



Norges Geologiske Undersøkelse

Nr. 77

KONGLOMERATERNE INDEN HØIFJELDSKVARTSEN

(ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE)
7 PLANCHER, 5 TEKSTFIGURER

AV

V. M. GOLDSCHMIDT



KRISTIANIA 1913

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Nr. 77

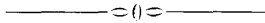
KONGLOMERATERNE INDEN HØIFJELDSKVARTSEN

(ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE)

7 PLANCHER, 5 TEKSTFIGURER

AV

V. M. GOLDSCHMIDT



KRISTIANIA 1916

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

INDHOLD

	Side
Litteratur	2
Dagbøger	7
Egne reiser	7
Bergartmateriale	8
Høifjeldskvartsens sedimenter	8
Gabbrokonglomeratet	13
Gabbrokonglomeratets utbredelse	13
Gabbrokonglomeratets plads i lagrækken	15
Gabbrokonglomeratets petrografiske beskaffenhet	17
Det umetamorfe gabbrokonglomerat	17
Gabbrokonglomeratets metamorfose	24
Kvartskonglomeratet	26
Kvartskonglomeratets utbredelse	26
Kvartskonglomeratets plads i lagrækken	28
Kvartskonglomeratets petrografiske beskaffenhet	28
Det umetamorfe kvartskonglomerat	29
Kvartskonglomeratets metamorfose	33
Høifjeldskvartsens tektoniske stilling	35
a. Forholdet til fyllitformationen	35
b. Forholdet til høifjeldets eruptiver	38
Om høifjeldskvartsens alder	41
Om gabbrokonglomeratets dannelsesmaate	46
Zusammenfassung	52

Den følgende avhandling har som emne konglomeraterne inden høifjeldskvartsens sedimenter, den sedimentformation, som i større dele av det centrale Norge ligger ovenpaa den undersiluriske fyllitformation, men under fjeldkjedens eruptiver.

Mine undersøkelser over den kaledoniske regionalmetamorfose i det sydlige Norge krævede en revision ogsaa av fjeldkjedens tektonik. Først naar tektoniken og dens tilblivelse var kjendt med større sikkerhet, vilde det være mulig at finde relationerne mellem et strøks geologiske historie og regionalmetamorfosen av dets bergarter.

Allerede snart kom ogsaa jeg til den overbevisning, at den bergartgruppe, som vi efter TH. KJERULF kan sammenfatte under navnet „høifjeldskvarts“, i tektonisk-geologisk henseende er den vigtigste i hele fjeldkjeden. Kunde man komme til en klarere forstaaelse av høifjeldskvartsens dannelseshistorie, saa vilde overmaade~~X~~ meget være vundet til forstaaelsen av selve fjeldkjedens dannelse.

I det følgende skal jeg først gi en oversigt over det materiale, som min undersøkelse støtter sig til, det er ældre publikationer, den geologiske undersøkelses dagbøger, ældre bergartindsamlinger, samt iagttagelser og indsamlinger av mig selv og mine medarbeidere.

Litteratur.

Den første omtale av høifjeldskvartsen finder vi i et arbeide av B. M. KEILHAU 1823.¹ Her nævnes allerede sandstensformationen paa Grønsendknipen² og det pressede kvartskonglomerat ved østenden av Bygdin (s. 135—136). At dette sidste konglomerat hadde vakt KEILHAUS særlige interesse, kan vi slutte av KEILHAUS brev³ til G. F. LUNDH i 1823, hvori han ber denne samle „kvartsellipsoiderne eller stokkene“ i størst mulig antal. I samme brev nævnes ogsaa Mellenes sandsten. Nogle korte bemerkninger om de samme iagttagelser finder vi ogsaa i Gæa Norvegica (1850), f. eks. s. 387.

TH. KJERULF⁴ utskiller i det centrale Norges fjeldstrøk en sedimentær etage, som han kalder for „høifjelds-kvartsit og skifer“. Den danner efter ham en „vel sondret og utpræget øverste etage“ i det centrale Norge. I sit arbeide av 1879 vil han dog ikke længere utskille denne som nogen særskilt formation fra „høifjeldets lerskifer-felt“, fyllitavdelingen. KJERULF har allerede bemerkt høifjeldskvartsens metamorfose til gneisagtige bergarter og antar som dens aarsak en kontaktmetamorfose fra de tilgrænsende høifjeldseruptiver, specielt Jotunheimens gabbroide bergarter. Imidlertid har KJERULF under sin

¹ De skandinaviske formationers anden svite, Mag. f. Naturvid. I, s. 110—153.

² Der kan ved denne anledning bemerkes, at KEILHAU under et besøk paa Grønsendknipen blev ledsaget av den kjendte naturfilosof HENRICH STEFFENS, som i sine erindringer gir en utførlig beskrivelse av ekskursionen.

³ Avtrykt i Den norske turistforenings aarbok for 1914, s. 15—17.

⁴ Udsigt ovor det sydlige Norges geologi, 1879, s. 164—167, og flere ældre avhandlingar, saaledes i beskrivelsen til det geologiske kart over det søndenfjeldske Norge 1865.

høifjeldskvarts ikke bare indbefattet de utvilsomt sedimentære bergarter i fjeldstrøket Gudbrandsdal—Valdres, men ogsaa makroskopisk lignende haarde skifre og gneise fra mere sydlige og vestlige fjeldstrøk, som neppe er av sedimentær oprindelse. I den følgende del av litteraturoversigten skal kun de publikationer opregnes, som angaar den sikkert sedimentære andel av høifjeldskvartsen.

TH. MÜNSTER¹ meddeler nogle profiler fra høifjeldskvartsens nordvestligste omraade.

I 1891 skriver A. E. TÖRNEBOHM² en liten avhandling om høifjeldskvartsen, hvori han paralleliserer den med Telemarkformationen og søker at forklare dens position ovenpaa fylliterne ved inversion. Ogsaa i sin store monografi over den skandinaviske fjeldkjedes bygning hævder TÖRNEBOHM den opfatning, at høifjeldskvartsen er ældre fjeld, hvis position ovenpaa de undersiluriske fylliter er anomal.³ Den skal være gammel sparagmit, skjøvet over fylliterne.

W. C. BRØGGER⁴ gir i 1893 en indgaaende diskussion av de problemer, som knytter sig til høifjeldskvartsen. Han antar, at den lagrække av sandsten eller rettere sagt sparagmit, som ifølge BJØRLKKES og REUSCHS iagttagelser ligger ovenpaa den undersiluriske fyllit i fjeldstrøket Valdres—Gausdal efter al sandsynlighet maa være yngre end underlaget, sandsynligvis av oversilurisk alder. Videre antar han, at de vest-

¹ Dagbog fra reise i Jotunfjeldene juli 1882, *Nyt mag. f. naturv.* 28, 1884, s. 199.

² Om högfjälls-qvartsiten, *Geol. fören. i Stockh. förh.*, 13, 1891, s. 37—44.

³ Det centrala Skandinaviens bergbyggnad, s. 38 og 160. *K. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.* 28, No. 5, 1896.

⁴ Lagfølgen paa Hardangervidda og den saakaldte høifjeldskvarts, *Norges geol. unders. skr. nr. 11*, 1893.

lige og sydlige omraader av KJERULFS høifjeldskvarts dels er metamorfe sedimenter, svarende i alder til ovennævnte Valdres-sparagmit, dels pressede eruptiver, granitskifre. Han hævder allerede, at en nøiere utredning av høifjeldskvartsens forhold vil være av væsentlig betydning for opfatningen av hele fjeldkjedens bygning.

H. REUSCH¹ meddeler i 1894 talrike iagttagelser over høifjeldskvartsen i Valdres (Østre Slidre). Han kommer til det resultat at høifjeldskvartsen i dette strøk er utviklet som en feltspatførende sandsten (sparagmit) med enkelte lag av kvartskonglomerat. Sandstenen ligger, som det synes, i normal position ovenpaa fyllitavdelingen, men overleires selv av jotungabbroen, f. eks. i Bitihorn. Her beskrives de pressede kvartskonglomerater, baade de stenglige former og de flatpressede (kvartskagelag).

Fra det sydvestligste omraade av høifjeldskvartsen bringer H. REUSCH talrike iagttagelser i en senere publikation.² Her beskrives blandt andet det lille sparagmit- og konglomeratomraade øst og sydøst for Grønsendknipen (øst for vandet Svenskin), videre iagttagelser av sparagmiten mellom fyllitformationen og de overliggende eruptivbergarter paa begge sider av Valdresdalen omkring Vangsmjøsen. Fra det førstnævnte felt meddeles iagttagelser, som tyder paa, at høifjeldskvartsen muligens følger umiddelbart over fyllitavdelingen uten at være skilt fra denne ved en diskordans.

Høifjeldskvartsens oprindelse og alder drøftes av samme forfatter ogsaa i et arbeide av 1908.³ Her sammenfattes re-

¹ Mellem Bygdin og Bang, Norges geol. unders. aarvog f. 1892 93, s. 15—50.

² Høifjeldet mellom Vangsmjøsen og Tisleia (Valdres), Norges geol. unders. aarvog, 1900, s. 44—88.

³ Tekst til geologisk kart over fjeldstrøkene mellom Jostedalbræen og Ringerike, Norges geol. unders. skr. nr. 47, 1910.

sultatet av de tidligere undersøkelser over utbredelsen av den sedimentære høifjeldskvarts og dens metamorfe facies. Med samme farve som disse bergarter er paa hans kart betegnet krystalline kvartsitiske og gneisagtige bergarter over fylliten, hvis oprindelse er usikker.

J. REKSTAD meddeler i 1904 iagttagelser om høifjeldskvartsen i Jotunheimen.¹ De omraader, som paa hans kart er betegnet som „gneis og kvartsitisk bergart“, hører, ihvertfald inden kartets sydøstlige del, til metamorfe facies av den sedimentære høifjeldskvarts.

Samtidig med det førstnævnte arbeide av REUSCH offentliggjorde K. O. BJØRLYKKE² sine iagttagelser fra østenfor liggende strøk. I dette meget vigtige arbeide omtales høifjeldskvartsen mellem en linje Fulsendvand—Haunsjøen i syd, elven Vinstra i nord. For første gang beskrives her konglomeraterne med gabbroide rullestene i strøket. Dokvand—Haunsjøen—Ongsjøfjeld. Han finder, at der vistnok er en diskordans tilstede mellem høifjeldskvartsen og dens undersiluriske underlag. Videre antar han, at sparagmiten og konglomeratet er yngre end ihvertfald en del av egnens gabbrobergarter, da der i konglomeratet findes gabbroide brudstykker. Han paapeker ogsaa urigtigheten av TÖRNEBOHMS hypotese³, at Jotunheimens gabbroer dannede gamle grundfjeldsøer i silurtidens hav, idet han viser hen til, at gabbroen altid ligger ovenpaa fyllitformationen. Senere heldet BJØRLYKKE nogen tid til den antagelse, at høifjeldskvartsen er overskjøven gammel sparagmit⁴,

¹ Fra det nordøstlige av Jotunfjeldene, Norges geol. unders. aarbog f. 1904, nr. 6.

² Høifjeldskvartsens nordøstligste udbredelse, Norges geol. unders. aarbog 1892 93, s. 60—75.

³ Om högfjälls-*quartsiten*, s. 44. Se ogsaa Det centrala Skandinaviens bergbyggnad, s. 112.

⁴ Overskyvninger i den norske fjeldkjæde, Naturen 1901, s. 145.

men blev ved sine fortsatte undersøkelser igjen bestyrket i den opfatning, at høifjeldskvartsen er yngre end de underliggende fylliter. Denne opfatning præger ogsaa hele fremstillingen i hans store verk om høifjeldets geologi.¹ Høifjeldskvartsen skilles her i to hovedgrupper, for det første Valdres-sparagmiten med tilhørende konglomerater og disse sedimenters metamorfe facies, for det andet skifrige facies av fjeldkjædens eruptiver. Den første gruppes alder vises at være yngre end den undersiluriske fyllitformation; BJØRLYKKE søker at parallelisere Valdres-sparagmiten med de devoniske sandsten-konglomeratavleiringer paa Vestlandet.² I motsætning til sin tidligere opfatning (1894), anser han omraadets gabbroergarter for yngre end høifjeldskvartsens sedimenter; som en konsekvens av denne antagelse er han nødt til at opfatte gabbroerne øst for Fulsendvand (Fukhammer—Dyptjernfjeld—Rødsjøkampen) som en intrusion mellem fyllitformationen og høifjeldskvartsens lag. BJØRLYKKEs bok av 1905 er overordentlig rik paa geologiske og petrografiske iagttagelser om høifjeldskvartsen i de forskjellige egne av det centrale Norge. Det vil altid vedbli at være det grundlæggende arbeide for ethvert detaljstudium av høifjeldets geologi og petrografi. En kort sammenfatning av sine resultater angaaende høifjeldskvartsen gir BJØRLYKKE ogsaa i et senere skrift.³

¹ Det centrale Norges fjeldbygning, Norges geol. unders. skr. nr. 39, 1905.

² Angaaende denne opfatning av høifjeldskvartsens alder se forøvrig diskussionen mellem BJØRLYKKE og J. KLÆR, Norsk geologisk tidsskrift, bd. I, nr. 13, s. 35, 1910, hvor KLÆR hævder muligheten av høifjeldskvartsens mellemsiluriske eller oversiluriske alder.

³ „Fjeldproblemet“ stilling i Norge og Sverige ved utgangen av 1909. Norsk geologisk tidsskrift, II, nr. 1, 1910.

A. G. HÖGBOM¹ har nylig, kanske paa grund av TÖRNEBOHMS antagelser, yttret den opfatning, at Valdressparagmiten, f. eks. i Mellene, skulde være overskjøven gammel sparagmit.

Dagbøger.

Foruten den ovenfor anførte, trykte litteratur stod der til min disposition endel dagbøger, tilhørende Norges geologiske Undersøkelse.

Dagbok av P. KROHN (1888) over reiser i fjeldstrøkene mellem Valdres og Gausdal, blandt andet med iagttagelser over utbredelsen av kvartskonglomerater i høifjeldskvartsen.

Dagbok av O. SANDSTAD (1888) med geologisk kart over reiser i Østre Slidre. Her findes meget nøiagtige oplysninger om kvartskonglomeraterne i strøket Bitihorn—Langsuen og dets presningsfænomener.

Baade KROHNS og SANDSTADS iagttagelser er delvis allerede benyttet i de ovenfor anførte publikationer av REUSCH og BJØRLYKKE.

Et meget rikt materiale av iagttagelser findes i dagbøger av TH. MÜNSTER, som i aarene 1891, 95, 96 og 97 reiste i høifjeldskvartsens omraade. Især er disse dagbøger den vigtigste kilde til vort kjendskap om gabbrokonglomeratets utbredelse og lagstilling.

Egne reiser.

Høifjeldskvartsens sedimentære bergarter har jeg selv hat anledning til at se i marken under følgende reiser:

Sommeren 1912 i omraadet Østre Slidre—Bygdin—Gjendesheim—Hindsæter—Tyin—Tvas dal, assisteret av hr.

¹ Handbuch der regionalen Geologie. IV. 3. Fennoskandia, 1913, s. 62.

and. min. J. BRAASTAD. Sommeren 1913 ekskursion til Mellene i Valdres. Sommeren 1915 for Norges geologiske undersøkelse omraadet Dokvand—Fukhammerne, samt Leppe-skaret vest for Espedalsvand, assisteret av hr. cand. min. R. FALCK-MUUS, omraadet omkring Skogstad i Valdres samt sparagmit-konglomeratfeltet øst og sydøst for Grønsendknipen. Paa det sidste sted blev arbeidet fortsat av frk. cand. min. M. JOHNSON. Til sammenligning har jeg ogsaa studeret nogle av de sydlige og vestlige dele av KJERULFS høifjeldskvarts (Finse, Indre Sogn).

Bergartmateriale.

Til mine undersøkelser kunde jeg disponere over et stort antal mikroskopiske præparater. Bergartmaterialet hertil skriver sig baade fra de ældre indsamlinger og mine egne. Ved velvillig imødekommenhet fra Norges Geologiske Undersøkelse og hr. prof. dr. K. O. BJØRLYKKE kunde jeg benytte alt det tidligere indsamlede, meget store materiale. Ogsaa BJØRLYKKEs originale præparater stod til min disposition.

Høifjeldskvartsens sedimenter.

Utvilsomt sedimentære bergarter tilhørende høifjeldskvartsen er spredt over et omraade, hvis utstrækning omtrent kan gjengives av en firkant med hjørnepunkterne: Eysteinshøvd (Bøverdalen)—Sletterustsæter (ved Tya vest for Tyin)—sydenden av Grønsendknipen—Haunsjøen. Omraadet, som disse sedimenter er spredt over, og som de vel tidligere engang har dækket næsten sammenhengende, har en størrelse av ca. 7000 km².

Den største del av dette omraade falder indenfor vort kart (planche VII), utenfor falder kun høifjeldskvartsens vestligste sedimenter ved Tyin og Tya, samt de nordligste (i Sjoas dal og derfra over mot Bøverdalen).

Ogsaa utenfor det her avgrænsede omraade (søndenfor og vestenfor) findes kvartsitagtige og gneisagtige bergarter, der, likesom høifjeldskvarten, indtar pladsen mellem fyllitformationen og de overliggende eruptiver. Paa geologiske oversigtskarter er de gjerne slaaet sammen med høifjeldskvartsens sedimenter, idet det nemlig er yderst vanskelig at gjennomføre en skarp adskillelse fra disse.¹

En hovedrolle iblandt denne gruppes bergarter indtar mylonitiserte høifjeldseruptiver. Selv ved mikroskopisk undersøkelse kan det være særdeles vanskelig at adskille granitiske myloniter fra klastiske sparagmiter, især naar bergarten har undergaaet metamorfose med omkrystallisation. Forekomsten av forskifrede eruptiver iblandt de sydlige og vestlige omraader av høifjeldskvartsen er allerede gjentagne ganger fremhævet av tidligere forfattere, først av BRØGGER, siden av BJØRLYKKE og REKSTAD.

Videre optræder der blandt de felter som paa karter er kaldt høifjeldskvarts, ogsaa mylonitiserte grundfjeldsmasser (f. eks. ved Lyster, Indre Sogn).

I den sydligste del av høifjeldskvartsens omraade (ved Hardangerfjorden) indgaar der finkornede intrusive bergarter, sure granuliter, efter REKSTADS iagttagelser.

Endelig kunde der nævnes typiske kaledoniske injeksjonsgneiser, som hittil er slaaet sammen med høifjelds-

¹ Det første oversigtskart, som forsøker en gjennomført adskillelse, er det av W. WERENSKIOLD tegnede oversigtskart 1 : 1 000 000 over det sydlige Norge (1914).

kvartsen (Indre Sogn, efter endnu ikke publicerte iagttagelser av M. JOHNSON).

Ved kataklase og omkrystallisation blir alle disse bergarter meget like indbyrdes og meget like høifjeldskvartsens sedimenter i metamorf facies, slik at deres oprindelse kun kan fastslaaes ved meget omhyggelige geologisk-petrografiske undersøkelser indenfor hvert enkelt felt.¹

Det er derfor meget mulig, ja sandsynlig, at sedimentære bergarter, tilhørende høifjeldskvartsens lagrække, ogsaa kan ha adskillig utbredelse inden det sydlige og vestlige omraade, men noget bevis for deres forekomst mangler endnu de fleste steder. Det sikreste bevis for deres forekomst vilde bestaa i fund av konglomerater², tilsvarende konglomeraterne i den østlige høifjeldskvarts. Det vilde være ønskelig, om fremtidige iagttageres opmerksomhet blev rettet paa disse bergarter.

Sedimenterne inden høifjeldskvartsen er overveiende sparagmiter, feltspatrike sandstene av grov klastisk struktur.

Deres hovedbestanddele er feltspater og kvarts. Blandt de førstnævnte hersker kalifeltspat (mikroklin og mikroperthiter), mere underordnet er albit. Som oftest er feltspaterne meget friske; ufriske kalifeltspater findes overveiende i formationens lavere del langs dens sydgrænse. Er feltspaten ufrisk, saa iagttar man omvandling til et aggregat av et glimmerlignende mineral, tildels kaliglimmer, tildels kanske kaolin.

¹ Allerede BJØRLYKKE har gjort opmerksom paa denne vanskelighet, se f. eks. l. c. 1905, s. 558.

² Om kvartsiten med konglomerater, som av J. REKSTAD er paavist mellem Lyster og Bøverdalen, hører til fyllitavdelingen eller til indklemte partier av høifjeldskvarts, er usikkert, det første er kanske mest sandsynlig. Se REKSTAD, Norges geol. unders. aarbok 1914, nr. 1, s. 16. Derimot har BJØRLYKKE (l. c. 1905, s. 539) paavist konglomerat i høifjeldskvartsen i Rundalen. Derfor maa idetmindste endel av kvartsiterne over fylliten paa Voss være ækvivalent med Valdressparagmiten.

Bergarterne med ufrisk feltspat træder dog langt tilbage likeoverfor dem med frisk feltspat. Kvartsen danner dels større korn, likestillet med feltspatens, dels et yderst fint støv, som danner et slags kvartsitisk cement. En mere underordnet bestanddel er kaliglimmer (som ofte mangler helt). Den danner dels større klastiske tavler, dels bittesmaa skjæl i grundmassen, hvor dens mængde av og til kan bli betydelig. Accessoriske klastiske bestanddele er jernertser, tildels med leukoxenrande, titanitkorn, zirkon, og overraskende ofte orthit. Især i saadanne sparagmiter, som indeholder tilblandet gabbroid detritus, finder vi klastisk epidot, klorit og amfibol, her blir ogsaa jernerts og leukoxen mere rikelig, ogsaa apatit findes. Sjeldnere er klastiske korn av fingrynet kvartsit og kloritskifer. Sparagmiternes grundmasse viser undertiden imprægation med røde jernforbindelser.

Sparagmiterne inden høifjeldskvartsen viser en meget vekslende kornstørrelse. Man finder vekselleiring av grovere og finere bænke; i de førstnævnte er centimeterstore feltspatbrudstykker ikke ualmindelige. Betragter vi alle høifjeldskvartsens sparagmiter under ett, saa finder vi dog, at der er en viss regelmæssighet med hensyn til kornstørrelsens variation, idet de groveste varieteter væsentlig findes langs feltets sydlige og sydvestlige del, hvor de er kjendt fra Dokvandsomraadet i øst, derfra over til Mellene og til Grønsendknipen i vest. Ved Grønsendknipen optræder der tildels særdeles grove sparagmiter, rene basalarkoser, ved grænsen mellem høifjeldskvartsen og Grønsendknipens granit. Efter BJØR-LYKKE findes meget grove sparagmiter saa langt vest som ved Sletterust-sæter, 8 km. vest for Tyin.

De klastiske feltspatkorn inden høifjeldskvartsens sparagmiter er ofte helt skarpkantede, noget som sammen med

dens hyppige mangel paa forvittringsfænomener tyder paa eiendommelige forhold under erosionen og sedimentationen.

Valdressparagmiten har ofte et meget karakteristisk utseende ved sine røde eller violette kalifeltspater, grønlig albiter og grundmasse, hvite eller graa kvartser; av flere forfattere kaldes den tricolorsparagmit.

Sparagmitens bergarter er ofte meget massive,* av næsten granitisk habitus.

Indleiret i sparagmiterne, ganske særlig inden høifjeldskvartsens lavere dele, findes bænke av mere finkornede sedimenter, nemlig skifrige lersandstene eller lerskifre. Disse er kjendt især fra formationens sydrand. I øst ved Haunsjø—Dokvand—Ormstjernsæter-omraadet er de iagttat av BJØR-LYKKE, MÜNSTER og senere av forf., av de samme er skifrene set i Mellene, især Mellenes lavere dele. Videre har jeg fundet lignende skifre i de lavere horisonter av profilerne i Grøsendknipen. Ogsaa længere nord findes skifre av samme art, jeg har saaledes fundet den som tynde lag i sparagmiten vest for Bitihorn—Skyrifjeld-massen.

Skifrene og lersandstenene har chokoladebrun, rød eller sjeldnere grøn farve, ogsaa graa og sorte varieteter findes. Hovedbestanddelene i alle disse bergarter er fine muskovitagtige skjæl, ofte imprægneret med rød jernokker, samt ganske smaa, helt skarpkantede kvartsfragmenter. Kvartsfragmenterne er, foruten ved sin meget ringe størrelse, karakteriseret ved sin helt uslitte og urundede form, som tyder paa transport ved vind (se pl. IV, fig. 1).

Høifjeldskvartsens sedimenter er ved omraadets sydrand som regel praktisk talt umetamorfe, undtagen paa saadanne steder, hvor de er overkjørt av eruptivmasser. Mot nord eller rigtigere nordvest blir høifjeldskvartsen mere omvandlet, noget

som dels ytrer sig ved kataklase, dels ved nydannelse av mineraler, især biotit. Ved tiltagende metamorfose faar spargmiterne et præg, som minder om gneiser, helleflinter eller grundfjeldsleptiter. Ved omkrystallisation dannes der ofte sprækkefyldninger og nyrer av rød feltspat, kvarts og litt jernglans, som ved første øiekast kan minde om pegmatitiske injektioner.

Foruten de mere finkornede klastiske sedimenter indeholder høifjeldskvartsen ogsaa konglomerater. Disse kan sammenfattes i to grupper, som vi efter den herskende bergart i rullestenene kan kalde for gabbrokonglomeratet og kvartskonglomeratet.

Gabbrokonglomeratet.

Gabbrokonglomeratets utbredelse.

Gabbrokonglomeratets utbredelse er avsat paa oversigtskartet pl. VII. De mest fuldstændige opgaver over forekomsten av gabbrokonglomeratet finder man i TH. MÜNSTERS dagbøger fra aarene 1891, 95, 96 og 97, hvor næsten alle paa kartet avsatte lokaliteter findes omtalt. Supplerende oplysninger er tat fra K. O. BJØRLYKKE'S publikationer (se s. 5 og 6), samt fra forfatterens egne iagttagelser i 1915.

Længst i sydvest er konglomeratet kjendt fra talrike lokaliteter omkring syd- og vestsiden av fjeldpartiet Fukhammerne øst for Fulsendvand. Efter MÜNSTERS iagttagelser ligger konglomeratet dels ovenpaa Fukhammernes gabbro (i vest), dels under gabbroen (i syd). Den sidstnævnte forekomst omtales ogsaa av BJØRLYKKE. Herfra strækker konglomeratet sig østover (efter TH. MÜNSTER, dagbok 1895 og 96), altid under sydhældningen av gabbroen i Dyptjernfjeld, Solskiven

og Rødsjøkampen, faldende svakt mot ca. N., altsaa indunder gabbroen. Konglomeratdraget er dog ikke helt sammenhengende, en avbrydelse i sydskraaningen av Rødsjøkampen omtales av MÜNSTER. Tilsvarende sedimenter findes her lokalt ogsaa ovenpaa gabbroen, jeg har paa kartet anvendt tegnet for gabbrokonglomerat nederst i nordskraaningen av Dyp-tjernfjeld, hvor jeg fandt en presset grøn sparagmitsandsten, fuld av gabbroid detritus, om end intet egentlig konglomerat.

Østenfor Rødsjøkampens gabbro fortsætter konglomeratet i Snuenfjeld (MÜNSTER), høiderne sydøst for Toftsæter (BJØR-LYKKE), samt med stor mægtighet mellem Toftsæter og Dokvand.

Konglomeratet gjenfindes paa østsiden av Dokvand, fort-sætter herfra mot nord til Haunsjøen (MÜNSTER og BJØR-LYKKE), og ifølge de samme iagttagere herfra omtrent langs en ret linje mot nord—nordvest over Mossjøkampen¹, fra Mossjøen til Kroktjern, forbi Ongsjøen over Ongsjøfjeld og herfra til Leppeskaret og Leppekampen vest for Espedals-vand (forfatteren), hvor det falder ind under de gabbroide bergarter i øst.

Aabenbart samme konglomerat er det, som av MÜNSTER er fundet ca. 5 km. nordvest herfor, ved Krusgravboden, litt længere nord mellem Agnsjøerne, samt i strøket mellem Svarthul-fælægret og Rødgravbækken. Efter MÜNSTER falder de vestlige konglomeratpartier her indunder gabbroen i øst, de østlige konglomeratforekomster derimot muligens fra gabbroen.

Et andet, mere østlig drag av samme konglomerat er av BJØR-LYKKE fulgt fra Fredriksæter til Rundpiggen, omtrent

¹ Ogsaa 3—4 km. længere vest er der kjendt en isoleret forekomst av samme konglomerat, nemlig i toppen av Rævaakampen, hvorfra P. KROHN har medbragt et stykke av breccieagtig gabbrokonglomerat.

parallelt med sydvestsiden av Bredsjøen. Vistnok en nordvestlig fortsættelse av samme konglomerat er stygge grønne konglomeratagtige skifre, som av MÜNSTER omtales fra toppen av Finbølhaugen, sydvest for Slangen-vand. Herfra føres vi til den nordligste sikre forekomst av gabbrokonglomeratet, som av BJØRLYKKE blev fundet i Hinøglas fos, like i nordranden av kartet.

Tegnet for gabbrokonglomerat er paa kartet ogsaa anvendt ca. 2 mil længere vest, ved Mola-elv sydøst for Gjendesheim, likeledes i kartets nordrand. Her optræder dog intet virkelig konglomerat, men en grøn sparagmitsandsten, som er rik paa gabbroid detritus (epidot og ilmenit). Materialet blev samlet av mig og J. BRAASTAD i 1912.¹

Paa kartet er ogsaa efter BJØRLYKKE indtegnet en forekomst av tvilsomt gabbrokonglomerat i sydsiden av Keiseren s. f. Sandvand (Centrale Norges fjeldbygning s. 479).

Gabbrokonglomeratets plads i lagrækken.

I den sydligste del av området hører gabbrokonglomeratet utvilsomt til den laveste del av høifjeldskvartsen, idet gabbrokonglomeratets lag følger næsten umiddelbart over fyllitformationens yngste, oftest sandstensagtige avleiringer. Dette fremgaar baade av MÜNSTERS og BJØRLYKKEs profiler og bekræftes fuldstændig ved mine egne iagttagelser.

De bedste profiler gennem den laveste del av høifjeldskvartsen har man omkring Dokvand. Her optræder de laveste

¹ Tidligere ansaa jeg det for mulig, at denne bergart stod i geologisk forbindelse med Trondhjemsfeltets tufsandstene, Norsk geol. tidsskr. bd. III, hefte 3, referater, s. 79, 1915. Det er mulig, at baade tufbergarterne og gabbrokonglomeratet forekommer blandt egnens grønne bergarter.

dele av gabbrokonglomeratet gjerne i vekselleiring med tyn-
dere bænke av rød eller grøn finkornet lersandsten og med
sparagmitbænke. Som eksempel paa de her optrædende lag-
rækker kan der henvises til BJØRLYKKEs profil fra sydenden
av Dokvand.¹

Efter MÜNSTERs og BJØRLYKKEs iagttagelser later det
til, at gabbrokonglomeratet ogsaa i strøket mellem Haunsjøen
og Ongsjøfjeld fortrinsvis tilhører de lavere dele av høifjelds-
kvartsens lagrække, idet det gjerne holder sig nær grænsen
mot fyllitformationen, saaavdt dette kan konstateres i det sterkt
overdækkede terræn.

Ved Leppeskaret ligger konglomeratet ovenpaa sparag-
miterne, idet begge bergarter falder østover, indunder labra-
dorstenen ved Espedalsvand. Enten foreligger her en inver-
sion inden høifjeldskvartsen, eller gabbrokonglomeratet kan
optræde vikarierende ogsaa for de øvre dele av høifjelds-
kvartsens sparagmit, eller ogsaa er sparagmiterne vest for
Espedalsvand en lavere avdeling inden høifjeldskvartsen, som
mangler længere syd. Hvilken av de tre muligheter, som
foreligger her, vil kunne utredes ved en mere detaljeret kart-
tegning, hvortil rektangelbladet Espedalen vil gi et fortrinlig
topografisk underlag.

At gabbrokonglomerat og sparagmit kan optræde som
vikarierende facies, fremgaar forøvrig ogsaa av iagttagelser i
Fukhammer—Haunsjø-strøket.²

Ved Bredsjøen og Hinøgles fos svarer gabbrokonglom-
erateret igjen til høifjeldskvartsens laveste del.

¹ Det centrale Norges fjeldbygning, s. 452.

² Dette er allerede iagttaget av BJØRLYKKE, Høifjeldskvartsens nordøst-
ligste udbredelse, s. 69.

Gabbrokonglomeratets petrografiske beskaffenhet.

Det umetamorfe gabbrokonglomerat.

Naar vi ønsker at studere gabbrokonglomeratets oprindelige petrografiske beskaffenhet, maa vi søke saadanne omraader, hvor konglomeratet viser mindst metamorfose ved presning, utvalsning og kemiske omsætninger.

Et saadant omraade er strøkene omkring sydenden av Dokvand, hvor høifjeldskvartsen og dets konglomerater tildels er fri for ethvert spor av presning eller omkrystallisation.¹

Konglomeratets grundmasse er her av meget vekslende beskaffenhet, dog kan tre hovedtyper adskilles, som dels forekommer i ren tilstand, dels blandet sammen i et og samme lag.

A. Vigtigst er gabbrodetritus som grundmasse i konglomeratet. Makroskopisk er disse grundmasser dybt grønne til graagrønne. Allerede med det blotte øie kan man skjelne talrike skarpkantede mørke bruddstykker av pyroxen og hornblende. I mikroskop ser man foruten de monokline pyroxener (som ofte er forbausende friske) og amfibolene (som tilhører forskjellige typer, brun, grønbrun, grøn og farveløs), fremforalt en mængde klorit, videre yderst ufriske plagioklaser (omdannet til kaolinrike pseudomorfoser), noget epidot, jernerts (ofte med leukoxenrand) og apatit. Selve grundmassens bestanddele er som regel skarpkantede og den er helt usortet.² Det er ofte meget vanskelig makroskopisk at se forskjell mellem denne grundmasse og blokkene i gabbrokonglom-

¹ Endel mikroskopiske iagttagelser angaaende gabbrokonglomeratet her omkring meddeles allerede av BJØRLYKKE, Høifjeldskvartsens nordøstligste udbredelse, s. 69.

² Se pl. IV, fig. 2, som viser konglomeratets rullestene og grundmasse

eratet, bergarten er meget lik presset gabbro. Som ovenfor nævnt er den monokline pyroxen ofte overmaade frisk. Den fører da undertiden gabbropyroxenernes kjendte interpositioner av brune ilmenitblade. Blir pyroxenen ufrisk, saa forsvinder ilmenitbladene; ved videregaaende forvitring omdannes den monokline pyroxen langs spalteflater til klorit. En meget almindelig bestanddel av gabbrokonglomeratets grundmasse er en lys rødlig eller farveløs granat. Den danner som regel skarpkantede, utvilsomt klastiske bruddstykker, meget ofte er den forbundet med gabbromineraler og da specielt med gabbroens jernerts, paa hvis bekostning den aabenbart er dannet før indleiringen i konglomeratet. Det later til at kaoliniseret feltspat og magnetit har reageret under dannelse av almandin. I nogle av mine præparater ser det ut til, at granatdannelsen muligens har fortsat ogsaa efter sedimentationen, som etslags diagenetisk proces. Imidlertid kræves der nøiere undersøkelser angaaende dette punkt.

B. I nogle gabbrokonglomerater er grundmassen sparagmitisk; vi finder her de samme bestanddele som i høifjeldskvartsens almindelige sparagmit. Disse er skarpkantede feltspater, væsentlig kalifeltspat (mikroklin og mikroklinperthit), natronfeltspat, videre meget kvarts, dels i korn, som gjerne er litt mindre end feltspatens, dels som et ganske fint støv (etslags grundmasse i grundmassen). Videre ganske underordnet klastisk muskovit, litt zirkon, titanit og orthit.

C. Lersandstensgrundmasse bør ogsaa anføres i denne sammenstilling. Nogle av de finkornede lersandstene ved Dokvand fører saapas mange rullestene, at deres bergart kan opregnes blandt konglomeratgrundmasserne. De bestaar, som ovenfor nævnt (se s. 12) av fint, skarpkantet kvartsstøv, samt av yderst fint muskovitrikt støv, imprægneret med rød jernokker.

I de allerfleste tilfælder bestaar konglomeratets grundmasse av en blanding av de tre ovennævnte bergarter, især A og B, i forskjellig mængdeforhold, noget som viser den nære geologiske sammenknytning mellem sedimentation av gabbrokonglomerat og av sparagmit.

Rullestenene i gabbrokonglomeratet bestaar, som navnet siger, overveiende av gabbroide bergarter. Videre findes der talrike stene av ofte sterkt pressede granitoide bergarter.

Mange av rullestenene viser kraftige forvitringssfenomener, som har gaat forut for sedimentationen. Især har forvitringen angrepet feltspatmineralerne, som gjerne er mere eller mindre omvandlet. Røde forvitringsskorper er avsat rundt mange rullestene, mange stene er ogsaa langs talrike sprækker gjennemsat av rød jernokker. Denne imprægnering kan gaa saa langt, at man makroskopisk kan ta de røde imprægnerte granitullestene for rød jaspis av samme art, som den man finder i mange av Trondhjemsfeltets konglomerater.

De gabbroide rullestene viser saagodtsom alle de gabbrotyper, som er kjendt fra Fukhammer—Rødsjøkampen-området.

Som regel har de følgende utseende: I en meget ufrisk grundmasse ligger friske, uregelmæssig begrænsede individer av monoklin pyroxen, samt kloritpseudomorfer dels efter biotit, dels vel efter rombisk pyroxen, ogsaa bastitagtige pseudomorfer findes. Grundmassen bestaar av feltspat og dens finkornede omvandlingsprodukter. Man kunde let være fristet til at ta den ufriske grundmasse for en devitrificeret glassbasis, om man ikke kunde skimte de oprindelige plagioklasers kontur gjennom aggregatet av nydannelser, naar man anvender gibbsplate med rødt av første orden. Man finder da store albitindivider, som fylder hele grundmassen og som har bevaret den oprindelige hypidiomorfe feltspatform fra gabbroen.

Feltspatens sterke dekomposition er paafaldende, sammenlignet med den monokline pyroxens ofte fuldstændige friskhet; netop det samme træk er ogsaa karakteristisk for de fleste gabbroer, som staar i fast fjeld i Fukhammer—Rødsjøkampen-omraadet.¹ I friskere rullestene kan man ogsaa uten gibsplate gjenkjende de store, albitiserte gabbroplagioklaser, ofte med tydelig kataklastisk paavirkning, som er ældre end indleiringen i konglomeratet. Gabbroens apatitkrystaller i rullestenene er altid meget friske og klare.

Undertiden viser ogsaa augiten i rullestenene tydelig kloritisering, ikke sjelden blir ogsaa hele rullestenen til et kloritaggregat.

Foruten de her nævnte gabbrobergarter findes som rullestene ogsaa talrike hornblendegabbroer, som likeledes er kjendt fra fast fjeld inden Fukhammer—Rødsjøkampen-omraadet. Hornblenden tilhører, baade i fast fjeld og i rullestenene forskjellige varieteter.² Man har rent chokoladebrune eller rødbrune amfiboler, som aabenbart er dannet allerede i bergartens magmatiske stadium. Man har grønligbrune amfiboler, som er hyppigst, og som vistnok er en noget yngre dannelse end de førstnævnte, og endelig talrike arter av skiddengrønne-graagrønne lyse amfiboler, som sikkert er sekundærdannelser paa bekostning av pyroxen; tildels findes de ogsaa parallelsammenvokset med denne. Ogsaa helt farveløse monokline amfiboler findes, muligens dannet paa bekostning av rombisk pyroxen.

Gabbrobergarterne i konglomeratet ved Dokvand minder i sin struktur ikke bare om gabbroerne i Fukhammer—Rød-

¹ Se pl. V, fig. 2, som viser denne eiendommelighet hos gabbroen.

² At der i konglomeratet findes flere slags amfiboler, omtales allerede av BJØRLYKKE i arbeidet av 1894.

sjøkampen-feltet, men ogsaa om de nordenfor liggende store gabbroomraader ved Espedalsvand. Imidlertid er Espedalsfeltets gabbroide bergarter (i frisk tilstand) karakterisert ved sin rikdom paa hypersthen, et mineral, som jeg endnu aldrig har kunnet paavise i konglomeratets rullestene. Dette kan imidlertid skrive sig fra hypersthenens ringe motstandsdygtighet mot omvandling til bastit eller klorit, noget som viser sig ogsaa hos Espedalsfeltets mere ufriske gabbroide bergarter.

Meget plagioklasrike gabbrovarieteter i konglomeratet minder noget om Espedalsfeltets labradorstene.

En meget karakteristisk bergart for Espedalsomraadet er pyroxeniter, hvortil de kjendte nikkelforekomster er knyttet. I frisk tilstand er pyroxeniternes hovedbestanddele diallag, broncit, samt eventuelt ogsaa olivin, litt biotit og brun amfibol. Ogsaa blandt rullestenene i Dokvandskonglomeratet findes pyroxeniter, av hvis primære mineraler imidlertid bare diallag og brun amfibol er bevaret. Der findes ogsaa rullestene av uralitfels¹, bestaaende av omtrent isometriske farveløse uralitindivider, samt litt epidot; disse uralitbergarter minder i sin struktur adskillig om pyroxeniterne i Espedalsfeltet.

De gabbroide rullestene i Dokvandskonglomeratet fører ofte sekundær granat av samme art, som den blandt grundmassemineralerne nævnte (se s. 18). I Fukhammer—Rødsjøkampens gabbroomraade har jeg hittil ikke set sekundær granat, den er derimot kjendt i de østre dele av Espedalsfeltet.

Meget ofte viser de gabbroide rullestene stripning² ved veksling av lysere og mørkere parallele striper. Denne strip-

¹ Et eiendommelig træk hos uralitfelsen er forekomsten av litt alkali-amfibol som alleryngste sekundærdannelse. Denne amfibol er rent sekundær.

² I gabbromasserne inden Fukhammer—Rødsjøkampen-omraadet er stripedet varieteter ikke ualmindelige.

ning er ikke fremkommet ved metamorfose efter indleiringen i konglomeratet, thi f. eks. i Dokkampen, vest for Dokvand kan man iagttå, at striperne i de forskjellige rullestene ikke viser nogen regelmæssig indbyrdes orientering.

De gabbroide stene i konglomeratet er ofte velrundede, undertiden kun kantrundede, undertiden helt kantede, som blokkene i en ur. I de finkornede grønne og røde bænke av lersandsten kan man finde enkelte gabbrorullestene med de mest bizarre former, som minder mere om vulkanske ejetementa end om rullestene i et konglomerat. Imidlertid bestaar ogsaa disse stene av de almindelige holokrystalline, ofte sterkt pressede, gabbrobergarter, uten noget tegn til effusivbergarters struktur. En saadan gabbrosten er gjengit paa pl. V. fig. 1.¹

Nogle bænke i Dokvandsomraadets gabbrokonglomerat minder mere om en usortert masse av forvitningsgrus, end om et typisk konglomerat. Baade grundmassen og blokkene bestaar av samme slags gabbromateriale.

Angaaende størrelsen av gabbroblokkene i de almindelige gabbrokonglomerater kan følgende nævnes. Størrelser fra 3—15 cm. er det almindelige, ogsaa 20—30 cm. store stene er hyppige, undertiden blir blokkene 50 cm. store (Dokkampen).

De granitoide rullestene i konglomeratet er av meget lys, næsten hvit farve, forsaavidt de ikke er inkrusteret med rød jernokker.

Under mikroskopet viser graniten sig at bestaa av meget ufrisk feltspat (vistnok overveiende kalifeltspat, tildels mikro-

¹ Det forekommer mig sandsynlig, at disse stenes taggede og frynsede konturer kan skyldes presnings- og utvalsningsprosesser. Sammenlign paa pl. V, fig. 1, relationen mellem de indre forskyvningsplan og den ydre konturlinje.

perthit), albit (undertiden den herskende feltspat), og kvarts samt litt jernerts og biotit (kloritiseret). Kalifeltspaten er oftest saagodtsom helt omvandlet til et aggregat av glimmeragtige smaaskjæl, muligens kaolin. Særdeles ofte sees meget grove skriftsammenvoksningsmellem kvarts og feltspat.

Graniten viser i de fleste tilfælder mere eller mindre sterk presning, som er ældre end indleiringen i konglomeratet. Særdeles ofte er graniten helt utvalset, saa baade kvartsen og den ufriske feltspat danner tynde parallele streker. Utvalsningen foregik under sterk kataklase, altsaa i jordskorpens øverste nivaa. Ved meget sterk utvalsning faar graniten undertiden en viss makroskopisk likhet med stripedelipariter.

Undertiden sees i granitene striper med sekundær granat.

Granitstenene i gabbrokonglomeratet er oftest vel rundede, undertiden fladt ellipsoidiske, sjelden kantede. I de laveste bænke av rød lersandsten i myren øst for utløpet av Dokvand træffer man spredte stene av denne granit, i størrelse fra 3—15 cm., som ved sin tetraederagtige form minder adskillig om vindslitte „Dreikanter“.

De lyse granitstene er meget utbredt i gabbrokonglomeratet; de er et meget godt middel til bekræftelse av bergartens sedimentære natur, naar man hos pressede bergarter er usikker paa, om man her har en tektonisk gabbrobrecie eller et sedimentært gabbrokonglomerat. Der kan i denne sammenhæng bemerkes, at MÜNSTER nævner de lyse rullestene i konglomeratet under sydfronten av Fukhammer—Rød-sjøkampens gabbro. Helt op til Hinøgla-fossen i kartets nordrand er de granitiske rullestene kjendt fra konglomeratet.

Undertiden sees graniten i rullestenene at veksle med parallele striper av grønne hornblenderike bergarter av gabbroid eller dioritisk sammensætning. Disse hornblenderike

bergarter kan paa den ene side ikke adskilles fra visse uralit gabbroer inden Fukhammer—Rødsjøkampen-feltet, paa den anden side er de meget like visse dioriter inden grundfjeldet i Valdresdalen (grundfjeldsomraadet Slidrefjord—Vangsmjøsen).

Angaaende hjemstedet for de granititke rullestene kan følgende anføres: Rullestenenes granit har ingen likhet med Jotunheimens meget let kjendelige mikroperthitgraniter, ei heller ligner den de ungedaledoniske „hvite graniter“ (Trondhjemiter), hvis nærmeste større omraade ligger ved Hedalsmuen. Blandt de granitiske bergarter, som ligger ovenpaa fylliten mellem Valdres og Hemsedal, findes der derimot identiske typer, f. eks. i Bukone-fjeld, vest for Svenskin-vand.¹ Forresten har gabbrokonglomeratets granit ogsaa meget stor likhet med den lyse granit, som i talrike store og smaa gangmasser gjennemsetter de dioritiske grundfjeldsbergarter ved Øilo i Valdres. Granitiske bergarter i fast fjeld er nu ikke kjendt i Fukhammer—Rødsjøkampens gabbrofelt, derimot har MÜNSTER fundet smaa indeslutninger av granitisk feltspat i gabbro paa toppen av Dyptjernfjeld. Det er ikke umulig, at der her tidligere kan ha eksisteret større granitmasser, som nu er borterodert.

Spørsmålet om granitrullestenenes hjemsted kan saaledes ikke besvares med sikkerhet.

Gabbrokonglomeratets metamorfose.

I den sydøstlige del av omraadet viser gabbrokonglomeratet mange steder ingensomhelst metamorfose, som er yngre end sedimentationen. Der har fundet sted diagenetiske omsættninger. Langs sprækker er der avsatt kalkholdige zeoliter, epidot, kvarts og kalkspat, men nogen virkelig metamorfose

¹ Efter materiale samlet av H. REUSCH.

kan ikke paavises. Konglomeratet under sydranden av gabbromasserne i Fukhammer—Rødsjøkampen-feltet viser derimot efter MÜNSTER en tildels tydelig presning.

Likeledes sees sterke presfænomener i det konglomeratdrag, som fra Haunsjøen strækker sig nordover. Presningsfænomenerne er beskrevet av BJØRLYKKE i hans omtale av Ongsjøfeldets konglomerat.¹ Utmerket anledning til studiet av presfænomener har man i konglomeratet ved Leppeskaret vest for Espedalsvand.

Foruten den mekaniske deformation, som yttre sig i en flatpresning av alle rullestene, sker der kemiske omsætninger, fremforalt øker mængden av epidot. Paa bekostning av det næsten submikroskopiske grynmaterialer av klinozoisit og lignende blir der dannet store jernrikere epidoter av intens grøngul farve. Den oprindelige pyroxen i rullestene og grundmasse forsvinder helt og gir anledning til dannelse av amfibol, gjerne av blekgrøn farve. Amfibolen optræder dels paa den oprindelige pyroxens plads, dels, oftere, findes den som fine naale og stengler spredt gjennom hele bergartmassen. Meget hurtig tar presvirkningerne og nykrystallisationen i den grad overhaand, at konglomeratets oprindelige strukturer forsvinder fuldstændig. I mikroskop er det da ikke længere mulig at erkjende konglomeratkarakteren, i heldige haandstykker lykkes det undertiden, i større blottede fjeldmasser kan konglomeratnaturen erkjendes længst. Men endestadiet er en grøn skifer, rik paa amfibol, epidot, albit, ofte ogsaa klorit, hvis oprindelige bergart vilde være umulig at bestemme, hvis ikke skiferen ved overgange var forbundet med gabbro-konglomeratet (se forøvrig ogsaa s. 23).

¹ Høifjeldskvartsens nordøstligste utbredelse s. 70, Centrale Norges fjeldbygning s. 450.

Det er forøvrig ingenlunde alle forekomster av gabbrokonglomeratet inden den nordlige del av omraadet, som viser sterk mekanisk paavirkning og omkrystallisation. Saaledes hører den allernordligste nu kjendte forekomst, konglomeratet ved Hinøglaas fos, til de mindre metamorfe, baade efter BJØR-LYKKES beskrivelse¹ og efter materiale indsamlet av W. WERENSKIOLD.

Kvartskonglomeratet.

Kvartskonglomeratets utbredelse.

Høifjeldskvartsen indeholder foruten gabbrokonglomeratet ogsaa en anden karakteristisk konglomeratavdeling, som vi kan kalde for kvartskonglomeratet. I dette konglomerat er kvartsiter, sandstene, pegmatitkvarts og disses metamorfe derivater de vigtigste, om end ingenlunde de eneste rullestene.

Ogsaa dette konglomerat kan følges over store strækninger.

De følgende opgaver over kvartskonglomeratets utbredelse støtter sig til dagbøker av O. SANDSTAD 1888 og P. KROHN 1888, publikationer av H. REUSCH² og K. O. BJØR-LYKKE³, samt forfatterens egne iagttagelser under reiser i 1912 og 1915.

Følgende forekomster er kjendt:

Længst i sydvest det store konglomeratdrag langs østhjeldningen av Grønsendknipens granitmasse øst for Svenskin.

Et par mil længere nord et meget langt drag av vistnok samme konglomerat, som følger parallelt grænsen for jotun-

¹ Centrale Norges fjeldbygning, s. 435.

² Mellem Bygdin og Bang. Høifjeldet mellem Vangsmjøsen og Tisleia.

³ Det centrale Norges fjeldbygning.

eruptiverne helt fra trakterne søndenfor Tyin til fjeldvidden sydvest for Espedalsvand.

I luftlinje er længden av dette konglomeratdrag omtrent 60 km., den virkelige længde er dog større. Den vestligste kjendte forekomst ligger i skraaningen nordenfor Øie i Valdres, hvor jeg traf konglomeratet ret over skydsstationen Skogstad og længere sydøst. Det synes at fortsætte som en bestemt øverste horisont i sparagmitavdelingen mot øst. Mot vest kan det neppe fortsætte uten avbrydelser, da jeg i 1912 ikke fandt det ved selve sydenden av Tyin. Den næste forekomst længer øst, som er kjendt, ligger ret nordenfor Hænsaasen kapel, hvor BJØRLYKKE (l. c.) paaviste det i sydskraaningen av Sandhornet. Herfra bøier baade eruptivernes og sparagmitens grænse nordover og hermed ogsaa sparagmitens konglomerat, som man gjenfinder ved elven Sleipa¹ vest for det fjeldparti, som dannes av Skyrifjeld og Bitihorn. Herfra kan konglomeratet følges i en stor bue sødenom samme fjeldparti, hvor det er iagttat av REUSCH, BJØRLYKKE og forfatteren. Rundt Bitihorn fortsætter konglomeratet efter alle disse iagttagere til sydøstenden av Raufjorden, de sydøstligste utløper av Bygdin.

Videre kan konglomeratet følges til det sted, hvor landeveien ved Bygdins utløp gaar over Vinstra. Her er det allerede iagttat av KEILHAU, siden av SANDSTAD, REUSCH, BJØRLYKKE og forfatteren. Stedet er fortrinlig skikket til studier over konglomeraters deformation ved presning (se ogsaa s. 34 og pl. II og III). Herfra kan konglomeratet følges videre østover langs Vinstra og herfra videre langs sydsiden av Vinsteren og Olevand. Paa dette sidste sted begynder der, efter iagttagelser av SANDSTAD, flere parallele konglomeratdrag.

¹ Allerede iagttat av BJØRLYKKE.

Videre østover øker konglomeratets mægtighet, flere drag. optræder, som med nordlig fald bygger den fjeldmur, som Skredalsfjeldene danner (iagttagelser av SANDSTAD og KROHN). Efter de samme iagttagere synes konglomeratet længere øst at dele sig i to drag, et nordlig over Sandbroten til Torkjernkampen, et sydlig over Skaget, Mærkesteinhøiden, Søndre og Nordre Langsuen over Storkvaalvet til henimot Nontjern, hvor det ophører.

Fra nordsiden av Vinsteren oppgir BJØRLYKKE (l. c.) samme konglomerat øst for Melby-sæter.

Kvartskonglomeratets plads i lagrækken.

Angaaende kvartskonglomeratets plads i høifjeldskvartsens lagrække kan følgende bemerkes. I Grønsendknipens østhældning viser profilerne, at konglomeratet maa tilhøre den laveste del av den der optrædende høifjeldskvarts. I den nordlige konglomeratzone, helt fra Skogstad til Nontjern findes konglomeratet som regel, men ikke altid, i den øverste del av formationen, nær grænsen mot de overliggende eruptiver. Mægtigheten av konglomeratet er meget vekslende, fra nogle faa meter til flere hundrede meter. Hvor mægtigheten er betydelig, optræder der gjerne ingen ubrutt lagrække av bare konglomerat, men en veksling av konglomeratbænke og sandstone eller skifre. Saaledes er det f. eks. ved Grønsendknipen, ved Skogstad, samt efter SANDSTAD ogsaa i Skredalsfjeldene.

Kvartskonglomeratets petrografiske beskaffenhet.

Konglomeratet viser mange steder sterk deformation ved presning eller valsning av rullestenene, ja der er igrunnen kun faa lokaliteter, hvor saadan deformation mangler eller

træder i bakgrunden. Som regel er rullestenene enten utvalset til lange stengler eller til tynde plater. De sidste, de saakaldte kvartskakelag er især karakteristiske for konglomeratet i Skredalsfjeldene—Langsuen-området.

Udeformerte rullestene nævnes av SANDSTAD og KROHN fra følgende findsteder: mellem Olefjeld og Skredalsfjeldene og nord for nordre Skredalssæter.

Ønsker vi at undersøke kvartskonglomeratets oprindelige petrografiske beskaffenhet, er vi henvist til de faa lokaliteter, hvor deformationen ikke spiller nogen rolle.¹ Til saadanne studier egner sig fremforalt Grønsendknipens sydlige del, hvor upresset konglomerat i stor mægtighet er fortrinlig blottet (sml. s. 36 og 37).

Det umetamorfe kvartskonglomerat.

Grundmassen i Grønsendknipens konglomerat bestaar dels av sparagmit, dels av glimmerrik lerskifer, dels av blandinger av disse to komponenter.

Sparagmitgrundmassen bestaar av de typiske skarpkantede (sjeldnere runde) kvarts- og feltspatbruddstykker, med de sedvanlige bibestanddele: jernerts, epidot, titanit, zirkon. Lerskiferens hovedbestanddel er et yderst fint aggregat av klastiske glimmerskjæl, undertiden imprægnert med rød jernokker, undertiden med et mørkt støv.

Rullestenene i Grønsendknipens konglomerat har oftest en diameter fra 5 til 10 cm., dog findes selvfølgelig ogsaa mange mindre rullestene, likeledes kan dimensionerne ogsaa vise avvigelser opad, idet rullestene med 40 cm. diameter er

¹ Det vilde være særdeles ønskelig, at der blev gjort systematiske indsamlinger av rullestene i de udeformerte konglomeratpartier inden strøket Olefjeld—Skredalsfjeldene.

fundet. Stenene i det sedvanlige konglomerat er meget vel rundede, naar vi ser bort fra de laveste grusbænke. Specielt lægger vi merke til dette hos de herskende sandstens-, kvartsit- og kvartsporfyritrullestene, som tiltrods for sin haardhet ofte er helt kuglerunde.

Rullestenene kan efter sin bergart inddeles i flere grupper.

1. Blandt de hyppigste er graa eller rødliggraa, ogsaa violette kvartsiter, som under mikroskopet ofte endnu viser særdeles tydelig sandstenskarakter, med klastiske korn av kvarts, underordnet feltspat og epidot i en muskovitrik cement. Disse rullestene er saagodtsom fri for primær presning, saa deres kvartsitagtige habitus aabenbart kun skyldes diagenese. I pressede konglomeratfacies er derimot ogsaa disse rullestene sterkt mekanisk paavirket.

2. Ogsaa finkornede sandstene med gule, epidotrike flækker findes som rullestene i konglomeratet, de er dog ikke almindelige. Det samme gjælder for helt umetamorfelys gulagtige kalksandstene.

3. Næsten likesaa hyppige som kvartsitruullestenene er stene av kvartsporfyrit, som findes i flere forskjellige varieteter. Kvartsporfyriten har tildels en typisk effusiv habitus, den viser da en fortrinlig fluidalstruktur (sml. pl. VI, fig. 1). Porfyriske krystaller findes av kvarts (ofte med vakre resorptionsindbugtninger) og av sur plagioklas (oligoklasalbit). Disse krystallers indbyrdes mængdeforhold og absolute mængde varierer meget, undertiden mangler de helt. Grundmassen er altid devitrificeret, den er dels yderst fint mikrogranitisk, dels fyldt av vakre granofyriske kvarts-feltspat-aggater. Ogsaa i grundmassen er en sur plagioklas den herskende feltspat. Presfænomener i kvartsporfyriterne er meget underordnede (litt undulering hos kvartskrystallerne);

de kan muligens skrive sig fra tiden efter indleiringen i konglomeratet. Kvarzporfyrirullestenene er meget let kjendelige, naar den porfyriske karakter er utpræget; naar derimot de store kvartser eller feltspater er sparsomme eller mangler helt, blir stenene meget kvartsitlignende og kan først under mikroskopet identificeres som eruptiver.

4. Noget sjeldnere end kvartzporfyrirstenene er rullestene av granitiske bergarter. Disse er som regel noksaa finkornede¹, ofte helt aplitagtige mikroklinggranititer, som minder meget om de finkornede facies av Grønsendknipens granit. Ogsaa granitporfyriske rullestene findes.

Til de rullestene, hvis materiale er derivert fra granit-omraader, bør ogsaa regnes de meget hyppige, ofte decimeterstore stene av halvgjennemsiktig melkekvarz, som vel skriver sig fra granitpegmatiter. I de laveste arkoseagtige bænke av konglomeratet findes ogsaa talrike skarpkantede stykker av kalifeltspat, vel likeledes fra granitpegmatit, i individer av optil 3—4 cm. størrelse.

5. En enkelt rullesten maa henregnes til kvartssyenit; den bestaar væsentlig av mikroperthit, litt kvartz, samt noget biotit. Den mindet i nogen grad om de mikroperthitsyeniter, som er differentiationsprodukter av jotungabbroen.

6. Basiske eruptiver er meget sjeldne blandt Grønsendknipens rullestene. Hertil maa vel regnes nogle grønne stene, som nu væsentlig bestaar av et epidotaggregat med litt kvartz. I denne forbindelse kan nævnes, at ogsaa granitaplitrullestenene, som er nævnt under 4, gjerne fører litt epidot. Til de basiske eruptiver maa muligens ogsaa regnes nogle stene av tæt mørk graagrøn bergart med lys forvitringsskorpe, som

¹ Et billede av en noksaa finkornet mikroklinggranit er git paa pl. VI, fig. 2.

under mikroskopet viser sig at bestaa av et finkornet karbonat-epidot-aggregat.

7. En enkelt stor sten (ca. 30 cm. diameter) av ellipsoidisk form tilhørte en sterkt metamorf stripet granatgneis, bestaaende av kvarts, kalifeltspat og parallele granatstriper.

Med hensyn til rullestenenes oprindelse kan følgende formodninger uttales. De kvartsitiske sandstene kan ha faat sit materiale fra de kvartsitiske sandstenslag, som enkelte steder endnu ligger mellem fyllitformationen og den overliggende høifjeldskvarts, en mulighet, som allerede antydes av BJØR-LYKKE.¹ Et andet omraade, som man kunde tænke paa, er Telemarkens store grundfjeldsomraade i syd, som i mellem- og oversilurisk tid efter al sandsynlighet raget op som land, med sine mægtige kvartsiter tilhørende Telemarksformationen.

For kvartsporfyriternes vedkommende kunde man likeledes være fristet til at anta Telemarksformationens kvartsporfyrit som utgangsmateriale, herfor kunde netop associationen med kvartsitsandstene tas til indtægt. Imidlertid kunde man ogsaa tænke paa en nu borterovert kvartsporfyritformation, kanske svarende til effusivbergarter eller grænsefacies til høifjeldets graniter. Til fordel for denne sidste tydning kunde associationen med apliter og granitporfyrier av høifjeldseruptivers type anføres. Noget sikkert kan dog endnu ikke siges i denne sak.

Om granitrullestenenes oprindelse er det likeledes vanskelig at uttale sig, da finkornede mikroklingranititer er saa almindelige og litet karakteristiske bergarter, at mange mulig-

¹ Det centrale Norges fjeldbygning s. 468. Det er dog usikkert, om disse sandstene allerede før konglomeratets dannelse hadde kvartsitkarakter.

heter staar aapne angaaende deres hjemsted. Der kan dog siges, at intet staar iveien for, at de kan skrive sig fra høifjeldets egne graniter.

Om oprindelsen til syenitruullestenen kan heller intet sikkert siges; den kan tilhøre jotuneruptiverne; men dette lar sig ikke bevise, saa længe ikke andre, mere typiske jotunbergarter er fundne i samme konglomerat.

De basiske bergarters ufriske tilstand umuliggjør enhver parallelisering med kjendte typer.

Granatgneisens hjemsted bør vel søkes inden grundfjeldet.

De umetamorfe kalksandstene skriver sig sandsynligvis fra kambrosiluren.

Kvartskonglomeratets metamorfose.

Rullestenenes metamorfose er meget fremtrædende paa næsten alle forekomster. Den ytrer sig væsentlig ved mekanisk deformation. Deformationen kan føres tilbage til to hovedtyper, 1. utpresning til tynde plater (kvartskakelag) eller 2. til lange tynde stengler. Antas deformationen foregaat ved en enkel stressomformning skulde de flate kaker av typus 1 være det inverse billede av et stressellipsoid, som nærmer sig et meget langstrakt rotationsellipsoid; typus 2 skulde tilsvare det inverse billede av et stressellipsoid, som nærmer sig et meget flatt rotationsellipsoid. Selvfølgelig findes alle overgange mellem de to ekstremtyper av deformerte rullestene med ellipsoidiske former, brødform, skildpaddeform og lignende. Forøvrig bør det nævnes, at deformationen vel som regel ikke skyldes stationert stress alene, men utvalsning under glidende bevægelser, hvorved rullestenenes ender

eller rand er blit skarpt utvalset, saa de langstrakte rullestene ligner meget spidse cigarer.

Overgangen fra upressede til sterkt deformerte konglomerater kan aldeles ypperlig studeres i østskraaningen av Grønsendknipen, hvor det overkjørte konglomerat længst nord i profilserien tildels er særdeles sterkt utvalset. Den allersterkeste mig bekjendte deformation sees ved Vinstra-broen ved Bygdin, hvor forholdet mellem rullestenenes tre hoveddiametre har antat værdien 1 : 1, 5 : 80. Dette er dog et maksimum, som kun naaes av lokalt begrænsede konglomeratpartier, mens deformationen andetsteds i nærheten bare naar parametre som 1 : 2 : 6 og lignende. Nogle store blokke av dette konglomerat, som jeg har latt slipe og polere, findes nu i det geologiske museums samlinger i Kristiania. Paa pl. II og III findes billeder av disse blokke.

Den forandring, som under deformationen foregaar med rullestenene, viser sig makroskopisk deri, at kvartsrullestenene og andre kvartsrike bergarter faar en meget sterk fettglans paa friskt brudd, bruddet blir tilslut helt tæt, muslig og flintlignende. Ogsaa de andre rullestene faar et lignende tæt flintagtig utseende ved vidtgaaende deformation, slik at det paa almindelig brudd er vanskelig at skjelne de forskjellige slags stene, kun de granitiske kan kjendes ved sin lyserøde farve. Utenpaa er rullestenene efter sterk deformation overtrukket med en hinde, som bestaar av sericit og klorit. Paa poleret flate kan man dog ogsaa i pressede konglomerater se forskjel paa temmelig mange slags rullestene, ogsaa i saadanne konglomerater, hvor ellers alle pressede rullestene ser kvartsitagtige ut. Ofte er rullestenene revet istykker med regelmæssige mellemrum (sml. pl. III). Deformationsmaaten vil kanske

engang kunne gi os talmæssige data angaaende temperatur- og trykforhold under deformationen.

I mikroskopisk præparat viser det sig, at rullestenenes deformation ledsages av en meget sterk kataklase. Bergarten blir tilslut et yderst fingrynet stripet aggregat av bittesmaa kvartskorn, uten noget spor av den oprindelige sandstens- eller grove kvartsitstruktur.

Det er bemerkelsesværdig, at konglomeratets sparagmitiske grundmasse i langt mindre grad end rullestenene viser kataklastisk deformation. Selv om grundmassen i mikroskopet ser noksaa intakt ut, er rullestenene allerede helt opknust. Dette har sin aarsak vel deri, at grundmassens enkelte korn ikke blir utsat for saa sterk paakjending, idet de ved indbyrdes flytning og forskyvning kan gi efter for trykkræfterne, mens denne utvei ikke staar aapen for de store rullestene.

Jeg skal andetsteds komme mere utførlig tilbake til de samme spørsmåal.

Høifjeldskvartsens tektoniske stilling.

a. Forholdet til fyllitformationen.

Høifjeldskvartsens sedimenter ligger i hele sin utbredelse ovenpaa fyllitformationen, som allerede vist av BJØRLYKKE. De profiler, som viser høifjeldskvarts over fyllit, kan derfor ikke skyldes lokale inversioner.

Høifjeldskvartsen ligger, som BJØRLYKKE har vist, diskordant over fyllitformationen, men denne diskordans er svak, den viser sig ikke i forskjellige foldningsretninger for de to formationer, men kun deri, at det ikke altid er samme horisont i fyllitformationen, som tilsyneladende konkordant overleires av høifjeldskvartsen.

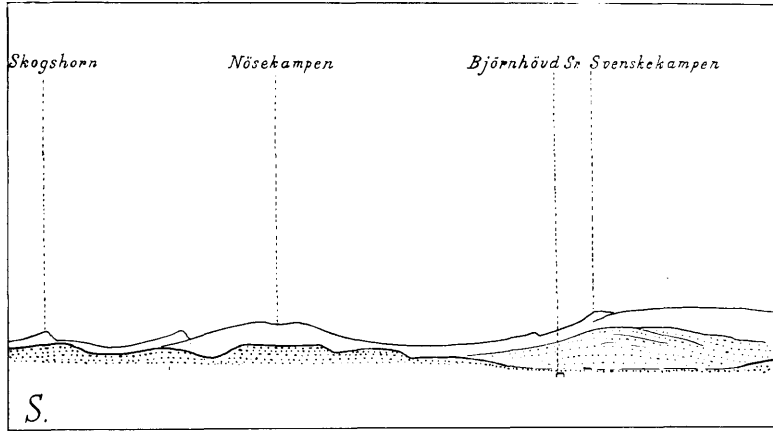


Fig. 1. Grønsendknipen

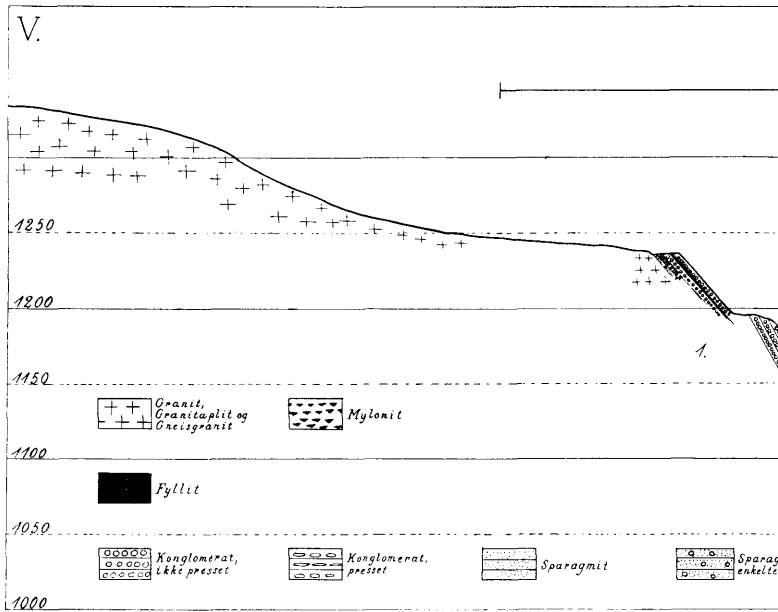
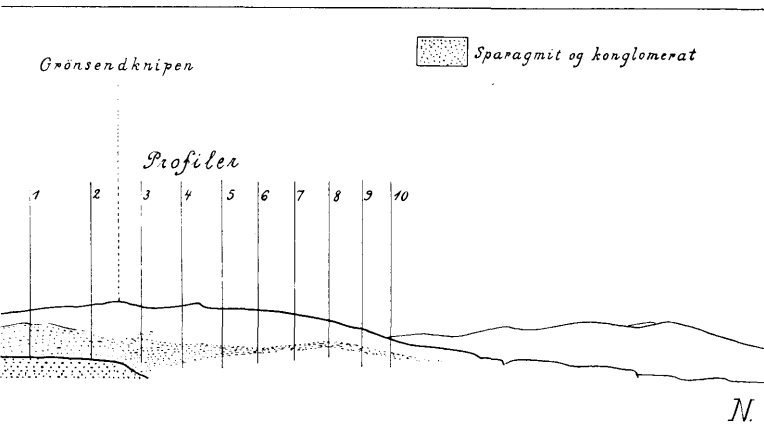
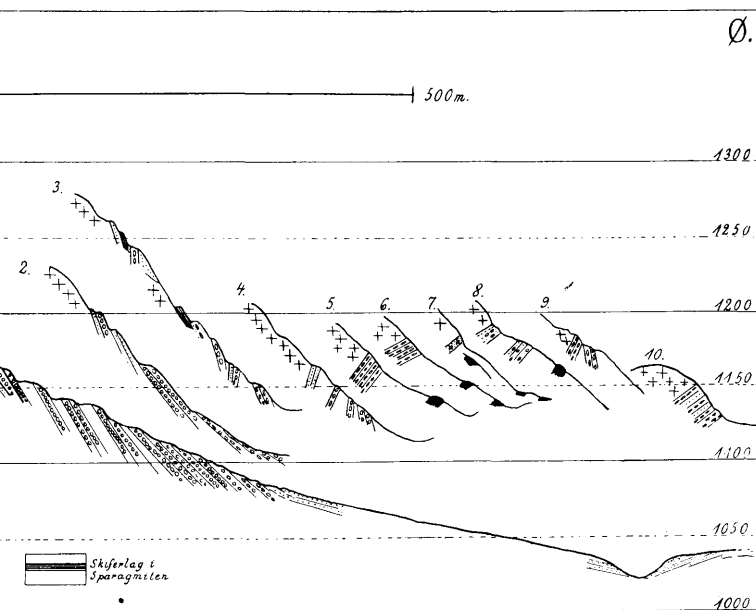


Fig. 2. 10 parallelprofiler gennem østskraningen af Grønsendknipen. Pr



fra Foshe m-sæter.



2 og 5 av forfatteren, 3, 4, 6, 7, 8, 9 og 10 av frk. cand. min. M. JOHNSON.

b. Forholdet til høifjeldets eruptiver.

Høifjeldskvartsen ligger i det store flertal av de kjendte profiler under fjeldkjedens eruptiver. Tilstrækkelig mange eksempler er omtalt i den foreliggende litteratur, som viser, at fjeldstrøkenes „normale“ rækkefølge er: 1. autoktont grundfjeld, 2. fyllitformationen, 3. høifjeldskvartsen, 4. høifjeldets eruptiver. Undtagelser fra denne regel finder vi nær den sydlige og sydøstlige rand av høifjeldskvartsens område, hvor eruptiverne tildels overleires av høifjeldskvarts. Vi kan som eksempel bringe et skematisk profil gjennom Dyptjern-

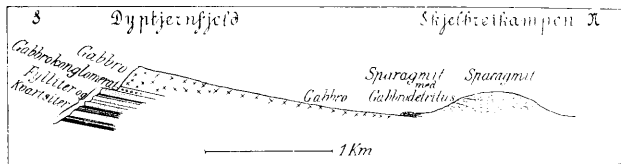


Fig. 3. Den sydlige del av profilet efter TH. MÜNSTER.

fjeld. Den sydlige del av profilet er tegnet efter TH. MÜNSTERs opgaver i dagbok av 1896¹ (jeg selv har ikke undersøkt denne del av profilet), den nordlige efter mine iagttagelser i 1915. En lignende position av gabbroen under høifjeldskvartsen vises av BJØRLYKKEs profil fra Fukhammerne (Det centrale Norges fjeldbygning s. 459).

Ogsaa i den sydlige del av Grønsendknipens østskraaning finder vi høifjeldskvartsen med konglomerat liggende med fald fra Grønsendknipens granit.² I en liten knaus om-

¹ Konglomeratet under dette gabbrodrag omtales av MÜNSTER i dagbøker av 1896 og 97 fra mange steder her; han nævner blandt andet uttrykkelig dets polymikte rullestene. Der kan saaledes neppe foreligge forveksling med almindelig gabbromylonit.

² Allerede nævnt i H. REUSCHS avhandling om disse fjeldstrøk (1900).

trent ret øst for selve toppen finder vi den umiddelbare grænse blottet mellem underliggende granit og den overliggende sparagmit-konglomerat-formation. Grænsen ser ut som en normal sedimentationskontakt. Over graniten, som i sine øverste 20—50 cm. viser sterk opknusning (tildels vel tektonisk), følger en grov arkose, tildels med vakker diagonal-skiktning. Den indeholder enkelte kvartsrullestene. Derover følger konglomeratbænkene. Grænsen mellem granit og konglomerat falder under ca. 45° mot øst, et billede herav er git paa pl. I, fig. 1. Paa billedet er ikke selve den umiddelbare grænse blottet, derimot i strøkets fortsættelse litt længere nord.

Følger vi strøket længere nordover, saa blir faldet for høifjeldskvartsen stadig brattere, indtil det gaar mot vest, alt-saa indunder graniten og blir nu stadig flatere. Det forekom mig ønskelig at fastslaa denne eiendommelige tektonik ved en række parallele profiler. Da jeg hadde undersøkt profilerne 1, 2 og 5 (se fig. 2), blev jeg imidlertid forhindret i at fuldføre dette arbeide, som derpaa blev fortsat av frk. cand. min. M. JOHNSON, som undersøkte og tegnede profilerne 3, 4, 6, 7, 8, 9 og 10, og kompletterte materialet fra 2 og 5.

Høideopgaverne for profilet maa betragtes som kun relative, da det nærmeste punkt med kjendt høide, Strandefjord i Valdres, kun blev sammenlignet en gang. Profilerne er tat med ca. 200 m. mellemrum.

Profilerne kan nærmest tydes i den retning, at høifjeldskvartsens sparagmit og konglomerat blev sedimentert foran Grønsendknipens granitmasse (fig. 2, profil 1), at saa granitmassen blev skjøvet østover, at den reiste det foranliggende konglomerat til vertikalstilling (profil 2 og 3); tilslut inverterte

det og kjørte henover det under sterk utvalsning av konglomeratets rullestene (profil 4—10).

Vi kan imidlertid heller ikke betrakte graniten i profil 1 som autokton, thi, som H. REUSCH har vist¹, ligger granitmassen fladt ovenpaa fyllitformationen, begrenset mot denne ved et forskyvningsplan med mylonitdannelse. Efter dette skulde vi faa de følgende tre skematiske profiler:

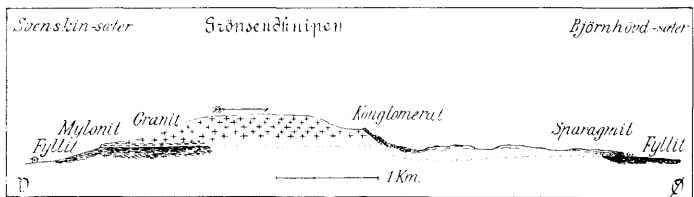


Fig. 4. Skematisk profil gjennom Grønsendknipens sydlige del.

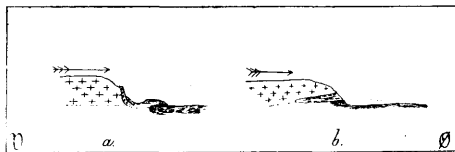


Fig. 5. Skematiske profiler gjennom Grønsendknipens nordlige del.

Vi faar saaledes følgende stadier: 1. granitens fremkjøring over fylliten til positionen i fig. 4 eller litt vestenfor; 2. avleiring av konglomerat og sparagmit; 3. overkjøring av konglomeratet ved graniten til positionen i fig. 5 a, senere 5 b.

Den eneste tydning, som er mulig, hvis vi ikke aksepterer denne, er at anta graniten for en yngre intrusion, som i flytende tilstand har kilt sig ind mellem fyllitformationen og konglomeratet, og som siden blev skjøvet over konglom-

¹ l. c. 1900.

eratet mot øst. Der findes ting, som kan tydes til fordel for en saadan opfatning. Saaledes er graniten ved grænsen mot konglomeratformationen gjerne noksaa finkornet, slik som man kunde tænke sig en grænsefacies. Videre findes der netop nær granitens grænse indeslutninger av lys kvartsitisk bergart, gjennemsat av smaa pegmatitgange, mellem profilerne 2 og 3 (fig. 2). At kontaktfænomener ikke kunde paavises hos sparagmit-konglomeratformationen kunde begrundes med kvarts-feltspatbergarters stabilitet mot kontaktmetamorfosens paavirkninger. Imidlertid burde man dog vente en utpræget kontaktmetamorfose ved grænsen mellem graniten og den underliggende fyllit. At en saadan kontaktmetamorfose mangler, blev allerede paavist av H. REUSCH, og jeg kan helt slutte mig til hans iagttagelser.

Den førstnævnte opfatning kunde faa en væsentlig støtte ved en bestemt tydning (se 3. s. 48) av forholdene ved Fukhammer—Dokvand—Hinøgla-området, hvor vi i konglomeratet finder rullestene av høifjeldets gabbroer, som siden blev kjørt over sit eget konglomerat.

Om høifjeldskvartsens alder.

Vi kan ikke anta høifjeldskvartsens sedimenter for en gammel overskjøven masse, eventuelt svarende til det centrale Norges eokambriske sparagmiter. Dersom høifjeldskvartsen var en saadan overskjøven masse, kjørt frem over en strækning av mange mil, burde vi fremforalt vente mekanisk deformation nederst i høifjeldskvartsens mest frontale bergarter, altsaa langs dens søndre og sydøstre rand. Saa er ikke tilfældet; netop her er høifjeldskvartsens bergarter til-

dels helt fri for mekanisk paavirkning og anden metamorfose.¹

At høifjeldskvartsen ikke er en gammel overskjøven sedimentformation vises ogsaa av den omstændighet, at dens konglomerater indeholder rullestene av saadanne eruptivbergarter, som først under den kaledoniske fjeldkjededannelse er kommet til sin nuværende position. At denne position allerede tilnærmelsesvis var naadd, mens dannelsen av høifjeldskvartsen paagik, sees derav, at høifjeldskvartsen i Fukhammer—Dokvand-strøket indeholder flest rullestene av de nærmestliggende høifjeldseruptiver.

Vi finder saaledes, at høifjeldskvartsens sedimenter maa være yngre end undersilur, da de med svak diskordans ligger over undersilurisk fyllit. De maa ogsaa være yngre end de første stadier av fjeldkjededannelsen, da de indeholder materiale fra fjeldkjedens eruptiver. Høifjeldskvartsen er saaledes ikke prækaledonisk.

Paa den anden side er høifjeldskvartsens sedimenter utvilsomt ældre end fjeldkjededannelsens sidste stadier, da den i sine vestre dele er blit foldet, presset og idetheletat metamorfoseret, mens samtidig eruptiverne blev kjørt frem over den. Høifjeldskvartsen kan saaledes ikke være postkaledonisk.²

Vi finder saaledes, at høifjeldskvartsen maa være dannet under selve fjeldkjededannelsen, da den er yngre end dens

¹ Alle iagttagere samstemmer i, at den ved alle blottede grænsepunkter her paa normal maate overleirer fyllitformationen.

² Derfor blir paralleliseringen med Vestlandets typisk postkaledoniske devonfelter mindre sandsynlig, hvis man ikke vil gripe til den utvei at la den kaledoniske fjeldkjededannelse avsluttes paa et meget tidlig tidspunkt for Vestlandets vedkommende.

begyndelse, ældre end dens avslutning. Høifjeldskvartsen er saaledes av kaledonisk alder.

Vi har saaledes opnaadd en bestemmelse av høifjeldskvartsens alder, i relation til tidspunktet for den kaledoniske fjeldkjedes dannelse. Imidlertid kan der være adskillig usikkerhet angaaende dette tidspunkts absolute datering.

Vi vet følgende angaaende den kaledoniske foldnings alder i Norge:

1. Fjeldkjededannelsen er over hele det sydlige Norge yngre end undersilur.

2. Fjeldkjededannelsen naadde Kristianiafeltet efter avsætningen av yngste oversilur, Downtonian.

3. Fjeldkjededannelsen var i det væsentlige avsluttet baade i det vestlige og østlige Norge i mellemdevonisk tid.

Derimot vet vi endnu ikke, naar foldningen begyndte i det centrale Norge.

Sterke grunde taler for, at dette har været tidligere end foldningen i Kristianiafeltet, at der med andre ord har hængaet en viss tid under fjeldkjededannelsens forplantning fra det centrale Norge til de ytterste sydøstlige foldningsomraader.¹

Ogsaa fra andre fjeldkjeder viser nyere forskninger, at fjeldkjededannelsen strækker sig gennem lange tidsrum, saaledes i alperne fra kridt og opigjennem tertiær.

Vi kunde forsøke en absolut aldersbestemmelse for høifjeldskvartsen ved sammenligning med fossilførende sedimente.

Jeg har foretat indsamling av mellem- og oversiluriske sedimentbergarter inden Hadelands siluromraade, for ved en mikroskopisk undersøkelse at forsøke en parallelisering med

¹ En tidligere foldningsperiode for visse strøk av det centrale Norge paapekes allerede av BJØRLYKKE (Det centrale Norges fjeldbygning, s. 559).

høifjeldskvartsens sedimenter. Imidlertid kunde ikke for nogen av disse bergarters vedkommende et tvingende bevis føres for identitet med høifjeldskvartsen. Det lykkedes mig ikke at gjenfinde Døkvandsstrøkets augiter i nogen av Hadelands-sedimenterne. Den almene habitus av høifjeldskvartsens sedimenter er dog ikke saa svært avvikende fra flere av sandstenene i øvre mellemsilur og oversilur paa Hadeland.

Det vilde være meget ønskelig om mellem- og oversiluren i det vestlige Sverige blev gjennomarbeidet petrografisk med det formaal at finde klastisk materiale fra høifjeldsformationerne.

Man kunde ogsaa forsøke en parallelisering av høifjeldskvartsen med siluriske sedimenter i nordvest, og da nærmest omkring Otta. Her findes som bekjendt et serpentinkonglomerat, hvori en gastropod fra øverste undersilur eller mellemsilur er fundet.¹ Man kunde tænke sig den mulighet, at Ottatraktens serpentinkonglomerat var en fortsættelse av Døkvandsomraadets gabbrokonglomerat. Undersøkelser over høifjeldsbergarternes petrografi tyder imidlertid ganske bestemt i den retning, at Ottatraktens serpentinkonglomerat og hornblendekonglomerat hører til Trondhjemsfeltets grønne sedimenter, som er dannet paa bekostning av effusive grønne bergarter. Saaledes har jeg, i materiale samlet av K. O. BJØR-LYKKE, kunnet paavise effusivbergarter av Trondhjemstypen som rullestene i Ottatraktens hornblendekonglomerat.² I motsetning hertil er der hittil aldrig fundet effusive bergarter i

¹ Se W. C. BRØGGER, Norsk geologisk tidsskrift, bd. I, hefte 4, nr. 13, s. 18. K. O. BJØR-LYKKE, Det centrale Norges fjeldbygning, s. 280.

² Allerede BJØR-LYKKE paapeker, at Ottatraktens hornblenderike konglomerater utvilsomt bør paralleliseres med grønne Trondhjemsbergarter (Det centrale Norges fjeldbygning).

gabbrokonglomeratet inden høifjeldskvartsen og en parallellisering synes derfor noget mindre sandsynlig.

Imidlertid bør man være forberedt paa ogsaa at træffe høifjeldskvartsens gabbrokonglomerat i Ottatrakten og dermed forøkes vanskelighederne ved en geologisk kartlægning av dette felt. Man vil ha at adskille forskifrede grønne bergarter av tre forskjellige typer.

1. Trondhjemsfeltets grønne effusiver og deres tuffer og konglomerater i forskifret tilstand.

2. Jotungabbro-myloniter, som danner lignende hornblenderike skifre.

3. Dokvandskonglomeratet i forskifret form.

En helt detaljeret utredning av disse trakters fjeldbygning, som eventuelt vil kunne gi nærmere oplysninger om høifjeldskvartsens stratigrafiske position, vil saaledes ikke være ganske let.¹

Bestemmelsen av høifjeldskvartsens alder som en kaledonisk sedimentformation gjør det nærliggende at søke dets paralleler i andre fjeldkjæder. Det viser sig da, at Alpernes og Dinaridernes flyschformation, som er dannet i tidsrummet kridt-tertiær, synes at være en formation, der kan opfattes som høifjeldskvartsens analogon. Rigtignok er begge formationers petrografiske beskaffenhet helt forskjellige, men dette har sin grund i arten av det tilførte klastiske materiale; i Alperne, ved siden av kvartssand, lerslam og kalkrike fossilfragmenter, i Norge kvarts og feltspat. Ogsaa den alpine flysch bærer alle kjendetegn paa at være dannet samtidig med sin fjeldkjede.

¹ Allerede W. WERENSKIOLD har gjort opmerksom paa vanskeligheter av denne art, se Norsk geologisk tidsskrift, bd. III, hefte 3, referater, s. 79.

Om gabbrokonglomeratets dannelsesmaate.

Dannelsen av gabbrokonglomeratet forutsætter udækkede gabbromasser, som var utsat for erosion under høifjeldskvartsens dannelsesetid. Den petrografiske overensstemmelse mellem konglomeratets gabbro og bergarterne i Fukhammer—Dyptjernfjeld—Rødsjøkampen-feltet gjør det nærmestliggende at tænke paa dette gabbrofelt som de fleste konglomeratblokkes hjemsted.

Den enkleste forestilling om disse forhold vilde være den at tænke sig gabbromasserne som gamle autoktone øer i silurtidens hav, stikkende op gennem de omgivende yngre sedimenter. En saadan opfatning vilde omtrent være den samme som A. E. TÖRNEBOHMS ældste anskuelser om Jotunheimens gabbromasser som en ø av gammelt grundfjeld i silurtidens hav. Denne anskuelse kunde ikke holde sig, da det gennem K. O. BJØRLYKKES undersøkelser blev kjendt, at fyllitformationen og høifjeldskvartsen i alle dalstrøk sees at fortsætte indunder jotungabbroen.

Det forekommer mig sandsynlig, at de sydøstlige dele av Jotunheimens høifjeldseruptiver har sine røtter i nordvestlig retning, sandsynligvis inden den store sydnorske foldningsgrøft, hvadenten de tilhører grundfjeldet eller er kaledoniske eruptiver.

Jotunheimens fremskutte østre forpost, gabbromasserne i feltet Fukhammerne—Dyptjernfjeld—Rødsjøkampen maa ha været blottet ikke altfor fjernt fra sin nuværende position under dannelsen av høifjeldskvartsens sedimenter.

Der foreligger forskjellige muligheter for gabbromassernes placeringsmekanisme:

1. At gabbromasserne utgjør de dypeste, langsomt størknede dele av en tyk effusivmasse, som brøt frem i mellem- eller oversilurisk tid. Imot denne forklaring taler den omstændighet, at hverken gabbroen in situ eller dens stene i konglomeratet bærer effusivbergarters præg (sml. s. 19—22). Rigtignok finder vi inden det omtalte felt ogsaa meget finkornede gabbrobergarter, men avkjølingen synes selv hos disse neppe at ha været hurtigere end for hypabyssiske bergartmasser. Kun eventuelle fund av typiske dagbergarter inden området vil kunne støtte den her antydede forklaringsmaate.

2. En anden mulighed er den, at gabbromasserne kom til intrusion nær sin nuværende plads (litt nord eller nordvest for denne), størknede som dypbergarter i mellem- eller oversilurisk tid og derpaa blev blottet ved erosion¹ under samtidig sedimentation av høifjeldskvartsens konglomerater.

a. Under de senere tektoniske bevægelser blev saa gabbromasserne skjøvet mot syd eller sydøst, tildels hen over konglomeratet.

b. En variant av denne forklaringsmaate vilde det være, at opfatte gabbroen i Fukhammerne, Dyptjernfjeld og Rødsjøkampen som en yngre intrusion in situ av sammeslags gabbromagma, som tidligere gav de gabbroide rullestene i konglomeratet.

¹ At intrusion, størkning og erosion av bergarter kan foregaa i løpet av relativ kort tid, kan f. eks. demonstreres ved visse gabbroer og gabbrokonglomerater i Skotland (Girvan-District). Baade intrusionen, størkningen, erosionen og sedimentationen er foregaaet i den øvre del av undersilur (og mellemsilur). I flere henseender synes Girvan-konglomeraterne (som ogsaa fører bruddstykker av dagbergarter) at vise analogi med Ottatraktens serpentinkonglomerat og hornblendekonglomerat. Sml. *The Silurian Rocks of Britain*, Vol. I. Skotland, by B. N. PEACH, J. HORNE, J. J. H. TEALL. *Mem. Geol. Surv. Un. Kingd.*, 1899, p. 465—526.

Denne forklaringsmaate kan for tiden neppe motbevises, dog synes variant a at være mere rimelig end b, paa grund av de utprægede presnings- og forskyvningsfænomener inden omraadets eruptivbergarter.¹

3. En tredje mulighed er den, at Fukhammernes, Dyp-tjernfjelds og Rødsjøkampens gabbromasser ogsaa i tektonisk henseende bokstavelig maatte betegnes som en „fremskjøven“ forpost av jotunbergarterne. Man kunde tænke sig disse gabbroer skjøvet frem fra Jotunheimens gabbrofelt under den kaledoniske fjeldkjededannelse. Man maatte da anta, at idetmindste fremskyvningens senere stadier foregik efter gabbromassernes størkning og saa nær overflaten, at dele av gabbroen samtidig gjordes til gjenstand for erosion og derved leverte materiale til det gabbrokonglomerat, som siden overkjørtes av gabbromasserne. Naar jeg siger, at gabbroen maa ha været størknet under de senere stadier av fremskyvningen, vil jeg dog dermed intet ha uttalt om de tidligere stadier; som før nævnt behøver vi ikke i denne avhandling at drøfte spørsmålet om jotunbergarternes absolute alder.

Heller ikke denne forklaringsmaate kan motbevises ved det for tiden kjendte iagttagelsesmateriale.

4. Man kunde ogsaa tænke sig den mulighed, at gabbromasserne i Fukhammer—Rødsjøkampen-feltet slet ikke tilhørte jotungabbroen, men var en lokalt frempresset grundfjeldsmasse av tilfældigvis gabbroid sammensætning. Imot dette kan der indvendes, at der utvilsomt er et nært petrografisk slegtskap mellem Fukhammer—Rødsjøkampen-gabbroen og Espedalsbergarterne og dermed ogsaa med Jotun-

¹ For en forkastelse av hypotese 2 b taler ogsaa den omstændighet, at utvilsomme kontaktfænomener hittil ikke kunde konstateres hos sedimentbergarterne, som ligger under gabbrofeltet.

heimens eruptionsprovins, desuten mangler gabbroer av lignende type i Valdres-grundfjeldet.¹ Til fordel for tyding 4 kunde alene et eneste, omend svakt, moment anføres, nemlig likheten mellem de granitiske rullestene i gabbrokonglomeratet og visse graniter i Valdres-grundfjeldet (se s. 24).

Efter det nu foreliggende materiale har man vistnok kun valget mellem antagelserne 2 a og 3. Forskjellen mellem opfatningerne 2 a og 3 er egentlig kun den, at man i 2 a antar gabbroens oprindelige intrusionssted etsteds i nærheten av dens nuværende plads, mens man i 3 lar alle Valdres—Gausdal-gabbroer komme fra nordvest, fra samme hjemsted som jotungabbroen, hvadenten denne sidste er av gammel eller ung alder. Uten at jeg dermed vil træffe en avgjørelse mellem de to muligheter vil jeg i korthet anføre konsekvenserne av hypotese 3.

Fukhammer—Rødsjøkampens gabbromasser vilde da indta en lignende tektonisk position i forhold til den omgivende høifjeldskvarts som Alpernes og Karpathernes „Klippen“ har i forhold til flyschsedimentene.²

¹ Jeg har i anledning av dette spørsmål mikroskopert et stort antal bergarttyper fra det dioritiske grundfjeldsomraade ved Vangsmjøsen uten at kunne finde gabbroer av samme type som Fukhamernes, Dyptjernfjelds og Rødsjøkampens pyroxenførende bergarter. Om Espedalens og Jotunheimens eruptivbergarter er en mere utførlig publikation under trykning (V. M. GOLDSCHMIDT, Geol.-petrogr. Studien IV, Vid.-selsk. skr. mat.-naturv. kl., 1916, nr. 2). Der blir spørsmålet om jotuneruptivernes alder drøftet mere indgaaende.

² Jeg fremfører ved denne anledning min bedste tak til hr. professor dr. ARNOLD HEIM, Zürich, for en fortegnelse over nyere flysch-litteratur. En fortrinlig oversigt over flysch-problemerne og de mange forsøk til deres løsning finder man i ARNOLD HELMS store flysch-monografi, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Neue Folge, Lieferung XX, 1910.

Gabbrokonglomeraterne inden strøket Fukhammerne—Dokvand—Haunsjø—Hinøgla skulde da være at parallelisere med flyschsedimenternes „eksotiske konglomerater“. Ogsaa i Alperne forsøker man nu ofte at henføre de eksotiske konglomeratblokke til fremskjøvnede dækkemasser; jeg kan her henviser til undersøkelser av O. AMPFERER i Østalperne, PAUL BECK i Vestalperne. Men hittil har man i Alperne endnu ikke paapektet det tilfælde, at en fremskjøvnede masse har kjørt over sit eget konglomerat, derfor har man gjerne supponert avvekslende fremskyvnings- og erosionsperioder.

Om lignende tektoniske fænomener (overkjørsel av frontalkonglomerater) i andre fjeldkjeder vil man finde oplysninger hos E. SUESS.¹

Det er kanskje en dristig forestilling at tænke sig de fremskjøvnede gabbromasser i bevægelse nær eller ved dagoverflaten, undertiden utsatte for erosion fortil, skjøvet frem bakfra (eller glidende løsrevet ved sin egen tyngde), og undertiden kjørende over sit eget konglomerat, naar bevægelses-hastigheten blev større end erosionshastigheten.

Forestillinger av denne art strider vel imot en aktualistisk opfatning; naar jeg allikevel diskuterer dem som et tankeeksperiment, saa gjør jeg det i den overbevisning, at fjeldkjededannelsens bevægelsesfænomener umulig kan være indskrænket til de dypere lag av jordskorpen alene, men ogsaa maa yttre sig i overflaten. Og jeg anser det for mulig, at man i fjeldstrøkene paa begge sider av Valdresdalen, inden høifjeldskvartsens omraade, kan ha overflatedannelser fra kaledonisk tid.

Efter at ovenstaaende var omtrent færdigskrevet og undersøkelsernes resultat var fremlagt i to foredrag i Norsk

¹ Antlitz der Erde, bd. III, 2. 722 og flere andre steder.

geologisk forening høsten 1915, fik jeg gjennom hr. professor W. C. BRØGGERS velvilje laane en liten avhandling av GRENVILLE A. J. COLE, hvori netop fjeldkjededannelsens yttringer ved dagoverflaten gjøres til gjenstand for en utførlig drøftelse.¹

Det er vel mulig, at den her fremførte tydning av høifjeldskvartsens tektoniske stilling kommer til at vække mot-sigelse og kanskje kommer til at bli erstattet av andre op-fatninger. Imidlertid forekommer det mig at være hævet over enhver tvil, at et nærmere studium av denne interessante sedimentformation, fremforalt systematiske innsamlinger av rullestene i dens konglomerater, vil kunne føre diskussionen om høifjeldets tektoniske fænomener ind paa et frugtbart omraade. Det er væsentlig av denne grund, at jeg allerede nu offentliggjør mine resultater, skjønt jeg er vel opmerksom paa, at arbeidet langtfra er fuldført.

¹ British Association for the Advancement of Science. Section C, Manchester 1915. Presidential Adress to the Geological Section.

Zusammenfassung.

Vorliegende Untersuchung behandelt die Konglomerate in der Formation des „Hochgebirgsquarzits“ im südlichen Norwegen. Der Hochgebirgsquarzit umfaßt, wie bekannt, Gesteine sehr verschiedener Entstehungsweise, Sedimente, Mylonite, Intrusivmassen u. s. w., welche im kaledonischen Gebirge des südlichen Norwegens den Platz zwischen der kambrisch-untersilurischen Phyllitformation und den darüber liegenden Hochgebirgsruptiven einnehmen. Schon früh hatte man, besonders durch K. O. BJØRLYKES und H. REUSCHS Untersuchungen als sicher sedimentären Anteil des Hochgebirgsquarzits den sogenannten Valdres-Sparagmit ausgesondert, eine Formation feldspatreicher Sandsteine (Sparagmite), welche zu beiden Seiten des Valdrestals und bis weit nach Jotunheimen hinein den Phyllit überlagert. Eingelagert in diesem Valdressparagmit finden sich Konglomerate zweier verschiedener Typen, das Gabbrokonglomerat und das Quarzkonglomerat, welche den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung bilden.

Zunächst wird die ältere Litteratur besprochen (S. 2), dann das Material an Tagebüchern im Archiv von Norges geologiske Undersøkelse, welche dem Verf. zur Verfügung standen. Besonders aus den Publikationen BJØRLYKES und

den Tagebüchern TH. MÜNSTERS wurden zahlreiche Angaben übernommen. Eigene Reisen des Verf. in den Jahren 1912, 13, 15 lieferten weiteres Material.

Der sicher sedimentäre Anteil des Hochgebirgsquarzits findet sich über ein Gebiet von etwa 7000 km², welches mit Ausnahme der westlichsten und nördlichsten Ausläufer auf der Karte, Tafel VII, dargestellt ist (S. 8). Die Sedimente bestehn überwiegend aus sparagmitischem Sandstein, ähnlich den bekannten Sparagmiten des norwegischen Eokambriums, untergeordnet aus Tonsandsteinen und Tonschiefern, letztere beide besonders in den unteren Teilen des Sparagmits eingelagert. Die Struktur der Tonsandsteine wird von Tafel IV, Fig. 1 gezeigt, sie ist durch die kleinen scharfen Quarzsplitter sehr charakteristisch.

Im nächsten Abschnitt wird das Gabbrokonglomerat beschrieben, zunächst (S. 13) werden alle Fundorte aufgezählt (man vergl. die Uebersichtskarte); dann wird der Platz des Konglomerats in der Schichtenreihe besprochen (S. 15), es gehört in der Regel zu den tiefsten Schichten des Hochgebirgsquarzits, kann jedoch wahrscheinlich auch für höhere Horizonte vikarieren. Hierauf folgt die petrographische Beschreibung des Gabbrokonglomerats (S. 17). Die Grundmasse besteht entweder aus unsortiertem Gabbrodetritus, oder aus einer sparagmitischen Quarz-Feldspat-Masse oder aus Tonsandstein, auch Mischungen dieser Grundmassen kommen vor (siehe Tafel IV, Fig. 2). Unter den Blöcken im Konglomerat herrschen verschiedene gabbroide Gesteine, teils in Form wohlgerundeter Gerölle, teils als kantige Blöcke. Mitunter sind die Gabbrobruchstücke ganz unregelmäßig geformt (vergl. Tafel V, Fig. 1 u. S. 22). Die gabbroiden Gesteine des Konglomerats zeigen völlige Uebereinstimmung mit den eigenartigen

Gabbrogesteinen des Gebietes von Fukhammerne—Dyptjernfjeld—Rødsjøkampen, östlich vom Fulsendvand. Auch pyroxenitische Gesteine, welche denen des Espedal-Gebiets ähnlich sind, kommen als Gerölle vor. Im selben Konglomerat finden sich auch Blöcke eines hellen gepreßten Granits unsicherer Herkunft, meist wohlgerundet, in manchen Schichten an Dreikanter erinnernd. An der Südostecke seines Verbreitungsgebietes ist das Gabbrokonglomerat gänzlich unmetamorph; besonders an solchen Stellen dagegen, wo das Konglomerat von den gabbroiden Gesteinen überfahren ist, stellt sich starke Metamorphose ein, die im folgenden Kapitel (S. 24) kurz besprochen wird. Sie äußert sich einerseits in mechanischer Umformung (Auswalzung) des Konglomerats, anderseits in Mineralneubildungen und Umkrystallisation.

Der nächste Hauptabschnitt behandelt das Quarzkonglomerat. Zuerst wird dessen Verbreitung besprochen (S. 26), man vergl. die Uebersichtskarte, sodann der Platz dieses Konglomerats in der Schichtenreihe (S. 28). In der Regel finden wir es zuoberst im Hochgebirgsquarzit, seltener (so am Berge Grønsendknipen, östlich des Sees Svenskin) in dessen tiefsten Schichten. Dann folgt die petrographische Beschreibung des unmetamorphen Quarzkonglomerats, wie es am Ostabhang von Grønsendknipen vorkommt. Als Grundmasse findet sich teils ein Sparagmit, teils eine glimmerreiche Tonschiefermasse. Die Gerölle bestehn überwiegend aus Quarziten, Sandsteinen, Quarzporphyriten und granitischen Gesteinen. Eine Abbildung eines Quarzporphyrits ist auf Tafel VI, Fig. 1 gegeben, die eines Mikroklingranitits auf Tafel VI, Fig. 2. Seltener sind Gerölle von Syenit, Granatgneis und basischen Eruptiven. Bezüglich der Herkunft der Gerölle kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht (auf S. 32 behandelt). Das nächste

Kapitel behandelt die Metamorphose des Quarzkonglomerats (S. 33). Diese äußert sich sehr deutlich in solchen Gesteinen, die von den Hochgebirgsruptiven überfahren sind. Längs der Ostseite von Grønsendknipen lassen sich die Uebergänge zwischen normalen und deformierten Konglomeraten ausgezeichnet verfolgen, noch stärker ist die Auswalzung am Ostende des Sees Bygdin, wo die Gerölle des Konglomerats zu dünnen Stäben ausgewalzt sind, deren Parameter bis 1 : 1, 5 : 80 erreichen können. Die Tafeln II und III zeigen polierte Konglomeratplatten dieses Fundorts, II senkrecht auf die Streckungsrichtung, III parallel derselben.

Danach wird die allgemeine tektonische Stellung des Hochgebirgsquarzits behandelt. Wie K. O. BJØRLYKKE gefunden hat, ruht der Hochgebirgsquarzit mit einer schwachen Diskordanz auf untersilurischem Phyllit, einer Diskordanz die sich nicht in verschiedener Faltung äußert, sondern nur in dem lokalen Fehlen einiger Schichtenglieder in den obersten Teilen der Phyllitformation.

Folgendes ist das tektonische Verhältnis zwischen dem Hochgebirgsquarzit und den Eruptivgesteinen des Hochgebirges (Gabbroide Gesteine von Jotunheimen und deren Differentiationsprodukte, sowie Granite des südlichen Hochgebirges). In den weitaus meisten Fällen finden wir, wie längst bekannt, den Hochgebirgsquarzit von den Eruptiven überlagert, Ausnahmen von dieser Regel finden sich längs dem Südrand des Gebiets (gabbroide Gesteine von Fukhammer—Rødsjøkampen, Granit von Grønsendknipen). Ersteres Vorkommen wird durch Fig. 3, S. 38 erläutert, letzteres durch die Profilreihe 1—10, Fig. 2, S. 37. Profil 1, 2 und 5 wurden von mir aufgenommen, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 von Frl. M. JOHNSON. Die Profilsreihe kann am leichtesten derart gedeutet werden,

daß die Konglomerat- und Sparagmit-Ablagerung des Hochgebirgsquarzits vor der Granitfront abgelagert wurde und bei dem Vorrücken der Granitmasse zuerst aufgerichtet, dann invertiert, überfahren und zerwalzt wurde. Drei Stadien dieses Vorgangs sind auf den Fig. 4 und 5, S. 40 schematisch angedeutet. Auch im Stadium der Fig. 4 (entsprechend Profil 1, Fig. 2) ist der Granit nicht autochthon, sondern ruht schon als flache Decke mit Mylonitunterlage auf der untersilurischen Phyllitformation, wie schon H. REUSCH bei seiner Untersuchung des Granit-Phyllit-Kontakts im Jahre 1900 gefunden hat. Demnach wäre der Hochgebirgsquarzit am Ostabhang von Grønsendknipen vor der Front einer Granit-schubmasse sedimentiert und später von derselben Schubmasse überfahren. Falls wir diese Erklärungsweise ablehnen, müssen wir den Granit als eine postkonglomeratische Intrusion auffassen. Die Gründe für und gegen eine solche Deutung sind auf S. 39—41 abgewogen; es scheint mir, daß letztere stärker sind.

Die Auffassung des Konglomerats von Grønsendknipen als Ablagerung vor der Front einer Schubmasse erhält eine Stütze durch die Untersuchungen am Gabbrokonglomerat im südöstlichen Teil des Hochgebirgsquarzits. Hier finden wir nämlich als Gerölle im Konglomerat dieselben Gabbrogesteine, welche später über das Konglomerat hinwegführen.

Ein weiterer Abschnitt (S. 41) behandelt das Alter des Hochgebirgsquarzits. Diese Frage ist früher öfters diskutiert worden. TÖRNEBOHM hielt ihn für überschobenen eokambrischen Sparagmit, eine Auffassung, die bei der genaueren Untersuchung des Gebiets keine Stütze gefunden hat. Die eventuell am weitesten überschobene Südfront des Hochgebirgsquarzits zeigt keinerlei Metamorphose oder mecha-

nische Beeinflussung und lagert anscheinend ganz normal über den untersilurischen Phylliten. Ganz besonders aber spricht gegen eine solche Deutung die Tatsache, daß wir im Hochgebirgsquarzit Gerölle solcher Hochgebirgsruptive finden, die erst während der kaledonischen Gebirgsbildung in seine Nachbarschaft gebracht worden sind.

Es ergibt sich hieraus, daß der Hochgebirgsquarzit jünger als die unterlagernden untersilurischen Phyllite sein muß, jünger als die ersten Stadien der kaledonischen Faltung, welche erst die Gabbrogesteine des Fukhammer—Rødsjøkampen-Gebiets und den Granit von Grønsendknipen in seine Nähe brachten. Der Hochgebirgsquarzit ist somit nicht praekaledonisch. Andererseits ist der Hochgebirgsquarzit sicher älter als die letzten Stadien der kaledonischen Faltung da er selbst an zahlreichen Stellen gefaltet ist, Verschieferung und andere Metamorphose aufweist, im Zusammenhang mit Ueberfahrung durch Hochgebirgsruptive. Hieraus ergibt sich, daß der Hochgebirgsquarzit auch nicht als postkaledonisch aufgefaßt werden darf. Der Hochgebirgsquarzit ist jünger als der Beginn der Gebirgsbildung, älter als ihre Beendigung, er ist kaledonischen Alters.

Wir haben somit das Alter des Hochgebirgsquarzit im Verhältnis zur Gebirgsbildung bestimmt, dagegen noch nicht sein absolutes Alter, da wir nicht genau über die Zeitdauer der Gebirgsbildung unterrichtet sind, sondern sie nur innerhalb gewisser Grenzen einschließen können.

1. Die Gebirgsbildung ist in ganz Norwegen jünger als Untersilur.

2. Die Gebirgsbildung erreichte ihren äußersten südöstlichen Ausläufer, das Kristiania-Gebiet nach Ablagerung des obersten Obersilurs, des Downtonian.

3. Die Gebirgsbildung ist für ganz Norwegen im Mitteldevon wesentlich abgeschlossen.

Dagegen wissen wir nicht, wann innerhalb des Zeitraumes Mittel- und Obersilur die Gebirgsbildung im centralen Norwegen begonnen hat, doch sprechen, wie schon BJØR-LYKKE gezeigt hat, starke Gründe dafür, daß dies relativ früh gewesen ist, daß die Verpflanzung der Gebirgsbildung nach Südosten lange Zeit in Anspruch genommen hat. Es wäre dies analog mit den Verhältnissen in andern Faltengebirgen, so in den Alpen, welche durch einen Teil der Kreide und des Tertiärs gefaltet wurden.

Wir könnten demnach vermuten, daß der Hochgebirgsquarzit einem Teil des Zeitraums Mittel- und Obersilur entspricht. Über Versuche, seine Äquivalente unter den fossilführenden Silurablagerungen im Südosten zu finden, wird auf S. 43—45 berichtet, ferner auch über die Möglichkeit seiner Fortsetzung nach Nordwesten.

Die Altersbestimmung des Hochgebirgsquarzits als eines „kaledonischen“ Sediments, entstanden während der Gebirgsbildung, bringt ihn in eine nähere Parallele mit analogen Bildungen anderer Gebirge, so besonders dem alpinen Flysch. Petrographisch sind ja beide Ablagerungen allerdings recht verschieden, dies hat seinen Grund darin, daß der kaledonische Hochgebirgsquarzit sein Material von krystallinen Massengesteinen erhielt, der alpine Flysch großenteils von Sedimentgesteinen und kalkhaltigen Fossilien.

In einem Schlußkapitel (S. 46) werden die Bildungsbedingungen des Gabbrokonglomerats nochmals zusammengefaßt und die verschiedenen möglichen Erklärungsweisen diskutiert.

Unter den denkbaren Entstehungsweisen kämen vorzugsweise zwei als möglich in Betracht. Erstens die auf S. 47 als 2 a bezeichnete. Hiernach wäre der Gabbro von Fukhammerne, Dyptjernfjeld und Rødsjøkampen eine Tiefengesteinsintrusion mittel- oder obersilurischen Alters, welche kurz nach ihrer Erstarrung durch Erosion freigelegt wurde, die Gabbrokonglomerate lieferte und dann eine relativ kurze Strecke über ihr eigenes Konglomerat geschoben wurde. Die zweite mögliche Erklärung wäre die unter 3 (S. 48) angeführte, daß diese Gabbromassen ein „vorgeschobener“ Ausläufer der gabbroiden Gesteine von Jotunheimen seien, mit welchen sie in petrographischer Beziehung verwandt sind. Diese Schubmasse sei während ihres Vorschubs frontal erodiert worden, wobei die Gabbrokonglomerate entstanden seien, die schließlich vom Gabbro überfahren wurden.

Der Jotungabbro selbst ist in seinen südöstlichsten Teilen anscheinend wurzellos, die Wurzeln seiner südöstlichsten Teile sind weiter westlich oder nordwestlich zu suchen, wahrscheinlich im großen südnorwegischen Faltungsraben, ohne daß wir hier die Frage diskutieren, ob er von dort als kaledonische Intrusivmasse gekommen ist, oder als aufgepreßte Urgebirgsmasse.¹

Falls man unter den oben erwähnten Erklärungsweisen des Gabbrokonglomerats die als 3 bezeichnete wählt (ohne daß ich hiermit dieser Erklärungsweise den unbedingten Vorzug geben möchte), so käme man zu folgenden Schlußfolgerungen:

Die gabbroiden Gesteine von Fukhammerne, Dyptjernfjeld und Rødsjøkampen würden dann eine ähnliche tektonische Stellung einnehmen, wie manche „Klippen“ der Alpen

¹ In einer demnächst erscheinenden Arbeit werde ich näher auf diese Frage eingehn.

und Karpathen. Sie verhielten sich dann zum Hochgebirgsquarzit, wie die alpinen Klippen zum Flysch. Die Gabbro-konglomerate im Hochgebirgsquarzit wären dann mit den „exotischen Konglomeraten“ des Flyschs zu parallelisieren. Auch in den Alpen fehlt es nicht an Geologen, welche die exotischen Blöcke aus vorgeschobenen Decken ableiten wollen, ich kann an O. AMPFERERS Arbeiten in den Ostalpen, PAUL BECKS in den Westalpen erinnern. Aber in den Alpen ist bis jetzt kaum der Fall beobachtet worden, daß eine Schubmasse ihr eigenes Konglomerat überfahren hat, weshalb man abwechselnde Überschiebungs- und Erosionsperioden angenommen hat.

Es ist vielleicht eine zu kühne Hypothese, sich die Bewegung der vorgeschobenen Gabbromassen nahe bei oder an der Tagesoberfläche zu denken, an der Vorderseite mitunter der Erosion ausgesetzt, von der Hinterseite her geschoben (oder losgerissen durch die eigene Schwere gleitend), und mitunter das eigene Konglomerat überfahrend, sobald die Bewegungsgeschwindigkeit die Erosionsgeschwindigkeit übertraf.

Wenn auch eine solche Hypothese von aktualistischem Standpunkte Widerspruch erfahren muß, so darf man doch nicht vergessen, daß eine Gebirgsbildung sich ohne Zweifel auch an der Erdoberfläche äußern muß. Ich halte es für möglich, daß die eigentümlichen Erscheinungen an den Konglomeraten des Hochgebirgsquarzits auf tektonische Vorgänge nahe der Erdoberfläche oder an derselben zurückzuführen sind.

Ähnliche Auffassungen, wie die hier angedeuteten, wurden vor kurzem auch von GRENVILLE A. J. COLE über die Gebirgsbildung geäußert.

Wie auch die endgültige Auffassung der hier geschilderten Gesteine und ihrer Tektonik sein möge, so glaube ich, daß die Konglomerate des Hochgebirgsquarzits eine eingehende Untersuchung verdienen und vielleicht dazu verhelfen können, die Diskussion über die Hochgebirgstektonik auf ein fruchtbares Gebiet zu leiten. Möge mein, in vieler Beziehung fragmentarischer Beitrag, diesen Zweck erfüllen.



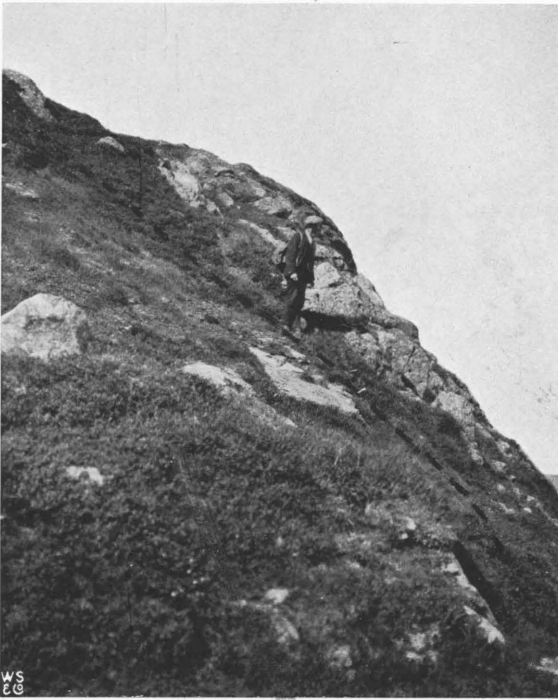


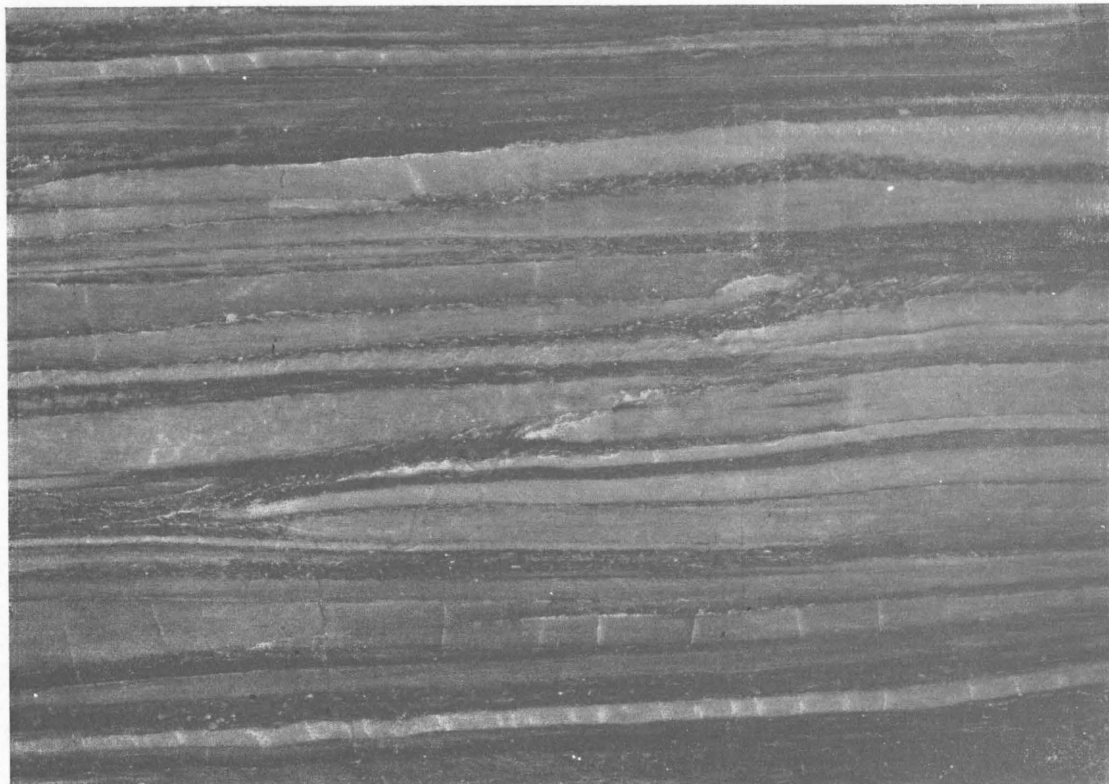
Fig. 1. Grænse mellem Grønsendknipens granit og overliggende konglomerat, set fra syd. Svarer til profil 1, s. 36, ca. 1230 m. o. h. Sml. s. 39.



Fig. 2. Konglomeratbænk meget nær grænsen mot den underliggende granit, litt nordenfor fig. 1, set fra nord.



Deformert konglomerat, lodret paa strækingsretningen, 67 nat. størrelse. Vinstrabroen, Bygdins utløp.
Sml. s. 2, 27, 34. (Stenens naturlige farve er omtrent søm billedets, graalig med et skjær av grønt).



Deformert konglomerat, parallelt strækningsretningen, $\frac{6}{7}$ nat. størrelse. Vinstrabroen, Bygdins utløp. Sml. s. 2, 27, 34. (Stenens naturlige farve er omtrent som billedets, graalig med et skjær av grønt).

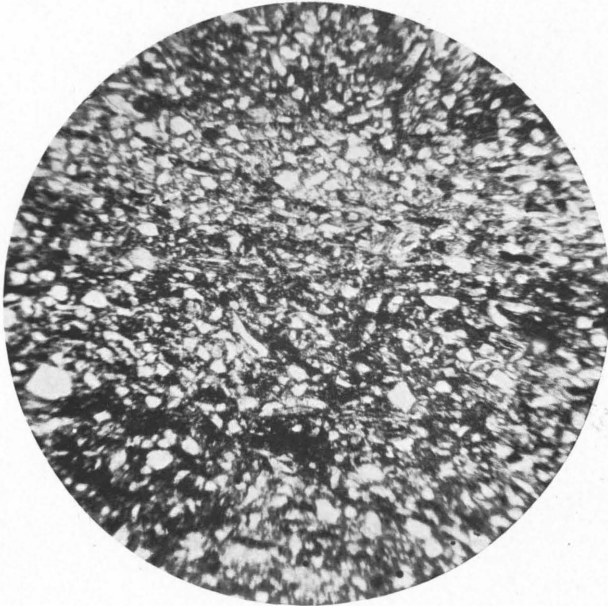


Fig. 1. Rød lersandsten, indleiret i laveste gabbrokonglomerat, SO-ende av Dokvand. Forstørrelse ca. 50. En hovedbestanddel er helt skarpkantede kvartsbruddstykker. Sml. s. 12.



Fig. 2. Grundmasse mellem gabbrorullestene i konglomerat, nær SO-enden av Dokvand. Forstørrelse ca. 25. Helt usortert grundmasse, bestaaende av gabbrodetritus og korn av kvarts og feltspat. Sml. s. 17.



Fig. 1. Sten av presset gabbro indleiret i rød lersandsten, østskraaningen av Ormtjernkollen vest for Dokvand. Forstørrelse ca. 25. Sml. s. 22.



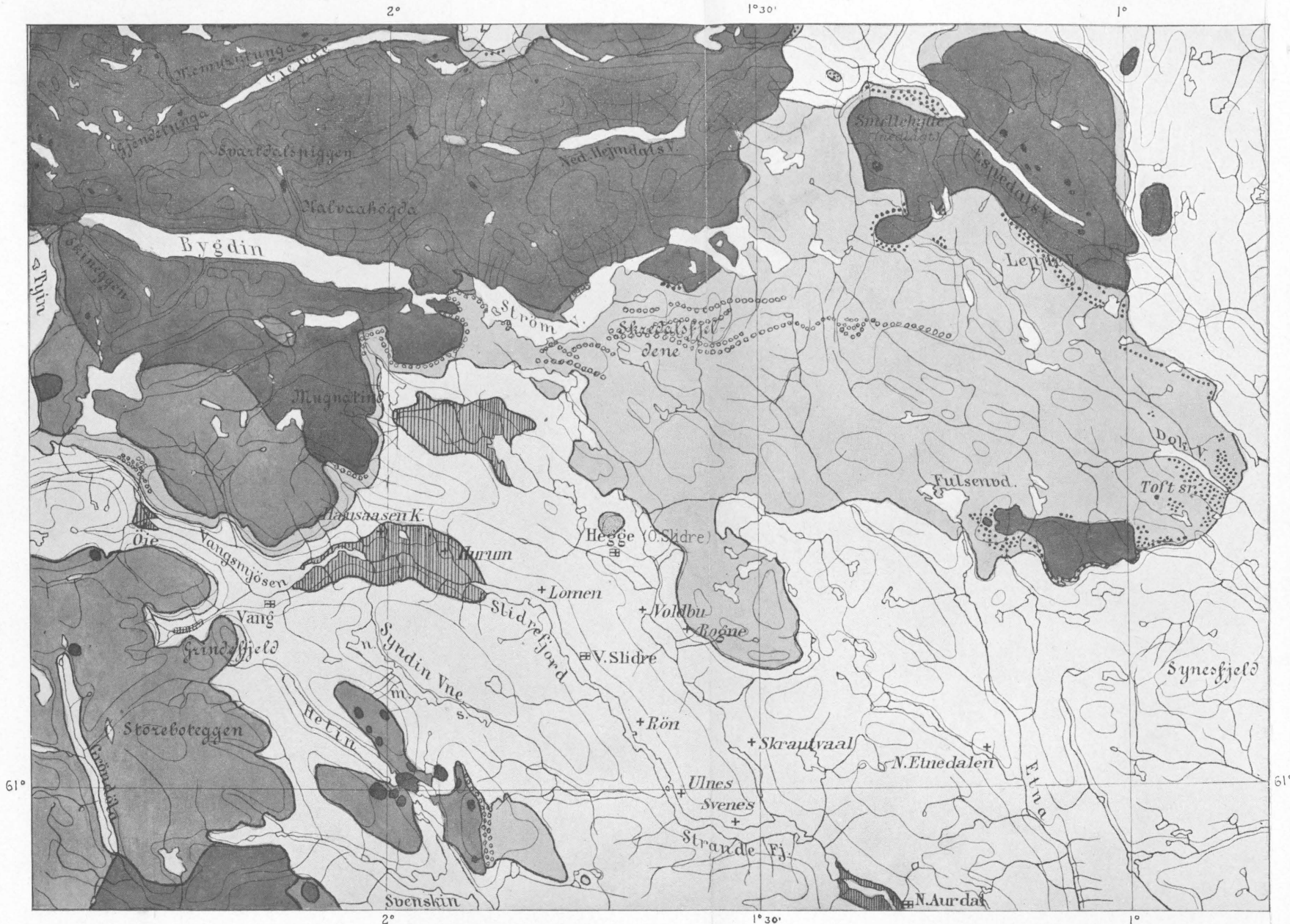
Fig. 2. Gabbro fra østsiden av Fukhammerne, 1065 m. o. h. Forstørrelse ca. 25, Nic. +. Friske krystaller av monoklin pyroxen i helt dekomponert plagioklasmasse. Sml. S. 19—20.




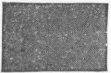

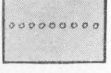
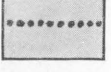
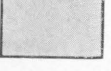
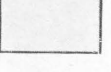

Fig. 1. Kvartsporfyrit, rullesten i kvartskonglomerat, østsiden av Grønsendknipen. Forstørrelse ca. 25, Nic. +. I en fluidalstruert grundmasse ligger krystaller av oligoklasalbit og kvarts. Sml. s. 30—31.



Fig. 2. Granitit, rullesten i kvartskonglomerat, østsiden av Grønsendknipen. Forstørrelse ca. 25, Nic. +. Sml. s. 31.



Tegnforklaring.

-  Granitiske bergarter
 -  Jotungabbro med intermediære differentiationsprodukter
 -  Peridotit og Pyroksenit
 -  Kvartskonglomerat
 -  Gabbrokonglomerat
 -  Valdres-sparagmit
 -  Blaaquarts og fyllit, tilhørende kambrium og undersilur, i sydöst fossilførende
 -  Grundsfjeld i bunden av Valdresdalføret
- } höifjelds-
} kvarts

1 : 400 000

0 10 20 30 Km.

Ækvivalens - 1000 fot

Trykt 8. april 1916.

Norges Geologiske Undersøkelse

har utgit i kommission hos H. Aschehoug & Co i Kristiania:

1. Aarboek for 1891. Utg. av Reusch. 50 øre.
2. Homan. Selbu. 1890. 25 øre.
3. Vogt. Salten og Ranen. 1891.
4. Det nordlige Norges geologi. Utg. av Reusch. Utsolgt.
5. Stangeland. Torvmyrer, „Sarpborg“. 1 kart. 1892. 25 øre.
6. Vogt. Dannelsen av jernmalforekomster. 1892. Utsolgt.
7. Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduktion. 1892. Utsolgt.
8. Stangeland. Torvmyrer, „Nannestad“. 1892. 1 kr. 25 øre.
9. Helland. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. Helland. Tagskifer, heller og vekstene. 1893. 1 kr.
11. W. C. Brøgger. Lagfølgen paa Hardangervidda. 1893. 80 øre.
12. Riiber. Norges granitindustri. 1893. 25 øre.
13. Bjørlykke. Gausdal. 1893. 25 øre.
14. Aarboek for 1892 og 93. Utg. av Reusch. 1894. 75 øre. (Indhold: Reusch; Strandflaten; Mellem Bygdin og Bang; Isdæmmede innsjøer. Bjørlykke Høifjeldskvarts. Friis, Feldspat og glimmer. Helland, Dybder i innsjøer Lerfaldet i Værdalen. Ryan, Torvprøver).
15. Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmfelt. 1894. 75 øre.
16. Helland. Jordbunden i Jærlsberg og Larviks amt. 1894. 1 kr.
17. Vogt. Nissedalens jernmalforekomst. 1895. 50 øre.
18. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. 1 kr.
19. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. 1 kr.
20. Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. 50 øre.
21. Aarboek for 1894 og 95. 1896. 50 øre. (Reusch. Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95).
22. Vogt. Norsk marmor. 1897. 1 kr. 50 øre.
23. Helland. Lofoten og Vesteraalen. 1897. 1 kr. 50 øre.
24. Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. II. 1897. 1 kr.
25. Bjørlykke. Kristiania by. 1898. 1 kr.
26. Geol. unders. utstilling i Bergen 1898. Utg. av Bjørlykke. 25 øre.
27. Friis. Jordboringer i Værdalen o. s. v. 1898. 25 øre.
28. Aarboek for 1896 til 99. Utg. av Reusch. 75 øre. (Indhold: Hansen, Skandinaviens stigning. Helland, Strandlinjernes fald. Rekstad Foldalen; Forandringer hos bræer. Dal, Varangerfjord).
29. Vogt. Søndre Helgeland. 1900. 75 øre.
30. Münster. Kartbladet Lillehammer. 1901. 25 øre.
31. W. C. Brøgger. Om de sen-glaciale og post-glaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. 5 kr.
32. Aarboek for 1900. 1 kr. (Indhold: Avhandlinger av Reusch om geologiske forhold i Værdalen, Stjørdalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Flekkefjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld).
33. Aarboek for 1901. 50 øre. (Indhold: Reusch, Referater 1896—1900.)
34. Aarboek for 1902. 75 øre. (Indhold: Kiær, Etage 5 i Asker. Reusch, Rekstad og Bjørlykke, Fra Hardangervidda. Rekstad, Bræer i Sogn og Nordfjord. Rekstad, Velfjorden.)
35. Schiøtz. Den sydøstlige Del av Sparagmit-Kvartsfjeldet. 1 kr. 50 øre.
36. Aarboek for 1903. 1 kr. 50 øre. (Indhold: Friis, Andøen. Reusch, Det indre av Finmarken. Kaldhol, Suldalsfjeldene. Rekstad, Høifjeldsstrøket Haukeli—Hemsedal; Skoggrænsen.)
37. Aarboek for 1904. 1 kr. 50 øre. (Indhold: Holmbøe, Skjælbanker. Bjørlykke, Brumunddalen. Hansen, Mjøsjøkelen. Rekstad, Donna. Kiær, Brumunddalen. Rekstad, Jotunfjeldene. Reusch, Eggedal.)
38. Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. 1 kr.
39. Bjørlykke. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Pris 4 kr.
40. Reusch. Voss. 1905. 50 øre.
41. W. C. Brøgger. Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. 2 kr.

42. A. W. Brøgger. **Øxer av Nøsttvettypen.** 1905. 50 øre.
43. **Aarboek for 1905.** 1 kr. 50 øre. (Indhold: Bjørlykke, Selsmyrene og Lesjevandene. Ra'erne, Vogt, Eruptivfelter; Andøens jurafelt. Rekstad, Folgefonna. Indre Sogn. Bugge, Kalksten i Romsdals amt.)
44. **Aarboek for 1906.** 50 øre. (Reusch, Referater 1901—1905.)
45. **Aarboek for 1907.** 1 kr. (Indhold: Rekstad, Folgefonna-shalvøen. Bugge Bergverksdriften 1901—1905. Stenindustri. Reusch, Skredet i Loen 1905. Holtedahl, Alunskiferfeltet ved Øieren.)
46. Vogt. **De gamle norske jernværk.** 1908. 50 øre.
47. Reusch. **Tekst til geologisk kart Jostedalbræen—Ringerike.** 1 kr.
48. Bjørlykke. **Jæderens geologi.** 1908. 1 kr.
49. **Aarboek for 1908.** 1 kr. 50 øre. (Indhold: Reusch, Den Geologiske Undersøkelses opgaver. Goldschmidt, Profilet Ringsaker—Brøttum. G. Holmsen, Børgefjeld. Rekstad, Fra Søndhordland (Etne m. m.). Kaldhol, Den nordøstlige del av Ryfylke. Rekstad, Kvartær, Nordmør.)
50. Reusch. **Norges geologi.** 1910. 1 kr. 50 øre.
51. Vogt. **Norges jernmalforekomster.** 2 kr.
- 52a. Grimnes. **Jæderens jordbund.** 1 kr. 52b. Grimnes. **Kart over Jæderen** med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1:50 000. 2 kr.
53. **Aarboek for 1909.** 1 kr. 50 øre. (J. Rekstad, Strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden. Bindalen og Leka. Werenskiold. Øst-Telemarken. Goldschmidt, Tonsaasen. Oxaal, Børgefjeld. Th. Vogt, Langøen.)
54. Andr. M. Hansen. **Fra istiderne. Vest-raet.** 1 kr. 50 øre.
55. Danielsen. **Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi.** 1 kr.
56. Carl Bugge: **Rennebu.** 1 kr. 25 øre.
57. **Aarboek for 1910.** 1 kr. (Indhold: Werenskiold. Fra Numedal. Høel, Okstinderne. Rekstad, Ytre del av Saltenfjord. Reusch, De formodede strandlinjer i øvre Gudbrandsdalen.)
58. W. Werenskiold. **Fornebolandet og Snarøen i østre Bærum.** Pris 75 øre
59. **Aarboek for 1911.** 1 kr. (Oxaal. Indre Helgeland. Rekstad. Hardanger Carstens. Mo prg. Marstrander. Svartisen.)
60. W. Werenskiold. **Søndre Fron.** 1 kr. 25 øre.
61. **Aarboek for 1912.** 1 kr. (Indhold: Holmsen. Haffjeldalen. Bugge. Trondhjemfeltet. Rekstad. Bjellaadalen. Rekstad. Øerne utenfor Saltenfjord. Rekstad. Mytilus fauna i Smaalenene. Oxaal. Eksport av sten 1870—1911.)
62. Rekstad. **Bidrag til Nordre Helgelands geologi.** 1 kr.
63. Holtedahl. **Kalkstensforekomster i Kristianfjeldet.** 1 kr.
64. Reusch. **Tekst til geologisk oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke.** 1 kr.
65. Bjørlykke. **Norges kvartærgeologi. En oversigt.** 1 kr. 50 øre.
66. W. Werenskiold. **Tekst til geologisk kart over strøkene mellem Sætersdalen og Ringerike.** 1 kr.
67. Rekstad. **Fjeldstrøket mellem Saltdalen og Dunderlandsdalen.** 1 kr.
68. **Aarboek for 1913.** (Oxaal. Hvit granit. Schiøtz. Isskillet, Fæmund. Reusch. Tryssil. Foslie. Ramsøy titanmalmfelt.) 1 kr.
69. **Aarboek for 1914.** (Indhold: Rekstad, Lyster og Bøverdalen. Oxaal, Kalkstenshuler i Ranen. Rekstad, Kalksten fra Nordland. Reusch, Hitterens og Smørens geologi. Holtedahl, Fossiler fra Smølen.) 1 kr.
70. **Fem avhandlinger skrevne til Jubilæumsutstillingen.** (Indhold: Reusch, Norges Geologiske Undersøkelse. Werenskiold, Det sydlige Norge. Th. Vogt, Nordland. J. H. L. Vogt, Bergverksdrift. Oxaal, Stenindustri.) 75 øre.
71. Kolderup. **Egersund.** 75 øre.
72. J. H. L. Vogt. **Grøngruberne og Nordlandsbanen.** 50 øre.
73. Gunnar Holmsen. **Brædæmte sjøer i Nordre Østerdalen.** 1 kr. 50 øre.
74. Gunnar Holmsen. **Tekst til geologisk oversigtskart over Østerdalen—Fæmunds-strøket.** 1 kr.
75. **Aarboek for 1915.** 1 kr. (Indhold: Holtedahl, lagttagelser over fjeldhøgningen omkring Randsfjordens nordende. Holtedahl, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Altento i Finnmarken. Rekstad, Kvartær tidsregning. Reusch Den formodede nit, rinasenkning i Norge. Rekstad, Helgelands ytre kystrand. J. H. L. Vogt Om manganrik sjøalm i Storsjøen, Nordre Odalen.)

Norges Geologiske Undersøkelse.

Følgende farvetrykte geologiske rektangelkarter (1:100 000) er tilsalgs for 60 øre stykket hos alle landets bokhandlere og i Norges Geografiske Opmaaling: Stenkjær, Skjørn, Levanger, Terningen, Trondhjem, Stjørdalen, Meraker, Rindalen, Selbu, Gausdal, Aamot, Lillehammar, Gjøvik, Hamar, Nannestad, Fet, Moss (ny utgave), Sarpsborg, Haus, Bergen, Voss. (NB. Bladene Kristiania, Eidsvold, Eidsberg, Tønsberg, Hønefos og Melhus er utsolgt.)

Den Geologiske Undersøkelse kan endvidere for interesserte la haandkolorere følgende nordlandske kartblad i den utstrækning de geologiske forhold er kjendt. 6 kr. for hvert blad. Helgelandsflesa, Bindalen, Børgesfeld, Ranseren, Vega, Velfjorden, Hatfjeldalen, Skarmodalen, Fløvær, Mosjøen, Røsvand, Krutfjeld, Skibaasvær, Dønna, Ranen, Umbugten, Virvand, Trænen, Lurø, Svartisen, Dunderlandsdalen, Nasa, Valvær, Melø, Beiardalen, Gildeskaal, Bodø, Saltdalen, Sulitelma, Røst, Helligvær, Lofotodden, Moskenæsøen, Vestvaagø, Svolvær, Hadsel, Lødingen, Ofoten, Øksnes, Kvæfjord, Harstad

Endvidere er utkommet:

Geol. oversigtskart over det sydlige Norge. 1:1,000 000. 1915 (sælges ved Norges Geografiske Opmaaling) 2 kr.

Dahll og Kjerulf. **Geol. kart over det søndenfjeldske Norge.** 2 kr.

Dahll. **Geol. kart, nordlige Norge.** 1 kr. (Steensballes efterf.)

Kjerulf. **Udsigt over det sydlige Norges geologi.** 1879. 6 kr. (Steensballes efterf.)

Reusch. **Bømmelsen og Karmøen.** 1888. 2 kr. (Steensballes efterf.)

NB. Man kan hos enhver av landets bokhandlere tegne sig som abonnent paa Den Geologiske Undersøkelser skrifter og saaledes faa dem tilsendt, eftersom de utkommer. Pris gjennomsnitlig 3 kroner aarlig. Bøkerne billige pris bør bemerkes.