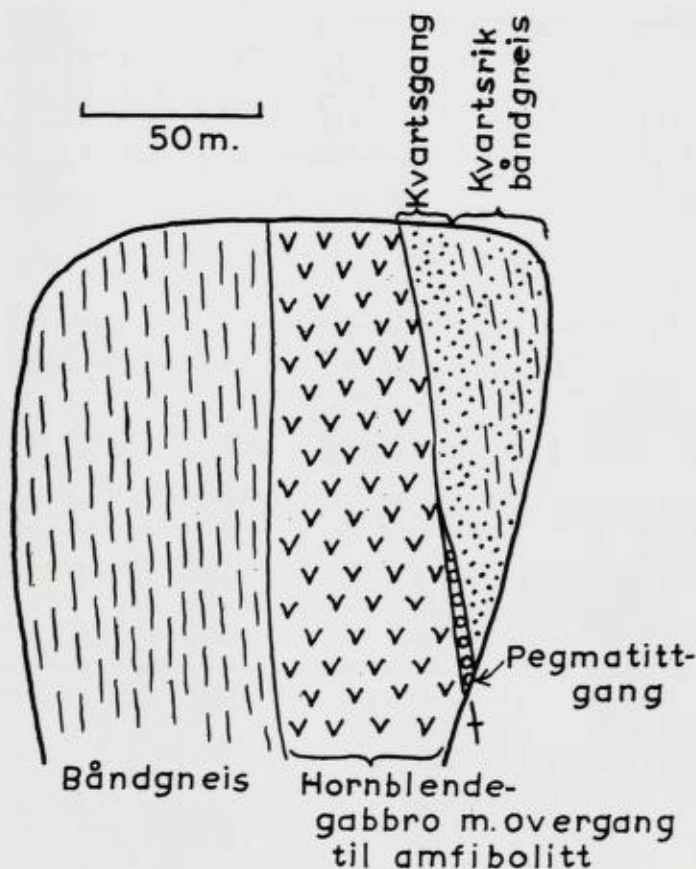


Fig. 15. Geologisk kartskisse ved nordenden av Nordre Djupsundholmen.

På *Nordre Djupsundholmen* er bergarten båndgneis i den sydlige del og gabbrobergart i den nordlige fjellknaus.

I det nordøstre hjørne faller den lille fjellknaus steilt av, og der er foran fjellsiden en opp til 40 m bred flate. Langs gabbrobergarten ser man på denne flate, sydligst en smal pegmatittgang, og en 15 m bred kvartsgang ligger inn mot et ca. 2 m bredt amfibolittbånd, som følger gabbrogrensen (Fig. 15).

Utenfor kvartsgangen er kvarts- og glimmerskiferbergart med meget muskovitt ,rester og filler av serisittisert feltspat og litt sillimanitt. Hovedmineralet er kvarts, som har sterkt undulerende utslukning. Som vanlig sees gjennomvevende kvartsganger.

På *Brattøy* er i den sydlige del mest amfibolitt. Nordover øya går gabbro helt frem til den nordligste spiss. På vestsiden, ved oppgangen til Brattøy gård består bergarten av antofyllitt og granat. Nordover til nordspissen av øya er gabbroen delvis oppbrutt til en breksje. Nordligst er en liten kant med kvarts-glimmer bergart av lignende type som på *Nordre Djupsundholmen*. Sydover langs østsiden kan der omtrent midt på øya langs vannkanten sees et drag med sillimanittgranitt.

Vestsiden av Kilsfjorden.

Det har inngått i planen for denne publikasjon å ta med på det geologiske oversiktskart og i beskrivelsen hele området innen rektangelbladet Kragerø, men etter å ha foretatt et par befaringer i den vestlige del, er jeg kommet til at det kun kan lede til misforståelser å tegne geologisk kart av det lille utsnitt av de vestlige gabbro-granittfelter, som ligger innen grensene for rektangelbladet Kragerø. Jeg har derfor i det vesentligste kun inntegnet på mitt kart den orientering som Brit Hofseth har tatt med fra statsgeolog Olaf Brochs manuskriptkart.

Under mine befaringer vest for Kilsfjorden har jeg ikke sett albittlinser eller ganger, og heller ikke mange av de store pegmatittganger, men for øvrig har jeg funnet de fleste overgangsbergarter og mineraler som er karakteristiske i feltet Langøy—Gumøy og Bærøy. Gabbrobergartene har alle overgangsformer fra hyperitt (der er også oppgitt olivinhyperitt) til amfibolitt, og de kvartsrike skifere har skiftende mengde feltspat og glimmer. Sillimanitt- og turmalinførende skifere omgir gabbrobergartene nøyaktig således som det er beskrevet ved gabbrobergartene østenfor.

Særlig karakteristisk for vestre fjordside er de store ansamlinger av kvartsganger i de kvartsrike skifere. De danner der store tildels breksjeformige linser, som er beskrevet fra Bærøy i strøket Gulodden—Leirdalen. Kvartsen ligger flere steder som belegg mot gabbrobergarten og har ofte — likesom ved Skjensund øst for Bærøytangen — en an tydning til rosenkvarts.

En stor produksjon av kvarts av meget god kvalitet har vært levert fra en rekke steinbrudd, hvorav her nevnes regnet fra nord:

Årdalen, Lambert, Snekkevik og Litangen samt fra mindre brudd ved *Frøvik og Lien*. Særlig ved Snekkevik og Litangen pågår en meget betydelig produksjonsdrift.

Ved Lambert mellom Snekkevik og Årdalen er de rene kvartsganger utdrevet helt inn mot gabbroen som danner vestsiden av de nå nedlagte steinbrudd. Ved Årdalen fortsetter kvartsgangdraget nord for gabbroen. Også ved Snekkevik forgrenes et kvartsgangdrag ved gabbrobergartene.

Innerst i Kilsfjorden (sydligst) ved Knipen avsluttes vestsidens gabbroforekomster i en halvøy som rager opp med temmelig steile fjellsider.

Gabbrobergarten i åsryggen er av lignende type som den som er beskrevet ved Åsen gård vest for Kammerfoss, og den er likesom ved Åsen omgitt av dolomittganger, som er så brede at det på åsryggens sydside har vært brutt dolomitt i lange dagbrudd. Ved sydsiden er gabbroen omgitt av de vanlige kvartsganggjennomvevede kvartsglimmerskifere, og rundt halvøya kan man også se pegmatittganger som omgir gabbroen. Mot nord går gabbrobergarten i sjøen rett ovenfor kvartsbergartene i Litangen.

Levanggranitten og omgivende bergarter.

Disse bergarter har jeg lite kjennskap til fra mine egne undersøkelser og må holde meg til de beskrivelser som er publisert av Brøgger 1933 (B I 22) og Brit Hofseth 1942. Fra Brøggers beskrivelse refereres: Syd for Kilsfjorden hever Levanghalvøya seg omtrent 101 m.o.h. Hovedmassen av halvøya består av en rød (eller grå) middelkornet granitt, som er en vanlig biotittgranitt med: mikroklin, litt oligoklas, kvarts, biotitt og magnetitt som hovedmineraler, og som aksessoriske mineraler: grønn hornblende, epidot, ortitt, zirkon og apatitt. Strukturen er båndet eller stripet, men der sees også alminne-

lig granittisk struktur. Granitten danner en linseformig masse ca. 15 km lang og omtrent 4 km bred. Hovedstrøkretningen er sydvest-nordøst. Østover går strøket over til øst nordøst. Nærmere kysten er en mindre linse (Portørgranitten) som er mer skifrig, men har samme skifrihetsretning.

I tillegg til denne beskrivelse gir *Brit Hofseth* om kvartsen den opplysning at den har undulerende utslukning og fyller ut mellomrommene mellom mineralene, og hun antar at kvarts er det mineral som sist har krystallisert ut. Granitten er over alt kvartsrik, men kvartsmengden varierer.

Hun oppgir de samme mineraler som Brøgger, men har iaktatt at plagioklasen synes å være noe mer basisk i den vestre del av granittlinsen enn i den østre, og av aksessoriske mineraler nevnes også titanitt og rutil. Av mindre granittforekomster nevnes syd for den store linse smågranitter med den vanlige nordøstlige strøkretning ved Umdalen, Øisang og Portør.

Der nevnes 3 korte partier, hvor grensen mellom granitt og båndgneis ikke følger den ordinære nordøstlige strøkretning, men skjærer over denne og sender apofyser inn mellom skifrihetsflatene. Noen steder kan man i den indre del av den store granittlinse ikke se antydning til skifrihet. Inne i granittlinsen finner man mange steder bruddstykker av amfibolitt og båndgneis som ligger orientert i skifrihetsretningen. Disse inneslutninger som kan være meget lange, er undertiden helt eller delvis granittisert.

Pegmatittganger forekommer i forskjellig størrelse, men ingen er meget store, således som man kjenner dem andre steder i feltet. Det oppgis at mikropertitt, kvarts og biotitt er hovedmineraler i pegmatittene og skriftgranitt ser man ofte. *Brøgger* gjør oppmerksom på at mange pegmatitter fører turmalin i området mellom Hellegranitten i nord og Levanggranitten i syd.

De utførte undersøkelser viser at Levanggranitten og de små granittansamlinger sønnenfor den store linse, har ikke vært utsatt for de indre krefter som i eller ved de nordlige granitter har revet mineral-kornene fra hverandre og omgitt dem med mørtel. Man ser heller ikke merker etter de etterfølgende krefter som ved de nordlige granitter har brutt opp den herdede mørtel, således at kiselsyreoppløsninger har kunnet trenge frem og avsette et — ofte kun mikroskopisk — nettverk av kvartsganger. Det må også noteres som en forskjell mellom de 2 granitter — som i høy grad har satt sitt preg på topografien

i nord og syd — at Levanggranitten ikke har vært omgitt av store spalter og eksplosjonsbreksjer, som kunne gi adgang for gabbrobergarternes smelter og tilhørende oppløsninger.

Allikevel gir Levanggranitten et klart eksempel på den metasomatose som omgir granittene i Sone II.

Den store granittlinse er nemlig mot båndgneisen omgitt av en 300—400 m bred overgangssone. Overgangssonen følger hele halvøyas nordside og bøyer med granittlinsen rundt østsiden og inn mot Stølefjorden. På granittlinsens sydside, utover mot Portørgranitten, sprer overgangsbergartene seg mer i båndgneisen enn nordenfor.

Den 300—400 m brede sone består av skiftende bånd med granitt og kvartsglimmerskifer og overganger mellom disse bånd. For øvrig er der amfibolitt med skiftende mengder glimmer. Hornblenden i amfibolitten kan være alminnelig hornblende, og det kan være hornblende med svak pleokroisme. Antofyllitt og granat er vanlige mineraler og kordieritt nevnes også.

Både i granitten og de kvartsrike skifere forekommer sillimanitt som nåler og ansamlinger av den type som Brøgger har beskrevet fra Bærøy, og de kvartsrike skifere har meget skiftende mengde av glimmer.

Der forekommer også turmalin og de øvrige aksessoriske mineraler som Brøgger har nevnt ved Bærøy. Kalkspat forekommer i randsonen som mineral i granitten og i korte slirer med opptil $\frac{1}{2}$ m bredde.

Mellom den store granittlinse og granitten ved Portør kan man se lange, men smale bånd med kvartsskifer gjennomvevet av kvartsganger.

Ved *Langbolmen* i Stølefjorden er brutt en del plagioklaspegmatitt.

Innenfor *Kullrenden* sydvestligst i Kilsfjorden er kartlagt granitt i Mørjeheia, og omkring denne forekommer amfibolitter, kvartsskifere og gabbrobergarter med titanholdig jernmalm (Dobbe).

Jeg tar ikke disse bergarter med i denne beskrivelse, da jeg anser det nødvendig å se dem i relasjon til de vestenfor og nordenfor liggende gabbrobergarter og granitter.

Bergartene omkring de finkornige granitter i Bamble.

I de foregående avsnitt er gitt en oversikt over de bergart- og mineralgrupper som mot syd, vest og nord er orientert omkring det noenlunde ensartede granittmassiv som er betegnet som Hellegranitten.

Ved denne granitts sydside danner gabbrobergartene på Langøy—Gumøy og Vågøy en mineralrik østlig *avslutning* av de omhyllende gabbrobergarter, men ved Hellegranittens nordøstre side *fortsetter* gabbrobergartene som bånd og klumper nordøstover fra fjellknausene i området omkring Gromstadvannet og Hull. Også granittutløpere fra Hellegranitten fortsetter sammen med gabbrobergartene i nordøstlig retning gjennom Bamble. Disse gabbro-granittbånd og tilhørende overgangsbergarter danner i ca. 5 km bredde en sone med de vanlige overgangsbergarter nordøstover til Oslofeltet øst for Stokkevann og Rognsfjorden. Man finner i denne ca. 17 km lange sone de samme bergarter og mineraler, som er beskrevet fra gabbrofeltene omkring Hellegranitten, men mengdefordelingen er annerledes, og som nye mineraler kommer de kiser som hører til i forekomster med nikkellholdig magnetkis.

Nordsiden (liggesiden) av den ca. 17 km lange sone har fått sitt særpreg av gabbrobergartene, og forekomster med titanholdig jernmalm og nikkellholdig magnetkis er funnet flere steder langs disse nordligste gabbrobergarter, men i sydsiden (hengesiden) er hovedbergarten granitt med dens mangeartede overganger til kvartsrike skifere.

Mineraler som er dannet ved pneumatolytiske og hydrotermale prosesser finner man særlig i gabbrobergartene, nær overgangen til de brede granittbånd i syd. For øvrig er mineralselskapet således som det er beskrevet i bergartene som omgir Hellegranitten og Levanggranitten. Det skal kun bemerkes at overgangsbergartene fra granitt til kvartsskifer danner temmelig ensartede, store ansamlinger ved sydsiden langs kysten og skjærgården, men i gabbrobergartenes område ved nordsiden ser man mest lange ganglignende bånd, og alle steder finner man den vanlige gjennomvevning av smale kvartsganger. Store kvartsgangansamlinger som kan gi grunnlag for produksjon av «Kragerøkvarts» er sjeldne. Den største er ved Ese, vest for Bamble kirke.

Pegmatittgangene er mer preget av kalifeltspat enn i den vestlige del av kartbladet.

I den ca. 5 km brede sone er bergartene og de tilhørende mineraler beskrevet under følgende grupper: 1) *Gabbrobergarter*, 2) *Pneumatolytisk pregede mineraler og bergarter i sonens midtre del*, 3) *Finkornige granitter og kvartsrike bergarter* og 4) *Granittpegmatittganger*.

1. *Gabbrobergarter.*

Frisk olivinhyperitt av Valbergtypen er ikke påvist i de østlige gabbrobergarter, men for øvrig finnes alle de variasjoner som Brøgger har beskrevet fra Langøy—Gumøy og Kragerøområdet. Der kan forekomme rombisk og monoklin pyroksen, og hornblenden kan være alminnelig hornblende eller aktinolit.

I alle publikasjoner om nikkelforekomstene i Bamble har man benyttet norittnavnet om gabbrobergarter som fører rombisk pyroksen.

Det er utvilsomt riktig at det er rombisk pyroksen i gabbrobergartene ved nikkelforekomstene, og jeg har selv benyttet norittnavnet, men det viser seg at — likesom i de nordre områder — må man oppfatte de navner som før er brukt som lokale navn, da der også finnes de variasjoner som Brøgger har beskrevet fra Langøy—Gumøy, Valberg og Kragerø.

Jeg har ikke gjort noe forsøk på kartografisk å adskille de forskjellige bergarttyper fra noritt til amfibolit, men benytter her — likesom vestenfor — «gabbrobergarter» som salmenavn og nevner kun de steder hvor jeg har spesielle iakttagelser å tilføye. *Granat* forekommer som sprett impregnasjon i gabbrobergartene, men enkelte steder, f. eks. ved Gromstadvannet og østover mot Ringsjø, kan man se sammenhengende bånd med granatkrystaller som har opp til 20 cm diameter. Magnetitt og ilmenitt er ofte impregnert i de nordligste gabbrobergarter. I nordhellet av høyderyggen mellom Sørlandsveien og Engvann har der vært utført en del undersøkelsesdrift etter titanholdig jernmalm, som der forekommer som ilmenittklumper og — slirer med opptil 10 cm bredde.

Langs nordsiden av det ca. 17 km lange belte med gabbrobergarter gjennom østre Bamble er der mange steder påvist *nikkelholdig magnetkis*, men det er kun ved Meikjær (Meinkjær), Vissestad og Nystein at det er funnet så store forekomster at det har vært igangsatt større undersøkelses- og produksjonsdrift. Det er både av J. H. L. Vogt og ved mine egne kartlegginger påvist at de som noritt beskrevne bergarter overskjærer de gamle båndgneiser både ved Meikjær og Nystein, og at granittganger gjennomskjærer gabbrobergartene. Man finner altså det samme forhold som omkring Hellegranitten, at gabbrobergartene er orientert ved granitten, men er selv gjennomskåret av granittganger.

Ifølge beskrivelser ligger nikkelmagnetkisgangene og impregnasjonene enten som belegg langs norittgrensen (som ved Meikjær) eller

som impregnasjon eller ganger langs båndformige gabbro-(noritt)-ganger som ved Nystein og Skogen.

Som et sekundært fenomen må det oppfattes at en pegmatittgang ved Vissestad grube omslutter klumper med særlig nikkellrik magnetkis. Denne nikkellholdige magnetkis må antas å være innsmeltet i den gjennomskjærende pegmatittgang. Det må også bemerkes at nikkellholdig magnetkis kan finnes som småklumper og ganske store ansamlinger i apatittgangene ved Ødegårdens verk.

Vdrørende nikkелgrubenes produksjon og drift refereres fra en rapport som jeg har skrevet i 1920 etter at grubene var nedlagt: Grubene ble opptatt til drift under Johan Dahll's ledelse 1859—84. De kom atter i drift en kort periode 1915—1917.

Ifølge de foreliggende oppgaver er der produsert 498 tonn nikkell. Smeltemalmen fra Nystein holdt 1,15 % Ni og 0,44 % Cu og fra Meikjær 1,12 % Ni og 0,46 % Cu.

Nystein Grube ble i den første driftsperiode avbygget nær dagen på en gang som var 20—30 m lang og 2—3 m bred.

I annen driftsperiode 1915—1917 ble drevet strosser til 73 m dyp. Gangens lengde var på dette nivå øket til 35 m og bredden var gjennomsnittlig 3 m.

Under etasje 73 m er gangen påvist til 110 m dyp. På etasje 90 m ble drevet feltort i hele ganglengden, som der var 32 m, (bredden 3 m). Loddsjakt var ved nedleggelsen avsenket til 130 m dyp, men man hadde ikke drevet tverrslag inn til gangen (Fig. 16).

Vissestad Grube ligger ca. 500 meter sydvest for Nystein Grube. Fra dagen til 49 m ned ble i første driftsperiode avbygget en malmstokk med relativt høyt nikkellinnhold i 10—15 m lengde og 2—3 m bredde.

Fra etasje 49 er en ny malmstokk fulgt til etasje 70 m ned, hvor den har 14 m lengde og 2—3 m bredde. Ved diamantboring er malm påvist i alle fall til 14 m under etasje 70.

Meikjær Grube leverte den meste malm i første driftsperiode, men da man i 80 m lengde hadde fulgt gangen med en svak skråning innunder norittklumpen, ble den avskåret av en stor sleppe ved en pegmatittgang.

Ved diamantboring til 162 m dyp på den andre siden av sleppen ble — i 1,20 m borhullengde — overskåret malm med 1,82 % Ni og 1,32 % Cu. Det ble derpå boret litt lenger mot vest, men der ble ikke funnet malm i dette borehull.

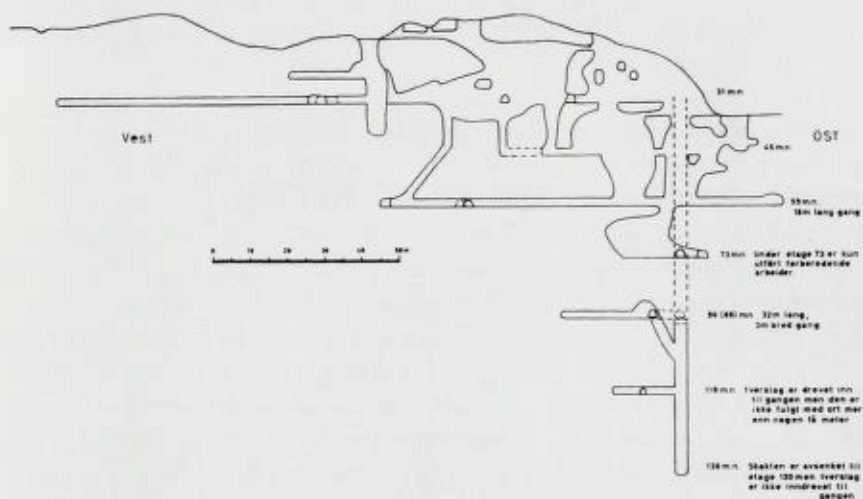


Fig. 16. Lengdesnitt av Nystein nikkelgrube.

2. Pneumatolytisk prægede mineraler og bergarter i sonens midtre del.

Nær overgangen til de sydlige granittbånd finner man i hele midtpartiets lengde skiftende mengder med glimmer, kloritt, kvarts, feltspat, rombisk- og monoklin hornblende, kordieritt og nesten alltid granat. Dessuten forekommer, injisert i de gamle båndgneiser, de vanlige gabbrobergarter.

Fra Gromstadvannet nordøstover langs Ringsjø, Ødegårdens Verk, Havredal, Grostok og videre mot Tangvall (syd for Stokkevannet) er grabbrobergartene tildels ledsaget av albittitt og albittimpregnerte gabbrobergarter av den foran beskrevne rosettgabbrotypen. Det er også vanlig å se gjennomvevede smale gangstriper med albitt- og karbonater (særlig kalkspat).

«Karbonatganger» forekommer også et par steder ved gabbrobergartene ved Tveitan nord for Hønstjern, og ved Stokkevann.

Enkelte steder har også klorpneumatolyse gjort seg gjeldende således at plagioklasen — helt eller delvis — kan være omvandlet til skapolitt. Da jeg ikke har iakttagelsesmateriale som kan gi grunnlag for en inngående beskrivelse av denne midtre bergartssone, gir jeg kun en del opplysninger fra min egen befaring i området ved Ødegårdens Verk, hvor

jeg har utført en del konsulentarbeid. Der gis også et kort referat fra — særlig Brøggers — publikasjoner.

Apatittgangene ved Ødegårdens Verk er dannet som gangfylling i spalter som må være åpnet i en gabbrobergart, som da allerede var omvandlet helt frem til en — i alle fall påbegynt — skapolittisering av plagioklasen (således som det er beskrevet fra Langøy—Gumøy). Like- som ved Langøy—Gumøy og Kragerø er *plagioklaspegmatittganger* den første etterfølgende gangdannelse (eldre enn apatittgangene). En sådan plagioklaspegmatittgang går gjennom østfeltet i apatittgruben. Gangen, som først er beskrevet av *Lacroix* har fått det feilaktige navn «Dipyrgangen», da der finnes partier med skapolitt. Denne skapolitt er antatt å være medrevet i gangen fra den skapolittførende sidesten. Det er også apatitt i plagioklasgangen der hvor den gjennomskjæres av den apatittrike «H»-gang (B II 209). (Se også Kongsberg—Bambleformasjonen 1936, side 68.)

Både Werenskiold og jeg selv har hatt anledning til å se at apatittgangen gjennomskjærer plagioklasgangen på etasje 65 i østgruben. Det er også nevnt plagioklaspegmatittganger ved Ceres grube i Vestfeltet og ved Havredal gård øst for apatittgrubene.

Plagioklasgangen i Østfeltet har omtrent nord-sydlig retning og enkelte rike nærliggende apatittganger følger denne gangretning, men de tallrike apatittgangers spalteoppsprekninger som fulgte i tiden etter plagioklasgangen, har nordøstlig retning og 30—35° fall mot sydøst. Der er også åpnet en mengde korte loddrettstående spalter som er fylt av apatitt «Loddgangen».

Langs sideflatene i spaltene er mange steder avsatt en begynnende gangfylling av flogopitt og enstatitt, samt litt apatitt og rutil. Av og til har man under grubedriften også funnet nikkellholdig magnetkis i apatittgangene. Ved Gurruskjærra i den sydlige del av feltet gikk en apatittgang i 18 m dyp over til å føre så meget nikkellholdig magnetkis, at videre undersøkelsesarbeid etter apatitt ble oppgitt.

Mot midten av gangspaltene øker mange steder apatittmengden, således at apatitt der danner sammenhengende masser som kan avbygges ved grubedrift. Der hvor gangene forekommer tettest, kan de ligge «skallformig» under hverandre med en utpreget tendens til å opptre stjert og stjert. Disse ganger kan være ganske smale, men de kan også svulme opp til flere meters mektighet (opptil 8—10 m). Mineralfordelingen på gangene er oftest slik at apatittanrikningene i midtpartiet kiler ut mot sidene, således at flogopitt og enstatitt (Fig. 17

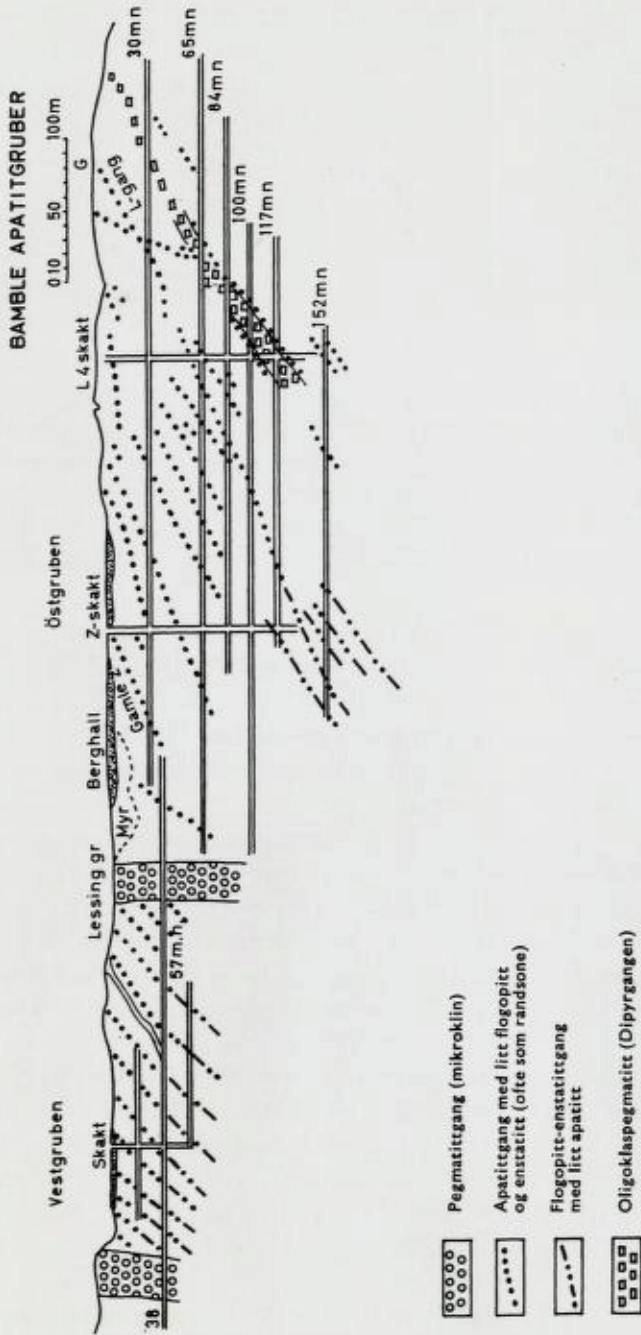


Fig. 17. Lengdesnitt av Bamble apatittgruber (Ødegårdens Verk). Lengdesnittet viser at de apatittrike ganger i vestgruben mot dyppet går over til å bli flogopitt-enstatittganger med litt apatitt. Undre grense for de apatittrike ganger følger en skrå linje fra dagen ved den vestligste pegmatitt til Z sjakten på nivå 117.

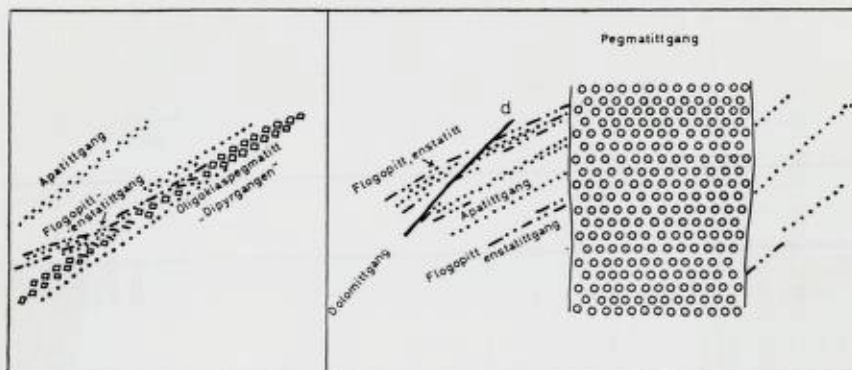


Fig. 18. Kartskissene viser apatittrike ganger og de vanlige flogopitt-enstatittrike belegg langs apatittgangenes heng- og liggside. Ved skissen til venstre er søkt å vise hvorledes apatittgangen ved L 4 sjakten — uten skarpe grenser — skjærer gjennom oligoklaspegmatittgangen («Dipyrgangen») (se også Fig. 17). Dolomittgangen gjennomskjærer apatittgangene. Mikroklinpegmatittgangene er de yngste i feltet (når det sees bort fra Oslofeltets diabasganger).

og 18) derpå blir enerådende langs siden og mot gangspaltenes utkanter. Ved loddgangene finner man ofte at hele gangspalten er fylt av apatitt. Disse *rene* apatittganger kan man i utkanten se som smale striper som raskt svulmer opp til større mektighet ($\frac{1}{2}$ –1 m og undertiden endog 2–4).

Etter at flogopitt-, enstatitt- apatittgangenes utkrystallisering på gangspaltene var avsluttet, er det inntruffet en ny ganske ubetydelig oppsprekning med samme strøkretning som apatittgangene, men med meget steilere fall. På disse gangspalter er avsatt dolomitt som opptil $\frac{1}{2}$ m brede ganger. Dolomittgangene, som er de yngste av de skråttfallende ganger, forekommer i liten mengde, og det kan ikke sees at de kan ha hatt noen innflytelse på gangenes apatittføring.

Til slutt er alle gangspalter overskåret av omtrent øst-vest strykende pegmatittganger med mikroklin som hovedmineral. Disse ganger kaltes ved Ødegårdens Verk «granitt» i den tid da driften pågikk.

Mikroklinpegmatittgangene sees ved Ødegårdens Verk i skapolitt-hornblendestenen, og de skjærer kun et lite stykke inn i den omgivende amfibolitt og båndgneis. Pegmatittgangenes lengde er opptil 150 m.

Innen det egentlige grubefelt er kartlagt 3 sådanne pegmatittganger

av den yngste ganggenerasjon. Jeg kjenner ikke til noen uttalelse i rapporter eller publikasjoner, om at disse ganger har hatt noen innflytelse på apatittgangenes tilblivelse. (N.G.U. 146, side 70.)

Da forekomsten var i drift, var det i tiden 1872—1901 2 adskilte grubefelt: Vestgruben (Dahll's felt) og Østgruben, som var drevet av et fransk aksjeselskap.

Fra 1901—1910 ble begge grubefelt sammensluttet og drevet av A/S Bamble Apatittgruber.

Senere har der til forskjellige tider pågått noen drift — særlig i Vestfeltet.

Inntil 1901 ble øst- og vestgruben drevet helt uavhengig av hverandre, og der fantes ingen samlet oversikt over gangene i de 2 grubefelt. I årene 1901—1910 søkte man å få i stand en foredling av apatitten, og der ble anlagt superfosfatfabrikk ved gruben.

Hovedmengden av apatitten ble da uttatt på en gang nær «Dipyr-gangen» i Østgruben omkring L 4-gangen mellom etasje 117 og 152. I den siste driftstid ble det overlatt til arbeiderne selv å drive ut apatitten der hvor de fant den.

Etter hvert som vannet steg i Østgruben, da nedleggelse var bestemt, pågikk derfor en utstrossing som særlig gikk ut over bergfestene. Ingen av den siste driftstids grubearbeider er inntegnet på kartene. Det foreligger ikke nøyaktige oppgaver fra alle år i den første driftstid, men man har regnet med at der inntil 1910 ble produsert ca. 155 000 tonn og i det hele ca. 160 000 tonn apatitt.

I de forskjellige driftsperioder har man ikke hatt full oversikt over de apatittførende gangers fordeling, da kartene over Vestgruben og Østgruben ikke har vært sammentegnet, hverken på horisontal- eller lengdesnitt.

På grunnlag av de foreliggende karter og profiler sammenstillet jeg 1921 et vertikalprofil som et lengdesnitt gjennom begge grubefelt. Profilet gir et bilde av hovedgangene, men der mangler mange gruberum som ikke var inntegnet på noe kart (Fig. 17).

Fordelingen av ganger hvor apatitt er hovedmineralet, og de steder hvor gangfyllingen hovedsakelig er enstatitt og flogopitt har jeg inntegnet etter de gamle karter, opplysninger fra driftsbestyrer E. Eide og mine egne iakttagelser.

Profilet viser at de apatittrike ganger mot dypet har en dragning mot øst fra Vestfeltet, og det fremgår også at i enkelte ganger øker enstatitt — flogopittinnholdet mot dypet.

Man ser således ved de vestligste ganger at enstatitt-flogopittgangene der går helt opp til dagen, og at denne gangfylling — med kun litt apatitt — østover mot dypet danner en undre begrensning for den gode apatittføring gjennom etasjene 30, 38 og 57 til pegmatitten på grensen mot Østgruben.

Videre mot øst har jeg kun muntlige beretninger å holde meg til. Fra alle lokalkjente har jeg fått uttalelse om, at i den nedre del av «Z»-sjakten har man kun funnet svære flogopitt-enstatittganger med lite apatitt og omkring «L 4»-sjakten har man funnet tildels rike apatittganger helt ned til bunnen av sjakten. Østover fra «L 4»-sjakten avtar gangmengden i feltortene.

Øst for «L 4»-sjakten er kun funnet ubetydelige apatittganger, men man må regne med muligheten av at «Dipyrgangen» mot dypet er omgitt av apatittganger langs dens fallretning mot vest, således som den har vært det ovenfor, og at der ved Dipyrgangen kun er en forskyvning av det apatittførende gangdrag.

Nordøstover fra Ødegårdens Verk fortsetter skapolitthornblendebergarten til området ved Ødegårdstjernet, og der er funnet en del apatittganger som er undersøkt med småsynker, men der er ikke kommet i gang noen apatittproduksjon av betydning på disse ganger, eller på smågangene ved sydvestenden av Haukedalsvannet og ved et par ganger ved Holtet syd for Åby.

Utenfor denne midtre sone er der også funnet en del småganger med apatitt. Der er nevnt sådanne ganger ved Rosland nordvest for Feset og ved Valle. Ennvidere ved Hafsvand og Melby nær kysten, og ved Tangvall syd for Stokkevannet.

3. *Finkornige granitter og kvartsrike bergarter.*

I det foregående avsnitt er utredet hvorledes granitt (finkornig og grovkornig hver på sin måte) gir orientering for gabbrobergartenes beliggenhet, og at de yngste gangbergarter fra disse granitter (aplit og pegmatitt) gjennomskjærer gabbrobergartene.

Det er også, med henvisning til eksempler, påvist at det er overgangstyper mellom granitt- og kvartsbergarter, således at det mange steder ikke er mulig å angi en bestemt grense mellom granitt og den meget kvartsrike bergart.

Den nordlige del av den ca. 5 km brede sone som her behandles er, som foran nevnt, særlig preget av gabbrobergarter med omgivende

finkornige granitter i et drag som går østover fra Hull, syd for Engvann og Skogstad gård til Hønstjern og videre nordøstover til Gjerstadgårdene nord for Stokkevann. De båndformig utviklede bergarter (granitt og gabbro) spres østover og avsluttes ved de isolerte gabbrokupper ved Gjerstad og nordøst for Ese. I denne gabbro-granittsone ligger de foran nevnte forekomster av titanholdig jernmalm, nikkelmagnetkis og mange pegmatittganger. Mot syd følger i hele bergartsonens lengde uregelmessig formede drag av kvartsrike bergarter, som har vært kartlagt som kvartsitter. Kart av disse gangformige kvartsbergarter finnes i min publikasjon Kongsberg—Bamble-formasjonen 1946, side 32.

Langs sonen *på nordsiden* følger de kvartsrike bergarter ikke noe «lag» mellom skifere, og der kan ikke påvises foldninger. Det må derfor i denne del av sonen være riktigst å benytte gangbetegnelsen, så står man fritt for å ta standpunkt til hvorfra gangene har fått sitt kisel-syreoverskudd. Som det fremgår av kartene har disse ganger 10–20 opp til 100 m bredde. Følger man på oversiktskartene den smale kvartsgang som går nordøstover fra Sagvika ved Fossingfjorden, vil man se at den først går nær granittbåndet forbi Bleiklia og videre helt inn til granitten vest for Hartveit, hvor den bøyer om skrått over mot de lange ganger, som går på hver side av Sørlandsveien fra Feset til Vissestad. Ved Feset har jeg tegnet en skisse av en av de båndformige kvartsganger som fra nordøst kiler ut fra veien som går fra Sørlandsveien til Ødegårdens Verk. Fig. 19. Når ikke de omgivende båndformige kvartsganger viser antydning til foldning kan jeg ikke se at det er mulig at den enkelte gang, som er skissert, er foldet og presset

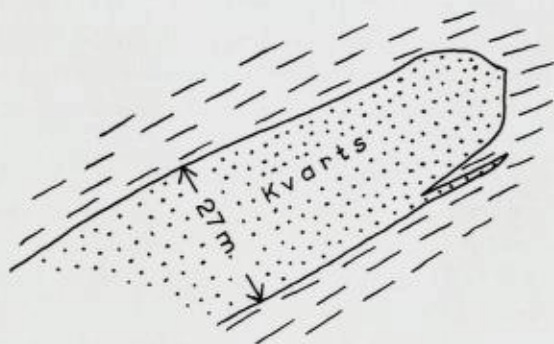


Fig. 19. Båndformig kvartsgang kiler ut i amfibolittisk båndgneis.

sammen helt lokalt. Det skisserte parti må derfor etter min mening regnes som et av de mange bevis for at kvarts må gangformig ha fylt de åpnede spalter og kiler ut når spaltene slutter. Følger man beltet med de lange kvartsganger nordøstover til Vissestad, vil man se at avstanden mellom gangene der bare er noen få meter, og at de derpå viker fra hverandre på hver side av Kjæråsen, således at avstanden der er ca. 700 m, men videre østover nærmer de seg igjen, således at det øst for Ese kun er 150 meter mellom dem.

Ved nordsiden av gangen som går syd for veien fra Vissestad til Nystein gård, er det brutt opp en lokal breksje som sees best vestover fra gangstien som går over åsen til Kjær. De skarpkantede bruddstykker av kvartsbergart og annen sidesten er sammenbundet av yngre kvarts, som er utfelt på alle småsprekkene og fremhever det lokalt oppsprukne parti.

I den grovkornige Farsjøgranitt kan man mange steder se slirer og bånd med kvarts av samme type som de foran beskrevne ganger. Der kan som eksempler nevnes: kvartsslirer i granitt nord for Rosland, 10–12 m brede bånd syd for østre Engvann og nord for Bakkevannet.

Syd for gabbrobergarten ved Ødegårdens Verk kan man følge en sillimanittførende smal granittgang som ved Torsberg øst for veien til Valle blir jevnt kvartsrikere og til slutt går over til å være en sillimanittkvartsbergart, som fortsetter med sin nordøstlige retning henimot Ødegårdstjernet.

Langs granittbergartens sydside mellom Fossingfjorden og Brevikstranda kan man mange steder se eksempler på overganger mellom granitt- og kvartsbergart. Der kan også nevnes et parti øst for ytre Fossingfjorden fra Valle utover mot Kolvik og Breisand.

De gamle karter viser her kvartsitt i et 1,5–2 km bredt belte, men innen dette beltes grenser nevner Brøgger i sin beskrivelse bergarten utover mot havet (utenfor Breisand) som sillimanittgranitt (nodular granite) og kun den indre del nord for Breisand regnes av ham som kvartsitt.

Den skifrige sillimanittgranitt utenfor Breisand har bøyet av fra den vanlige strøkretning, således at strøkretningen er nær øst-vestlig. Den går altså parallelt med indre side av amfibolittgrensen på Vågøya (altså mot sydøst). Langs den nye vei fra Kolvik til Våg får man en god oversikt over de skiftende bergarter.

Fra Kolvik oppover den steile åsside er bergarten sort amfibolitt, som jeg har anslått å ha ca. 150 m bredde og på hver side av amfi-

bolitten kan man i de kvartsrike bergarter se brede pegmatittganger som følger den nordøstlige strøkretning. Fall ca. 70° mot sydøst.

Langs veien fra amfibolitten videre nordvestover til Våg kan man i skjæringene se kvartsrik overgangsbergart som i skiftende mengde er glimmer- og feltspatførende. Særlig i de store skjæringer vestover mot Våg er kvartsbergarten oppfylt av pegmatittutblomstringer og til slutt er alle bergarter gjennomvevet av pegmatitt- og kvartsganger.

Den kvartsrike bergart med feltspatfiller, biotitt og sillimanitt fortsetter fremover til granittbåndene ved Valle og man ser der de foran beskrevne overgangstyper mellom kvartsbergart og granitt. De fortsetter begge til gabbrobergarten i de høye åser som hever seg langs fjordsiden vestover til Bakerovnen.

Denne gabbrotype har stor likhet med bergarten på øyene utenfor (Furuholmen og Våggøy) og må derfor antas å være den østlige avslutning av gabbrofeltet Langøy—Gumøy.

Fra Fossingfjorden fortsetter de her beskrevne overgangsbergarter over Trosbyfjorden, innenfor Hafsund, og taper seg henimot Brevikstranda.

De har stor likhet med de bergarter som er beskrevet fra de vestlige felt — særlig fra Bærøy — og kvartsbergarten viser også i disse østlige områder mange steder en veksling mellom lyse kvartsbånd, pegmatitter, mørke amfibolitter og glimmerbergarter samt en avsluttende kvartsganggjennomvevning.

Nordøstover fra Trosbyfjorden over Bjørnøy, Eggløsa, Kråka, Mejulen og Såstenen avtar mengden av kvartsrike bånd. På disse øyer og holmer er det gabbro-amfibolitt og store pegmatittganger som dominerer, men fra Prisgrunn utover mot Mejulen møter man atter kvartsskifere av den vanlige type og på Mejulen og Såsteinen amfibolitt-gabbrobergart med overganger som fører meget skapolitt og albitt.

Disse bergarter har ikke direkte sammenheng med feltet Langøy—Trosbyfjorden.

Man må derfor regne med den mulighet at de danner en vestlig utkiling fra et større gabbroområde, som har sin utstrekning mot øst, men nå delvis ligger under hav og for øvrig er avskåret av nedsunkne Oslofeltbergarter.

4. Pegmatittganger.

Vedrørende pegmatittgangene henvises til de foregående avsnitt, hvor det er påvist at det er en eldre plagioklaspegmatittgangtype med overgang til henholdsvis albittitter og hornblendepematitter, og dessuten yngre pegmatittganger med kalifeltspat som hovedmineral.

Det har i det avsnitt som her behandles i mange år vært i gang en tildels meget betydelig feltspatdrift i de store kalifeltspatbrudd fra Godfjell i vest til Brevikstranda i øst, og langs nordgrensen mot Sone I er nevnt betydelige brudd ved Gånge og Skogstad. Sprette småbrudd i skjærgården ser man også, men hovedmengden av feltspatbruddene finnes i den indre del av den 17 km lange og 5 km brede sone, og det vanlige er å finne gangene ved utkanten av gabbrobergarter, således som det er beskrevet i tidligere publikasjoner.

Ifølge de oppgaver som foreligger kan man regne med at ca. 25 brudd har vært i drift i Sone II.

English summary.

In my publication «The Kongsberg—Bamble Formation» (1936) I gave, in paragraphs on pages 5, 81 and 85, a summary of observations made up to that time and of how one — in my opinion — must presume that the many rock and mineral groups had been formed, taking into consideration all observations which had been made up to that time.

It might perhaps have been more correct had these genetic questions not been taken up for discussion, since the main purpose of my publication was to give my contribution towards evolving a system of geological mapping for the Kongsberg—Bamble formation.

For this purpose it would have been sufficient to establish as my opinion that the Kongsberg—Bamble formation had never been subjected to a regional pressure causing orogenic folding of the type one finds in other pre-Cambrian rocks, and that, particularly, the Bamble formation in its broad features, and in detail, has a peculiar zonal structure which one does not find anywhere else in Norway.

Nevertheless, I chose to include my working hypothesis — as it had developed — in order to show with clarity the great difference between this and the Telemark formation.

When I now — after an interval of 25 years — again take up my work on the great friction breccia and the Kongsberg—Bamble formation, the reason is that during field work for «Norges geologiske undersøkelse» and for other principals, I had collected so much new material that dr. Harald Bjørlykke (Director of Norges geologiske undersøkelse) expressed a wish that I adapt it for publication.

I have found confirmation of my observations and interpretations — which were summarized in the above mentioned three paragraphs, — though some corrections and additions will have to be made, particularly in regard to the previous mapping of olivine-hyperite and quartzite.

When prior to 1928, I worked on the Bamble formation, I had done no work on the Kragerø—Bamble coast, and presumed that the publications then available gave a true picture when they stated that there was a central olivine-hyperite core at Langøy—Gumøy and Valberg, surrounded by amphibolite, and that there were a couple of thick quartzite beds a couple of kilometres wide. I am now aware that this is not in accordance with the true position.

There can be no doubt that most of the *olivine-hyperite* — during crystallisation or later — turned into hornblende-hyperite and amphi-

bolite, but, as will be known from Brøgger's *description of places*, it is usual to find remains of olivine-hyperite in, or near, the outskirts of the gabbro rocks, and amphibolite and hornblende gabbro in the *central* parts. Of the publications available, only Brøgger's *description of places* describes this distribution of lumps of olivine-hyperite in the hornblendegabbro and amphibolite rocks. All the other geological survey descriptions and maps from the Kragerø area (also Brøgger's) state that there is a central, unaltered core of olivine-hyperite (gabbro and hornblende-hyperite are names also used) surrounded by amphibolite.

This difference between the survey maps and descriptions on one side and detailed information on the other can be explained by the fact that the main importance was originally attached to the object of making as clear as possible that amphibolite, etc. was original crystallized as olivine-hyperite, but the distribution of these rocks was then of lesser interest.

As regards the description «quartzite» it looks as if it has been used as a common name for banded rocks showing transitions between granite, pegmatite, amphibolite, micashists and quartz-rich rocks containing varying quantities of sillimanite, tourmaline and feldspar (particularly microcline in rather irregular grains).

The microcline may increase in quantity and size, both parallel to the strike of the banding and cross it, so that finally granite (alternatively sillimanite granite) would be the correct name.

As regards the quartz-rich bands and deposits, Brøgger presumes that they crystallized out of quartzite magmas, formed during smelting of quartzite.

These quartz-rich rocks have, together with pegmatite and fine grained granite bands, their special field of occurrence around and near the gabbro rocks and often dip under these. I have not seen homogenous, pure quartzite bands.

It is not possible in many places to determine the borders of these very variable «quartzite» rocks. Since they have so many transitional forms, it is not easy to find a system for the most correct characterization of the bands.

I have, therefor, sought to find, for the geological maps (Fig. 1 and Fig. 2), map symbols, which show in the best possible manner the transition from one rock to another. In the geological survey map (Fig. 1) I have divided the part of the Kongsberg-Bamble formation, which

appears in the Kragerø quadrangle into: *Zone I, Zone II and Zone III.*

This has been done in accordance with the zoning which was proposed in the schematically drawn map in my publication NGU 146, page 69.

Zone II is in both places described as the pneumatolytic-hydrothermal zone, and the pneumatolytic-hydrothermal activities were concentrated around the granites in that zone.

In the Kragerø quadrangle there occur the following granites: — *the Helle granite, the Levang granite and the fine grained granites in Bamble.*

The Helle granite sends fine grained granite dikes as wide bands northeast-wards throughout Bamble.

The granite bands are in many places surrounded by mineralized zones and often also by injected rocks of various kinds, but it is particularly around the Helle granite massif itself that one finds a rich *interchange* of injected rocks with surrounding mineralization.

The Levang granite is only surrounded by a 200–300 metres wide belt of rock which has a special stamp as a result of pneumatolytic and hydrothermal activities.

I have started my description of *Zone II* with *the Helle granite* and its surrounding richly mineralized zones with the many groups of injected rocks, as this is of a special interest owing to the fact that it is in this area that Brøgger made his most extensive studies of the rock and mineral types in the Kragerø area. The groups of rocks surrounding the Helle granite to the south, west and north, I have divided into 4 sections which are marked on the map (Fig. 2) with the letters A, B, C and D.

Section A gives the most complete picture of the rock and mineral types which surround the gabbro rocks situated around the Helle granite.

Instead of a resume of *all* rocks in *Zone II*, I give here therefore, only a summary of *Section A*, with some remarks added in respect of other places in the zone.

In the relatively high, tree-covered ridges in the middle of the islands of Langøy and Gumøy, there are amphibolite and hornblende gabbro rocks, in the middle of which are impregnations of ilmenite and magnetite. Ilmenite, together with magnetite, is also found on the footwall of the gabbro rocks eastwards through Bamble, but these ore-minerals only occur as poor impregnations and vein stringers. One has also found many places, in the gabbro rocks in Bamble, concentrations of nickeli-

ferous pyrrhotite which gave rise to a quite considerable mining enterprise, now discontinued.

On the outskirts — or near the outskirts — of the amphibolite-hornblende-gabbro area at Langøy—Gumøy, one can see in many places small deposits of olivine-hyperite, as shown in the map (Fig. 2) marked H.

The whole group is called «the gabbro rocks» in the summary.

On the outskirts of the group of gabbro rocks, the plagioclase is in most places changed into scapolite which at Langøy and other places in the Bamble formation may appear in belts of up to 1 kilometre in width. Scapolitized gabbro rocks are called Ødegårdite by Brøgger. At the time of the scapolitization a filling of small fissures also took place, whereby narrow hornblende-scapolite-apatitedikes (often with rutile) were formed.

When the scapolitization period was over, wide fissures formed, particularly on the outskirts of the gabbro rocks. These fissures are filled with albite, and with albite mixed with a number of other minerals, which have given the albitites special designations like: oligoclase-quartz-carbonate-diopside and hornblende-albitite, and there are a number of quantitative variations as regards the spread of the minerals.

The proposition of carbonate — particularly calcite — can increase so much in the fissures that it becomes the principal mineral, and practically the only mineral in calcite and dolomite dikes.

All the above mentioned types of albitite dikes have crystallized in opened fissures, but in the albitite period wide belts have also broken up in which scapolite-hornblende stone (Ødegårdite) and amphibolites have changed into brecciated rock, which may be described as explosion breccia.

The principal matrix materials in the breccias are albite or carbonates — (particularly calcite) or a mixture of both minerals. Other minerals appear in the matrix.

Particular mention must be made of magnetite, which in places has been concentrated to form ore deposits that have provided the basis for quite considerable mining activity.

In the *outer* zone around Langøy—Gumøy, Brøgger has described an albitite band with gedrite (which may appear in large quantities).

The feldspar is albite, often with a mixture of oligoclase and even andesine.

These outer zones are partly marked a-a, b-b and c-c on the maps.

In the course of the crystallization of the albitites, an albitization of the plagioclase of the gabbro rocks has taken place in some areas so that gabbro has gone over into a type of hornblendealbitite rock, which Brøgger has described as *Rosette-gabbro*.

During the albitization period the scapolite in the abovementioned scapolite-hornblendeapatite dikes was completely replaced by fine grained albite. One sees at Langårsund, according to Brøgger, examples of pseudomorphs of albite after scapolite. At the end of the period of albitization there are also crystallized albite-pegmatites and *oligoclase-pegmatites*, which in some places show transitions into microcline-pegmatites. In the plagioclase — pegmatites one has found in many places a local crushing of the plagioclase crystals and bending of the lamellæ which shows that pressure must have occurred *in* the dikes after crystallization of the pegmatite minerals.

Regarding the gabbro rocks around the Helle granite — in the south, west and north — I have drawn sketches of zonally built-up areas of a type similar to that around the central gabbro rocks at Langøy—Gumøy. They are not so universally developed everywhere as described above, but they may occur specially in certain rock groups. See the map (Fig. 2).

In all «sectors» around the Helle granite and in the fine grained granites in Bamble «carbonate-albitebreccia» appears, in large quantities in places.

In the Farsjø granite in Zone I and on the outskirts of the Helle granite it is quite common to see that large feldspar crystals are corroded and surrounded by crushed minerals in thin layers and stripes which can only be seen in the microscope.

One can also see in many places that the feldspar crystals are broken and the plagioclase lamellæ bent. In particular on the southern limit of the fine grained granite bands in Bamble one can see that microcline and mineral aggregates have been torn up into completely irregular grains.

I find it probable that the mineral grains of the granites were broken up by internal pressurers, as has been said of the plagioclasepegmatite veins. There is in my opinion reason to presume that it is water vapour, which, by explosion and pressure between the mineral grains, has caused the rocks and the individual mineral grains to be fractured.

It must be presumed that the «carbonate dikes» breccias have broken up and have been filled with minerals first. Then I think the granite

and the plagioclase pegmatites have broken up. When the matrix of the crushed mineral fragments surrounding the feldspar minerals had solidified, younger quartz veins wedged their way between the mineral grains and frequently penetrated the feldspar crystals.

It can be proved with certainty that both in the coarse grained granites and at the borders of the fine grained granites the quantity of quartz may increase in this manner, so that there is an even transition from homogeneous granite to granite with quartz veins which can only be seen in the microscope, and further to granite which on an exposed surface in the open can be seen to be woven through with a network of quartz veins.

Further on from the granite the quartz veins increase in thickness and number, and the rock is then described as quartzite with feldspar streaks. The feldspar is in the end invisible in hand specimen, but under the microscope one can see that irregular microcline grains and often small rock aggregates are floating in the groundmass. In all these transitional belts from granite to the so-called quartzite, tiny crystals of tourmaline and sillimanite are found in most places. The sillimanite forms together with quartz, balls, lenses and brush-shaped aggregates. The sillimanite is also found in the form of needles, spread around in the transitional rocks.

The transitional rocks: fine grained granite and quartzite occur as an outer fringe around the scapolite altered gabbro rocks at Langøy—Gumøy as well as their albitites and carbonate veins. The same transitional rocks are found in the other Sections (B, C and D) around the Helle granite, but these have not such a perfectly zonal build-up as has been described on Langøy—Gumøy (Fig 6, 7, 9, 13, 15).

On the small islands and islets south of Gumøy, where the old maps show mostly quartzite, it is quite common to find wide amphibolite veins and quartz rocks which are so filled by small pegmatite aggregates that there is about equal quantity of each mineral, and often transitions. It is quite common to see pure quartz veins of considerable thickness, and the whole quartz rock is woven through by thin quartz veins which can have a width of 2 to 3 metres. The quartz is often of a pink colour. The quartz veins form some places linked veins of 200—300 metres in length and 30 to 40 metres in width. The quartz veins themselves can have a thickness of several metres and as they contain nearly pure quartz, the quartz rock together with the quartz veins in the linked veins are very rich in Si O_2 . Quartz is

supplied from these linked veins, containing more than 99 % Si O₂, and less than 0,5 % Al₂ O₃ (Fig 4 and 8).

The «carbonate dikes» on Langøy—Gumøy are also woven through by a network of thin quartz veins which show no signs of pressure. It is possible that these dikes have formed at the same time as the quartz veins which are interwoven with the quartz rich rocks.

At the end of the long sequence of eruptives with their surrounding metasomatism, there were opened long joints, mainly in the outer zone around the gabbro rocks at Langøy—Gumøy and these joints were filled by molten granitic magma which has crystallized as *granite-pegmatite* (often graphic granite) and partly fine grained granite (Fig 2).

The pegmatite dikes are distinguishable in the landscape by tall protruding, white crags (see Fig 6, 7, 11).

Eastwards, near the gabbro-granite rocks in Bamble, there are a number of — partly very large — pegmatite dikes, which nearly all are to be found within the limits of Zone II.

In the eastern part of the Zone, microcline is the usual feldspar. Westwards towards the Kragerø area nearly all the pegmatites carry mostly or entirely plagioclase. Only along the northern shore of the Kilsfjord may be seen large potash feldspar pegmatites (Fig 2).

The «rare minerals» for which the Kragerø area is well known, are found in potash feldspar pegmatite. The plagioclase pegmatites often carry tourmaline and hornblende, and in the basic types also rutile and apatite.

Apatite veins are known from several places in the Kragerø—Bamble area within the limits of Zone II. They may have been deposited there at different times, but it is certain that their mise en place is almost contemporaneous with the period of plagioclase pegmatites, and they are to be found in or near the gabbro rocks (Fig 2, 17 and 18).

At the Ødegårdens Verk in Bamble there are apatite veins which in addition to apatite, contain phlogopite and enstatite as the most important vein minerals. These veins are younger than a oligoclase pegmatite vein which cuts through the scapolitized gabbro rock (The dipyr vein).

I have noted as a peculiarity about the apatite — bearing veins in Bamble, that during the mining for apatite, one has come across several lumps with nickeliferous pyrrhotite. In this connection it may also be

mentioned that there have been found near Vissestad nickel mine quite large lumps of nickeliferous pyrrhotite in a pegmatite vein.

All the mapped and described rocks on Langøy-Gumøy have been traversed by olivine hyperite dikes as mentioned by both Olaf Andersen and Brøgger. The dikes have about north-south strikes and are — according to Brøgger — up to 25 m in thickness. Brøgger says about these dikes that they have so much similarity with the oldest olivine hyperite deposits that it must be assumed that they stem from the same deep lying magma. This, therefore, must have remained undisturbed the whole time, as the long sequence of eruptives was emplaced, accompanied by a metasomatism of the surrounding rocks. I have not investigated the ground round these dikes, which is why I have not drawn them on my map, but I have been greatly interested in Brøgger's opinion about a deep-lying magma, as I have myself arrived at a similar conclusion during the geological mapping I have done in the Kongsberg—Bamble formation in Southern Norway.

North from Zone II — in Zone I — one meets first banded gneisses and Farsjø granite (see Fig. 1). On the south side the Farsjø granite traverses the banded gneiss with large granite dikes, which often have great thickness. A fixed limit can not, therefore, be given with regard to the Farsjø granite, particularly on the southern side.

North of the Farsjø granite, the rocks are less traversed by granite than in granite's south side. There are also gabbro rocks, which at the easternmost point are surrounded by fine-grained granite, but surrounding metasomatism, such as described in Zone II, is not found.

Along the north side of the Farsjø granite, there appear proxene minerals, such as have been mentioned west of the metasomatic zone of Eiker and Modum. North of the Farsjø granite and banded gneiss there is a wide belt with granite of a similar type to the Kongsberg granite, which is considered to be the youngest granite at Kongsberg. The structure is coarse-grained, and there have not been found any pegmatite dikes in or around the granite.

The feldspar crystals are corroded and surrounded by crushed grains of minerals, and, just as in the Farsjø granite, they are penetrated by solutions containing free silica.

Wide belts of granite particularly strongly interwoven with quartz increase as they approach the Great friction breccia making it difficult to decide where the actual granite ends and where the breccia starts.

North of the breccia one comes into the Telemark formation with its regionally metamorphosed and folded granites and supracrustal rocks.

In this formation there can not be seen any trace of zonal orientation of rocks and minerals.

Litteratur.

- Andersen, Olaf. 1926: Feltspat I. NGU 128 a.
 Andersen, Olaf. 1931. Feltspat II. NGU 128 b.
 Andersen, Olaf: Discussions of certain phases of the genesis of pegmatites. NGT XII, 1931.
 Bugge, Arne: Nikkelgruber i Bamble. NGU 87, 1922.
 Bugge, Arne: Et forsøk på inndeling av det syd-norske grunnfjell. NGU 95 — 1922.
 Bugge, Arne: En forkastning i det syd-norske grunnfjell. NGU 130, 1928.
 Bugge, Arne: Kongsberg—Bambleformasjonen. NGU 146, 1936.
 Bugge, Arne: Trekk av Sørlandets Geomorfologi. N. Geogr. Tidsskr. 7-1939.
 Bugge, Arne: Flesberg og Eiker. NGU 143, 1937.
 Bugge, Arne: En oversikt over arbeidet i det syd-norske grunnfjell. NGT 21, k. 2—3, 1941.
 Bugge, Arne: Geoteknisk oversikt fra det sydlige Norge. Industriverkets publikasjon: Anlegg i fjell, 1950.
 Bugge, Carl: Kongsbergfeltets geologi. NGU 82, 1917.
 Brøgger, W. C. 1933. (B I): On Several Archæan Rocks from the South Coast of Norway.
 I Nodular Granites from the Environs of Kragerø. Vid.-Akad. Skr. 1, 1933.
 Brøgger, W C. 1934. (B II): On Several Archæan Rocks from the South Coast of Norway.
 II. The South Norwegian Hyperites and their Metamorphism. Vid.Akad. Skr. 1, 1934.
 Hofseth, Brit: Geologiske undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms. NGU 157, 1942.
 Kjerulf, T og Dahll, T.: Om Jernertsens Forekomst ved Arendal, Næs og Kragerø. N. Mag. f. Naturv. 11, 1862.
 Vogt, J. H. L.: Norges jernmalforekomster. NGU 51, 1910.
 Vogt, J. H. L.: Jernmalm og jernverk. NGU 85, 1918.
 Werenskiold, W.: Fra Bamble. Festskrift til Amund Helland 1916.

