

### Fra Hardangervidden. III.

Af K. O. Bjørlykke.

Den sydlige og sydvestlige del af Hardangervidden, strøget mellem Skjæggedal i nord, Oddadalføret i vest og Røldal i syd, der udgjorde mit arbejdsfelt under den i det foregaaende omtalte geologiske expedition til Hardangervidden sommeren 1900, er den vildeste, mest sønderrevne og paa grund af terrænets beskaffenhed vanskeligst passable del af Hardangervidden. I nord for linjen Skjæggedal—Litlos bestaar fjeldgrunden — som i de foregaaende dele noiere beskrevet — overveiende af fyllit og dens underlag, den gamle granit. Her er som følge deraf fjeldformerne ialmindelighed noget mindre vilde. I den sydlige del af Hardangervidden derimod, trianglet, der begrænses af den tidligere nævnte linje samt Oddadalføret og linjen Røldal—Valdalen har fjeldgrunden og overfladeformerne en vildere karakter. Mod vest og syd, i Skjæggedal, Oddadalføret og Røldal har man her ogsaa den gamle granit, hvorover der i høiden i de mod Vidden indgaaende sidedale træffes fyllit i mere eller mindre reduceret mægtighed; men det egentlige høifjeld bestaar overveiende af grundfjeldbergarter, mægtige flak af grundfjeld, der under fjeldkjædedannelsen er skjøvet op og presset milevidt hen over fylliten som underlag og „smørelse“. Af dette grundfjeldsflak bestaar størsteparten af de vilde og golde fjeldpartier i den af mig bereiste sydlige del af Vidden.

Fjeldene udmærker sig særlig ved sin tilsyneladende svævende eller bølgende lagstilling med trappetrinsformede afsatser og en struktur i det store, der minder om lavastrømme, der synes at have flydt ud over, den ene strøm over den anden, saa fjeldsiden, som den nu ligger der, gjerne nøgen for enhver vegetation, viser sig tilsyneladende som stivnede masser, der engang har været i en strømlignende bevægelse. Høiere styrtninger er ikke almindelige, men de mindre afsatser, der ligger som trappetrin opover skraaningerne, er ofte meget vanskelige at komme forbi. Man kan gaa sig ganske fast i disse steile hylder og trappetrin og i ethvert fald blir man nødt til at gjøre lange omveie, før man finder et bækkefar, hvorigjennem man kan klatre fra den ene afsats til den anden. Et andet træk, der karakteriserer disse høifjelde, er deres store goldhed. Selv paa de mere plataaformede dele befinder man sig i en ren stenørken; bar og renskyttet ligger fjeldgrunden tilskue saa langt øiet rækker. Her findes derfor næsten ingen sætre, kun hist og her en stenhytte, som rensdyrjægere og rypefangere benytter under sine udfærder i fjeldet — eller har ialfald benyttet, før jagtloven af 20de mai 1899 ophævede den urgamle frie jagt i Norge og derved bandede veien for krybskytteruvæsenet.

Fjeldgrunden i den sydlige del af Hardangerviddens består af tre hovedled:

Grundfjeldet, fyllitformationen og det overskjøvne grundfjeldsflak.

1. *Grundfjeldet* består igjen af tre led: Den gamle grundfjeldsgneis, det yngre grundfjeld eller Telemarksformationen og grundfjeldsgraniten.

a. Af *den gamle grundfjeldsgneis* er ikke meget bevaret. Foruden som indeslutninger og flak i graniten forekommer den

som et noget større parti syd for Skjæggedal over graniten, mellem denne og fylliten, opover mod Mosdalsæter samt vestlig herfor mod Tyssedal. Bergarterne i denne gamle grundfjeldsgneis bestaar dels af graalige, tætte, glimmerførende, dels af hornblendeførende eller kloritholdige gneise med skifrig struktur ofte førende linser og lag af hornblendeskifere eller af en saussuritgabbrolignende bergart; undertiden nærmer bergarten sig en gneisgranit. Hornblendeførende gneise er dog de almindeligste. Lagstillingen hos disse gneisbergarter er meget variabel. Mellem Mosdalsæter og Skjæggedal noteredes: Steil NO-lig lagstilling (ca. 540 m. o. Skjæggedals hotel); steil SV-lig lagstilling (ca. 480 m. o. ditto). Ca. 140 m. o. Skjæggedals hotel møder man den hvide grundfjeldsgranit, førende større og mindre brudstykker af gneis, desuden en mørk hornblendebergart, der gjennemsættes af gange fra den hvide granit. Mellem Skjæggedal og Tyssedal staar ogsaa forskjellige slags gneisbergarter, mest hornblendeførende. Her noteres: Fald steilt O 10° S.

b. *Telemarksformationen*, hvis bergarter er grønlig hornblendeskifre ofte med epidotrige linser og lyse kvartsskifre i vxlende lag, staar langs stranden af Sørfjorden mellem Loftus og Stana, ca. 1 km. nord for Tyssedal, hvor den afskjæres af grundfjeldsgraniten. Foruden hornblendeskifre og kvartsskifre indeholder ogsaa Telemarksformationen hyppigt massive saussuritgabbrolignende bergarter i linseformede eller kuppeformede partier.

Af dagbogen hidsættes:

„Det første faste fjeld syd for Lofthus bestaar af grønlig hornblendeskifre vxlende med lyse, graalige, sribede kvartsrige lag, fald 50° SSV til SV; disse lag gjennemsættes af lyse granitgange og kvartsaarer i forskjellige retninger; undertiden er gangene oppressede til linser; saussuritgabbrolignende masser optræder ogsaa. Ca. 1/2 km. søndenfor blir faldet mindre, ca. 10° SSV indtil svævende. Bergarterne har stor lighed med Telemarksformationen, som jeg tidligere har seet denne udviklet mellem Mo og Dalen i Telemarken. Ved næstene til

gaarden Fronæs blir faldet noget steilere. I tangen strax søndenfor staar en massiv saussuritgabbro. Søndenfor kommer lyse bergarter med nordligt fald. Nord for Djupviken staar en hvid, tæt eller sukkerkornet bergart med steilt vestligt eller steilt østligt fald. I tangen ved Djupvik staar mørk massiv saussuritgabbro og derefter en lys kvartsitskifer med fald ca.  $40^{\circ}$  SSV. I tangen syd for Djupviken svagtheldende lag bestaaende af vekslede hornblendeskifre og sribede kvartsiter med pegmatit- og kvartsaarer; søndenfor fald  $30^{\circ}$  SSV. Samme bergarter og samme lagstilling ved Børven. Syd for Børven saussuritgabbro, der strækker sig ca.  $\frac{1}{2}$  km. sydover, hvorefter kommer lyse fint sukkerkornede kvartsitiske bergarter, opsprukket og med lidet udpræget skifrihed (ca  $45^{\circ}$  SSV). Inde i bugten hornblendeskifre. Ved Sexe staar ogsaa den lyse, svagt graagrønne finkornede kvartsitiske bergart med et temmeligt massivt udseende; enkelte foldede smaalag er lidt kalkholdige; faldet oftest SSV-ligt. Samme bergart staar ogsaa søndenfor Sexe. Derefter kommer hornblendeskifre. Saussuritgabbro og hornblendeskifre staar ogsaa i Kvalenæsset. Samme bergarter ved Buanæs; faldet  $35^{\circ}$  SV. Nord for Espen staar hvide eller graa sribede kvartsrige bergarter, skifrihed ca.  $30^{\circ}$  vestlig. Syd for Espen staar mørke hornblendebergarter og graalige kvartsrige lag; de grønne hornblendeskifre er dog overveiende; disse fører undertiden indtil 2 m. lange linser af en epidotrig, klorit og kalkspatholdig bergart. Syd for Fresvik kommer graalige, ofte opsprukne kvartsitiske bergarter, gjerne med rustfarvet hud. Lagene ofte foldede; faldet steilt, østligt eller vestligt. Syd for tangen kommer vekslede lag af grønne hornblendeskifre og lyse kvartsrige lag i snart svævende, snart steile lagstillinger; paa et sted saaes en foldningssadel med axe hældende  $35^{\circ}$  nordlig. Hornblendeskifre overveiende. I tangen syd for Skjælvik staar de samme bergarter, her gjennemsat af enkelte flere meter mægtige pegmatitgange. De samme vekslede hornblenderige og kvartsrige lag staar ogsaa ved Teigen. Strækningsstruktur hældende  $30^{\circ}$  SSO; fald steilt SV eller NO-ligt. I tangen mellem Teigen og Stana

staar bergarten i steile folder, hvis axe holder mod VSV; udpræget strækningsstruktur som før noteret. Bergarten bestaar fornemmelig af den lyse kvartsitiske; den blir dog her mere grov krystallinsk og tildels fuldstændig gneislignende. Denne gneislignende bergart afskjæres steilt af en hvid granit. Den gneislignende bergart er sandsynligvis opstaaet ved kontakt-metamorfose. Denne første forekomst af graniten viser sig kun at være en 20—30 m. bred gang; derpaa følger ca. 50 m. gneis, saa igjen 20—30 m. granit, hvorpaa igjen gneis, sribet med sydlig lagstilling og gjennemsat af mindre granitgange og aarer. Paa lignende vis vexler granit og gneis sydovertil Stana, hvor graniten blir eneraadende. Nærmere Odda blir graniten mere porfyrisk, rigere paa mørke mineraler, tildels sribet og undertiden rig paa granater. Paa sydsiden af Odda-bugten staar gneispartier bestaaende af en mørk glimmerrig gneis og en sribet øiegneislignende varietet; de gjennemsættes af gange og aarer af den lyse granit.“

Af den her citerede dagbogsoptegnelse faar man et ganske tydeligt begreb om bergarternes vexling i denne yngre del af grundfjeldet. Bergarternes strøgretning falder, som man ser, gjennemgaaende lodret mod bergkjædens længderetning. Om dette er et bergkjædetektonisk fænomen eller om det staar i forbindelse med den gjennembrydende grundfjeldsgranit, er vel foreløbigt ikke saa ligetil at afgjøre.

Foruden ved Sørfjorden forekommer den yngre del af grundfjeldet eller Telemarksformationen ogsaa i Valdalen, hvor den strækker sig i dalbunden fra Nysæter til nordover mod Vivasdalen. Fremdeles kan den følges fra Haukeliveiens overgang over Valdalselven op gennem Østmandlien, hvor der foruden vexlende kvartsitiske bergarter, grønne klorit- og hornblendeskifre samt saussuritgabbroer ogsaa optræder konglomeratlag med ialmindelighed valnødstore kvartsrullestene; fald 80° ONO. Telemarksformationen ophører her ved vandene vest for Svandalsfloen, hvor fylliten lægger sig over.

c. *Grundfjeldsgraniten* udgjør i disse trakter den overveiende del af grundfjeldet. Den er eneraadende omkring Ringedalsvand og i hele Oddadalførets bund til ca. 2 km. syd for Seljestad. Den stikker videre frem ved de øverste svingninger af postveien ved Seljestadjuvet<sup>1)</sup>, hvor den naar en høide af ca. 1000 m. o. h. Ligesaa danner den fjeldgrunden i Røldal, hvor den strækker sig nordover til Hainrestølen i Grøndalen og til Nysæter i den søndre del af Valdalen. Ved Ringedalsvandet og i sit nordlige parti ved Sørfjorden har den udseende af en vanlig lys eller hvid granit uden fremtrædende porfyrisk struktur. I Oddadalføret derimod træder den porfyriske struktur sterkt frem, ligesaa i Røldal, hvor dog porfystrukturen ofte fordunkles noget af en viss breccie-karakter. Mod feltets udkanter er altsaa den porfyriske struktur mindre fremtrædende end i de centrale dele. Den porfyriske form af graniten, der indtager det største omraade, viser sig paa mange steder i høi grad presset, hvorved der opstaar stribede og gneislignende former, der minder sterkt om øie-gneis.

Som allerede Tellef Dahll var opmærksom paa<sup>2)</sup> indeholder graniten langs grænserne talrige brudstykker af gneis og grønne hornblenderige eller gabbrolignende bergarter, ligesom gange fra graniten gjennemsætter tilstødende gneisbergarter og Telemarksformationens lag. Langs den nye bygdevei ved Skare og Lote, sydøst for Lotefossen, ser man saaledes graniten paa flere steder opfyldt af større og mindre skarpkantede brudstykker af gneise og grønne hornblendebergarter.

Gange af granit sætter derimod aldrig op i den overliggende fyllitformation og brudstykker af fyllit er heller ikke blevet paavist i graniten. Graniten kan derfor med temmelig stor sikkerhed betegnes som grundfjeldsgranit eller ældre granit, ældre ialfald end fyllitformationen.

<sup>1)</sup> I nord og syd herfor dækkes den af de overliggende formationer og staar altsaa ikke langs hele chausseen mellem Seljestad og Røldal som det synes at fremgaa af Brøggers kartskisse. Se „Lagfølgen paa Hardangerviddan“. Pag. 20.

<sup>2)</sup> Om Telemarkens geologi. Pag. 11.

I nær forbindelse med graniten forekommer paa flere steder mørkegrønne, hornblenderige, ofte saussuritgabbrolignende basiske masser, der vel maa betragtes som et basisk differentiationsprodukt af granitmagmaen. Saadanne hornblenderige basiske bergarter, der slutter sig nær til graniten, forekommer f. ex. ved Skjæggedal, mellem Skjæggedal og Tyssedal og ved vestre ende af Lotevandet. De gjenføres af lyse granitgange og optræder som brudstykker i den porfyriske granit og maa altsaa være noget ældre end denne. Selve den porfyriske granit gjenføres paa vestre side af Lotevandet af finkornede granitgange.

I Røldal har granit- og grundfjeldbergarterne et noget veksellende udseende; de hyppigste former er lys granit, mørk porfyrisk granit og mørkegrønne hornblendemasser og skifere, tildels ogsaa partier af gneise.

Langs veien, særlig mellem Sæim og Røldals hotel, er bergarterne, dels den lyse granit og dels den mørke porfyriske udviklet som rene breccier; glidplaner, heldende som oftest  $30-40^\circ$  VSV, er ogsaa her almindelige. Disse glidplaner og brecciestrukturen maa staa i forbindelse med vertikalforkastninger, der ogsaa optræder paa andre steder i disse trakter. 2 à 300 m. øst for Røldals hotel sees den porfyriske granit gjenføres af en mørk bergart, der maa opfattes som en gang af ca. 2 m.s mægtighed, gjenføres i NV-SO-lig retning, heldende  $60^\circ$  mod NO. Den østre fjerdedel af denne gang var omvandlet til en hornblendeskifer, den øvrige del havde derimod et porfyrisk eller diabaslignende udseende med smaa feldspatindsprængninger. Ved Nystøl bro, hvor hovedveien tar af mod Østmandlien, staaer porfyrisk granit tildels gjenføres af mere finkornede granitgange. Nordenfor ved veien til Valdalen, strax syd for Nysæter (Fællestensæter), fører bergarten en blaalig melkekvarter; strax nord for samme sæter optræder en tæt felsitisk udseende bergart med skifrigheid  $55^\circ$  ONO. Længer nord kommer Telemarksformationens bergarter.

2. *Fyllitformationen.* Da den paa grundfjeldet hvilende fyllitformation snart hviler paa granit, snart paa gneis og snart paa Telemarksformationens bergarter, maa der have været en længere denudationsperiode mellem den gamle granits dannelse og afsætningen af fyllitformationens bergarter. Under sparagmitformationens afsætning i Østerdalen og Gudbrandsdalen har fjeldgrunden paa Hardangervidden, Valders og egnene syd og vest herfor ligget over havets niveau. Først under alunskiferens dannelsesperiode har landet sunket, saa ogsaa de nævnte egne af vort land blev dækket af havet.

De paa grundfjeldet direkte hvilende sedimentære lag paa Hardangervidden bestaar derfor af alunskifer.

Nogen egentlig stranddannelse, bundkonglomerat etc., paa grænsen mellem grundfjeldet og alunskiferen, har jeg ikke lagt mærke til. Det er ogsaa kun i forholdsvist sjældne tilfælde, at man finder kontakten tydelig blottet. Et saadant sted saaes f. ex. ved gaarden Berge, nabogaard til Lote ved Lote-fossen. Medens man her har porfyrisk granit i nærheden, bestaar selve grænsen mod alunskiferen af gneis. Denne har øverst et forvitret og opstykket udseende, tildels har den ogsaa et fyllitisk anstrøg; den laveste del af alunskiferen er kvartsrig og faar ofte nogen lighed med blaakvarts. Grænsen er ligesom udvisket; det er derfor vanskeligt at pege nøiagtigt paa, hvor den opsmuldrede fyllitiske gneis slutter og den kvartsrige skifer begynder.

Denne overgangszone repræsenterer bundlaget, hvori endel af gneisens eller granitens forvitningsprodukter iblandedes alunskifersedimentet, der sandsynligvis har været afsat paa noget dybere vand.

Et andet sted<sup>1)</sup>, hvor jeg ogsaa lagde specielt mærke til grænsen mellem grundfjeldet og alunskiferen, var ved veien mellem Grøndalsæter og Hallingskei, der ligger udenfor det medfølgende karts omraade. Grundfjeldet bestaar her af granit og over denne hviler et tyndt lag af en graa glinsende

<sup>1)</sup> Under en oversigtsreise over fjeldet mellem Flaam i Sogn og Ose i Hardanger.



kvartsrig skifer og over denne kommer den sorte alunskifer-fyllit, ofte rig paa smaa granatkrystaller. Den sorte skifer gaar opad over i en graalig eller graagrønlig skifer, der gjerne er rig paa kvartskirtler. Langs den samme vei saaes dog paa flere steder løse blokke af en mørk breccie, som jeg antar paa sine steder optræder mellem graniten og den overliggende sorte skifer. Brudstykkerne i denne breccie bestaar nemlig af smaa granitbrudstykker og grundmassen synes at bestaa af alunskifermateriale.

I Valders optræder i den øvre del af alunskiferen lag af blaakvarts; der kan forekomme et eller flere blaakvartslag adskilt ved sort skifer. Over blaakvartsen følger graagrønlig og graalige lerskifer eller fylliter, der ved Mellene i Valders fører undersiluriske graptoliter. En lignende lagfølge har vel oprindeligt været udviklet ogsaa paa Hardangervidden; men de store revolutioner, der har foregaaet under fjeldkjædens dannelse, har i de af mig bereiste egne fuldstændigt udsløttet rækkefølgen og forstyrret den oprindelige lagserie. Slig som forholdene nu viser sig paa den sydlige del af Hardangervidden, kan man kun udskille *en fyllitformation* med grundfjeld under og med grundfjeldsbergarter over. Denne fyllitformation bestaar gjerne underst af en mørk eller sort fyllit, øverst af en graalig eller undertiden graagrønlig fyllit. I denne fyllitformation træffer man hist og her linser af blaakvarts; men jeg har aldrig truffet paa nogenlunde regelmæssige lag. I det hele er ogsaa de linseformede partier af blaakvarts sjældne i de af mig bereiste egne. Jeg har kun noteret saadanne fra Mosdalen. Fra Berge har jeg noteret forstyrrede kvartsrige lag, der muligens er omvandlede blaakvartslag; ligesaa har jeg fra en del andre steder ogsaa noteret kvartsrig fyllit og kvartsrige linser og lag, der ogsaa turde være opstaaet af oprindelige blaakvartslag, men disse har i ethvert fald tabt det karakteristiske udseende, som blaakvartsen har.

Paa enkelte steder finder man ogsaa spor af, at fyllitformationen oprindeligt har indeholdt kalklag eller ialfald kalkholdige lag. Saaledes har jeg paa vesthellingen af Møifald-

nuten, syd for Langevand og muligens endnu paa et par steder truffet som partier i fylliten en kalkholdig fyllit med en eiendommelig hullet forvitningsflade; kalken er nemlig bortforvitret, medens fyllittrevlerne staar igjen og gir derved bergarterne en høist ujevn overflade.

Den rækkefølge i lagene, som prof. Brøgger har paavist i foden af Haarteigen bestaaende nedenfra og opad af alunskifer, blaakvarts, marmor og graagrøn fyllit, turde derfor meget muligt være den oprindelige lagserie, som her ved et lykkeligt træf er blevet skaanet og opbevaret; men af tilsvarende profiler har jeg ikke fundet et eneste paa den søndre del af vidden. Der er alt sammenskjøvet og omvandlet; paa mange steder faar man indtrykket af, at fyllitformationen her er æltet sammen som en deig og paa sine steder igjen udvalset som et fladbrød.

Fyllitformationens mægtighed viser sig paa de forskjellige steder meget forskjellig. Den største mægtighed paa det af mig bereiste omraade har fylliten i nordost og sydost for Lotevandet. Fra Berge til Tveitnuten fandt Brøgger<sup>1)</sup> en vertikalafstand mellem undre og øvre grænse af fylliten af 382 m.

Ved opstigningen fra Skare til Skardsfjeld fandt jeg ved aneroidbarometerets bestemmelse fyllitens mægtighed her til 306 m. Østover herfra mod Reinsaasvandets reduceres fyllitens mægtighed betydelig, saaledes at jeg ved Reinsaasvandets vestende anslog mægtigheden til kun 50 à 100 m.

Sydost for Freimsbotnensæter (ikke paa kartet) øst for Odda, havde fylliten kun en mægtighed af 20 til 30 m.

Ved sydenden af Gørvandet, hvor veiens svingninger begynder opover mod Seljestadjuvet, er fyllitens mægtighed neppe over 100 m. I en liden bæk, strax i nordvest for Hamrestølen (amtskartets Ekhornsæter), danner den mørke fyllit kun et nogle faa meter mægtigt lag, derover kom graagrønlig tykskifrig fyllit, derpaa en kvartsitisk muskovitskifer og saa gneis. De tre førstnævnte lag havde tilsammen en mægtighed

<sup>1)</sup> Se „Lagfølgen paa Hardangervidden“ pag. 23.

af 30 m. Fyllitens underlag traadte dog ikke her i dagen. I en liden bæk NV for Oxesæter er blottet et længere profil, der viser en sort eller mørkgraa fyllit af 4 m.s mægtighed, hvilende paa Telemarksformationens tætte sribede feldspatførende kvartsiter. Over den mørke fyllit kommer et 3 m. mægtigt lag af en graagrønlig fyllit. Derover kommer sribede kvartsitiske lag, hornblendeskifere og hornblendegneise. Den egentlige fyllitformation er altsaa her reduceret til en mægtighed af 7 m. (!) At man ogsaa vilde kunne finde steder, hvor fylliten er ganske bortpresset, tvivler jeg ikke paa, men saadanne steder er vanskelige at paavise uden ved en nøiagtig detaljkartlægning.

3. *Overskjøvet grundfjeld.* Over fyllitformationen kommer i de opragende fjeldpartier paa søndre del af Hardangervidden overalt krystallinske skifere og gneise. Dette er Kjerulfs „Høifjeldskvarts“ og Brøggers „yngre gneisformation“. Medens Kjerulf stadig skildrede de fremherskende bergarter i denne afdeling som kvartsiter, kvartsskifere og „gneisagtig tegnede skifere“<sup>1)</sup>, hævder Brøgger, at de optrædende bergarter bestaar af hornblendeskifere, glimmerskifere, glimmergneise, ægte gneise, altsaa krystallinske skifere, „der ikke kan skilles fra grundfjeldets“<sup>2)</sup>. Man skulde have ventet, at Brøgger var gaaet et skridt videre og ikke alene betegnet bergarterne som *lig* grundfjeldets, men at de virkelig *var* grundfjeld. Dette vovede han dog dengang paa grund af deres plads i lagrækken over cambrisk-silurisk skifer ikke at gjøre; men valgte istedetfor at forklare denne formations bergarter som „yngre gneise“, d. v. s. som omvandlede sedimenter af sandsynligvis oversilurisk alder. Mine undersøgelser lader imidlertid ingen tvivl tilbage om, at det virkelig er grundfjeldsbergarter man har for sig, altsaa mægtige grundfjeldsflak, der ved geotektoniske processer er bragt i sin nuværende abnorme stilling over fyllitformationen.

<sup>1)</sup> Udsigten, pag. 145 etc.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 38 og 39.

De samme bergarter, som i det foregaaende er omtalt fra grundfjeldet, finder man nemlig igjen i det overskjøvne flak.

Man finder kvartsiter (gjerne feldspatførende) eller kvartskifre og hornblendeskifre i vekslede lag, de sidste tildels med epidotrige linser; fremdeles hornblenderige linser og saussuritgabbrolignende masser. Det er Telemarksformationens bergarter. Man finder porfyriske graniter som Oddadalens, gjerne noget stribet saa de danner overgange til øiegneislignende bergarter; men i enkelte større linser er den oprindelige porfyriske granitstruktur omtrent fuldstændig bevaret. Man finder gneise som umulig kan adskilles fra Vestlandets grundfjeldsgneise og disse gneise er paa mange steder gjennemsatte af forgrenede granitgange og pegmatitiske aarer (se billedet paa næste side). Fremdeles finder man glimmerskifere med indtil nævestore kvarts-feldspatknoller og brunlig forvittringshud. Saadanne glimmerskifere har jeg rigtignok ikke lagt mærke til i Sørfjordens grundfjeld, men de forekommer ganske sikkert paa andre steder inden Vestlandets grundfjeldsbergarter.

Det er dog ikke bare grundfjeldsbergarter man finder i disse overskjøvne flak. En del kvartsiter og sparagmitlignende bergarter turde muligens hidrøre fra de ældste sedimentære lag; men ogsaa alunskifere og graalige eller grønlig fylliter sees paa flere steder at være indbagede dels som mindre linser og dels som noget mægtigere lag i det overskjøvne flak.

Af steder, hvor saadanne linser og lag af alunskifer optræder, kan nævnes egnen omkring Svartevand, Isvand og Raudnæbtjernene øst for Reinsaas. Man befinder sig her inde paa det overskjøvne flak. Omkring Nosesæter (amtskartets Vosæsæter) staar gneis, dels graa glimmerrig, dels rødlig stribet. Øst for Svartevand staar en hvid kvartsit, med strømningstruktur, saa den paa afstand ser ud som en isbræ. Under opstigningen mod Isvand møder man over den kvartsitiske bergart et 5—10 m. mægtigt lag af en mørk eller graa fyllit, og over denne en muskovitrig feldspatførende kvartsit, der har nogen lighed med en omvandet sparagmit. 60 m. høiere

oppe indeholdt denne bergart en stor linse af sort skruklet skifer. Linsens mægtighed var 10—20 m. og udkilede sig i strøgetningen. 24 m. over denne fyllitlinse kommer graa sribet gneis, der fortsætter opover mod Isvand, dels som graa gneis, dels som rødlig gneis. Oppe ved passet mod Isvand indeholder denne graa hornblende- og biotitholdige gneis for-grenede granitgange og aarer.



Forgrenede granitgange og aarer i gneis. Nordvest for Isvand.

Videre sydover indeholder gneisen ofte rødlig lag, der muligens har været oprindelige granitgange og den graa gneis blir undertiden saa hornblenderig, at den staar paa grænsen mod hornblendeskifer. Ogsaa ved søndre bugt af Isvandet (dette vand er fuldstændig galt indtegnet paa amtskartet) træffer man kvartsitiske og fyllitiske lag og linser indpressede mellem graa glimmerrige gneise og hornblendeskifre. Fremdeles træffer man linser og lag af sort fyllit, gjerne ledsaget af lyse kvartsitlag i flere horisonter syd for Raunæbtjernene, der ligger indtegnet paa amtskartet syd for Svartevand.

Fyllitlag indpressede i gneisen træffer man ogsaa syd og vest for Sætevand og øst for Svartenutsboden, hvor den sorte

fyllit danner et 10—20 m. mægtigt lag, der kan følges 2 à 3 km., men udkiler sig baade vestover og østover mod Svartenuten, der igjen fører fyllit og kvartsitiske lag i foden. Ogsaa længere nord mellem Hattestensvand og Juklevaselven optræder fyllitiske lag som muligens tilhører det overskjøvne flak. Endelig optræder sorte fylliter sydvest for Ruklefonden og ved sydenden af søndre Aarrevand. Den sorte fyllit hviler her paa graa gneis og over fylliten kommer ogsaa lyse, sribede gneisbergarter; i denne gneis sees hyppigt granitgange og aarer. Ogsaa den graa gneis, der staar i hele Dyrenuten, sees ofte gjennemsat af granitgange, der undertiden viser sig vakkert foldede.

Forat man kan faa en forestilling om den vxlende karakter af bergarterne i det overskjøvne flak, skal jeg citere en del af mine dagbogsoptegnelser.

1. Dagbogen for <sup>28</sup>/<sub>7</sub> fra en tur fra Bakkensæter i Valdalen, først i SV-lig retning, derpaa i NV-lig retning over Tungenuten, Reinsaasfond til Svartevand og Reinsaas:

„<sup>28</sup>/<sub>7</sub>. Bakkensæter, bar. 695,3. Ved Bakkensæter staar graagrøn og grøn fyllit med kvartsrige lag. Gik syd og vest op gennem lien. Ved bar. 680,5 kommer over fylliten blaa-kvartslignende lag med svag NV-lig lagstilling. Videre lyse, sribede, tildels feldspathoidige og glimmerførende kvartsiter. Disse lyse kvartsitiske bergarter følges til strax syd for Tungenuten; lagstilling ca. 30° nordlig. Ved søndre fod af Tungenuten, bar. 663,5, staar en sort- og hvidsribet hornblende- og glimmerholdig gneis. Under opstigningen til Tungenuten staar først rødlig og graalig gneis med partier og linser af saussuritgabbro, derpaa en sribet biotitgneis af et mere massivt gneisgranitisk udseende. Høiere oppe kommer mørkere lag og linser, der gir bergarterne et typisk grundfjeldsgneisudseende. Paa Tungenutens top, bar. 635, staar ogsaa ægte grundfjeldsgneise med mørke lag, gjennemsat af lyse, granitiske og pegmatitiske aarer. I østre del af Reinsaasfond staar gneis i alle af isbræen fremstikkende toppe. Noget efterat terrænet begynder at helde mod nord og man faar øie paa Isvandet til-

høire har man foldede, sribede, gneislignende og kvartsitiske lag, der indeholder uregelmæssige, linseformede partier af mørk alunskifer. Derefter kommer en grøn kloritskifer med epidotknoller og lag af en graalig fyllitisk glimmerskifer; desuden forekommer ogsaa linser og oppressede lag af en lys kvartsit; strækningsstruktur hældende  $30^\circ$  NV. Derpaa kommer et lag af graa og mørk fyllit med skifrihed ca.  $30^\circ$  NV. Derefter kvartsitiske lag, dels graalige, dels blaakvartslignende og dels hvide, førende feldspatkorn og (med et sparagmitlignende udseende. Disse lag viser sig stærkt pressede og opknuste; lagstillingen ofte steil NV-lig. Derpaa kommer storbladet glimmerskifer med større og mindre kvarts-feldspatknoller af samme slags som i nordre Krosfond (bar. 652). Derefter mest graalige og sribede gneisvarieteter med svag SO-lig lagstilling. Disse graalige og tildels rødlig gneise følges videre til afsatsen syd for Raunæbtjern. Her (bar. 666) kommer sribede, blaakvartslignende, kvartsitiske lag med svag sydlig til SO-lig lagstilling. Under disse kvartsitlag kommer et 5 m. mægtigt lag af lys, glinsende fyllit og derefter en svagt grønlig, sericitglinsende, kvartsitisk bergart af ca. 20 m.s mægtighed, hvorpaa følger lag af en sort, opknust fyllit med rustfarvet hud. Dette fyllitlag fortsætter sandsynligvis nordover til toppen af Raunæbsnuten, der har faaet sit navn efter bergartens rustøde farve, som den sees paa afstand. Under den sorte fyllit kommer først et nogle meter mægtigt lag af en graagrønlig fyllit og derpaa en lys, kvartsitisk, feldspatførende bergart af 10—20 m.s mægtighed. Under dette lag kommer igjen graalige og graagrønne fylliter med enkelte kvartsitiske, tildels blaakvartslignende lag. Disse bergarter følges nedover til Raunæbtjernet (bar. 674); lagstillingen svagt østlig. Vest for Raunæbtjernet kommer rødlig og graalige gneise tildels gjennemsatte af lyse granitgange og aarer. Lagstillingen bølgende og uregelmæssig; bergarten har ofte et massivt udseende. Ved bar. 684, strax SO for Setenutensæter, der ligger ved vestre ende af Svartevandet, sees et lidet mægtigt lag af en granatførende kvartsitisk bergart og graa fyllit, omgivet af

graa og rødlige gneise. Lagstillingen svagt nordlig til nordvestlig. Svartevand, bar. 687. Reinsaas gaard, bar. 698.2.

## 2. Fra Reinsaas til nordre Krosfondnuten.

<sup>20</sup>/7. Reinsaas, bar. 694,5. Vestover til Reinsaassæter (amtskartets Nysæter) staar overveiende sribede kvartsbergarter, feldspatførende, gjerne graalige paa friskt brud og med lys forvittringshud. Ved broen ved Lysevand optræder enkelte underordnede, grønlig, kloritførende lag. Lagstillingen bølgende. Fulgte den søndre bæk opover mod n. Krosfondnut. Overveiende sribede kvartsbergarter til bar. 672,5; herover kommer ægte gneise. Ved bar. 662,5 ser man vakre folder i den sribede, kvartsrige gneis. Foldningsaxen synes gaa i retningen NNO—SSV. Mod toppen af Krosfondnuten (bar. 657) saaes en hornblenderig gneis. Videre overveiende graa, skifrig gneis; men i denne forekommer større og mindre linser, dels af en lys kvartsrig bergart, dels af en mørkgrøn hornblendebergart. Linserne kan være fra 1 til 20 m. lange. Ved bar. 653,5 staar muskovitskifer med indtil valnødstore granater og gjerne rustfarvet hud. Denne glimmerskifer indeholder ofte valnød- til nævestore kvarts- og feldspatknoller. Enkelte lag fører en masse saadanne knoller, der tildels ser ud som brudstykker, dels som pegmatitiske partier; de bestaar af feldspat, kvarts og biotit. De smaa knoller er ofte lyserøde af farve, der muligens skriver sig fra en slags tulitisering af feldspaten. Høiere oppe forekommer ogsaa større, indtil hovedstore saadanne knoller. Kvartslameller med strækningsstruktur i retning VNV—OSO. Bergarten har her en uregelmæssig, storfoldet struktur, der ofte minder en om fotografier af lavastømme. Ved toppen (bar. 645) er bergarten mere tykskifrig og af et massivt udseende, saa den faar nogen lighed med gneisgranit; den fører rødlig feldspat, hornblende, glimmer, epidot og orthit. Skifriheden bølgende. Sydover mod søndre top (bar. 650) staar graa gneis, hornblenderige og rødlige gneise i uregelmæssige folder, ofte med steilt fald. Derpaa kommer igjen den brunhudede glimmer-



skifer med kvarts-feldspatknoller. Skuringsstriber i retning  $O\ 30^\circ N - V\ 30^\circ S$ .

3. Fra Skare til Skardsfjeld og over søndre del af s. Krosfondnut til Botnsæter.

<sup>9</sup>/<sub>s</sub>. Skare, bar. 717. Gik fra Skare ret opover mod Skardsfjeld. I begyndelsen granit. Fyllit i fast fjeld saaes først ved bar. 703,5. Ved den nye Skaresæter, bar. 678, kommer over fylliten tætte kvartsitlag og en grønlig skifer med hornblendekrystaller. Ovenfor den øverste (gamle) Skaresæter, bar. 671,5, staar hvide eller blaalige kvartsitiske lag med fald  $30^\circ NNO$ . Ved bar. 669 kommer grønlig hornblendeskifre tildels med kvartsaarer. Ved bar. 667,5 kommer igjen sribede graalige eller blaalige kvartsitlag med svagt nordligt fald. Ved bar. 665,5 staar igjen grøn hornblendeskifer i svævende lagstilling, vxlende videre opover med lyse kvartsitiske lag. Ved bar. 657 sees et linseformet parti af saussuritgabbro omgivet af hornblendeskifre. Ved bar. 655,5 lyse kvartstalkskifre med rustfarvet hud. Lige ved nordre fod af selve Skardsfjelds top (Ruklenuten), bar. 652,5, kommer dels tykskifrig, dels mere massiv, graalig gneis, der ialmindelighed fører en del nød- til valnødstore feldspatøine, men saa spredt fordelt, at bergarten neppe fortjener navn af øiegneis. I denne bergart sees større og mindre linser af et mere massivt udseende med krystalinsk-kornet struktur. Bergarten i disse linser har stor lighed med en porfyrisk granit af omtrent samme slags, som man træffer i Oddadalføret. En af disse linser havde en størrelse af ca. 12 m.s længde og 2—3 m.s tykkelse. De gaar umærkelig over i mere sribede og skifrige graa gneise med spredte feldspatøine. Skifriheden svævende. Lidt østenfor saaes en anden lignende linse, hvis centrale dele fuldstændig lignede den porfyriske granit i Oddadalen, medens de periferiske dele her havde stor lighed med øiegneis. Mod toppen af Ruklenuten, bar. 648, staar lag af en granatførende glimmerskifer, der tildels fører kvarts- og feldspatknoller; mere underordnet forekommer lag af en graa, sribet, skruklet gneis med syd-

østligt fald. Gik videre østover langs sydsiden af søndre Krosfondnut mod Botnvandet. Paa denne strækning ser man graalige og rødlig gneise, men den fremherskende bergart er dog glimmerskifer med større og mindre kvarts-feldspatknoller. Lagstillingen er gjennemgaaende 10—20° OSO. Nord for vestenden af Botnvandet, bar. 667, kommer lyse tildels sparagmitlignende, sribede og smaafoldede lag i svag VNV-lig lagstilling. Disse kvartsitiske lag vexler tildels med gneislignende og glimmerrige lag; de følges nedover mod Botnvandet, hvor lagstillingen er 10—20° OSO.

4. Fra Botnsæter over søndre Krosfondnut og Østdalsrusten til Reinsaas.

<sup>10</sup>/<sub>8</sub>. Under opstigningen fra Botnsæter i nordlig retning mod Sandskaret, der ligger i østre del af Krosfondnuten, møder man først de lyse kvartsitiske eller sparagmitiske lag, øverst tildels vexlende med grønlig hornblendeskifre, derpaa graalige gneise, saa glimmerskifer med kvarts-feldspatknoller, derpaa igjen graalige og rødlig gneise, dels skifrige, dels mere massive. Ved bar. 657 staar en temmelig granitlignende facies, finkornet og af rødlig farve. Videre opover Krosfondnutens sydside staar overveiende glimmerskifer og glimmerrig gneis. Paa høiden af skaret, bar. 632, kommer forskjellige slags gneise, graa gneis, granitisk gneis, hornblendegneis; ligesaa forekommer linser af en mørk saussuritgabbrolignende bergart. Toppen østenfor Sandskaret, bar. 629, bestaar af pegmatitiske masser omgivet af graa gneis. Videre i NO-lig retning til Østdalsrusten (Middagsnuten) staar graa gneis, glimmerrig gneis, hornblendegneis, øiegneis og derpaa glimmerskifer med kvarts-feldspatknoller. Denne gaar til bækken, der rinder ned ved Østdalsæter. Paa nordsiden af denne bæk kommer porfyrisk granitgneis, der utvivlsomt maa være en presset, porfyrisk granit. Derpaa følger nordover graa, sribede gneise, lyse gneise og mørke hornblenderige gneise, hvorpaa igjen følger en porfyrisk granitgneis, der tildels i udseendet nærmer sig øiegneis; fremdeles sees mørke saussuritgabbrolig-

nende masser, dels i linser, dels i større partier. Videre nordover staar hovedsagelig graa gneise, ofte gjennemsatte af pegmatitiske aarer og masser. Lagstillingen  $10-20^{\circ}$  O til ONO. I den høieste top af Middagsnuten staar glimmerskifer med rustfarvet hud og svagt østligt fald. Graa gneise er fremherskende nordover til Reinsaasvandets østre del. Ved bar. 669,5 staar et lag af glimmerskifer og under dette kommer en tykskifrig, kvartsrig gneis, tildels med større og mindre feldspatøine. Nede mod Reinsaasvandets østre ende staar lyse bleggrønne, kvartsitisk-sparagmitiske lag, ofte smaafoldet.

5. Fra Seljestad til toppen af Horreheiene, derfra til Seljestadjuvet og tilbage til Seljestad.

<sup>14</sup>/<sub>8</sub>. Seljestad, bar. 705,6. Langs veien fra Seljestad, ca. 2 km. sydover, staar porfyrisk granit. Ved en liden hølade tog jeg op følgende en sti, der gik langs den nye telegraflinje. 50 à 100 m. ovenfor postveien (bar. 700,5) staar en mørkgraa fyllit. Ved bar. 698,5 fører den lag af en lys kvartsit sammen med grønlig skifer. Ved bar. 697,5 kommer en graa, sribet, sericitisk, gneisagtig bergart med smaa erte-store feldspatkorn. Lagstilling svagt SO-lig. Ved bar. 695 staar en muskovitskifer og over denne kommer en graa, sribet, kvartsitisk bergart. Ved bar. 690,5 staar graa og rødlig sribet gneis, rig paa smaa, rødlige feldspatøine og feldspataarer. Ved bar. 683,3 noteres saussuritgabbro i noget opstykket eller opknust form. Ved bar. 676,6 staar vanlig graa, ofte hornblendeførende gneis, dels tykskifrig, dels i mere massive lag. Den graa gneis er overveiende til bar. 671,3, hvor der optræder en glimmerskifer med kvarts-feldspatknoller og rustfarvet hud. Ved bar. 670 staar igjen, dels graa gneis, dels mørkere hornblendegneis. Derover kommer en mere massiv bergart, der minder om en presset, porfyrisk granit. Ved bar. 662 tykskifrig, graa gneis. Derpaa glimmerskifer med kvarts-feldspatknoller. Denne glimmerskifer er den fremherskende bergart videre opover; ved bar. 661 indeholder den større og mindre linser af en sort hornblendebergart. Ved bar. 660 kommer

ogsaa tildels glimmerrig gneis med skifrihedsfald  $10^{\circ}$  SSO. Den graa gneis staar i svævende og bølgende lagstilling henimod et lidet tjern (bar. 654,3), paa hvis sydside berglagene blir mere opreiste og faar et oprevent udseende. Ved vandets udløb noteredes graa, sribet gneis med  $60^{\circ}$  NNV-lig fald. Derpaa kommer omvandlede hornblendeskifre i vxlende lag med lyse kvartsitiske bergarter. Ved bar. 652 er lagstillingen af disse hornblendeskifer og kvartsitlag steil til lodret; kvartsitlagene viser sig ofte foldede. Ved bar. 649,2 blir de lyse kvartsitlag mere mægtige og vaxler dels med en mørk, graagrønlig, finkornet, glimmerrig skifer, dels med en tydelig hornblendeskifer, der ofte indeholder linser af saussuritgabbro. Ved bar. 647 gaar bergarten over til en graa, sribet, smaafoldet gneis i bølgende lagstilling. Paa toppen ved nordre varde, bar. 641, staar en graa tykskifrig gneis med enkelte mindre feldspatøine i bølgende og foldet lagstilling. Desuden optræder større linseformede partier af en mere kornet bergart, der nærmest ligner en sribet granit med udtrukne øine af en tildels svagt violet feldspat. Fjeldoverfladen danner her kuppelformede partier henimod søndre varde. Gik derpaa igjen nordover til det tidligere omtalte tjern og fulgte de steile lag paa tjernets sydside i VSV retning ned gennem lien mod postveiens svingninger i vestre del af Seljestadjuvet. De kvartsitiske bergarter fra høiden følges nedover med NNV-ligt fald til 672. Her følger under en sort eller mørkgraa skifer, rig paa glidflader. Planet mellem de kvartsitiske bergarter og skiferen holder  $10-20^{\circ}$  NNV. Ved bar. 675 kommer en graa, finkornet, feldspatførende kvartsitisk bergart sammen med lag af en mørk graagrøn, finkornet, hornblende- og glimmerførende bergart. Disse bergarter, der gaar næsten ned til den øvre sving af postveien, viser sig opdelt i linser. Lige ved den øvre sving af postveien sees en gneisbreccie, og under denne staar porfyrisk granit. Stien fra øvre sving nedover mod Gorvandet, hvor veiens svingninger begynder, følger omtrent grænsen mellem grundfjeldet og den overliggende sorte skifer. Bergarterne viser sig her langs grændsen i høi grad opstyk-

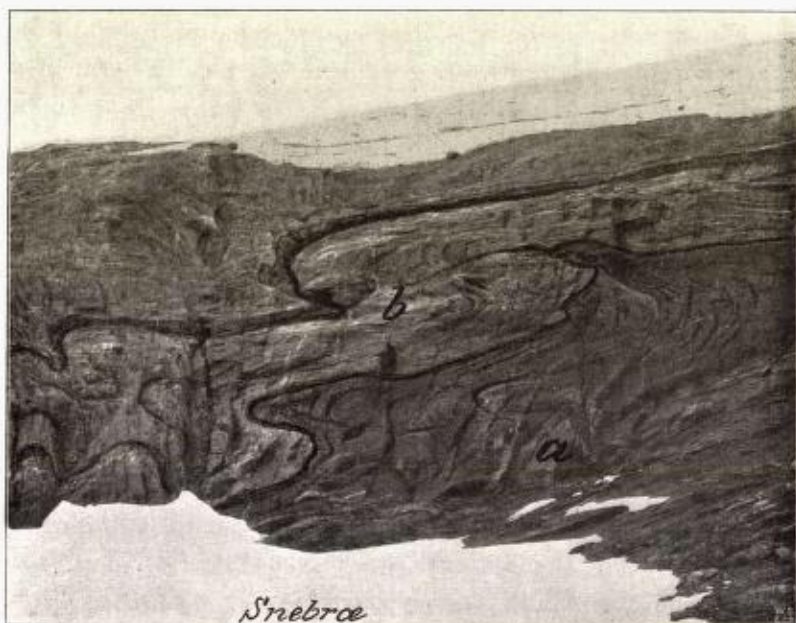
kede og breccielignende og alunskiferen sammenbaget som en deig. Fyllitens mægtighed er ca. 100 m.; størsteparten består af sort skifer, dog sees i det midtre parti ogsaa en graagrønlig skifer. Ægte blaakvarts saaes ikke, men vel kvartsrigere lag, der ofte var oppresset til linser. Ved søndre ende af Gorvand kommer den overliggende gneis ned til veien. De undre 2—3 m. består af en graa, tæt, glimmerførende, paa tverbruddet noget kvartsitisk udseende gneis med rødlig ertestore feldspatøine, opstykket saa det var vanskeligt at faa et ordentligt haandstykke af bergarten. Over kommer en graa eller rødlig glimmerrig gneis med øine og linser af kvarts og feldspat. Derefter en glimmerskifer med kvarts-feldspatlinser og rustfarvet hud. Denne glimmerskifer sees at indeholde meterstore linser af lys granit, desuden mindre linser af en mørk hornblendebergart. Lagstillingen svagt østlig. Glimmerskifer med kvarts-feldspatknoller og graa gneis staar videre nordover langs Gorvand; ofte fører disse bergarter større og mindre linser af en mørk hornblendebergart, der tildels har lighed med en saussuritgabbro. Lagstillingen nogenlunde svævende. Ved nordenden af Gorvand staar rødlig og graa gneis med strækningsstruktur heldende 15° SO. Rødlig gneise er derpaa overveiende indtil veien igjen vender tilbage til østsiden af elven fra Gorvandet. Derefter følger særlig hornblendeskifre, kvartsitiske bergarter og lyse muskovitskifre. Først ved bar. 698,4 sees mørk fyllit ved veien, overlagret af kvartsrig, grønlig fyllit. Længere nord kommer lyse, sribede sparagmitlignende lag sammen med graagrønlig hornblendeskifre. Disse lag, der synes tilhøre Telemarksformationen, staar langs veien omtrent til det sted, hvor jeg om morgenen forlod veien ved den lille hølade. Seljestad, bar. 706.

Af de citerede dagbogsoptegninger faar man en forestilling om den hoist vekslede karakter af bergarterne i det overskjøvne grundfjeldsflak. Den samme veksling af bergarterne, der er saa almindelig i det vanlige grundfjelds-

terræn, træffer man her igjen i endnu mere udpræget grad, idet der i disse flak ikke alene indgaar bergarter tilhørende det dybere grundfjeld, men ogsaa dele af det yngre grundfjeld eller Telemarksformationen og af de laveste kambrisk-siluriske bergarter.

Tektoniken for de processer, hvorunder disse fyllit- og kvartsitpartier er blevne indpressede i det overskjøvne flak, er ikke nærmere undersøgt. For at faa dette paa det rene behøvedes detaljkartlægning; men dertil mangler man kartografisk grundlag for disse egnenes vedkommende.

Om man har at gjøre med en slags skjælstruktur („Schuppenstruktur“), med „minor- og majorthrusts“ i lighed med for-



Fjeldvæg ved sydvestre side af Langevand. a. fyllit, b. gneis og sribede, kvartsitlignende lag.

holdene i Skotland eller med mere indviklede foldningsprocesser, faar indtil videre staa derhen. Jeg skulde nærmest være tilbøielig at antage det sidste, hvortil man paa flere steder ser antydninger. I den bratte ca. 100 m. høie fjeldvæg

ved Langevandets sydvestre ende ser man saaledes gneis- og kvartsitiske lag liggende i mægtige folder over fylliten.

Det turde være sandsynlig, at der under overskyvningsprocessen er opstaaet folder eller rynker nærmest overskyvningsplanet. Ved disse folder pressedes dele af underlaget ind i det overskjøvne flak, ligesom man ogsaa paa andre steder har eksempler paa, at dele af det overliggende presses ind i det underliggende. Ved den videre udvikling af overskyvningsprocessen blev folderne igjen udglattede, idet midtleddene udvalsedes.

At de geotektoniske processer, som de overskjøvne flak maa have været underkastet, ogsaa har haft sin indflydelse paa de forskellige bergarters struktur er selvindlysende. Denne indflydelse er muligens større, end man i begyndelsen aner. Hos enkelte bergarter kan den let paavises, saaledes hos den tidligere omtalte porfyriske granit. Dennes struktur er i de overskjøvne flak kun bevaret tydeligt i en del linseformede partier, der har undgaaet den forandring, som bergarterne i sin almindelighed har været udsat for (se dagbogsoptegningen fra Skardsfjeld).

Forfølger man overgangen mellem disse linser og den tilgrænsende omvandlede bergart, lægger man mærke til, at omvandlingen særlig bestaar i, at bergarten er blit mere finkornet. Medens man i linsernes centrale dele har en temmelig typisk porfyrisk granit, gaar bergarten mod periferien over til en finkornet, graa, sribet bergart, hvori kun en del af de oprindelige porfyriske indsprængninger af feldspat er bevaret som større eller mindre ellipsoidiske feldspatøine.

Vi kommer herved ind paa et forhold, som for de fleste iagttagere har staaet gaadefuldt, og som ogsaa Brøgger har berørt i sit tidligere nævnte arbeide om lagfølgen paa Hardangervidda. Det er det faktum, at intensiteten af bergarternes omvandling synes at tiltage nedefra opad, idet bergarterne viser en mere grovkrystallinsk struktur i de høiere fjeldpartier end lavere, nærmere overskyvningsplanet. Alle-rede i 1892 gjorde jeg opmærksom paa dette forhold i min

opsats om „Høifjeldskvartsens nordøstligste udbredelse“<sup>1)</sup>, hvor jeg fra egnene om Espedalen og Gausdal påpegte, „at bergarten i de høiere fjeldtoppe er gneisagtig“ og at som følge deraf „metamorfosen tiltager med høiden“. Jeg gik dengang ud fra den forudsætning, at bergarternes krystallinske struktur var et metamorfisk fænomen opstaaet under fjeldkjædedannelsen. Under de senere aars undersøgelser er jeg imidlertid kommen til erkjendelse af, at forholdet maa være omvendt: Den tydelige, mere eller mindre grovkrystallinske struktur er den oprindelige (grundfjeldsstrukturen); den finkornede, til tætte struktur, er derimod en sekundær, mekanisk omvandlingsstruktur, opstaaet under grundfjeldsflakenes overskyvning ved fjeldkjædedannelsen.

Ogsaa paa Hardangervidden viser iagttagelserne som en gjennemgaaende regel, at bergarterne i de høiere fjeldpartier har mest lighed med ægte grundfjeldsbergarter, medens de lavere dele af det overskjøvne flak bestaar af finkornede bergarter, som man gjerne i dagbøgerne er tilbøielig til at kalde kvartsiter, helleflinter eller omvandlede sparagmiter. Dette er saa almindeligt, at det maa vække opmærksomhed. Forfølger man overskyvningsplanet træffer man kun sjelden ægte gneise umiddelbart over samme. I enkelte tilfælde, f. ex. ved bestigningen af Skardsfjeld fra Skare, finder man Telemarksformationen i nogenlunde typisk udvikling, hvilende paa fylliten, og over Telemarksformationens lag igjen forskjellige gneise og glimmerskifere. Men i de fleste tilfælde kan det ikke netop paavises, at det er bergarter tilhørende Telemarksformationen, der udgjør den laveste del af det overskjøvne flak; de vaxlende lag af hornblendeskifre mangler. Men gjennemgaaende er det, at man nærmest overskyvningsplanet finder finkornede, sribede bergarter, der for det blotte øie viser et kvartsitisk udseende. I begyndelsen søgte jeg at udskille og kartlægge disse kvartsitiske bergarter, men det maatte opgives. Der findes nemlig alle mulige overgange.

<sup>1)</sup> Norges geologiske undersøgelses aarboeg for 1892 og 93.



Det fremgik temmelig snart af bergarternes sribede karakter, af linsestrukturen, af smaafolderne, af den horisontale strækningsstruktur o. s. v., at disse bergarters finkornede, kvartssitiske udseende var en sekundær strukturform, en mekanisk omvandlingsstruktur, der repræsenterer den høieste grad af mekanisk omvandling af bergarterne i det overskjøvne flak.

Denne omvandling har bestaaet i en mekanisk opmaling af de oprindelige bergarters mineralkorn, en opmaling og sammenkitning, der har gaaet saa langt, at bergarterne faar ganske eller næsten for øiet tæt struktur. Er enkelte kvartskorn bevaret i den tætte masse, faar bergarten en viss lighed med en kvartsporfyrr; en saadan bergart saaes f. ex. ved Østdals-sæter paa sydsiden af Reinsaasvandet. Er enkelte feldspatkorn endnu synlige i bergarten, faar den udseende af en helleflint eller af en presset sparagmit.

Der er vel ingen tvil om, at denne omvandling af bergarterne er opstaaet under overskyvningsprocessen. Det blir altsaa den form af dislokationsmetamorfose, som Brøgger efter Heim's og Schmidts definitioner benævner „deformationsmetamorfose“. Bergarterne har under overskyvningen og særlig langs overskyvningsplanet undergaaet en deformation, som særlig gjør sig mærkbar ved, at de forskjellige bergarter har antaget en meget finkornet til for det blotte øie næsten tæt struktur.

• Ogsaa den mikroskopiske undersøgelse stadfæster dette. Saaledes viser den kvartsporfyrlignende bergart fra Østdals-sæter sig under mikroskopet at bestaa af en fin, grynet grundmasse af kvarts og feldspat; kvartskornene, der ved stærk forstørrelse gjerne sees at opdele sig i finere og finere gryn, viste en udpræget undulerende udslukning. I den grynede grundmasse, hvori der ogsaa forekommer en del smaa magnetitkorn, der gir bergarten et mørkgraat udseende, forekommer ogsaa en del større korn, der dels bestaar af bare feldspat, dels af feldspat og kvarts. Disse større feldspatkorn er ofte omkranset af skjæl af kaliglimmer, der fortsætter sig som en hale til den ene side. Enkelte af disse større korn bestaar til

omtrent halvdelen af feldspat, den anden halvdel af klar, sandsynligvis nydannet kvarts, ofte i korn sammen med kalkspat. Endelig forekommer en del rester af større glimmertavler opdelt i brune, trevlede partier. Bergarten har altsaa oprindelig bestaaet af kvarts, feldspat og mørk glimmer; feldspaten er for størstedelen orthoklas med enkelte mindre partier af mikroklin. Den oprindelige mineralsammensætning passer altsaa med gneisens, men bergarten viser i sin nuværende form under mikroskopet mest lighed med en finkornet detritusbergart. Andre finkornede til tætte bergarter fra nærheden af overskyvningsplanet — de betegnes i dagbøgerne gjerne som kvartsitiske bergarter — viser under mikroskopet en lignende struktur. Undertiden er de sribede derved, at feldspatkornene er udpressede til striber og omvandlede helt eller delvis til kaliglimmer; andre striber er rigere paa kvarts, enkelte paa magnetitkorn.

En nærmere mikroskopisk beskrivelse af de forskellige typer udsættes dog til en senere anledning.

---

## Short Summary of the Contents.

---

**T**he Hardangervidde. I. By Hans Reusch. About 80 km. to the SE. of the town of Bergen, the much-frequented tourist-centre, Odda, is found on the maps of Southern Norway. Odda lies at the upper end of the Sør fjord. The region immediately to the E. of this fjord is the subject of the foregoing three papers. This part of Norway is an inhospitable mountain desert, which ought properly to have been left blank in our geological maps, as its structure has hitherto been practically unknown. In 1900 the Storting voted 900 kroner for a tent-outfit, and thus made it possible to have the region investigated by a few weeks' work.

The map on p. 29 shows the chief geological divisions. Granite and Archæan gneiss are made dark red. Algonkian is indicated with light red; it is called in the Norwegian text the Telemark formation after the district of Norway in which it is best known. It consists of quartzites (sometimes a conglomerate of quartzitic pebbles) fine-grained gneiss, gabbro mostly altered into saussurite gabbro and hornblende schist.

Cambro-Silurian strata are left white. The predominant rock amongst these is gray, shiny phyllite; it is as a rule crumpled, and rich in quartz occurring in lenses and irregular masses; and it passes into some very crystalline varieties, that may be designated muscovite schist.

Brøgger has found that the succession of strata in the

Haarteigen Mountain has been as follows. (There is a German summary of his book „Lagfølgen paa Hardangervidda; Norges geologiske undersøgelse. No. 11. Kristiania, 1893“.)

1. Nethermost, lying on old granite, Alum-schist (in Hulberget containing dictyonema sp.), circ. 50 m.
2. Dark bluish quartzite, 40 m.
3. Limestone interstratified with phyllite, and turning into it higher up. Circ. 10 m.
4. Phyllite. Circ. 220 m.
5. Crystalline schists, mica schist, gneiss, amphibole-schist, etc. Circ. 240 m.

The occurrence of the dark bluish quartzite and the limestone is sketched on the map (the quartzite with small dots). These rocks do not play the same part everywhere in the district as they do in the particular spot studied by Brøgger; but it is certainly the rule that black phyllite, alum-schist, occurs at the base of the Cambro-Silurian throughout the district.

With regard to the fifth division, both Brøgger and we other geologists have altered our opinion.

We do not suppose it to be the youngest link of the Cambro-Silurian, but to be older rocks, that have been pushed up over the younger rock along a great thrust-plane. The soft schists of the Cambro-Silurian have acted in some way as a lubricating material between two sheets of hard material. Its mass has moved in relation both to its covering and to its substratum.

In the diagram on p. 10, 1 is Archæan gneiss, 2 is Algonkian, and 3 is granite, which sends ramifications into 1 and 2, but is older than 4, the Cambro-Silurian.

The diagram on p. 12 is a somewhat simplified section of the district from the Odda valley (to the left) to the Haarteigen Mountain. The uppermost part of this mountain is designated as Algonkian that has been brought into its present position by overthrust.

On the map on p. 29, the parts where older rocks are pushed

over younger ones are circumscribed with thick, dark lines. The Algonkian (the Telemark formation) is marked out from the older rocks at only two places, but in nature it has a wider occurrence.

The pictures from photographs give some notion of the general aspect of the district. On p. 2, we see the region — the snow-covered mountains in the background — from a distance. The next two pictures are views of the Haarteigen from different sides. The picture on p. 6 gives us an idea of how utterly barren these mountains are, even in the middle of summer. The small dark mountains on p. 9 consist of phyllite resting upon granite. The picture on p. 24, is of a valley of which the bottom and the lower parts of the sides consist of granite. Upon this lies phyllite and uppermost are harder Algonkian rocks.

The U-formed valleys of the region have often been made wonderfully smooth and bared of all loose material by the pre-existing glaciers. The drawing on p. 27 shows the floor of such a valley where the river is very shallow and runs with clear water upon the granite, without having cut into it.

The peculiar hill on p. 28 is 10 m. high; it consists of washed sand filled with small pebbles, and is probably some kind of esker.

II. By J. Rekstad. The present author has chiefly worked in the middle part of the district. The sections on p. 37 show granitic rocks that have been pushed over the Cambro-Silurian phyllite along thrust-planes. The picture on the on p. 36 is from a mountain consisting of granite in its upper part and of phyllite underneath. The mountain on p. 39 is of another kind, as the hard rock there is bluish quartzite, which is itself a link in the Cambro-Silurian series. A section of the same mountain is represented by the figures a and b on p. 40.

The small section on p. 41 is from a locality where a valley has been formed along a fault line. The picture above,

fig. 8, shows the aspect of the same locality as it is in the nature. Fig. 13 illustrates a very crumpled quartzite. The diagram on p. 48 is from a locality where the Cambro-Silurian phyllite occurs in contact with Algonkian schistose gabbro and conglomerate.

The glacial striation runs in a direction between W. and NW. in the higher parts of the region, while in the lower parts it is very much affected by the trends of the valleys.

III. By K. O. Bjørlykke. The border-lines on the southwestern and southern part of the map on p. 29 are to be attributed to Mr. Bjørlykke, who had a very wild region to explore.

His photo, reproduced on p. 63, shows veins of granite in gneiss. The locality is within the great mass of old rocks pushed up over the younger ones.

In the other picture on p. 72, from the same region, *a* means phyllite, *b* means gneiss and banded quartzitic rocks.

The great process of dislocation has altered the original structure of the masses. In the mountains of overthrown rocks, a „fluidal structure“ (it is some kind of banking) is apparent when the mountain-sides are seen at some distance; the occurrence of rocks in the shape of lenses is also common; but the metamorphic phenomenon of deformation is most prominent, revealing itself in the fact, that the lower parts of the overthrown rocks are more finely grained than the upper ones. This fine-grained texture has been produced by the crushing of the original coarser-grained constituents. A microscopic investigation confirms this explanation.

---