

Geo. 2



NORGES GEOLOGISKE UNDERSÖGELSE

No. 11.

Lagfølgen på Hardangervidda

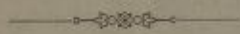
og den såkaldte

„højfjeldskvarts”

Af

W. C. Brøgger

(Med 31 figurer i teksten og et tysk resumé)



,Kristiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1893

Pris kr. 0.80.

Norges geologiske Undersøgelse. No. 11.

Lagfølgen på Hardangervidda

og den såkaldte

„høifjeldskvarfs“

Af

W. C. Brøgger

(Med 31 Figurer i teksten og et tysk resumé)



• **Kristiania**

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1893

Indhold.

	Side
<i>Dagbog over reiser på Hardangervidda 24de juli—14de august 1877</i>	2—26
24de og 25de juli. Tur over Vidda fra Løite i Ustedalen til Maursæt i Sysendalen	2
26de—29de juli. Ophold i Maursæt	5
1ste—7de august. Fra Eidfjord over Vidda til Valdalen	7
8de—14de august. Røldalsprofilerne	19
<i>Sammenstilling af iagttagelser på Hardangervidda 1875 og 1877</i>	26—43
<i>Kjerulfs opfatning af høifjeldsformationens lagfølge og aldersforhold</i>	44—54
<i>Høifjeldsformationens udbredelse</i>	55—79
Profiler over rækkefølgen i skiferformationen fra Ulvik og Voss fra 1892	55
Oversigt over den yngre gneisformation (høifjeldskvartsens) udbredelse fra Fuse i Bergens stift til Gausdal	60
<i>Høifjeldsformationens alder</i>	80—113
Alderen af fyllitafdelingen	80
Den overliggende gneis-sparagmitformationens alder	85
Aldersforholdet mellem skiferformationen og dens underlag	96
Forholdet mellem alderen af labradorstenen og den yngre gneisafdeling	110
<i>Hvorledes forklare metamorfosen i høifjeldsformationerne?</i>	114—128
<i>Resumé</i>	129—142

Lagfølgen på Hardangervidda og den såkaldte „høifjeldskvarts“.

(En gammel dagbog med nye supplementer.)

Af

W. C. Brøgger.

I årene 1875 og 1877 tilbragte jeg endel af sommeren med geologiske oversigtsreiser på Hardangervidda og i tilgrænsende trakter. Ud på høsten 1877 indsendtes til den geologiske undersøgelse foruden dagbogen også en kort sammenstilling af de vigtigste resultater.

Da den heri meddelte opfatning af flere væsentlige forhold var meget afvigende fra prof. Kjerulfs anskuelse, blev såvel dagbogen som den samme ledsagende korte sammenstilling af resultaterne skrinlagt i den geologiske undersøgelses arkiv og ikke publiceret; derimod er en del af iagttagelserne benyttet af Kjerulf i hans „Udsigt over det sydlige Norges Geologi“ (1879), uden at dog min opfatning af dem samtidig er meddelt.

De forhold, som for 15 år siden førte til, at mine studier over fjeldformationerne afbrødes så brat, bragte mig over på undersøgelsen af ganske andre områder af vort lands geologi og disse absorberede snart så fuldstændig al ledig reisetid, at jeg også efter min fratreden fra den geologiske undersøgelse (1881) aldrig senere har fundet anledning til nærmere at prøve rigtigheden af min opfatning af lagrækken på Hardangervidda. Først under sidstleden sommer (1892) bragte min deltagelse i kom-

missionen til undersøgelse af de geologiske forhold ved Bergensbanens tunneler mig atter i berøring med Viddas formationsrække og de spørgsmaal, der står i forbindelse med opfatningen af denne. Det faldt da ligesom af sig selv, at de gamle papirer blev fremfundet og gennemset; da dette gennemsyn viste, at disse over 15 år gamle iagttagelser endnu er de fuldstændigste, der haves over disse trakter af vort land, og ihvorvel naturligvis nu af mindre interesse, end dengang, da de blev nedskrevne, alligevel ikke er uden betydning for forstaaelsen af høifjeldets geologiske forhold, har den nuværende bestyrer af den geologiske undersøgelse dr. H. Reusch opfordret mig til at udgive dem.

Uagtet jeg selv ikke var uden store betæneligheder ved at udgive i uforandret form min dagbog og den derpå grundede sammenstilling fra et så langt tilbageliggende afsnit af min forfattervirksomhed, så har jeg dog af forskjellige hensyn alligevel bestemt mig for at efterkomme denne opfordring.

I det følgende skal altså meddeles:

først min dagbog fra reiserne sommeren 1877 (tildels også fra 1875), dernæst min sammenstilling af iagttagelserne fra 1875 og 1877, nedskrevet høsten 1877;

videre, nogle iagttagelser fra sidste sommer (1892);

iagttagelser af ældre og nyere undersøgere over fortsættelsen af de på Vidda optrædende afleiringer. Slutninger angående høifjeldsformationens alder og metamorfose.

Saa vel dagbogen som sammenstillingen meddeles i uforandret form. For de topografiske forhold henvises overalt til amtskarterne.

Dagbog over reiser på Hardangervidda

24de juli—14de august 1877.

24de og 25de juli. Tur over Vidda fra Løite i Ustedalen til Maursæt i Sysendalen.

Mellem Løite og Skurdalssæteren grundfjeld. Grænsen mellem grundfjeldet og den overliggende skiferformation møder

man et godt stykke nord for Ustetind og Storhovden, inden man kommer ind mellem disse, der består af glinsende skifer (fyllit); fald $45^{\circ} 0' 15''$ N. Syd for Ustetind såes i løse sten blandt andre bergarter hornblendeskifer. Grundfjeldet såes i en masse løse blokke under Ustetinden, ingensteds langs stien synligt i fast fjeld.

Brændsæter ved Halvorsvand. Her overalt bladige fylliter med kvartsårer, oftest så knudrede, at faldet er vanskeligt at bestemme; før sæteren temmelig steilt fald SO. Nær selve sæteren c. 45° NO.

Den lave strækning mellem Brændsæteren og Tuvesæteren indtil c. 100' over vandet er grundfjeld, gneis, f. 75° SO; i høiderne selv ligger skiferformationen med svævende fald, fylliter, f. 30° NNO.

Nord for Sjerjavand grundfjeld, gneis og glimmerskifer, ved Sjerjasæter f. 50° OSO.

Den spidse top nord for Grønnevandet er lille Grønnenuen; hvis her findes skifer, må det være allerøverst i toppen, som jeg ikke kunde se. Grundfjeld fortsætter videre helt til Krækjasæteren; fald c. $\frac{1}{2}$ times vei før man naar sæteren 25° NNO, strax efter steilt NNV, gneis.

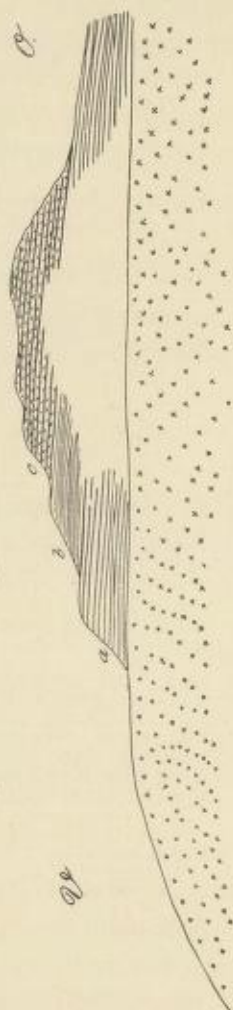
Hele tiden til Krækjahlboden grundfjeld; faldet synes at vexle; nær denne sandsynligvis granit. Ved overfartstedet over Krækja (mellem Krækjakjern og lille Krækjavand) sribet gneisgranit.

I fortsættelsen af Nordmandsslæbet videre mod vest hele veien bænket granit til henunder Halnekollen; masser af store kantede blokke i ur; i det faste fjeld sees på bänkfladen 3—4 alen store blokke sprængt fra hverandre med sprækker på flere fods bredde.

Ved Halnekollen fandtes i en løs sten spor af en trilobit (parabolina?); i denne anledning søgtes nogle timer efter fossiler i de mørke glinsende skifere i Halnekollen fra fod til top; fald 20° O. I løse sten fandtes alunskifer, der så lovende ud, men i det faste fjeld blot alunskiferlignende fylliter.

I høiden nord for Olafsbuvand, ved Kjeldskarskjernene o. s. v., strækker sig endnu granit indover nord for veien; den overliggende skiferformation sees i frastand i Kjeldskarnutene.

Fig. 1. Profil over toppen af Grønnenuten. (Se side 5).



c. Kruaset, knudret fyllit med talrige kvartslinser.

b. Kruaset, bladig fyllit, f. 25–80° O 10° S

a. Mørk fyllit f. 20° O } c. 150' = 47 m.

Underst: Granit; granitgrænsen 3770' o. h. — (1183 m.); toppen 3945' = c. 1240 m.

Ved Olafsboden såes blokke af grundfjeld (gneis etc.). Ved Fiskekjernsæteren er graniten temmelig finkornig og fuld af brudstykker af gneis og gneisgranit og gjennemsat af pegmatitgange. I en stor løs blok med frisk brudflade såes brudstykker af gneis, mørk glimmerskifer o. s. v. ifra nogle tommer til et par alens størrelse i den finkornige granit.

Hele veien i bunden af Sysendalen til Maursæt, der hvor overhovedet fast fjeld sees (langs dalsiden; i bunden meget myrlændt) overalt granit.

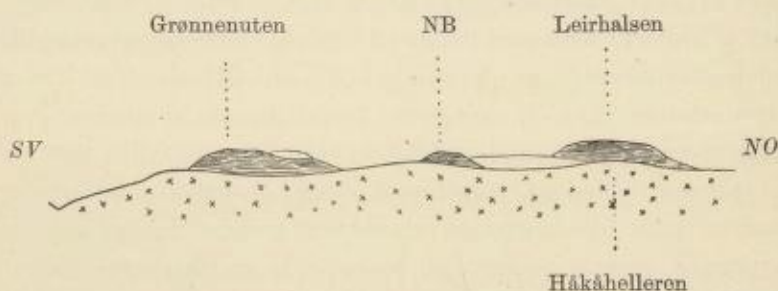
26de—29de juli; ophold Maursæt. Maursæt bar. korr. 678 mm.

Paa opstigning fra *Maursæt til Grønnenuten* granit; nær grænsen mod den overliggende skiferformation paa et større barfjeld skuringsmærker, retning O—V; bar. 664 $\frac{1}{2}$ mm. Grænsen mellem skifer og granit fandtes i Grønnenuten; korrigeret bar. 653 $\frac{1}{2}$ mm. = 3770' eller 1183 m. o. h.

Høiden fulgtes fra toppen af Grønnenuten indover mod ONO og NO. Overalt her fyllit, grøngrå; fald i det hele c. 20° O til ONO eller dreiet indtil OSO. En umiddelbar grænse mellem skiferformationen og dens underlag var blottet i en liden, ikke på amtskartet afsat bæk ved høide korr. 654 $\frac{1}{2}$ mm. (3694' = 1159 m.). Ved denne grænse iagttoges umiddelbart på graniten c. $\frac{1}{2}$ m. mægtig en slags sparagmitlignende bergart og som et tyndt indleiet skikt(?) i denne en skifer forskjellig fra de overliggende fylliter.

Herfra videre til en lav høide uden navn VSV for Håkåhelleren og Leirhalsen.

Fig. 2. Profil Grønnenuten—Leirhalsen.



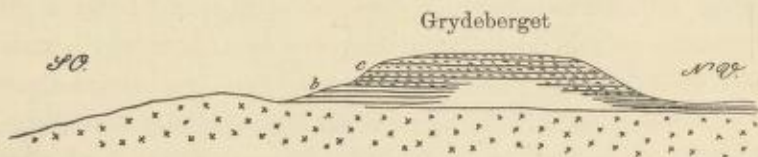
I den i profilet med NB mærkede høide såes underst på graniten en alunskiferlignende fyllit, forvitret med gule og rustrøde farver; der søgtes forgjæves efter fossiler. Derover grøngrå fyllit med kvartsårer. Kruset af kvartslinier og kvartsårer opfyldt fyllit fulgtes indover til Leirhalsen, der består deraf.

Granitgrænsen ved nedstigningen til Instestølen i Håkåhelleren, bar. korr. 650.5 mm. = c. 3850' eller henimod 1210 m. (1208) o. h. Instestølen (Maursætsæteren) ligger, korr. b. 668 $\frac{1}{4}$ mm. = 3165' eller 993 m. o. h. Styrtingerne ved sæteren i Håkåhelleren er granit.

28de Juli *besteges Grydeberget ved Maursæt*; bar. fremdeles, korr. b. 678 mm. = 2763' eller 867 m. o. h.

Graniten under opstigningen hyppig porfyragtig grovkornet, øiegranit, lig graniten ved Sandvenvandet i Hardanger; hyppig sribet gneisgranit, også oftere med brudstykkelignende partier, begrænsede med skarpe kanter; dels også mere fin-kornig sribet, gjennemsat af lysere grovkornigere årer.

Fig. 3. Profil over Grydeberget ved Maursæt.



c. Kruset, knudret fyllit, med talrige kvartslinser.

b. Mørk fyllit c. 40'.

Underst: Granit; granitgrænsen 3813' (1198 m.) o. h.; toppen 4030' (1263 m.) o. h.

Skifergrænsen i Grydeberget fandtes ved, korr. bar. 650.5 mm. = 3813' eller henimod 1200 m. o. h. (1198). Den underste del af skiferformationen består af mørk alunskiferlignende fyllit uden kvartsårer, i en mægtighed af 30—40'; derover som i Grønnenuten o. s. v. en mere bestandig af kvartslinser og kvartsårer opfyldt knudret blågrøn eller grøngrå fyllit, helt op til toppen. Medens den første synes at forvitre lettere og danner små fremstikkende alunskiferlignende flekker i mere overgroet skrænt, danner den senere ofte en glatskuret, bølget skråning uden vegetation.

Toppen af Grydeberget, korr. b. 645 mm. = 4030' eller 1263 m. o. h.

29de juli. *Besteg Bjoreidnuten* i regn og tåge.

Graniten i foden og opover middelskornig lys; henimod toppen af lille Bjoreidnuten (korr. bar. 651 mm. = 3760' eller

1177 m. o. h.) oftere hele partier af sribet, mørkere gneisgranit. På opstigningen fra lille til store Bjoreidnuten gennemskjæres graniten fra V—O af tre dybe gjel. Også store Bjoreidnuten er helt til øverste top granit; toppen korr. bar. 639.5 mm. = 4203' eller c. 1320 m. o. h.

Skuringsstribernes retning på den flade top SO—NV. Bjoreidnuten var på en medbragt kopi af den geologiske undersøgelses manuskriptkart betegnet som skifer, hvilket ikke findes her. Omvendt var de i nogen frastand synlige høiere nuter: Gjerenuten, Dyreheiene, Steinbuheia, Skaupsjønuten (sandsynligvis også flere) på kartet betegnede som granit, men erklæredes af føreren med sikkerhed i toppen at bestå af „helleberg“ (skifer), hvilket senere også bekræftedes af Knut Garen og andre kjendtmænd.

30te juli. Fra Maursæt over Høl og Vøringen til Eidfjord. Regn. 31te juli. Vik i Eidfjord; regn.

Iste til 7de august. Fra Eidfjord over Vidda til Valdalen.

Iste august. *Eidfjord til Bærastølen.* I Eidfjord om morgenen bar. 750 mm. (regn) På veien fra Mjelmo til Bærastølen sribet mørk gneisgranit, ofte med biotit og hornblende sammen; ogsaa stykkevis lysere mere normal granit. Ensteds på opstigningen fra dalbunden er graniten fuld af brudstykker af gneis, ligesom en breccie.

Ved Bærastølen (bar. korr. 662 mm. = 3168' eller 994 m. o. h.) granit med småpunkter af mørkbrun ortit.

Særdeles hyppig sæes blokke af blåkvarts. Da jeg tænkte mig at disse muligvis var kommet fra Bærakupen, steg jeg op på denne top.

Skiferformationens grænse i Bærakupen fandtes omtr. ved korr. b. 639.5 mm. = 4045 eller c. 1270 m. o. h. måske noget lavere, da selve den umiddelbare grænse var bedækket. Underst i skiferformationen sæes sortsmudsede, alunskiferlignende fylitisk skifer, her og der med sparsomme kvartsårer. Derover blågrønne krumbladige fylliter med rigeligere kvartslinser og kvartsårer. Høiere op er fylliten meget rigere på kvartslinser.

I toppen findes en storpladet, planskifrig glinsende helleskifer. Bar. i toppen af Bærakupen, korr. b. $622\frac{1}{4}$ mm. = c. 4740' eller herimod 1430 m. o. h. Da faldet i Bærakupen i det hele og store er svævende, skulde mægtigheden af skiferformationen her altsaa være c. 700' eller c. 220 m. Ved nærmere påseende såes beviser for stærk sammenpresning i skiferen.

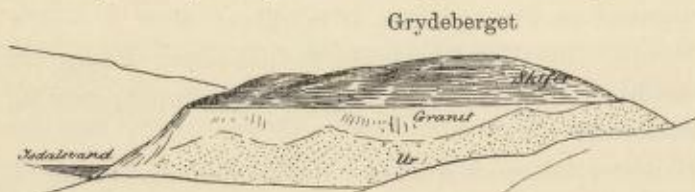
Fig. 4. Liden afsats med spidse liggende folder i fyllit, Bærakupen.



Også på toppen såes blokke af blåkvarts, men ingensteds i fast fjeld, uagtet profilet var næsten sammenhængende. På toppen sneveir.

Letning i skodden bragte for et oieblik et prægtigt rundskue. Den vakreste formationsgrænse, jeg har seet på Vidda og overhovedet nogensteds, såes i Grydeberget ovenfor Maurset, omtrent ret i N.

Fig. 5. Grydeberget seet fra toppen af Bærakupen.



Over uren sees en brat, lysende granitvæg, derover skiferformationen; grænselinien næsten horizontal, ganske svagt bølgende.

2den august. Bærastølen—Hallaskarsæteren (Halleskarsæteren på amtskartet). I Middagshaugene; syd for Bærastølen

atter fyllit, fald svagt SO, ensteds 20° eller svævende; skiferne er fulde af kvartslinser og kvartsårer. Skifergrænsen ved opstigningen til Tyndøleskaret på N.-siden af Middagshougen korr. b. 644 mm. = 3868' eller 1213 m. Også i hele Bæreggen (N f. Fljodalselven) fyllit; skifergrænsen paa sydsiden af passet korr. b. 639.5 mm. = 4047' eller 1270 m.

På sydsiden af Middagshougen ved Skinsbeite en stor med masser af vældige blokke besæt slette gennemstrømmet af Fljodalselven. Den faste fjeldgrund er her atter granit.

Alle Haraldshougene (4) består af fyllit; grænsen her ved korr. b. 637.5 mm. = 4125' eller 1295 m. o. h.

Også Rypehougen og Trongeskarsnuten består af temmelig mørk fyllit.

Veigs dalføre granit, lys rødlig, med to feldspater rødlig-hvid ortoklas og grønligvid oligoklas, derhos mørk biotit og rigelig kvarts.

I store Grananuten over graniten i foden først sortsmudsende mørk alunskiferlignende fyllit, fald SO. Derover blåkvarts (terrainet noget overdækket) i fladere lag. Så i stor mægtighed helt til øverste top glinsende fylliter, i den øvre del rig på kvartslinser og kvartsårer.

I høiden mellem toppene af store og lille Grananuten indleiet i fylliten en glimmerrig kalk.

3die august. *Fra Hallaskarsæteren* (amtskartets Nysæter) *til Hårteigen og tilbage.*

På veien fra sæteren til Hårteigen lidet blottet. Store myrstrækninger på vestsiden af Veigselven, hvorfra toges torv til brændsel. I disse myrer findes masser af fururødder, der også benyttes til brændsel.

Der hvor fjeldgrunden er blottet, er den granit helt frem til Viersdalsæteren; her sribet granit og gneis (?) til henimod Hårteigen. Underveis sees en stund efter at have forladt Nysæteren mod syd skiferformationens grænse i Naserne; fylliten hviler her på en længere strækning med svævende fald på graniten.

Grænsen mod skiferformationen i foden af Hårteigshøiderne (i Solnuten o. s. v.) 642 mm., længer mod V korr. b. 640 mm. = 4028' eller c. 1264 m. o. h.

Fig. 6. Granit- og skifergrænsen i Naserne.



Følgen i Hårteigen og høiderne ved foden af samme er denne:

Først i foden af Solberget (nord for Hårteigen, ikke det samme som Solnuten) i skaret, som fører op til Hårteigen en skråning af 20—25° VSV faldende lag af vekslede, noget fyllitiske *alunskifere* og mere ægte gult og rustfarvet forvitrede alunskifere, tilsammen i en mægtighed af 120 til 150 fod. Skiferne lavest i foden er mere småsmulrende, høit oppe findes en mere storpladet skifer. Øverste grænse af denne ved korr. b. 637½ mm. = 4110' eller 1290 m. o. h.

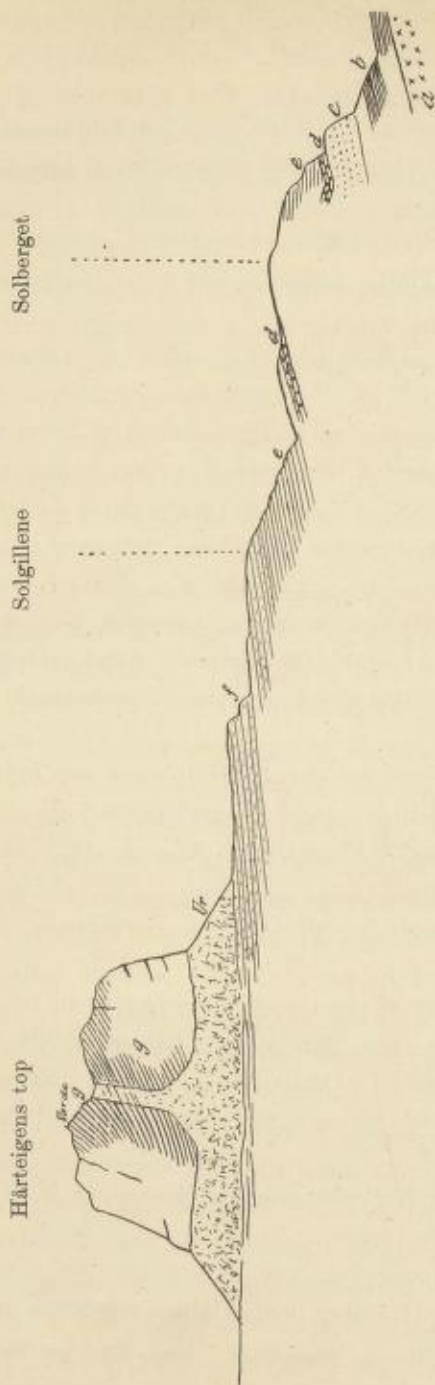
Derover navnlig på SO-siden af skaret, i tydelig profil i en brat væg, tykbænket *blåkvarts*, c. 120' mægtig med fladt fald; øverste grænse korr. bar 633½ mm. = 4264' eller 1338 m. o. h.

Derover en uren, hvid eller hvidlig gul *marmor*, fuld af skjæl af et lyst grønligt glimmermineral (talk?) i en mægtighed af henimod 30', f. 10° SSV.

Umiddelbart ovenpå kalkstenen kommer med noget svævende fald gennemsnitlig 20 å 25° SV, S eller SSO glinsende grønne skifere, fylliter, her og der navnlig i den lavere del med enkelte tynde lag af uren marmor af samme art som nedenfor. De glinsende skifere er høiere oppe rige på parallel skifriheden anordnede kvartslinser, ofte knolleformig udvidede og rigeligere i nogle lag, end i andre, gjerne med 1 å 2' mellemrum. Et ypperligt naturligt snit blotter lagfølgen helt til selve Hårteigen, i retning NO—SV.

Foden af selve Hårteigens top korr. bar. 617 mm. = 4606' eller 1445 m. o. h. Rundt foden en høi sammenhængende ur

Fig. 7. Profil fra Solberget til Hårteigens top.



- g.* Forskjellige kryst. skifere (hornblendeskifere, gneis etc.)
f. Grågrøn fyllit rigere på kvartslinser.
e. Grågrøn lys fyllit.
d. Marmor.
c. Blåkvarts.
b. Alunskifere.
a. Granit.

af store blokke; endnu i toppen af denne ur ved korr. bar. 621³/₄ mm. = 4750' eller c. 1490 m. o. h. fandtes de samme grønliggrå fylliter.

Ovenover uren hæver sig Hårteigens top fuldkommen steil c. 730' eller c. 230 m.; toppen kan bedst næses gennem et brat trangt skar på SO-siden. Under opstigningen bliver faldet lidt steilere, c. 25° SSV. Man passerer planskifrige krystallinske skifere af forskjellig slags, tildels hornblenderige bergarter.

Selve toppen er ganske ujevnt optrukken i overfladen, gjennemsat af flere gjel, parallel strøgetningen, så at den er opdelt i tre rygge med to mellemliggende søk; i hvert af disse et ørlidet kjern. Faldet af bergarten i toppen endnu steilere, nær ved Varden 55° SSV; bergarten vexler; der findes hornblendeskifere, hornblendegneise, lys røde feldspatrige gneise, fattige på mørke mineraler, glimmerskifer o. s. v. Ingen bergarter, der kunde ansees som eruptive iagttoges, kun sedimentære hastig vexlende krystallinske skifere. Altså i Hårteigens top som i toppen af Skarsfjeld o. s. v. i Sørfjordens dalføre metamorfiske skifere!

Det fortjener at bemærkes, at Hårteigens top er fuld af løse blokke af forskjellige slags bergarter (endog glinsende skifere lig dem i foden!); blokkene er skarpkantede, regelløst blandede om hverandre.

Toppens høide fandt jeg til 612³/₄ mm. svarende til 5490' eller 1720 m. o. h.

Hårteigens top ser ud som en cylinderhat; man har derfra en uforlignelig udsigt over den største del af Vidda. Overfaldtes på selve toppen af voldsomt sneveir, (den 3die august!) som i en fart forandrede en stor del af landskabet til et vinterlandskab!

4de august. *Fra Hallaskarsæteren (Nysæteren) til Hansebu-stølen ved Kvænna.*

Bar. korr. om morgenen ved Nysæteren 653.5 mm. = 3618' eller 1135 m. Graniten ved Hallaskarsæteren omtrent lig den ved Bærastølen.

Forbi Frisætsæteren, Ulvefetsæteren til Olafsdalssæteren hele veien granit, af og til sribet gneisgranit; ved Olafsdal (bar. korr. 643 mm. = 4035' eller 1266 m. o. h.) udmærket typisk finkornig granit.

Graniten fortsætter et stykke indover den strækning, der på amtskartet er betegnet som Venarheien. Kartet her uden navne og utilfredsstillende.

I Nibbenuten og Herrevasnutterne alunskifer og alunskiferlignende tyllit, sortblå af farve; derover blå kvarts. Skifergrænsen fandtes ved korr. bar. 637³/₄ mm. = 4250' eller 1335 m.; faldet svævende, mest sydligt.

Videre nordvest om Herrevasvandene ret på Høgevarden, under samme; overalt alunskifer med overliggende blåkvarts.

I foden af Høgevarden stikker atter granitunderlaget frem; bar. korr. 635¹/₄ mm. = 4350' eller 1365 m. o. h.

Grytehorjet sees herfra omtrent i SSV.

Videre mellem Høgevarden og Høgevardskjernerne

Over Bessebotnerne henimod Bessevandet. Her overalt i dagen mægtig tykbænket blåkvarts; bølgede fald ofte ganske fladt mellem Dimmedalsheiene og Bessevandet.

Ved nordenden af Dimmevandet umiddelbart langs vandet stikker atter graniten frem i et ganske lidet parti; bar. korr. her 641¹/₄ mm. = 4150' eller 1305 m. o. h.

Langs N.-siden af Dimmevandet grøngrå fyllit, og underst i samme marmor (lig Hårteigens), med skjæl af lys glimmer (talk?) eller flækket af striber af glinsende skifer, i bænke og tynde lag; derefter over marmoren hele tiden langs N.- og O.-siden af vandet grønblå krusede af kvartslinser og kvartsårer opfyldte fylliter med fladt fald.

I Gullikshaldenutterne ved N.-enden af Gullikskjern kommer atter den lavere afdeling med alunskiferlignende blåsort skifer og derover i toppene blåkvartsen med fladt bølgede fald; lagfølgen sees især tydelig i Skidtvåknuten ved sydenden af Gullikskjern, ligeså i Krokvasnutterne (på amtskartet Hellefjeld) og de søndenfor disse liggende Krokevasaxler, overalt alunskifer og blåkvarts i bølgede lag.

Gulliksvand korr. bar. $641\frac{1}{4}$ mm. = 4150' eller 1305 m. o. h.

Ved S-enden af Gulliksvand en ubenævnt nut, hvori sees voldsom sammenpresning af kvartsiten (blåkvartsen) med foldede, vertikale lag.

I Hansebunterne de samme afleininger, alunskifer og blåkvarts.

Derpå nedstigning mod Kvænnas dalføre, hvor stribet gneisgranit møder.

Hansebustølen korr. bar. $644\frac{1}{2}$ mm. = 4050' eller c. 1270 m.

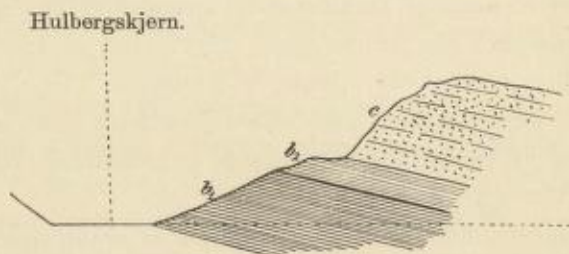
5te august. *Fra Hansebustølen til Hulberget og tilbage.*

Op gennem en bakkedal med Hansebunterne på venstre, Blyvardenuterne på højre hånd. Overalt i høiderne underst alunskiferbergarter, derover blåkvarts, lagstilling bølgende og foldet.

Amtskartet er omkring Hulbergsnuten aldeles urigtigt; f. ex. Brakanuten ligger på kartet i NNV, i virkeligheden ret i O, Fjeldsjøbergene på kartet ret N, skal være i SO o. s. v.

Ved Hulbergskjernet målttes følgende profil i en liden høide V. for samme:

Fig. 8. Profil ved Hulbergskjernet.



F. 20° VSV.

c. Blåkvarts i tykke bænke, c. 120–140' (c. 40 m.).

b₂. Storhullet, tykpladet mørk skifer, 30' (9 m.).

b₁. Forskjellige alunskiferlignende bergarter; blåsorte glinsende, stenglige og krusede mørke fylliter, c. 120' (38 m.).

Bar. Hulbergskjernet $641\frac{1}{4}$ mm. = 4280' eller 1343 m. o. h.

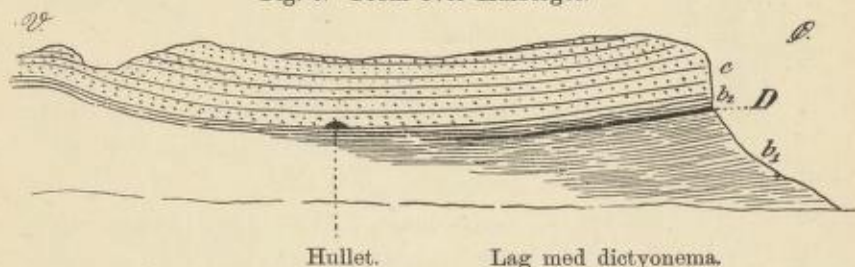
Bar. Grænse mellem b₁ og b₂ $638\frac{1}{4}$ m. = 4398 eller 1380 m. o. h.

I selve Hulberget er følgen den samme:

Underst alunskiferbergarter af forskjellig slags c. 110'; øverst i den almindelige alunskifer c. 1' med lag, der fører dictyonema flabelliforme, Eichv., som allerede påvist af T. Dahll, der dog ikke nævner dens nøiagtige nivå i fast fjeld. Derover 33' (10 m.) tykpladet, storhullet sortblå skifer. Øverst blåkvarts, c. 120—150' (c. 45 m.), i tykke bænke; udenfor profilet i stærkt sammenpressede, foldede og opreiste lag.

Foden af Hulberget, korr. bar. 641 $\frac{1}{4}$ mm. (4280' eller 1380 m.).

Fig. 9. Profil over Hulberget.



- c. Blåkvarts.
- b₂. Storhullet skifer.
- D. Tyndt lag med dictyonema.
- b₁. Alunskifer (alunskiferfyllit tildels).

Den tykpladede, storhellede skifer er, når man først er bleven opmærksom på den, ganske karakteristisk, men ikke at opfatte i små håndstykker. Den er brugt som tagheller i sætre og lægre over en stor del af Vidda (ex. Kirkestendalen, Hansebulægret, Krokevasstølene etc.).

Om eftermiddagen 5te august fra Hansebustølen til Øvre Krokevasstølen; veien går hele tiden lavt nede i granit langs Krokvandene, under Krokevasaxlerne, der danner en rad af høider over graniten ved Krokevandet. De består, som alle høider i dette strøg, af alunskifere med afslutning opad i den nævnte tykpladede, storhellede sortblå skifer, og øverst blåkvarts.

Øvre Krokevasstølen korr. bar. 647 mm. = 4100' eller c. 1287 m.

6te august. Øvre Krokevasstølen til Lillostølen.

Op gennem dalen, der går op mod NV fra sæteren (tilhøre haves hele tiden Krokevashalsen med de nævnte afleininger), derefter tværtover Østensbunuten med den undre skiferafdeling overleiet over graniten, og videre henimod Holkerne (høiderne mellem Litlosvand og Østensbunuten); også i Holkerne sees den samme lagfølge, alunskiferafdelingen og blåkvarts på den underliggende granit, i bølgende lagstilling:

Grænsen mellem granit og alunskifer målt i Holkerne til korr. bar. 640 mm. = c. 4400' eller c. 1380 m.

Idet veien bøier om mod N. i høiderne langs Litlosvandet passerer man på nedstigningen til Litlossæteren mængstedes blottet profil af alunskiferafdelingen, hvis skifere her synker ned helt til Litlosvandets nivå, der målt til korr. bar. 648 mm. = c. 4110' eller c. 1290 m. o. h. — Følgen er overalt her den samme: under blåkvartsen i toppene først de tykpladede sorteblå skifere, derunder mere tyndskifrig noget glinsende alunskifer, underst en knudret, stenglig, kvartsåret blåsort glinsende alunskiferlignende bergart.

Ved Litlossæteren ved nordenden af Litlosvandet kommer man ind i den over blåkvartsen følgende afdeling af glinsende grøngrå skifere med kvartsårer og kvartslinser, lig Grydebergets, Bærakupens o. s. v. Fald nær sæteren 25° SSV.

Fig. 10. Profilskisse af Holkerne, set fra Østensbunuten.



Fra Lållossæteren til Valdalen.

Under opstigningen i skaret nord for Ravneberget ser man i frastand blottet profil i Store Kolds nordostlige ende: underst alunskiferafdelingen, derover blåkvarts, derover (kalk? og) den grøngrå glinsende skifer, der danner høiden.

I Ravneberget selv lige fra foden ved Litlosvand til toppen (bar. korr. 637 mm. = 4542' eller 1425 m. o. h.) de samme grøngrå glinsende skifere, fald c. 20° SSO; skaret går omtrent tværsover strøget eller rettere OSO.—VNV.

I høiden mellem Koldsvandet og Koldevasdalen inversion; toppen er her bar. korr. 631 mm. = 4780' eller 1500 m.

Fig. 11. Inversion i Koldevashøidens top.



- e. Grøngrå kvartsårede glinsende skifere.
- d. Marmor.
- c. Blåkvarts.

Hvis man ikke strax efter fik se foldningen i Koldevasdalen og ikke kjendte profilerne fra andre steder på Vidda, kunde man her tage fejl.

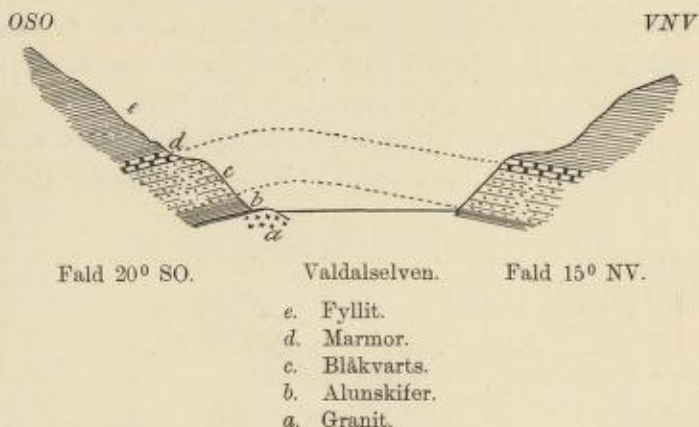
I Koldevashøiden fandtes på druserum i blåkvartsen talrige flere tommer lange krystaller af kvarts (bergkrystal), der også på adskillige andre steder findes i Viddas blåkvarts (Dvergsmidenuten, der deraf har navn o. s. v.).

Når man kommer fra høiden ned i dalbunden (Koldevasdalen) nord for Vasdalskjernene sees profilet klart i udmærket blottede vægge på begge sider; dalbunden her i høide korr. bar. 638 mm. = 4500' eller 1413 m. o. h.

I dalbunden stikker på et par punkter under en snekavl (6te august!) granit frem. På begge sider af dalen umiddelbart derover: underst alunskiferafdelingen med den sædvanlige karakter, derpå den tykbænkede blåkvarts, så derover c. 30' mg. kalk (marmor) lig Hårteigens, derover mægtige glinsende

grøngrå fylliter lig dem i Hårteigens fod, med kvartslinser o. s. v. Denne mægtige fyllitafleining strækker sig helt til toppen af Lille Kold. Koldevasdalen er som profilet viser gjennemskåret netop gennem midten af en fold (saddel). —

Fig. 12. Profil over Koldevasdalen.



Man stiger nu ned til en lavere afsats til Holmesvandet; korr. bar. 647½ mm. = 4100' eller 1287 m. o. h. Dalbundens vestside lige ved vandet er granit; ligeså i bunden af Tyristenen.

Herfra nedover til Grønhellervandet (ved Visadal); bar. korr. 665 mm. = 3427' eller 1074'; hele tiden på begge sider af dalen fyllitiske bergarter. Ligesa videre nedover til Valdalen. —

7de august. *Undersøgte profilet i Sandskarnuten* (høiden på vestsiden af Valdalsvandet, på kartet uden navn); her er i et bækkeleie blottet sammenhængende profil helt fra dalbunden og til toppen.

Valdalsvandets høide over havet fandtes til korr. bar. 688 mm. = 2524' eller 792 m. o. h. — Granit er ingensteds blottet i dalbunden ved vandets nordende. Her strax over vandet glinsende skifere med kvartslinser og kvartsårer. Faldet er 10° SSO. De grøngrå knudrede kvartslinseholdige fylliter fortsætter opover et godt stykke i en mægtighed af

meget over 100 meter. I barometerhøide $678\frac{1}{2}$ mm. korr. = 2878' eller 903 m. o. h. udmærket planskifrig gråhvid kvartsitlignende bergart (helleskifer), fald $10-15^{\circ}$ O., vexlende med kvartsrige fylliter i sammenhængende profil i over 100 meters mægtighed. I barometerhøide (korr.) $668\frac{1}{2}$ mm. = 3250' eller 1020 m. o. h. begynder glimmerskifere af forskjellig slags, endnu af og til vexlende med fyllitiske bergarter.

Nu bliver bergarten mere og mere grovkrystallinsk og feldspatførende, snart gående over i ægte gneisbergarter, lysrøde gneisse, glimmerrige gneisse o. s. v. i toppen med 12° fald mod øst, i temmelig betydelig mægtighed og af varierende udseende. Toppen selv lyserød nokså grovkornet planskifrig gneis; bar. korr. 645 mm. = 4162' eller 1638 m. o. h. *Det viser sig altså her, som i Hårteigen og i toppene ved Josndal i Sørfjordens dalføre (Skarsfjeld, Tveitnuten o. s. v.), at krystallinske skifere, af udseende ofte ikke til at skille fra grundfjeldets bergarter, kommer over de glinsende skifere (fyllitafdelingen) og altså er yngre end dictyonemaskiferen!* — Fra Valdalsæteren til Røldal.

Sde til 14de august. Røldalsprofilerne.

8de og 9de august i Røldal; regn.

10de og 11te august; *ekskursioner Røldal.*

10de august. *Tur fra Juvet over Hamrestølen, Grøndalsstølen tværtover Horreheien til postveien.*

11te august. *Tur fra postveien ret op fra Røldalsvandet til toppen af Horreheien, derfra til Grøndalsstølen—Juvet.*

Ved Røldalsveien overalt langs vandet i bunden gneisgranit; undertiden grovkornig porfyrganit (øiegranit) med indtil et par tommer store feldspatindivider.

Rundt omkring den bratte styrtning af Horreheienes ende ved Røldalsvandet sees lidt oppe i høiden fra vandet skiferformationen, hvilende på gneisgraniten i en skrå svagt bølget linie.

Da faldet underst i det hele er vestligt (dog se nedenfor om folder) er i den SSV—NNO. løbende bratte væg mod Røldalsvandet i den sydligste del af profilet de ældste lag alunskifer o. s. v. i den nordostlige del noget yngre lag, grøn-

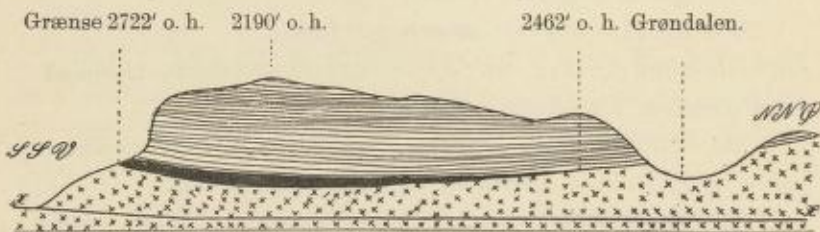
grå glinsende skifer o. s. v. anstående i den umiddelbare grænse, der opsøgte flere steder. Sammenhængende profil blev opgæet fra Røldalsveien ret op styrtningen til henimod Horreheiens top.

Fig. 13. Kartskisse Røldal. 1:200 000.



- G. Grøndalssæteren.
E. Ekhornsæteren.
H. Hamrestølen.

Fig. 14. Profil over Horreheiene, langs Røldalsvandet.



- x-x. Postveien langs Røldalsvandet.
- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| glimmerskifer etc., | |
| kvartsit (helleskifer), | |
| fyllit, | glimmerskifer etc., |
| alunskifer, | kvartsitlignende helleskifer, |
| gneisgranit. | gneisgranit. |

Røldalsvandet 1220' (383 m. o. h.).

Over den sribede gneisgranit (fald af sribningen 40° SSV.) først alunskifer. Grænsen i profilet fandtes ved bar. korr. 699 mm. = 2190' eller 687 m. o. h.; noget længer mod

NNO. fandtes grænsen ved $696\frac{1}{2}$ mm. = 2287' eller 716 m. o. h.; Røldalsvandets høide over havet fandtes lig 1220' eller 383 m. Grænsen mellem alunskifer og gneisgranit ligger altså i den bratte skrænt ved enden af Horreheiene mod Røldalsvandet omkring 1000' eller omkring 300 meter over vandet.

Fig. 15. Profil over Horreheiene.

SO

NV

Horreheiens top c. 4160' (1306 m.) o. h.



4. Glimmerskifer, hornblendeskifer, gneis etc. c. 1000 å 1200' (?).
3. Kvartsit (hellefinta) c. 100'.
2. Grøngrå fyllit c. 400'.
1. Alunskiferafdelingen c. 150'.
- R. Røldalsvand.
- P. Postveien.

Alunskiferen selv er underst udmærket skifrig, forvitrende med flammede farver af gult og rustødt, blåsort; nogle fod over grænsen fandtes ægte alunskifer småsmulrende, med speil, sort streg o. s. v.; derover knudrede blåsorte skifere, ikke længere med sort streg, lidt indsprenget med kvarts og med indtil flere meter lange linser af grå kvartsit; derover atter lidt ægte alunskifer, så atter kruset sortblå skifer. Den hele mægtighed af alunskiferafdelingen i Horrebrækkene (Horreheiene) omkring 50 m. (c. 160'); øvre grænse fandtes d. 11te august ved bar. korr. $694\frac{1}{2}$ mm. = 2355' eller 739 m. o. h.

Over alunskiferafdelingen kommer i Horreheiene direkte med samme fald glinsende, bladig, grøngrå fyllit lig den i Hårteigens fod o. s. v., fald 15° VSV. til V., snart stærkt opfyldt af kvartslinser og kvartsstriber. Mægtigheden af den grøngrå fyllit c. 400' eller 125 m. Derover en temmelig mægtig grå eller blågrå skifrig kvartsit (helleskifer), tildels også i

tykkere bænke, tilsammen c. 100' (32 m.). Dens øvre lag ligner mest helleflinta. Derover i c. 2840' (890 m.) h. o. h. glimmerskifer snart med sølvhvide skjæl af muskovit og mørkbrune skjæl af biotit, derhos kvarts, feldspat og hyppig orsmå granater; i linseformige indleininger parallel skifrigheden i samme flade linser af kvarts og feldspat o. s. v. I denne bergart fremdeles store flade linser fra 1' til 30' lange, ja endog her og der udvidende sig til tynde bænke (lag) af større udstrækning, af mørk hornblendeskifer tildels med små granater. De krystallinske skifere i Horreheiene har altså tildels et noget andet udseende, end de der i Hårteigen, Sandskarnuten o. s. v. kommer over fyllitafdelingen. I en høide af korr. bar. 678 = 2965' eller 930 meter vender faldet, så man i en steil væg, der blotter profilet tværtover strøget, tydelig ser, at foldning her har fundet sted. De samme bergarter, stadig med linser og tyndere eller mægtigere skikter af hornblendeskifer, og af noget vexlende habitus eftersom den lyse glimmer eller biotiten er forherskende og stundom udviklede som gneise, idet feldspat og kvarts er mere jevnt fordelte i sammensætningen, holder sig helt til den sydøstligste af topene på Horreheien, høide o. h. 4160' eller 1306 m. —

Herfra fulgtes profilet ikke længer tværtover strøget men langsefter til styrtningen mod postveien mod SV.; her passeredes på nedstigningen tværtover strøget de samme skikter. —

Fra Grøndalsæteren langs elven under nedstigning til Røldal samme profil, samme fold o. s. v., blot i et noget høiere nivå, så det her ikke længer er alunskifer, men glinsende skifer og derover følgende kvartsit (helleskifer), der hviler umiddelbart på gneisgraniten. Denne ligner den ved Sandvenvand ovenfor Odde; sribningens fald 40° NNV.; grænsen mod skiferformationen blottet ved en liden fos i et bækkeleie; høide o. h. ved grænsen 2460' eller 772 m. —

Profilen fra Hamrestølen til Ekhornsæteren er i det hele en gjentagelse af de ovenfor beskrevne profiler.

12te august og 16de august. *Røldal—Seljestad—Josndal og tilbage til Røldal.*

Fra Røldal til Seljestad langs veien sågodtsom sammenhængende profil i fjeldsiden. Profilet viser:

- 1) Betydelige foldninger i skiferformationen.
- 2) Gneisgranitens opstikken under samme i meget forskjellig høide; skulde folderne stå i forbindelse hermed?
- 3) At som sædvanligt alunskifer, glinsende skifer o. s. v. ligger *under* den betydelige mægtighed af forskjellige krystallinske skifere.

Følgen i profilet er:

Underst alunskifer (på styrtningen mod Røldalsvand).

Derover glinsende skifere (fylliter), høit oppe overleiet af udmærket skifrige kvartsiter (?) (hellefinta).

Derover forskjellige sribede udmærket skifrige lyse gneise (hellefinta!) og forskjellige mørkere og lysere glimmerrige bergarter (glimmerskifer, glimmergneis) spættede af øine af feldspat og kvarts og med parallel skifriheden beliggende knollegnende årer af disse mineraler. Den lyse glimmerrige gneis indeholder i årerne udmærket blå disten og er opfyldt af ørsmå granater (granatgneis).

Seljestad til Josndal hele tiden granit.

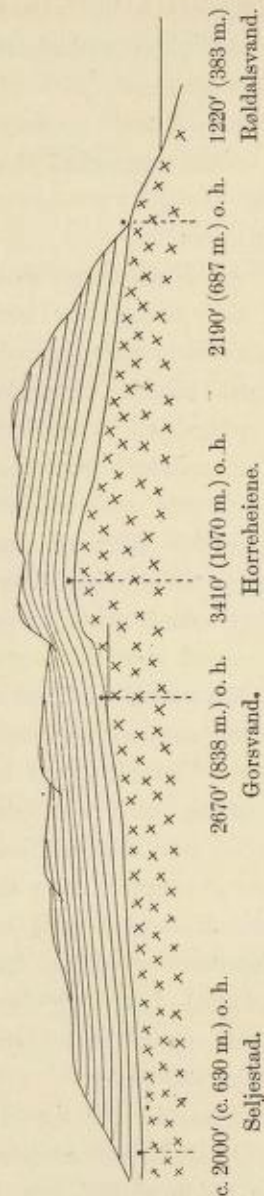
13de august. *Exkursioner Låtevand og Tveitnuten.*

Hele formiddagen søgtes forgjæves efter fossilførende skifere ved Låtevandet. Vistnok findes her ved Berge alunskiferlignende sortblå skifere med sort streg og forvitrende med flammede farver, men selv disse skifere er glinsende (fyllitiske) og er efter resultat af søgning efter fossiler vel uden håb om sådanne. Skiferformationens grænse mod graniten ved Berge ved Låtevandet fandtes ved korr. bar. $731\frac{1}{3}$ mm. = 1294' eller 406 m. o. h., altså betydelig lavere end på det høieste punkt mellem Røldal og Seljestad, *en forskjel af ikke mindre end omtrent 2120' eller 665 meter.*

De glinsende skifere holder sig til ganske stor høide, men faldet er $20-25^{\circ}$ SO., altså reducerende mægtigheden, beregnet efter høiden. I en høide af 697 mm. korr. bar. = 2512' eller 788 m. o. h., planskifrige kvartsiter (helleflinter), der holder sig en god stund under opstigningen. Ved 680 mm. korr.

bar. eller 3136' (984 m.) o. h. forskjellige krystallinske skifere, der nu holder sig til toppen af Tveitnuten (lidt lavere

Fig. 16. Profil Seljestad—Røldalsvand over grænsen mellem graniten og skiferformationen.
NB. Høide dobbelt målestok af længde.



end N. Krosfonsnuterne); i toppen c. 668 mm. korr. bar. = 3585' eller 1125 m. o. h. *gneis*, med mørk glimmer, feldspat

og kvarts, tildels også hornblende; her indover høiden forskellige krystallinske skifere af vexlende sammensætning. Den overveiende feldspat tildels oligoklas. Faldet her i toppen c. 30° SO.

14de august. *Josndal til Løineng og tilbage fra Løineng langs foden af Skarsfjeldet.*

Skarsfjeldets profil havde jeg allerede undersøgt d. 4de august 1875; jeg fandt dengang i foden øiegranit, derover alunskiferlignende mørk sortblå glinsende skifer (fyllit), så grøngrå kvartsårede fylliter, derover skifrige kvartsiter (?) (helleskifer), så i toppene af Skarsfjeldet og søndre Krosfonsnuten forskellige krystallinske skifere, planskitrige gneise, hornblendeskifere, granatførende gneise o. s. v. Fald i det hele svagt $30-20^{\circ}$ OSO til O. —

Granitgrænsen mod den overliggende skiferformation bestemtes (1877) til korr. bar. 709 mm. = 1950' eller 612 m. o. h. ved Løinengvand under Skarsfjeldet. Herfra hæver den sig mod vest til korr. bar. 701 mm. = 2273' eller 709' m. o. h. Endnu mere hæver sig granitgrænsen stærkt på vestsiden af Josndal i Sauenutens profil, som jeg opgik 7de august 1875. Overhovedet er det kun på selve store Vidda, at graniten over længere strækning danner en nogenlunde jevn underlagsflade for skiferformationen. *) —

*) De i dagbogen anførte barometerbestemmelser var udførte med et nogenlunde brugbart aneroidbarometer og høiderne bestemte ved sammenligning med barometerobservationer fra de nærmeste meteorologiske stationer efter velvillig opgivende fra det meteorologiske institut; de beregnede høider er dog neppe meget nøiagtige, da afstandene fra nærmeste stationer var for store. —

De i dagbogen anførte bergartbestemmelser er ikke korrigerede, men meddelte i uforandret form.

På reisen i 1877 ledsagedes jeg af min ven nuværende professor N. Wille.

Sammenstilling af iagttagelser på Hardangervidda 1875 og 1877.

(Indberetning til den geologiske undersøgelse høsten 1877)*).

Under navnet *Vidda*, *Storvidda* eller *Hardangervidda* kan man sammenfatte den høitliggende fjeldmark i det vesten-fjeldske Norge, der omgrænses således: Røldal til Sørfjorden i vest, Eidfjorden, Simodal til Hardangerjøklen og Hallingskarven øverst i Hol i nord, en brat linie herfra til fjeldstrækninger nord for Mjøs vandet i øst og endelig en linie fra fjeldet nord for Mjøs vandet omtrent over til Røldal i syd.

Hovedmassen af Vidda er beliggende mellem 3000 og 4000' (c. 950 til c. 1250 meter) over havet og danner et bølget landskab uden eller dog med tarvelig trævegetation, med flade brede dalstrøg, hvis fede græsgange om sommeren for en del nyttes til kreaturbeite, og med lave ofte karakteristisk kisteformede toppe, der (i regelen med liden ret synes mig) hyppig har endelsen tind eller nut føiet til sit navn. Viddas ramme mod syd, vest og nord indfatter den med høiere og vildere fjelde, der giver landskabet en fra Vidda selv forskjellig karakter; thi denne har selv kun få høie toppe (navnlig Hårteigen

* Af den 1877 til den geologiske undersøgelse indleverede indberetning er i det følgende kun — for at undgå gjentagelser — udeladt på nogle steder en deltaljeret gennemgåelse af profilerne, da disse allerede findes i dagbogen; ellers er afhandlingen meddelt i uforandret form, når undtages at navnene Vidden o. s. v. er ombyttet med Vidda, glinsende skifer ombyttet tildels med fyllit og et par andre ligeså uvæsentlige ændringer.

c. 5400'). Når man fra en af Viddas isolerede toppe f. ex. Hårteigen ser ud over den til alle sider, turde det falde en ind at ligne den med et hav, der begynder at røres af svær storm; de lange bølger brydes i toppene og småkruses af vinden, skumdatter viser sig her og der — og så det hele med et slag stivnet og størknet til sten.

Det er noget trøstesløst øde over Vidda; den jevnlig skyede eller gråt overtrukne himmel, vekslede med regn, sne og vind (men også af og til vidunderlig klare og skønne solskinsdage) — de ensformige grøngråbrune farvetoner, sammensat af fjeldets og renlavens grå, dvergbirkenes dybgrønne, forskellige lav- og mosarters brune og gule nuancer, kun her og der i dalstrøgene oplivet af frisk grønt græsdekke eller i nogen høide spættet af blendende sneflekker, — det ved første indtryk uddøde, livløse i den organiske natur, i det i den artfattige vegetation kun en sky opskræmt rensdyrflok*) eller en næsten tam rypefamilie, en skrigende musvåg eller en heilo, der længe følger en med sin klagende piben, bringer afveksling i stilheden, — det ensformige, gjentagelsen for øiet dag efter dag af det samme menneskeøde landskab frembringer i det hele et trist og tungt indtryk, der ikke saa let vil svinde, så længe man færdes i disse ugjæstmilde egne.

En opmærksom iagttager vil dog vistnok snart finde inden visse grænser ikke liden afveksling selv i Viddas karakter, grundet på forskjel i fjeldformer, forherskende bergarter, større eller mindre rigdom på dale, søer og kjern, vegetationens større eller mindre artrigdom eller rettere artfattigdom o. s. v., afvekslinger, hvis karakteristik imidlertid ligger for langt til siden for geologens afstukne felt, til at jeg efter mit korte kjendskab til Vidda tør vove mig ind herpå.

Det hidtil offentliggjorte om Viddas geologi har indskrænket sig til:

*) Jeg vil fæste opmærksomheden på, at ovenstående er skrevet i 1877; endnu dengang fandtes der som sjældenheit flokke af vildren på hundræder af dyr på Vidda; nu er renen vistnok forlængst så udskudt, at så store flokke ikke mere kan samle sig.

„ældre iagttagelser af Keilhau (Gæa Norvegica, 3die hefte; om gneisgranit på Vidda, side 365, profil ved Ustavand, side 392, Hårteigens profil, side 416—418; sammenlign også Stavangers skiferfelt sammesteds, side 423—424); derhos nogle bemærkninger af Tellef Dahll („Om Telemarkens Geologi“, Nyt. Mag. f. Naturv. 1860, b. 11, side 168—172); nogle ord i Kjerulf „Stenriget og fjeldlæren“ (2den udgave, 1870, side 244—245 og 264—266) og i teksten til det 1866 udkomne oversigtskart over det sydlige Norge.

Keilhau har ganske rigtig beskrevet Hårteigens profil, men har ikke adskilt Viddas skiferformation fra Telemarkens krystallinske skifere og derfor aflagt den på Gæas kart med samme farve som disse.

Tellef Dahll har ved fundet af dictyonema sp. i Hulberget med sikkerhed fastsat grænsen *nedad* for Viddas skifere og har fortjenesten af at have adskilt disse som yngre fra Telemarkens „grundfjeld“. Dahll adskiller på Vidda:

- 1) Grundfjeld og gneisgranit,
- 2) Silurformationen,
- 3) Hallingskarvens yngre granit i nord.

Indenfor silurformationen adskiller han (Hulbergets profil) to afdelinger: lerskifer som den ældste og kvartsit som den yngste dannelse. Dette er forsåvidt delvis rigtigt, som Hulbergets blåkvarts ligger over en del af Viddas skifere; dog er en betydelig mægtigere suite bestående af underst kalk, så forskellige glinsende skifere (af Dahll henregnet under hans lerskifer) kvartsiter (rigtigere helleflinter) og øverst fuldstændig krystallinske skifere, hornblendeskifere, glimmerskifere, ja endog ægte gneise yngre end Hulbergets blåkvarts. Hele denne suite (med undtagelse af de nævnte glinsende skifere, der dog er urigtig placerede) omtales ikke af T. Dahll.

I den til Th. Kjerulfs og Tellef Dahlls oversigtskart af 1866 medfølgende text er lagfølgen inden Viddas afleininger på en måde angivet (idet der er omtalt, dog egentlig udenfor Vidda, en lavere afdeling: diktyonemaskifer, glinsende skifer,

og en høiere afdeling: høifjeldskvarts- og skifer, begge anseede som henhørende til „takon“, etage 2); der tilføies dog, at man „ikke havde tilstrækkelig grund“ til på kartet at aflægge særskilt de på Vidda og i sammes fortsættelse optrædende forskellige afdelinger. Viddas skiferfelt er derfor forsåvidt det kommer ind på kartet aflagt under et med grøn farve, ligesom dets fortsættelse mod nordost og mod sydvest til havet ved Stavanger, såat herved altså de øvre til „Høifjeldskvartsen“ (se herom nedenfor) svarende lag også er betegnede ved denne samme farve*).

I anden udgave af Kjerulfs „Stenriget og fjeldlæren“ er ligeledes uden nogen mere detaljeret redegjørelse lagfølgen i høifjeldet angivet med de to led: underst diktyonemaskifer og derover høifjeldskvarts; fra Vidda selv nævnes dog egentlig kun det laveste af disse led diktyonemaskiferen (lerskifer o. s. v.), der tilligemed de glinsende skifere, i sin helhed (der nævnes, at mægtigheden i høifjeldene især ude mod vest er omkring 1000 fod) sammenstilles med etage 2 i Kristianiatrakten som takonisk**).

For den over grundfjeldet og graniten paa Vidda afleiede skiferformation er efter mine iagttagelser følgende inddeling naturlig:

1. *Alunskifer*: Viddas eneste fossilførende lag, bestående af forskellige alunskiferlignende bergarter og ægte alunskifere; ved Hulberget med dictyonema sp.
2. *Kvartsit*; tykbænket, blågrå, tildels lig Tunsåsens *blåkvarts*.
3. *Kalk, marmor* af eiendommeligt udseende, opfyldt af filler af glinsende skifer (fyllit), hvori den opad går over.

*) Også på det nye oversigtskart over det sydlige Norge af 1877 i målestok 1:1 000 000 er Viddas skifere afsat med en eneste farve, grønt, idet heller ikke på dette kart den del af den hele serie, der svarer til „Høifjeldskvartsen“ (på den øvrige del af kartet betegnet med gult) er udskilt for sig. (Anm. fra 1893).

***) I 3die udgave af „Stenriget og fjeldlæren“ (1878) er i det afsnit, der behandler høifjeldsskiferne (side 251—252), flere væsentlige forandringer, som en opmærksom læser vil bemærke; de er tildels foranledigede af min ikke offentliggjorte dagbog. Herom videre nedenfor. (Anm. af 1893).

4. *Glinsende skifere (fylliter)* grøngrå o. s. v., skifrige i kru-sede og snoede plader, underst mere kvartsfattige. så op-fyldte af parallel skifriheden lignende knollelignende kvartsårer, også med enkelte bænke af gråvakkeskifer, opad vexlende med udmærket skifrige helleflinter og kvartsiter (helleskifere).
5. *Forskjellige krystallinske skifere, glimmerskifere, gneise, horn-blendeskifere* o. s. v., en mægtig formation i Viddas øverste toppe og navnlig udbredt mod vest.

Da de bemærkninger, jeg kan gjøre om Viddas skiferfor-
 mation grunder sig på iagttagelsen under knapt 14 arbejds-
 dage (1875 og 1877) paa selve Vidda, samt derhos på profiler
 fra bunden af Sørfjordens dalføre, fra Røldal, fra Valdalen,
 fra Sysendalen op til Vidda, vil naturligvis en mere detaljeret
 — rigtignok besværlig — undersøgelse kunne bringe meget
 frem, som jeg enten rent har overseet eller har været for lidet
 opmærksom på.

De lavere afdelinger 1 og 2 forekom mig mest sammen-
 hængende og typisk udbredt i den sydøstlige del af Viddas
 skiferfelt (den sydøstligste del af Vidda overhovedet indtages
 af granit alene) søndenfor en linie fra Litlosvand over Holkerne,
 Herrevasnuten og Høgevarden (på amtskartet er denne stræk-
 ning betegnet som Venarheien), herfra sandsynligvis i samme
 linie til Kjeldskarnuten, Halnekollen og egnen søndenom Uste-
 vandene, på de sidstnævnte steder dog allerede overleiet af
 yngre afdelinger. Navnlig i trakten mellem Kvænnas dal i
 syd, Litlosvand i vest og Normandslågens dal i nordøst er de
 to lavere afdelinger typisk udviklet uden eller med lidet frem-
 trædende overleininger af yngre lag. Man kunde paa dette
 strøg til orientering i skiktfølgen vælge hvilkensomhelst af
 følgende hoider: Blyvardenuten, Blånuten, Finbjønshovden,
 Hansebunuten, Hulbergsnuten, Fjeldsjøberget, Brakanuten,
 Lakedalsnuten, Skidtvåknuten og Gulliksnuten (ved Gul-
 liksvand), Krokevasaxlerne (nord for Krokevaskjern), Kroke-
 vashalsen, Hellenuten, Holkerne, Østenuten, Østensbunuten,
 Valgarsnuten, Bessebotnerne, Dimmedalsheiene, Høgvarden,

Herrevasnuterne, Nibbenuterne o. fl., der alle, om de er høje nok viser i smukt blottede vægge liggende over granit i bølgende lagstilling underst alunskiferafdelingen, derover den tykbænkede blåkvarts.

Mægtigheden af *alunskiferafdelingen* kan af flere profiler i denne del af Vidda anslåes til omkring 150' (c. 45 m.).

Underst kommer her gjerne en knudret og kruset, ofte stængelig, noget glinsende (fyllitisk) blåsort skifer (ved sit hele udseende karakteristisk forskjellig fra de grøngrå fylliter i afdeling 4), ofte opfyldt af ganske fine kvartsårer og kvartsstriber, også sort, med speil som en almindelig alunskifer fra Kristianiatrakten. Derover kommer ofte en mere regelmæssig tyndskifrig, smudsende alunskifer, også tildels stængelig, med gråsort streg. Disse skifere tilsammen gjerne en mægtighed af 110—120' (35—40 meter). I Hulberget er her øverst i omtrent en fods mægtighed fundet *dictyonema* sp. Over de *dictyonema*førende skikter i Hulberget og ellers overalt i denne del af Vidda øverst i alunskiferafdelingen kommer en tykpladet, storhullet blåsort skifer med grå streg, i en mægtighed af 30—40' (i selve store Hulbergsnuten 33' eller 10 meter). Denne tykpladede skifer spalter let op i flag eller heller af $\frac{1}{2}$ —1 tommes (et par centimeters) tykkelse, den bruges i stor udbredelse over hele den sydlige del af Vidda på dennes af sten byggede sæterboder og fælægre til tagtækning. Den giver i regelen gnist for stål formedelst indspregning af bitte små for øiet netop synlige kvartskorn.

Denne lagfølge inden alunskiferafdelingen er nokså konstant over hele det nævnte strøg; mægtigheden kan muligens stige noget, dog neppe mange fod over det angivne tal. Som orienterende lag kan bedst benyttes den tykplade, storhellede skifer.

Alunskiferafdelingen danner underst småsmulrende, på frastand blåsort, med violet anstrøg farvet jevn skråning ved fjeldfoden, altid temmelig steil bakke, før man kommer til den brat afstyrtende væg af fast fjeld, der hyppig viser flammede

forvitningsfarver af rustrødt og gult. Oftest ser man også en hullet ur af den tykpladede øverstliggende skifer.

Over alunskiferafdelingen kommer den tykbænkede blågrå, indtil hvidgrå, kvartssandsten (sjelden delvis kalksandsten) med tydeligt korn. I alle fald i de undre skikter ligner den fuldkommen Tunsåsens typiske „blåkvarts“ og indeholder ligesom denne, foruden kvartskorn (endel med eiendommelig glans) også et og andet korn af feldspat. Allerede Keilhau har for Viddas kvartsit anvendt navnet *blåkvarts*.

Blåkvartsen er tykbænket, i sine øverste skikter måske hyppig noget skifrig (dog aldrig tyndskifrig, med glimmerskjæl på skiktfladerne således som en af de øvre afdelingers kvartsitlignende bergarter) og danner med bølgende lagstilling gjerne i store blokke løsnende vægge, oftest ragende steilt udover den lettere forvitrende alunskifer. Dette kvartsitdække har undertiden en afrundet nøgen overflade og giver gjerne hovedindtrykket af en blågrå farve tiltrods for den jevnlige bedækning med *Lecidea geografica* og andre gule lavarter. Almindeligvis er den gjennemsat af årer af hvid kvarts, indtil decimeter mægtige og mere og indeholder desuden hyppig druser af ofte temmelig store (endog nævestore) krystaller (bergkrystal) f. ex. i Ravneberget ved Litlosvand, i Dværghidenuten, der deraf har navn o. s. v.

Mest i dagen sammenhængende udbredt er blåkvartsen i den forfærdelig øde og golde højestrækning Bessebotterne, nord for Bessevand.

Løse blokke af blåkvarts findes langt nord for den strækning, hvor den er fundet i fast fjeld.

For blåkvartsens optræden henvises til dagbogens profiler, særlig profilet over Hulberget og skissen af Holkerne.

Ovenpå blåkvartsen, undertiden tilsyneladende divergent hvilende paa samme, optræder på adskillige steder, hvor den fuldstændige lagfølge kunde iagttages, en finkornig skifrig eiendommelig *marmor* (se f. ex. Hårteigens profil i dagbogen). Denne marmor er høist karakteristisk og vil derfor overalt, hvor den i denne del af landet optræder være en udmærket

orienterende bergart. Den består af finkornig, hvid, gulhvid eller grå kalkspat, opfyldt af skjæl eller blade af et snart sølvhvidt, snart grønligvidt glimmermineral (talk?), eller af et mørkere grønt kloritisk mineral eller undertiden endog tydelig af små blade af den grøngrå fyllit, der overleier den. Glimmer (eller klorit-)skjællene er dels ørsmå, for øiet usynlig indsprenget og jævnt fordelte gennem hele bergartens masse, som derved får et ensartet finkornigt udseende og en jevn grønlig farve på frisk brudflade, snart er de grovere af nogle liniers størrelse og beliggende parallel skiktfladerne, hvorved bergarten får udseende af en gneis eller en anden krystallinsk skifer. Lidt høiere oppe indleiet i de overliggende glinsende skifere (fylliter) forekommer i Hårteigen også tynde lag af en ren hvid marmor, kun med ganske fine sølvhvide glimmerskjæl (talkskjæl?) på skifrihedsfladen og med bitte små svøvkisteringer sparsomt fordelte i bergartens masse, samt endelig lag af en grå, temmelig ren, finkornig marmor.

Denne eiendommelige ofte rent ukjendelige marmor, der overleier blåkvarsten, løsner i ur med store flag efter skifrihedsflader og sprækker, forvitrer med skrubbet, ru overflade af brun farve, sribet af grønt ved de fremstående klorit- eller glimmerskjæl.

Den er først påvist i Hårteigen af Keilhau, der også nævner den samme kalk i glinsende skifer på vei fra Bærestølen til Høl (her findes neppe nogen blåkvarst?). Jeg fandt den fremdeles under de glinsende skiferes afdeling over kvarts ved Dimmevandet, derhos i ypperligt profil hele tiden langs Vasdalskjern (dalstrøget mellem Store og Lille Kold) i Ravneberget ved Litlos; endelig bragtes den mig af min ledsager på Vidda 1877, stud. N. Wille, fra Grananuten, tilligemed blåkvarst, som den sandsynligvis overleier her som ellers; da den til at begynde med er vanskelig at blive opmærksom på, tør det nok hælde, at jeg en og anden gang kan have overseet den.

Over denne kalk, der stundom er så opfyldt af skjæl af glinsende skifer, at den fuldstændig får dennes skifrihed og

mørke grønne farve og ikke skulde kunne erkjendes i marken uden ved prøve med syre, kommer i Hårteigen og andensteds en mægtig afdeling af:

Glinsende skifere (fylliter). I Hårteigens profil er disse glinsende skifere i nogen mægtighed nogenlunde fri for indblanding af kvarts, — men derimod med indleiede tynde lag af marmor — bladede, krusede og snoede, ganske vel skifrige, men ikke planskifrige, af i dagen gennemgående grønagtig, grøngrå eller grønblå farve, stærkt glinsende. De spalter ved slag op i plader med svagt bølget overflade og er seige at slå i. Løsner man af et lidet blad, ser man i regelen en fin stribning, måske fremkaldt ved anordning af parallel skifrihedsfladerne beliggende mineraler, der dog selv ikke ved stærk lupe kan bestemmes. De er i almindelighed ikke synderlig fede at føle på.

Når man i Hårteigens profil, gennem det ypperlige naturlige snit i skaret, der fører op til selve den cylinderformede top, har passeret en ikke ringe mægtighed af disse skifere, bliver man allerede af fjeldets udseende i nogen frastand opmærksom på, at de samme skifere i stor mægtighed udmærker sig ved talrige parallel skifriheden beliggende knolle lignende årer eller linser af hvid kvarts, fra nogle liniers til flere decimeters tykkelse, lokalt endog betydelig mere. Disse kvartsårer eller kvartslinser opfylder ikke alle skikter ligelig, men der er ofte 1 à 2' mellemrum mellem de kvartsrigere lag. De glinsende skifere selv er her mere krusede, knudrede og forvirret skifrige. Disse kvartsårede glinsende skifere er særdeles golde og synes udmærket godt at modstå forvitringen; de har i fjeldvæg et meget karakteristisk udseende og gjenfindes som et let gjenkjendeligt niveau over en stor del af Vidda og udenfor denne.

Opad taber skiferne atter denne karakter, bliver igjen fattigere på kvartslinser og kvartsårer, bliver mere regelmæssig skifrige og indeholder her netop i foden af selve Hårteigens cylinder lag af en mørk gråblå skifer fuld af smaa korn af klar blålig kvarts, mindende lidt om en blåkvarts, men forskjellig fra denne derved, at den er udmærket skifrig og på

skifrihedsfladerne er glinsende som de omgivende fylliter, samt derved at kvartskornene snarere må sammenstilles med kvartsen i de kvartsårede fylliter, end med de oprindelige sandkorn af kvarts i blåkvartsen. Denne bergart danner blot nogle få bænke, hver af nogle fods tykkelse; jeg har kun seet den i Hårteigen og i Bærakupen, men den vil vistnok gjenfindes også andensteds og i så fald være en ledende bergart.

Når man nu har passeret fodstykket, hvorpå Hårteigens rundt om steile cylinder hæver sig omtrent 700' (c. 220 meter) og ser op på denne skulde man tro, at man havde for sig en massiv bergart; ved opstigning gennem skaret på den sydøstlige skråning, ser man, at dette ikke er tilfældet. Man passerer en række af forskellige krystallinske grønne skifere tildels udmærket skifrige og dannende en skarp ur rundt hele cylinderen; kvartsbergarter, men skifrige (helleskifer) findes derimellem. Men i det hele antager skiferne mere og mere karakteren af tydelig krystallinske skifere, man begynder at adskille tydelige hornblendenåle på skifrihedsfladerne o. s. v. I selve toppen, hvor faldet bliver steilere, indtil meget steilt vexler forskellige ægte krystallinske skifere, mørke hornblende-skifere, lysere gneislignende bergarter o. s. v.

Udsigten fra Hårteigens oprevne top er glimrende og fortrinlig orienterende.

Mægtigheden af den i Hårteigens naturlige profil blottede lagfølge er efter omtrentlig beregning, hvori hensyn er taget til horizontal og vertikal afstand samt til faldets vinkler:

1.	Alunskifer	c. 150'
2.	Blåkvarts	- 120'
3.	Marmor	- 30'
4.	Glinsende skifere o. s. v.	- 700'
	fortsættende i kvartsskifere og andre	
	skifrige krystallinske skifere.	- 300'
5.	Toppens krystallinske skifere	- 750'

Sum. c. 2050'

eller henimod 650 meter.

Et fortrinligt profil, visende forholdet mellem afdelingerne 1—4 har man, når man på veien fra Litlossæteren til Valdalen og Røldal har passeret over Ravnebergets høide og kommer ned i Valdalskjernenens dalføre; her er profilet blottet sammenhengende fra fod til top på en længere strækning på begge sider af dalen; aldersforholdet er her utvivlsomt. (Se dagbogen ovenfor side 17 og 18).

Af andre profiler, der viser den samme følge ved hjælp af de samme orienterende lag: alunskifer, blåkvarts, kalk og grøngrå glinsende skifer (fyllit) kan nævnes profil ved Dimmevandets nordende, Grananutens profil o. s. v.

Fra den nu gennemgæede, den indbyrdes alder angivende lagrække afviger afleiningerne mod nord og nordost og i Viddas sydveste del i flere henseender.

I skiferformationen nord for en linie mellem Hårteigen og Grananuten indtræder den forskjel, at den understliggende umiddelbart på graniten hvilende skiferafdeling er glinsende skifere; blåkvarts og marmor synes at mangle, således i Haraldshougene, Trongeskarsnuten, Bæreggen og Bærakupen, i fjeldene nord for Sysendalen (Grydeberget, Grønnenuten. Leirhalsen o. s. v.). Se om disse profiler i dagbogen.

Østover synes atter alunskiferafdelingen at optræde, med sædvanlig mægtighed, i Halnekollen f. ex. Lagfølgen er her lidt undersøgt. Af punkter, der fortjener at undersøges, kan nævnes Kjeldskarnuterne og Skaupsjønuten.

Mod sydost, hvor lidt efter lidt hele skiferformationen sænker sig, optræder kun undtagelsesvis den undre afdeling, alunskiferafdelingen, i de dybeste indskjæringer, medens her de øverste afdelinger sees i hele sin betydelige mægtighed i de dybe indsnit, der fortsætter fra bunden af Sørfjorden mod syd til Røldal, fra Røldal mod nord gennem Valdalen til Koldevasdalen o. s. v. I terrassevis afstyrtende bratte dalsider er her naturlige profiler blottede, langs bækkedrag udover styrtningerne ofte fra fod til top, Sammenhengende profiler blev opgaaede i Sandskarnuten i Valdalen, Horreheiene i Røldal, samt profil fra Røldal til Seljestad langs den nye chaussée, frem-

deles Skardsfjeld og Krosfonsnuten, Tveitnuten øst for Josedal og nogle flere.

Angående disse profiler henvises til dagbogen. Kun hvad den øverste afdeling af krystallinske skifere angår skal her gjentages nogle iagttagelser:

De overliggende bergarter af den øverste afdeling i *Horreheiene* går nedad over i de glinsende skifere. Bergarten viser her på skifrihedsfladerne i rigelig mængde blade af en sølvhvid eller lys grønlig glimmer (indblandet med tynde skjæl af et kloritisk mineral) og består desuden af kvarts og hvid feldspat, de to sidste mineraler jævnt fordelte i bergartens masse og i den lavere del af denne afdeling tillige dannende linseformige knoller parallel skifriheden, de sidste gjerne temmelig grovkornige og hyppig indeholdende disten og granat. I nogen høide er denne bergart i endel skikter opfyldt af ørsmå, klart røde, knapt for det blotte øie synlige granater, sjelden nående størrelsen af et knappenålshoved. På skifrihedsfladen er bergarten stærkt glinsende af den lyse glimmer og det kloritiske mineral og ser nærmest ud som en glimmerskifer; på brudfladen viser den sig sribet og glimmeren her mindre fremtrædende; eftersom glimmeren eller det mørke kloritiske mineral har overvægten er bergarten mørkere eller lysere. Lavt nede findes ogsaa skikter, der består af mørk sortgrøn stærkt glinsende glimmer, kun med et og andet skjæl af lys glimmer, derhos med jævnt indsprængt kvarts og noget hvid feldspat og endelig med øine eller linser af kvarts og hvid feldspat, den sidste med tvillingstribning.

Bergarten er i regelen noget kruset skifrig, dog findes ogsaa partier med udmærket planskifrig mørk glimmerig bergart. Opad går den mere og mere over til en ren gneis.

I de beskrevne bergarter forekommer i betydelig mængde parallel skikterne en eiendommelig mørk hornblendeskifer i linser fra 1—30' (10 meter) lange, ja endog som lidet mægtige skikter af stor udstrækning, idelig vekslede med den nævnte bergart. Denne hornblendeskifer er mørk grøn, består af overveiende grønsort hornblende i korte, parallelt anordnede indi-

vider, samt af kvarts og akcessorisk talrige bittesmå røde granater; feldspat sees ikke med lupen. De tildels noget uregelmæssig formede linser af denne mørke bergart stikker stærkt af på den golde fjeldoverflade; at den ikke, som jeg først var tilboielig til at tro, er nogen eruptiv fremgår først deraf, at den vexler utallige gange med den bergart, hvori den er indleiet, og aldrig såes at overskjære dens skikter, samt deraf at den synes nøie knyttet til glimmerskifer i en bestemt horizont og aldrig optræder hverken lavere eller høiere end denne.

Mægtigheden af den øverste afdeling af krystallinske skifere i Horreheien kan anslåes til mindst 750' (230 meter).

I *Sandskarnuten* i Valdalen findes, over de lavere afdelinger, i hoiden blandt andre krystallinske skifere en finkornig hornblendeskifer, glimmerige skifere, kvartsrige skifere, helleflinter, gneislignende bergarter og høit oppe ægte gneis i forskellige varieteter, dels mere finkornig udmærket skifrig, bestående af kvarts og rødlig feldspat (tildels med tvillingstribning) grønsort glimmer, dels mere grovkornig bestående overveiende af lysrød ortoklas (indtil $\frac{1}{2}$ tomme store feldspatindivider) og kvarts samt grønlig kloritiseret glimmer og hvid muskovit parallel skifrighedsfladerne. Mægtigheden af den øverste afdeling af krystallinske skifere i *Sandskarnuten* (regnet til den østligste top) mindst 860' (270 m.).

Også i *Skarsfjeld*, *Tveitnuten*, *Nordre Krosfonsnuten* o. s. v. (i *Sørfjordens* dalføres fortsættelse, vest for *Sandskarnuten* i *Valdalen*) haves den samme følge med glinsende skifere over graniten i foden, derover helleskifere (kvarsit, helleflinta) og i toppene en betydelig mægtighed af krystallinske skifere, hornblendeskifere, glimmerskifere, glimmergneise, ægte gneise o. s. v. Mægtigheden af disse krystallinske skifere er i *Skarsfjeldet* og dets fortsættelse mod øst vel mindst 950' (c. 300 meter).

Mægtigheden af denne øverste afdeling er i de ovenfor nævnte profiler, hvor den er blottet c. 750—950' (235—300 meter); men denne mægtighed er ikke den hele, da formationen jo opad er ufuldstændig opbevaret.

Vi har nu seet, hvorledes gjennemgående overalt, hvor mægtigheden af det opgæede profil er betydelig, en afdeling af krystallinske skifere overleier de glinsende skiferes afdeling på samme måde som i Hårteigens klassiske allerede fra Keilhau bekjendte profil. Den for Hårteigens top mest karakteristiske bergart er en hornblendeskifer, bestående af grønsort hornblende og finkornig kvarts samt noget feldspat; hornblende danner gjerne korte parallelliggende individer, der tilligemed tombakbrune glimmerskjæl frembringer en udmærket skifrihed, især når bergarten tillige er sribet ved optræden af tynde feldspat- og kvartsrige lysere skikter, vxlende med hornblendelige skikter. Denne bergart gjenfindes aldeles ligedan i Sandskarnuten. Den vxler i Hårteigen med grønne finkornigere krystallinske skifere, der til nød kunde forvexles med de lavere liggende glinsende skifere (fylliter), desuden med en af rødlig kvarts, hvid feldspat og spætter af et kloritisk mineral bestående gneis (kun i håndstykke kan den tages for en granit) og med en hornstenlignende mørkere eller lysere helleflinta o. s. v. Men lignende gneise, helleflinter o. s. v. findes også i de øvrige profiler, således i Sandskarnuten, Tveitnuten o. s. v. Hårteigens profil er altså ikke enkeltstående, men et profil blandt adskillige, der viser, at en afleining af glinsende skifere (fylliter) med derover kommende kvartsiter (snarere af helleflinter) og øverst krystallinske skifere, tildels med bergarter, der ikke kan skilles fra grundfjeldets (navnlig mærkes: ægte gneise!) af ubestemt alder overleier dictyonemaskifer.

Denne formation af krystallinske skifere er Kjerulfs „*høifjeldskvarts*“, et navn, der i alle fald i disse egne er lidet passende og burde ombyttes med et andet. Dens udbredelse er overmåde stor. Dette synes at vise, at *ingen lokale betingelser*, f. ex. *nærliggende eruptivmasser*, kan have ved metamorfose af oprindelig som lerskifere o. s. v. afleiede strater været årsagen til dannelsen af disse mægtige og udbredte krystallinske skifere, hvoriblandt også ægte gneise.

De glinsende skifere (fyllitafdelingen) og de overliggende krystallinske skifere („*høifjeldskvartsen*“) må begge skilles ud

fra den underliggende dictyonemaskifer med den samme overleieende blåkvarts. Om dictyonemaskiferen ved vi, at den danner overgangsledet mellem primordialfaunan og de ældste undersiluriske etager. Men hverken om de glinsende skiferes eller om de overliggende krystallinske skiferes (hoifjeldskvartsens) afdelinger kan hidtil vides andet om deres alder, end at de er *ynge* end dictyonemaskiferen.

Skiferformationens grænse mod den underliggende granit eller grundfjeldet er på selve Vidda svævende og nogenlunde af samme høide. Den sees i regelen tydelig allerede på fra-stand, enkelte steder ganske fortrinlig skarp, f. ex. i Grydeberget (se ovenfor i dagbogen side 8, fig. 5).

Skiferformationens undergrænses høide over havet bestemtes på følgende steder til omtrent:

Grønneuten	} ved Maursæt .	3770'	1183 m. o. h.
Øst for Grønneuten		3694'	1150 - - -
Hååkelleren		3850'	1208 - - -
Grydeberget		3813'	1198 - - -
Bjoreidnutens top endnu granit.		4203'	1320 - - -
Bærakupen		4045'	1270 - - -
Bæreggen; Tyndøleskarets nordside		3868'	1213 - - -
Do. Do. sydside		4047'	1270 - - -
Haraldshougene		4125'	1295 - - -
Hårteigens fod		4028'	1264 - - -
Herrevasnutterne		4250'	1335 - - -
Høgevarden		4350'	1365 - - -
Dimmevand		4150'	1305 - - -
Hulberget omtrent		4250'	1370 - - -
Holkerne		4400'	1380 - - -
Litlosvand (NB her endnu skifer).		4110'	1290 - - -
Vasdalskjern		4500'	1413 - - -
Holmesvand		4100'	1287 - - -

Grønhellervand (ved Visadal, her skifer)	3427'	1074 m. o. h.
Valdalsvand (her endnu skifer)	2524'	792 - - -
Horreheiens SO-skråning	1171'	680 - - -
Do. Do.	2190'	687 - - -
Do. (ved Grøndalselvens fos) .	2462'	772 - - -
Do, (V-side, ved postveien) . .	2722'	854 - - -
Do. (Røldal—Seljestadveiens høieste punkt)	3400'	1067 - - -
Do. nær Gorsvandet	2667'	837 - - -
Seljestad	2257'	708 - - -
Løiningvandet (skifer ved vandet) . .	2950'	612 - - -
Skarsfjeld.	2273'	709 - - -
Berge ved Låtevand.	1294'	406 - - -

På selve Vidda er altså grænsen noget svævende ofte omtrent 4000' eller omtrent 1250 meter o. h., som allerede af Dahll anført; dog er den over store dele af Vidda noget højere op til henimod 1400 m. o. h. Overfladen af den underliggende granit, hvorpå skiferformationen er afleiet danner altså en jevn bølget eller bakket flade, der sjelden viser opstikkende høider (f. ex. Bjoreidnuten 4203', medens skifergrænsen strax nordenfor i Grønneuten er 3730' og noget sydvest i Bæreggen er 3868', altså dog ikke engang 500' (150 m.) forskjel, en forskjel, som på så pas stor horizontal afstand kun giver en ganske svag bølge.

Gjennemsnitlig høiest er grænsen på strækningen mellem Kvænna i syd, Litlosvand i vest og Normandslågen i nordost; dette er værd at lægge mærke til, fordi dette også netop er den egn, hvor de lavere afdelinger findes mest typisk udviklet og uden overleining af de højere afdelinger.

I Litlosvandets indsænkning synker også granitgrænsen: Litlosvand 4110', Holkerne i øst for samme 4395' (4400'), Vasdalskjerns granit i vest 4484' (4500').

I daldraget fra Vasdalskjern 4484' til Holmesvand 4100', til Grønhellervand 3427, til Valdalsvand 2524', til Røldal (Horreheiens SO-styrtning) 2171' synker skiferformationens undre

grænse mod graniten stadig, i afsatser. I Horreheien er det den underliggende granit selv, som falder af mod Røldalsvand; thi granitens dybeste overflade er nærmest Røldalsvand (2171') og hæver sig i en bule mod nordvest ligesom Horreheien selv; på østsiden af Røldalsvand hæver sig graniten meget høiere og stiger til betydelig høide på overgangen til Haukelid. Ligeså stiger granitoverfladen mod nord op til det høieste punkt af veien mellem Røldal og Seljestad til 3400'. Dette er på en længde af ikke engang $\frac{1}{2}$ mil (c. 5 kilometer) i lige linie en høideforskjel fra skiferformationens undre grænse, granitens overflade, af omtrent 1500' (470 meter eller c. $\frac{1}{2}$ kilometer), eller en stigning af 1 på 10. Atter synker grænsen fra dette punkt mod nord ligesom dalen selv, først meget brat, så jevnere (se profilet Røldal—Seljestad i dagbogen s. 24) til Seljestad 2257' (med afhæld til Løinengvandet, 1950') og videre til Låtevand 1294'. Disse punkter ligger alle på østsiden af dalføret, der fortsætter op mod syd fra Sørfjordens spalte. Men på vestsiden hæver sig utvivlsomt graniten og skiferformationen meget høiere, hvad Sauenutens profil viser; thi i toppen af Sauenuten ligger den samme helleflinta-bergart, som på østsiden af dalen møder måske 2000' lavere; desværre blev her ikke (1865) taget bestemt mål for høiden.

De slutninger, som kan drages af disse kjendsgjæringer, falder af sig selv: den nuværende overflades forhold må henføres til den oprindelige bygning og til forrykninger i denne.

Viddas lave dale er grunde som ujevnhederne i granitens bølgede overflade her; skiferformationen, der må have været udbredt som et sammenhængende dække, er udhulet, eroderet til granitens overflade og erosionen har fortsat ned i graniten et stykke, men ikke i nogen dybde. Thi afstanden tvertover dalvæggene i Viddas grunde, af forholdsvis lave høider begrænsede dale er stor i forhold til dalenes dybde og det, der engang forbandt dalvæggene må være ført bort.

I forhold til Viddas dale er de fra fjordene indskjærende trange dale som dybe revner; hævnningen har foranlediget an-

lægget af disse dale. Thi i liden horizontal afstand fra hverandre forekommer de samme skifere med en vertikal nivåforskjel af mere end 2000' (ved det høieste punkt af Røldalsveien grænsen mellem skifer og granit c. 3400', ved Låtevand 1294'; i Sauenuten atter flere tusend fod høiere). Det er ikke troeligt, at de samme skifere oprindeligt afleiedes med så stor nivåforskjel; men da bliver intet andet tilbage, end at antage, at denne forskjel skyldes ulige hævnning af den underliggende granit med den derpå afleiede skiferformation. Hvorledes de eroderende kræfter siden har virket, derom må andre mærker vidne.

Vidda er forholdsvis jevn og har forholdsvis grunde brede dalstrøg, fordi *der* ingen særdeles betydelige forandringer i de oprindelige *relative* nivåforhold har fundet sted ved hævnningen. Man må dog ikke tro tro, at den ovenpå graniten afleiede skiferformation overalt er udbredt i jevnt svævende lag; større faldvinkler er ikke sjeldne, folder hyppige, ikke blot lange, flade; også på kort, horizontal afstand sammenpressede skikter sees. Exempelvis kan nævnes: Hulbergets profil (allerede kjendt fra Dahlls opsats), Skidtvåknuten ved Gulliksvand o. s. v. Endog inversioner findes (se dagbogen Ravnebergets profil fig. 11, s. 17). Svære sammenpresninger findes efter T. Dahll i nordost under Hallingskarvens granit; denne granit er af Dahll anset som yngre end skiferformationen og sammenpresningen her sat i forbindelse med den yngre granit. Hvad der har forårsaget folder og inversioner midt inde på Vidda, hvor hævnningen synes at have foregået nogenlunde ligelig og hvor ingen yngre eruptiver med sikkerhed er påvist, synes mig en gåde, der endnu venter sin løsning; i dalstrøgene som i Røldal (se i dagbogen profilet fra Røldal til Seljestad o. s. v.) synes i ethvert fald de optrædende folder bedst at kunne forklares i sammenhæng med hævnningen.

(Kristiania høsten 1877).

Kjerulfs opfatning af høifjeldsformationens lagfølge og aldersforhold.

Efter at den ovenfor aftrykte afhandling med vedlagt dagbog var indleveret til den geologiske undersøgelse høsten 1877 er såvidt mig bekjendt ingen geologisk undersøgelse af Hardangervidda foretagen; Haukelidprofilen og profilet Røldal—Seljestad, som jeg allerede havde undersøgt, blev derimod verificeret af Kjerulf sommeren 1878.

I Kjerulfs „Stenriget og Fjeldlæren“ 3die udgave, der udkom 1878, er den af mig bestemte lagfølge fra Vidda optagen og væsentlige forandringer foretagne fra det tilsvarende afsnit i 2den udgave.

I 2den udgave er den hele suite sammenfattet som: „Dictyonema-skifer og olenus-kalk samt høifjeldskvarts og skifer. Etage 2.“; her nævnes ikke et ord om blåkvartsen, derimod er den af mig udskilte underste afdeling af alunskifer og alunskiferlignende bergarter uden videre slået sammen med de glinsende skifer, idet der anføres at disse mod vest er c. 1000' mægtige, men mod øst tyndes ud til alunskiferens mægtighed ved Kristiania. I 3die udgave er dette rettet og den rigtige lagfølge efter mine undersøgelser optaget, uden at disse er anførte. Navnet „høifjeldskvarts“ er fremdeles beholdt og anføres som „Høifjeldskvartsen, ledsaget af hornblendeskifer, nogle dolomitlag og visse gneisagtige skifer“. Der peges forøvrigt på, at Hulbergets dictyonema muligvis ikke er den samme som den, der ellers kjendes fra Kristianiatrakten fra Etage 2.

I Kjerulfs „Udsigt over det sydlige Norges geologi“, Kristiania 1879, adskilles istedenfor de to trin eller afdelinger, der nævnes i Stenriget og Fjeldlærens 3die udgave*), nu de to hovedafdelinger: „Blåkvarts-etagen med tilhørende skifer“ (se Udsigten s. 140—164) og „Høifjelds-kvartsit og skifer“ (ibid. s. 164—167). At give et kort resumé af indholdet i dette afsnit af „Udsigten“ er ikke let, da fremstillingen som sædvanlig i dette værk er i høj grad uklar og det væsentlige vanskeligt at få tag i; mine iagttagelser i den ovenfor aftrykte dagbog og afhandling er benyttede i stor udstrækning (cfr. Røldals-profilerne o. s. v.), men når undtages, at min lagfølge er accepteret, er tolkningen af iagttagelserne fuldstændig afvigende fra min.

Først og fremst må her gjøres opmærksom på, at Kjerulf i „Udsigten“ opfattede den på Vidda under skiferformationen liggende granit som en „fodgranit“, yngre end den overliggende lagfølge; dette skulde i så fald gjælde „granitens udbrud i stort over hele det vestlige Norge“ (s. 140). Udbruddet af denne yngre granit, der alligevel betegnes som gammel granit („thi der findes ikke mange ældre“, side 140), måtte være yngre end dictyonemaskiferens og den derover liggende formations afleining; men den dictyonema, der er fundet i Hulberget, ansåes af Kjerulf *ikke* for den samme som dictyonema i Kristianiatraktens alunskifer (side 159), men for at tilhøre en langt ældre tid; den såvelsom den dictyonemaskiferen i Hulberget overleiende blåkvarts antoges at tilhøre „den lavtliggende primordiale horizont med paradoxides“ (s. 159). Også høifjeldskvartsen ansåes som en afdeling „lavt nede i etagerækken“ (s. 165). Den skulde ligesåvel som blåkvarts-etagen være ældre, end frembruddet af den underliggende granit og om dette siges at: „Længer op end til et trin i lagfølgen og tiden ved olenus-nivået synes ikke det store udbrud

*) Side 251: „Disse lagrækker findes i det centrale Norge på høifjeldsvidderne i to svære trin eller afdelinger: den nederste mest med glindsende undertiden også med sort lerskifer, den øverste mest med forskellige ofte sribede kvartsskifere.“

af gammel granit at kunne sættes i det centrale Norge" (s. 144). Heraf skulde med andre ord følge, at hele den mægtige formation på Vidda, som derfra kan forfølges videre mod øst og vest, skulde tilhøre den primordiale tid.

Graniten skulde have forandret og delvis opslugt den overliggende skiferformation (se side 156: „Store dele mangle, da de er opslugte i granitfoden“); der hvor formationen er omvandlet skulde den overalt ifølge Kjerulfs antagelse have „granit til fod“, medens den i uforandret tilstand „ligger over gneisen eller sparagmitfjeldet“ (s. 163). Kjerulf sammenstillede direkte forholdet mellem Kristiania—Drammensgraniten og de overliggende kontaktmetamorfoserede siluretager på den ene side, og den gamle granit i det Vestenfjeldske og den overliggende skiferformation på den anden. Som en følge af denne opfatning, at den underliggende granit skulde have frembragt høifjeldsformationernes metamorfose, vilde Kjerulf heller ikke rigtig gå med på min inddeling, idet han antog, at den af mig for Vidda og tilstødende egne udskilte øverstliggende etage af gneise, hornblendeskifere o. s. v. var en omvandlingsfacies af „kvartsskifere og blandede skifere“, men at gneis, glimmerskifer o. s. v. ligesåvel optrådte som omvandlet facies af den underliggende blåkvarts-skifer-etage (se side 145 øverst, og flere steder). Iøvrigt holdt Kjerulf hårdnakket fast ved ikke at ville karakterisere høifjelds-kvartsens bergarter med deres rette navn; han fremhæver stadig „kvartsskiferne“, men betegner de krystallinske skifere kun med omskrivende navne som: „gneisagtig tegnede skifere“, „gneistegnede skifere“, „til udseendet gneislignende skifere“ o. s. v.

Foruden forvandlingen og opslugningen af store dele af skiferformationen anfører Kjerulf som bevis for den underliggende granits yngre alder i forhold til den ovenpå samme liggende skiferformation også, at den gjennembryder og sender gange op gennem samme. Herom anføres (side 141): „Endelig, den samme granit, som står ved Sandven vand (Odda i Hardanger), følges op over Seljustadjuvet og derfra ned i

Røldal, og denne granit bryder i Røldal og ved Haukelidsæter samt i Valdal og fortsættende dale gennem skiferrækken“; derhos peges på, at Hallingskarvens granit, som allerede Dahll havde opført som yngre end skiferformationen, er den samme, som kan følges helt fra fjordbunden ved Aurlandsfjord op til Vidda o. s. v. —

Som af dette korte resumé sees var Kjerulf aldeles uenig med mig i flere væsentlige punkter angående opfatningen af Viddas og tilstødende traktors geologi, hvilket også var årsagen til at den indsendte afhandling ikke nogensinde blev trykt. Dissenspunkterne var forevrigt også flere og større, end direkte kan sees ved sammenstilling af den ovenfor aftrykte 16 år gamle afhandling med fremstillingen i „Udsigten“. Således holdt Kjerulf de krystallinske bergarter i Hårteigens top for granit og amfibolit (se herom også i „Geol. d. sudl. Norwegens“ i *Nyt Mag. f. Nat. B. 9, s. 268, Kristiania 1857*), altså for eruptiver; i henhold til denne opfatning anså han også ellers de i den øvre del af skiferformationen liggende krystallinske skifere, forsåvidt de havde en rent krystallinsk karakter, som gneise, hornblendeskifere o. s. v., i stor udstrækning som eruptiver og brugte derfor så meget som muligt undvigende betegnelser som: gneislignende skifere, gneisagtig tegnede skifere o. s. v. istedenfor gneise. Min karakteristik af navnet „høifjeldskvarts“ som lidet passende, da de af Kjerulf som kvartsiter betegnede bergarter efter min opfatning for største delen var helleflinter eller i endnu større udstrækning gneise, glimmerskifere og andre krystallinske skifere, var derfor stridende mod Kjerulfs opfatning, der hævdede, at høifjeldskvartsens afdeling i alle fald oprindelig havde været „kvartsiter og blandede skifere“, der var forvandlede til „gneisagtig tegnede skifere“ o. s. v. (Udsigten side 145).

Den væsentlige dissens gjaldt imidlertid spørgsmålet om granitens alder i forhold til skiferformationen, om ældre, som jeg antog, eller yngre, som Kjerulf mente, og de spørgsmål, som dermed stod i forbindelse. Dette er et hovedpunkt af

vigtighed for forståelsen af hele Norges geologi; siden Kjerulfs opfatning i „Udsigten“ blev fremlagt, har mig bekjendt ingen for det vestlige Norges vedkommende behandlet dette spørgsmål og dets konsekvenser. Det er derfor ikke for tidligt, at den af Kjerulf fremlagte tolkning af forholdene underkastes en kritisk prøvning.

Inden jeg går over hertil, turde det først være på sin plads at indflette nogle generelle bemærkninger til nærmere belysning af, hvorledes man bedst kan forklare sig, at en sådan opfatning, som den af Kjerulf fremlagte, overhovedet er blevet til.

Den væsentlige grund til opbygningen af Kjerulfs hypotese om den gamle, men dog yngre granit og den samme overleiende skiferformation må jo søges deri, at den gennemgående krystallinske beskaffenhed hos den hele høifjeldsformation skulde have en forklaring; men på den tid da „Udsigten“ udkom, var endnu de nu gjældende teorier om regionalmetamorfosen ikke almindelig kjendt og antagne; for Kjerulf lå det derfor nærmest for hånden at gribe til den forklaring, at den hele metamorfose måtte ansees som en kontaktmetamorfose, at sammenstille med den velkjendte fra Kristianiafeltet.

Vi må her erindre, at geologernes vxlende opfatning af regionalmetamorfosen og kunskaben om denne har beskrevet en påfaldende kurve, idet den faktisk først var fremadskridende, derefter utvivlsomt under en lang årrække i tilbagegang, indtil fra slutningen af 70-årene atter et uafbrudt fremskridt i erkjendelsen har fundet sted.

Under den første halvdel af århundredet spillede jo antagelsen af en over store strækninger stedfunden metamorfose en fremtrædende rolle. Fra Alperne havde Brochant, Charpentier og Lardy, Ami Boué, Studer, Merian og andre allerede i den første fjerdedel af århundredet påvist, at almindelige sedimentære formationer over store strækninger var omvandlet til krystallinske skifere. Allerede i 1814 opdagede Charpentier og Lardy rester af belemniter i en

mørkgrå kalkrig glimmerskifer, grænsende til lys gneis ved Nufenen-passet mellem Wallis og Tessin*). 1819 påviste Brochant forsteninger i de alpine krystallinske skifere**). Senere fandt Escher belemniter i glimmerskifer på Furca og Studer i granatførende glimmerskifer på Lukmanier.

Ami Boué udviklede allerede 1827 sin hypothese om, at denne metamorfose af forsteningsførende sedimentter til krystallinske skifere væsentlig skyldtes indflydelsen af den nedenfra opad virkende indre jordvarme, en lære som videre udvikledes af Lyell (1825) og endnu ved midten af århundredet antoges af Naumann, von Cotta (Gesteinslehre 1862, s. 312) o. a.; den sidste anså, at tryk af overliggende masser i forbindelse med nedenfra virkende varme har omvandlet de ordinære sedimentter til krystallinske skifere.

I vort land sluttede sig Keilhau forsåvidt til metamorfose-hypoteserne, som han antog i ubegrænset udstrækning, at de krystallinske bergarter overhovedet (masseformige som granit, ligeså vel som skifrige som glimmerskifer, gneis o. s. v.) var dannede ved metamorfose af almindelige sedimentære bergarter; men denne metamorfose var efter Keilhaus opfatning ikke foregået ved høiere temperatur og ikke at henføre til nogen slags plutonske virkninger, men antoges at have fundet sted ved almindelig temperatur ved en eller anden gådefuld proces, hvorom det efter Keilhaus mening var for tidligt at søge at gøre sig nogen bestemt forestilling. Han optrådte derunder meget skarpt mod den i Tyskland af Bischof udviklede hypothese om dannelsen af de krystallinske skifere ved ren kemisk metamorfose på våd vei, ved langsom af bergfugtighed og cirkulerende vand formidlet omkrystallisation. Bischofs hypothese blev imidlertid i midten af århundredet temmelig almindelig antaget af mange fremragende forskere, navnlig til forklaring af de alpine krystallinske skifere; til

*) Leonhard's Taschenbuch f. Mineralogie 1816 s. 308 (citater efter C. F. Naumann Geogn. B. 2, s. 189 (1ste Ausg.)).

**) „Découverte des fossiles organiques dans les roches cristallines“. Ann. d. mines (1). IV.

forskjel fra den tidligere antagæ plutonske eller anogene metamorfose, indbefattede Bischofs hypotese altså antagelsen af en rent hydrochemisk, katogen metamorfose.

Zirkel har i 1866 (Lehrb. d. Petrographie, B. 2) leveret en sammenstilling af de på den tid kjendte anskuelser om dannelsen af krystallinske skifere, som for en væsentlig del er benyttet ovenfor. I denne sammenstilling anfører han følgende forskjellige dannelsesmåder for krystallinske skifere: 1) oprindelig dannelse (som dele af jordens ældste skorpe); 2) oprindelig dannelse som periferiske skifrige dele af eruptive massiver; 3) metamorf dannelse ved kontaktmetamorfose og 4) metamorf dannelse, der ikke kan henføres til kontakt-dannelse, men må henføres til katogen omvandling af sedimenter, „formodentlig ved enkle, men endnu gådefulde processer“ beroende på indvirkning af opløsninger („Durchwässerungsprocesse“ l. c. s. 509). Til denne sidste gruppe af metamorfoserede bergarter henførtes foruden yngre krystallinske skifere fra Alperne, Skotland, Apenninerne (Carrara o. s. v.) også de ovenpå grundfjeldet hvilende yngre formationer af krystallinske skifere fra det centrale Norge*).

Således var endnu i 1866 antagelsen af en gådefuld over store strækninger udbredt metamorfose af yngre sedimenter til krystallinske skifere ganske almindelig udbredt.

Zirkels petrografi af 1866 afslutter så at sige et hovedafsnit i petrografiens historie; fra tiden omkring midten af 60-årene af begyndte mikroskopets indflydelse på petrografiens udvikling at gjøre sig gjældende. I hele det følgende tiår var det i ganske overveiende grad studiet af eruptivbergarterne og det rige felt, som her ved de nye petrografiske metoder åbnede sig, som tiltrak sig petrografernes opmærksomhed. Herunder forsømtes utvivlsomt i påfaldende grad studiet af de krystallinske skifere; blot en statistik over den petrografiske litteratur fra tiåret 1865—1875 er nok til at vise, i hvilken grad studiet af de krystallinske skifere foreløbig blev skudt

*) Cfr. C. F. Naumann. Geognosie 2te Ausgabe.

undaf i sammenligning med gennemforskningen af eruptivbergarterne.

Herunder skede der umærkelig også en forandring i anskuelserne om de krystallinske skiferes dannelse. Det utilfredsstillende i Bischofs hypothese om den hydrokemiske katogene omvandling var gennem de nyere undersøgelser godtgjort; på den anden side var gennem iagttagelser ved mikroskopet af Zirkel o. a. påvist, at også tilsyneladende uforandrede sedimenter, lerskifere, skiferler fra yngre formationer o. s. v. indeholdt krystallinske mineralbestanddele, der betragtedes som oprindelig afsatte samtidig med de klastiske bestanddeles sedimentation. Disse iagttagelser tolkedes som bevis for, at de krystallinske sedimenter i „grundfjeldet“ og i de ældste krystallinske formationer (under de forsteningsførende) måtte ansees som oprindelig dannede, som kemiske krystallinske sedimenter. De yngre krystallinske formationer gik herved næsten i glemmebogen; enten overså man dem rentud eller man betvivlede rigtigheden af de ældre iagttagelser, der fortalte om påvisning af fossiler i selve de krystallinske bergarter og overgang fra disse til forsteningsførende lag af kjendt alder^{*)}. I stor udstrækning antog man, at de tidligere som yngre, endog mesozoiske, anseede krystallinske skiferformationer, ikke var andet end grundfjeld, og for dettes krystallinske bergarter antoges af mange uden videre en oprindelig udfældning som krystallinske kemiske sedimenter eller man befattede sig ikke videre med at spekulere over deres dannelse.

Jeg erindrer endnu meget godt, at jeg i Tyskland i 1877 og 1878 berettede for adskillige fremragende geologer og

^{*)} Man sammenligne f. ex. Credners fremstilling i de ældre udgaver af hans „Elemente der Geologie“ fra midten af 70-årene med Zirkels fremstilling af 1866! De yngre krystallinske skiferes dannelse afspises med fire linier med bemærkningen: „Lokale und sporadische Einlagerungen von krystallinischen Silikatgesteinen zwischen versteinierungsführenden klastischen Sedimentgesteinen dürften sich als das Resultat der Einwirkung von Mineralquellen auf frische, noch schlammige Sedimente erklären lassen.“

petrografer om mine iagttagelser over en over store strækninger udbredt formation af gneise, glimmerskifere, hornblendeskifere o. s. v. *over* og *ynge end* den forsteningsførende dictyonemaskifer (dictyograptusskifer), og at ingen eneste dengang vilde tro rigtig på mine meddelelser. De udmærkede og fuldkommen korrekte iagttagelser om fossiler i krystallinske skifere fra den første halvdel af århundredet var simpelthen *glemt**).

I slutningen af 70-årene fik studiet af de krystallinske skifere et mægtigt stød fremad navnlig gennem Schweitzer-geologerne Heims (tildels på Escher v. d. Linths undersøgelser grundede) og Baltzers arbejder; den allerede af Lossen (1869) antydede retning, der opfattede regionalmetamorfosen som en *dislokationsmetamorfose*, blev gennem alpegeologernes undersøgelser over de her i talrige udmærkede eksempler studerede *trykmetamorfoser* (mekaniske metamorfoser) snart almindelig anerkjendt som den rette vei til forståelse og regionalmetamorfosen i det følgende decennium mere og mere bevist i stor udstrækning at være en trykmetamorfose. De til en lav plads i formationsrækken nedflyttede krystallinske skiferformationer blev nu lidt efter lidt ved fossilfund flyttede op på sin rette plads igjen; de gamle fund af belemniter i de alpine krystal-

*) Endnu i 1882 skriver Rosenbusch i en anmeldelse af H. Reuschs fund (af 1881) af fossiler i Bergensskifrene: „Es dürfte ferner schwer zu bestreiten sein, dass es ausser dem Grundgebirgsgneiss auch metamorphe Gneisse giebt, die krystalline Äquivalente fossilführender Schichten sind“, som om dette først ved Reuschs fund var godtgjort, medens i virkeligheden allerede de ovenfor nævnte iagttagelser af Brochant, Charpentier, Studer o. a. allerede i den første del af århundredet helt ned til A. Müllers fund af enkrinitled o. s. v. i Casannaskifer 1866 (Verh. d. naturf. Ges. in Basel 1866) indeholdt præcis lige bindende beviser herfor! Forøvrigt var Reuschs interessante og betydningsfulde fund, selv efter at regionalmetamorfosen var kommen en vogue igjen, ikke det første fund af fossiler i krystallinske skifere; allerede i november 1880 fremlagde G. Meneghini i Pisa (i „Atti della societa Toscana d. scien. natur.“, novbr. 1880) en meddelelse om fund af ortocerer i glimmerskifer (vexlende med gneisskifer o. s. v.) fra Fociomboli, Puntata, Mosceta o. s. v. i de Apuanske alper, nær Lucca. Meneghinis fund blev ikke bekjendtgjort ved særskilte referater i Neu. Jahrbuch o. s. v. og blev derfor til at begynde med lidet kjendt og således for geologiens udvikling af mindre betydning.

linske skifere kom atter til hæder og værdighed og nye fossilfund fra talrige forekomster af regionalmetamorfoserede bergarter har bekræftet rigtigheden af den i begyndelsen af århundredet gjængse opfatning, at en over store strækninger udbredt af lokale eruptivmasser uafhængig omvandling af sedimenter til krystallinske skifere har fundet sted mange steder på vor jords overflade; kun er forståelsen af årsagerne til denne metamorfose nu gennem opfatningen af den i alle fald i mange tilfælde som en trykmetamorfose bragt et stort skridt fremad; nyere forskere er jo forøvrigt ikke blevne stående herved.

Medens i tiden fra midten af 60-årene til over midten af 70-årene forekomsten af yngre fossilførende krystallinske skifere fra regionalmetamorfosen var så at sige glemmt, havde studiet af kontaktmetamorfosen derimod omvendt gjort vigtige fremskridt ved mikroskopets hjælp, idet man nu i ganske anden grad end før kunde tage rede på sammensætningen af de oftest finkornige og tætte hornfelter og andre ved kontaktmetamorfosen dannede krystallinske bergarter; de vigtige undersøgelser af Lossen, Rosenbusch o. a. i midten af 70-årene havde her åbnet et nyt felt for mikroskopets anvendelse i petrografiens og geologiens tjeneste.

Således var på den tid, da Kjerulf skrev „Udsigten“, forekomsten af yngre krystallinske skifere dannede af forsteningsførende sedimenter ved regional metamorfose almindelig betvivlet og glemmt, medens en klarere forståelse af kontaktmetamorfosens væsen netop begyndte at trænge igennem. Kjerulf selv havde just på denne tid ved studium af profilerne i Lierdalen og ved Drammen udviklet sine bekjendte anskuelser om „*fodgraniter*“, som yngre end de overliggende ved deres optrængen forandrede og delvis „opslugte“ (indsmeltede) sedimenter. Kjerulf var her inde på en rigtig tanke, men som ved de fleste af hans hypoteser var der også ved denne noget besynderlig uklart, en mangel på evne til med kritik at kunne følge en tanke ud i sine konsekvenser; han vilde ellers med lethed kunne have undgået den

uheldige forestilling om „indsmeltningen“ og „opslugningen“, der ikke har nogen støtte i iagttagelserne i naturen. Gilbert, der forøvrigt allerede i 1877 fremsatte sin nu almindelig antagne „lakkolitheori“*), havde heldig undgået dette skjær; Kjerulf har tydeligvis endnu i 1879 ikke kjendt Gilberts arbeide.

Det lå derfor i 1878 ganske nær for Kjerulf at benytte ideen om fodgraniter også til forklaring af de krystallinske skifere på Vidda og tilstødende dele af det centrale Norge og derfra videre udover i „Høifjeldskvartsens“ område og således fremkom da den hele hypotese om den på Vidda underliggende granit som en fodgranit og om omvandlingen af den hele overliggende skiferformation ved kontaktmetamorfose nedenfra opad. Seet i lys af den i midten af 70-årene herskende opfatning forstår man nu også lettere, hvorfor bergarterne i den yngre gneisformation ikke fik lov til at kaldes gneise o. s. v.**), men skulde hede gneislignende skifere, gneisagtig tegnede skifere og endelig først og sidst urigtigst af alt „høifjeldskvarts“; ligeså forstår man bedre, hvorfor Hulbergets dictyonema og med den hele den overliggende formation skulde forvises ned til paradoxides-afdelingens nivå. —

Inden vi nu tager op til nøiere granskning de spørgsmål, der ligger indbefattet i Kjerulfs opfatning af fjeldbygningen inden „høifjeldskvartsens“ område, vil jeg endelig også til supplerung af det ovenfor meddelte 16—18 år gamle iagttagelsesmateriale først meddele en del egne iagttagelser fra sidste sommer***) dernæst også et antal ældre iagttagelser uddragne af den geologiske undersøgelses dagbøger af forskjellige reisende.

*) G. K. Gilbert: „Report on the geology of the Henry mountains; Unit. St. geogr. and geol. survey“ o. s. v.; dir. I. W. Powell; 1877; 4to.

**) Dannelse af feldspat i kontaktmetamorfoserede bergarter ansæes nemlig dengang som en ren sjældenhet eller benægtedes rent ud (cfr. f. ex. Rosenbusch Mikr. Phys. B. II (1877) S. 43).

***) Disse iagttagelser udførtes under reiser for undersøgelse af de geologiske forhold langs den påtænkte Bergensbane, i selskab med d'hr professor Vogt, direktør Friis og direktør L. Eger.

Høifjeldsformationens udbredelse.

Profler over rækkefølgen i skiferformationen fra Ulvik og Voss fra 1892.

Norrdalen (Osedalen), nordost for Ulvik i Hardanger.

Langs Osefjorden er på begge sider gneisgranit herskende; den er oftest stærkt stribet, undertiden rent gneislignende, ofte med udpræget oiestruktur.

Også op gennem Norrdalen fortsættes gneisgraniten på begge sider af dalen i svære vægge helt til tops et godt stykke op gennem dalen. Oiegranit iagttoges flere steder, men i almindelighed er graniten så stærkt presset og udvalset, at den er stærkt skifrig og lidet granitisk at se til; faldet af stribningen (skifrigheden) iagttoges flere steder til c. 35° å 40° NO eller N 30° O o. s. v.

Granitgræsen sees i dalvæggene til begge sider at falde temmelig stærkt mod nord; selve grænsefladens fald er antagelig c. 10°. Ved grænsen mod den overliggende skiferformation danner dalen en afsats med fos i elven og snevrer sig stærkt sammen.

Underst på graniten kommer først en sort eller i alle fald meget mørk alunskiferlignende fyllit, med fuldkommen alunskiferkarakter, smudsende, småsmulrende med sort streg, men ved nærmere påseende tildels tydelig grafitførende. I denne mørke fyllit, der fuldkommen modsvarer den underste afdeling i Hulberget, er bergarten forholdsvis lidet indsprenget med parallel skifrighedsfladerne indleiede kvartslinser og kvartsårer,

ihvorvel saadanne ikke fattes i den hele mægtighed. Denne går op til omtrent 50 meter.

Umiddelbart over den sorte ålunskiferfyllit kommer først nogle lidet mægtige kalklag c. 2 meter og derpå c. 30 meter grøn fyllit med talrige kvartslinser, og derover omtrent 10 meter blågrå *kalksandsten* og uren kalksten. — Derover atter i stor mægtighed c. 50 meter grøn fyllit med talrige kvartslinser i den nedre del med et par ganske tynde kalklag; så mørkere sortgrøn fyllit af ubestemt mægtighed antagelig 10—20 meter; et lidet kalklag på $\frac{1}{2}$ —1 meter, på strækningen fra Osedalen til Nipane tjenligt som ledende lag, atter c. 90 meter grøn og grågrøn fyllit i de forskellige lag med vekslede mængde af indleiede kvartslinser. Den samlede mægtighed af hele den i profilet med (2) betegnede afdeling tilsammen c. 200 meter eller måske mere. Mægtighedsbestemmelsen frembyder foreøvrigt store vanskeligheder, da der utvivlsomt flere steder findes glideplaner og spor af stærk sammenpresning.

Den grøngrå fyllit har samme egenskaber, som på Vidda, er krumbladig, ikke planskifrig, og fuld af kvartslinser, fra ørsmå, papirtynde op til $\frac{1}{2}$ meters tykkelse, i ujevn fordeling indenfor den hele mægtighed. Den er blottet kontinuerlig på opstigningen fra nedenfor Osesæteren til et stykke før man når til Revane.

Revane (N for Nipahogda på amtskartet) danner en særskilt afsats, i c. 100 meters mægtighed bestående af en planskifrig af flere slettesystemer stærkt opspaltet helleskifer; bergarten er hård, tildels kvartsitlignende, dog i virkeligheden ikke kvartsit, men helleflinta (og andre stærkt pressede krystallinske skifere), planskifrig ved et eller andet mineral af glimmer-kloritgruppen, der danner belæg på skifrihedsfladerne, snart mørk, indtil dybt chokoladefarvet, snart grøngrå, endog helt hvid. På grund af de i flere retninger gjennemløbende slettesystemer er bergarten opspaltet i parallel-epipediske blokke; ved selve Revane er sletterne åbne og danner en række gabende spalter, indtil 1 meter brede og ofte meget dybe over længere strækninger. Medens fylliten,

der er lidet gjennemsat af sletter, danner meget grov ur med vældige blokke, er uren under helleskiferen småblokket og skiferen danner selv gjerne brat væg.

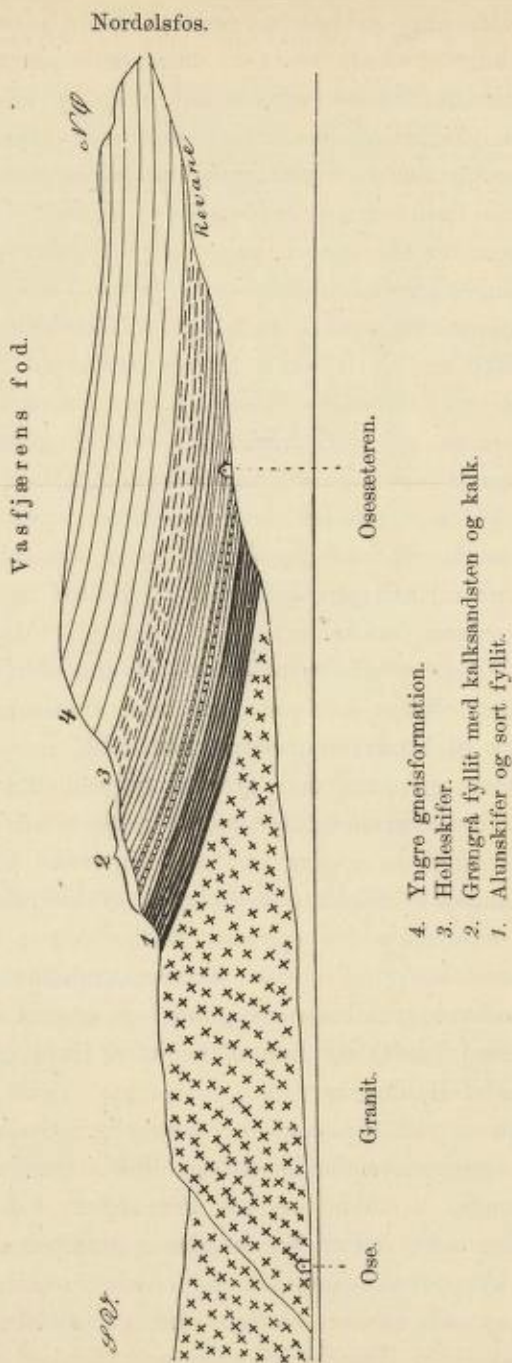
Opad går helleskiferen umærkelig over i planskifrige gneisbergarter og andre krystallinske skifere i stor mægtighed i den bratte fjeldvæg på nordvestsiden af Norddøla hele dalen opigjennem fra Osesæteren på venstre hånd; ved selve Osesæteren ligger nedfaldne blokke af denne formation af krystallinske skifere, den samme suite som i Hårteigen.

Profilen er her i denne bratte flere tusen fod høje væg, der afslutter Vasfjærens svære masse mod øst, så klart og overbevisende, at der ikke kan være nogensomhelst tvivl om, at den ovenpå gneisgraniten hvilende formation, der her som på Vidda begynder med alunskifere, opad afslutter i en mægtig rækkefølge af gneise og andre krystallinske skifere, aldeles som i Hårteigen, i Valdalen, i Røldal og i toppene øst for Sørfjordens dalføre.

Fra Osesæteren fortsætter de lavere afdelinger i fjeldstrækningen Nipane mod øst; går man fra Revane tværtover Nipahøgda til Nipavand passerer man nedover i lagfølgen fra helleskiferen gennem den grønne fyllitafdeling og derunder gennem alunskiferen og den mørke fyllit indtil grænsen mod den underliggende gneisgranit ved Nipavand. Man ser her fra skråningen af Nipahøgda, hvordan granitgrænsen strækker sig i en buet linie fra sydvest mod nordost; øst for denne linie udbreder sig et større sammenhængende granitområde med lys farve, fuldkommen goldt og nøgent indover fjeldmarken med høider og dale til henimod Hardangerjøkelen og udløberne af Hallingskarven.

Grænsen ved Nipavand er mærkelig. Gneisgraniten her er stærkt presset, temmelig skifrig, ofte øiegranit, ofte næsten gneislignende. Umiddelbart ved grænsen mod den påliggende alunskifer i østre fod af Nipahøgda er graniten ensteds belagt med en skorpe af eiendommelig *rivningsbreccie*, på en større flade lige ved vandet blottet som på afsleben flade ved gletscherskuring. Denne breccies beskaffenhed viser klarlig,

Fig. 17. Profil langs NV-stre dalvæg i Norddalen fra Ose til Norddølefossen.



at graniten som en fast bergart har været oppresset i brudstykker langs grænsefladen mod den overliggende skifer og at dennes materiale er knadet ind mellem brudstykkerne, der ligger sammenkittede af en mørk hård masse, tydeligvis alunskifermateriale med rigelig udskilt kvarts.

Profilen Eide (ved Gravensfjord) til Vossevangen.

Ovenpå grundfjeldet på begge sider af Gravensfjord (gneisgranit, stærkt presset) kommer i høiderne langs den sydlige del af Gravens vand med den sædvanlige rækkefølge de krumbladige kvartsknollede glinsende skifere (fyllitafdelingen) i betydelig mægtighed. Over disse skifere kommer i Jobrunas svære masse underst den planskifrige helleskiferhorisont og derover meget mægtig gneisafdelingens bergarter. Man har fortræffeligt profil i denne suites bergarter såvel i Jobrunas fortsættelse mod vest ved opstigning f. ex. fra Spilde, som også langs den nye chaussée ved Skjervet. Bergarterne er i den lavere del af gneisafdelingen her tildels mørke, glimmerrige, mere finkornige, tildels også med hornblende og granat, høiere oppe grovkornigere, feldspatrige lys rødlige eller hvide gneise, i regelen udmærket skifrige sribede, med hyppig vextling af bergarten, i hoiden tildels endog temmelig grovkornige, med overveiende feldspat, her og der med oiestruktur o. s. v. Mægtigheden er her meget betydelig, efter hoiden af Jobruna at dømme flere tusend fod. Faldet er i Jobruna selv fladt, svævende; her er sandsynligvis en skålformig mulde (vest for Jobruna er faldet tildels noget steilere i hoiden).

Chausseen går fra Skjervet af en længere strækning henover gneisafdelingens svævende lag til forbi Dale. Under nedstigningen mod Voss ser man tydelig nok, at de glinsende skifere, som indtager den frugtbare dalbund i hele Vossebygden, ligger *under* gneisafdelingen. Overgangsbergarten mellem begge er en udmærket planskifrig helleskifer, der mange steder på Voss brydes som tagskifer og til tykkere heller. Lavest i de glinsende skiferes afdeling kommer på Voss som på Vidva mørke alunskiferlignende fylliter.

Det store område af glinsende krumbladige fylliter med kvartsårer på Voss, der i stor bredde indtager den lavtliggende dalbund på begge sider af Vangsvandet, Lundarvandet og Lønevandet og videre mod nord til henimod Opheim er på alle sider omgivet af overleieende høiere fjeld af den yngre gneisafdeling: Gråsidan (syd for Vangsvandet), Løvdalshovden og Lønehorje (nord for Vangsvandet og vest for Lønevandet) viser i sine svære bratte vægge, hvilken betydelig mægtighed gneisafdelingen her har; de nedfaldne blokke under Lønehorje viser de samme bergarter, som ellers i denne suite, hellefinter, finstribede gneise, grovkornigere oiegneise o. s. v.

Oversigt over den yngre gneisformations (hoifjeldskvartsens) udbredelse fra Fuse i Bergens stift til Gausdal.

Af gamle dagbøger fra 1875 og 1876 af cand. real. Joh. Friis, opbevarede i den geologiske undersøgelses arkiv og velvilligst overladte til afbenyttelse, sees, at den samme lagfølge, som ifølge det ovenfor meddelte er herskende på Hardangervidda, i Voss o. s. v. også findes i Vikør, Strandebarm og Fuse.

Af hans iagttagelser hidsættes i kort uddrag og sam-mendrag:

Fra Strandvik (i Fuse) opover mod fjeldet Axlen (2110' eller 662 meter) lys glimmerholdig kvartsskifer, feldspathoidig metamorfoseret skifer og mørk glimmerskifer, alle med fladt fald; høiere op i lagfølgen meget gneislignende bergart til henimod toppen af Axlen, hvor denne bergart gik over i gneisgranit. På nedstigning fra Axlens top mod øst atter gneisagtige skifere i mægtige flade lag; i bunden af dalen glimmerskifer med fald 30° VSV.

Under denne suite af glimmerskifer og „gneislignende bergarter“ ved Berge og Ekeland, på nordsiden af Fusehalvøen, glinsende skifer (fyllit), ligeså på sydsiden af halvøen ved

Ljøtum glinsende skifer *under* den nævnte suite, og under den glinsende skifer her igjen kvartsit i tykke bænke. Også mellem Dalland over Rein til Sjørsand i den sydvestlige del af Fusehalvøen underst blød glimmerskifer (glinsende skifer) derover kvartsskifere og meget gneislignende bergarter o. s. v. Friis fremhæver de herskende flade fald i hele Fuse; efter hans beskrivelse er det utvivlsomt, at vi også her har en suite underst med kvartsit (svarende til blåkvarts på Vidda?) derover mægtig glinsende skifer, derover kvartsit (helleskifer) og en mægtig afdeling af *gneise*, *glimmerskifere* og *andre krystallinske skifere*. At en stor del af det, der af Friis er betegnet som kvartsit også her i Fuse er feldspatførende bergarter (helleflinta o. s. v.) er utvivlsomt af hans medbragte prøver. Hvorvidt bergarten i Axlen virkelig er gneisgranit er vel vanskeligt at afgjøre; også i Jobruna er en del af gneisbergarterne så lidet skifrige at man alene efter bergarten i håndstykke at dømme undertiden skulde ville bruge navnet gneisgranit. I ethvert fald måtte denne gneisgranit i Axlen i så tilfælde danne en kage ovenpå de gneisbergarter, glimmerskifere og helleflinter, der i horisontale lag opbygger Axlens fodstykke. For forholdene i Fuse sammenlign forøvrigt rektangelkartet „Bergen“, hvor også sees, at grundfjeldet i Hellelands fjeld nord for Ekelandsfjorden overleies af glinsende skifere i Hålandsdal, som fortsætter rundt det høie land i midten af Fusehalvøen (fra Rødfjeldet mod vest til forbi Axlen) over Skogseidvand og langs sydsiden af Henanger vand, tydelig efter kartet overleiede af kartets „gneiskvartsetage“, der karakteriseres som bestående af „grå og hvid kvartsskifer, glimmergneis med sort glimmer og rødlig gneis“. — — — — —

Ifølge J. Friis's iagttagelser findes i Vikør et felt af den yngre gneisformation („høifjeldskvarts“) ovenpå den undre afdeling af glinsende skifer på fjeldstrækningen mellem høiderne syd for Homlegrøvandets sydende i nord og henimod Myklevand og Fidjedalsvand i syd. På veien fra Lien ved Homlegrøvands sydende til Østensjø iagttag Friis nemlig i fladt faldende lag først i høiden op fra vandet op gennem

skaret „vældige fjelde af glinsende skifer med ostsydostligt fald og ganske spækkede med kvartskonkretioner“, vedvarende „til toppen af skaret c. 2400' over havet, men her træffes overliggende rødlig kvartsskifer (?), som undertiden mærk- værdig ligner gneisgranit“. Disse bergarter fortsætter, dog mere kvartsitlignende sydover med svævende fald indover høiderne og på nedstigning til Eivind sæter. Herfra nedover til Fidjedalsvand (c. 850' o. h.) og videre til Østensjø mægtige glinsende skifer under den i høiden liggende afdeling af kvartssiter (helleflinter) og gneise.

Mellem Fiksensund og Hodnaber ved nordostenden af Homlegrovand fandt Friis ligeledes den yngre gneisafdeling liggende over glinsende skifer; Friis betegner bergarten som kvartsskifer, men bemærker udtrykkelig: „denne overliggende kvartsskifer ligner ofte ganske forbausende gneisgranit, medens den til andre tider viser sig som typisk kvartsskifer“ (helleflinta). Disse bergarter fortsætter nordover til man ved Narheim støder på glinsende skifer (c. 1250' o. h.) underliggende, med sydligt fald. Disse glinsende skifer fortsætter nu sammenhængende mod nord gående over i det store felt omkring Vangsvandet og udefter hele Vossebygdens lave land.

Afstanden fra Fiksensund til forbi Vasfjæren er over 50 kilometer i retning VSV—ONO; på hele denne strækning udbreder sig gneisafdelingen nord for en linie Fiksensund—Gravensvand—Solsivand—Vasfjæren og herfra videre mod NO sammenhængende over den underliggende afdeling af glinsende skifer. Mod nord rækker gneisafdelingen fra fjeldene ved Vangsvandet på Voss helt frem til Sognefjorden*).

Den samlede flade af fjeldgrund som indtages af gneisafdelingen i Vikør, Ulvik, Voss, Vossestrandens, Viks og Aurlands præstegjælde (med udligere i Samnanger, Hålandsdal og Fuse) må anslæes til mindst 1500 kvadratkilometer.

*) Oversigtskartet af 1878 angiver kun udbredelsen temmelig på slump; navnlig er labradorstensfeltet mellem Mjølffjellet (nord for Ulvik på sydsiden af Rundalen) og Sognefjorden angivet flere gange for stort på bekostning af gneisafdelingen, der findes både i Næredalen og langs Sognefjorden.

Men regner man med de strækninger, hvor gneisafdelingen her må have ligget over den underliggende afdeling af glinsende skifere og senere er bortroderet kommer man til langt høiere tal, flere tusind kvadratkilometer.

Forbinder man udliggerne på Vidda og i dennes sydlige grænsetrakter, hvor endnu gneisafdelingen er opbevaret, med feltet omkring Voss, må man regne op imod titusindet af kvadratkilometer, der må have været dækkede af en sammenhængende udbredelse af en formation af yngre gneise og andre krystallinske skifere, hvilende *over* en afdeling af glinsende skifere, der i sin undre del fører forsteningsførende lag.

Som nedenfor skal berøres har imidlertid formationen i sine hovedtræk den samme karakter også i sin fortsættelse fra egnen vest og nord for Hallingjøkelen og Hallingskarven (Strandefjord) gennem de høieste dele af det centrale Norge helt til Svatsum og Espedalen. Uagtet bygningen her mange- steds er langt mindre enkel, end på Vidda, i Voss o. s. v., hvor overleiningen af gneisafdelingen med fladt eller svævende fald over den underliggende afdeling af glinsende skifere kan forfølges sammenhængende over lange strækninger og iagt- tages i nær sagt utallige vel opsluttede profiler, så er der også her nok af steder, hvor rækkefølgen er ligeså utvivlsom, hvad også Kjerulf bemærker (Udsigten s. 165: „Leiningsforholdet — er tydeligt nok overliggende“).

I fjeldene inderst i *Aurland* (øverst i Flåmdalen: Haga- berget etc.) er lagfølgen: gneisafdelingen ovenpå fyllitafdelingen klar nok; jeg havde selv anledning til at overbevise mig herom sidste sommer.

Dette felt hænger sammen med det store Vossefelt over Rundalen. Vidtløftige undersøgelser over lagfølgen i Aurland, såvelsom i Fejos, Vangsnæs, Lekanger, Lærdal, Årdal, Sogndal og langs Lysterfjorden har nuværende gardein Th. Münster*) i årene 1883 og 84 anstillet under reiser for den geologiske undersøgelse; hans dagbøger fra disse år er velvilligst stillet

*) Foruden Th. Münster har også bl. a. M. Bugge reist i disse trakter. Resultaterne af hans iagttagelser stemmer med Münsters.

til min disposition og følgende oplysninger derfra uddragne; oversigtskartet i 1:1 000 000 over disse trakter er aldeles vildledende.

Ved *Fretheim* (Viken) inderst inde i Aurlandsfjorden over grundfjeldet først glinsende skifere, derover gneislignende skifere vxlende med kvartsskifere. — (²³/₇ 84.)

Af profilerne fra Aurland kan nævnes Blåskavlens profil (Blåskavlen 5600' eller c. 1760 m. o. h.). Fra dalbunden opover til Toreli granit (mellem Toreli og Bjørge oiegneislignende). Derover glinsende skifere med svagt fald i hele Høiskarnuten. Ovenfor Kvammedalssæter i en høide af 1300 m. o. h. kvartsskifere med steilere fald mod NO, over disse gneisagtige lag med uregelmæssigt strøg og fald. Hele Blåskavlen består af sådanne gneislignende bergarter; granat hyppig bestanddel af lagene.

Profil fra *Fejos* til Viasæt sæter. Et stykke op gennem dalen grundfjeld med steilt fald (70° S 40° O o. s. v.); derover glinsende skifere, grønlig og mørke, med kvartsårer o. s. v.; derover, hvor veien tager af til Lunde, kvartsskifere; et stykke ovenfor Lunde vxler disse med gneisagtige skifere; noget høiere en småkrøllet blålig skifer med afrundede feldspatkorn, noget oiegneislignende. Nedenfor Viasæt gabbro. — (³¹/₇ 84.)

Angående profilerne skal kun tilføies, at Münster bemærker om profilet langs Falleviken, at man her tydelig nok ser, hvorledes det lavere land med de dyrkede strækninger bestående af glinsende $\frac{3}{4}$ skifer overleies af de kvartsigere lag (høifjeldskvartsen). Om denne heder det i profiler fra Skrik (⁴/₇ 84) at over de glinsende skifere kommer først ved Fodnastøl en glimmerskiferagtig bergart, glimmerrig kvartsskifer (helleskifer) med fald 20° S 30° O derover kvartsigere skifere, gående over i kvartsiter. I den vestlige del af Skrik er der en slags glimmerskifer med enkelte mere gneislignende lag (kvarts, feldspat, hornblende) o. s. v.

Af Münsters talrige profiler fra Lekanger og Sogndal hidsættes:

Fig. 18 og 19.

2 parallelprofiler fra Løkanger og Sogn dal. (Meddelt af geografen Th. Münster.)

Målestok for både høide og længde 1 : 100 000.

Fig. 18. 1) Profil fra Grindedalsgrovi langs Felleviken til Fimreiteåsen.

Granit.

Fyllitafdelingen.

Kvartsit-gneisafdelingen.

Gabbro.



G. Grindedalsgrovi.

H. Hamnerskarshougen.

L. Løkanger kirke.

F. Felleviken.

S. Sogndalsfjord.

Finn. Fimreiteåsen.

Fig. 19. 2) Profil fra Flyygarensøter i Henjumdalen over Skrik til østtiden af Noreimsfjorden (Sogndalsfjorden).



Flyygarensøter. Luseggen. Skareggen.

Skrik

Talbergfjeld

Fig. 20. Profil Gaupne—Ingeborgfjeld. 1:100 000. (Th. Münster 1883.)

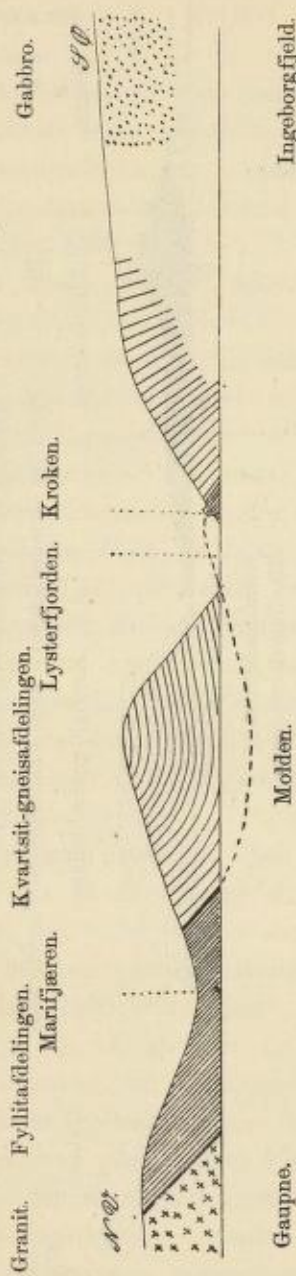
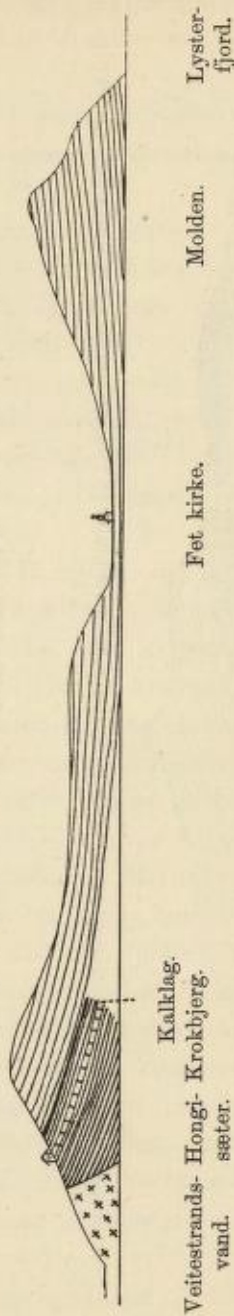


Fig. 21. Profil Veitestrandsvand—Lysterfjord. (Th. Münster 1884.)



Det bør bemærkes, at Münster fra disse profiler som fra adskillige andre af sine profiler fra Sogn omtaler hyppig gjennemsættende gange af yngre granit (hvid granit o. s. v.) både i fyllitafdelingen og i gneisafdelingen; således nævnes i det aftegnede profil gange af granit i de glinsende skifere i Hammerskarhougen. Disse yngre graniter, der efter min opfatning er genetisk nære forbundne med labradorstenene i Sogn (hvid granit gjennemsætter ifølge Münster også labradorsten), har intet med grundfjeldets gamle granit på Vidda etc. at gjøre.

Det drag af glinsende skifere med overliggende kvartsitgneisetage, som optræder i de ydre dele af Sogndal, fortsætter opover mod nord. Ved Lerheim fandt Münster ligeledes glinsende skifere med fald 25° S 20° O stikkende ind under gneisagtige skifere ved Fardal. — ($\frac{2}{8}$ og $\frac{3}{8}$ 84.)

Ligeså i *Barsnæsfjordens omgivelser* og videre over til *Solvorn*. Her i dalbunden granit, derover i fjeldet Nipen (syd for Solvorn) ved Sætålen glinsende skifere, derover kvartsrigere skifere under selve Nipen mere forandrede, i toppen gneisagtige skifere med fald 20° S. — Lignende forholde nord for Solvorn. Her kan efter Münster anføres profilerne fra *Gaupne* over Marifjøren og fjeldet Molden samt tværtover Lysterfjorden til Kroken og videre til Ingeborgfjeld (1883) og fra Veitestrandsvand over Fet kirke og Molden til Lysterfjord (1884). (Fig. 20 og 21.)

Graniten ved Veitestrandsvand er lig Solvorn—Sogndalsgraniten. Kalkstensdraget ved Hongisæteren er en glimmerrig kalksten af gråblå farve i tykke lag indleiet i de glinsende skifere. Kwartsskiferne er i den lavere del glimmerrige; også øiegneislignende bergarter nævnes.

Også fra de indre dele af Lysterfjorden har Münster optaget en hel del profiler; af disse kan nævnes: profil fra Vigdalen (sidedal til Jostedalen) over Døsen til Sørheimsfjeld (Fig. 22 næste side).

Fra den inderste del af Lysterfjorden fra Fortun findes også i Münsters dagbøger en mængde notiser. Herfra har

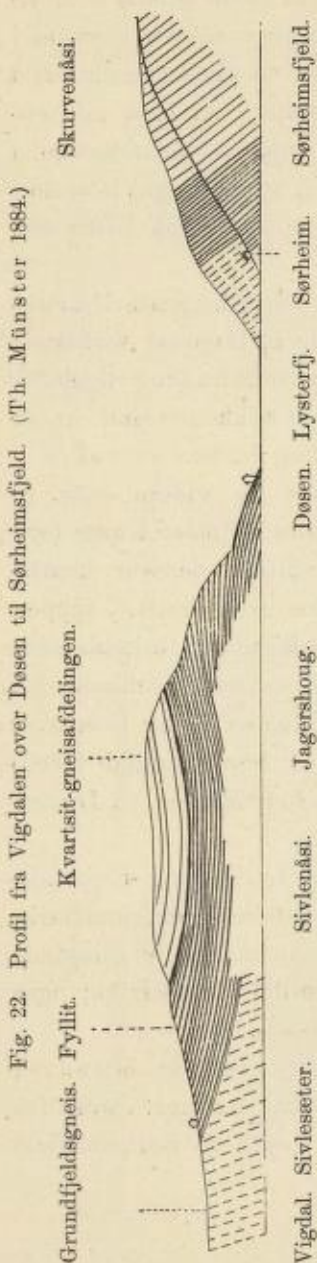


Fig. 22. Profil fra Vigdalen over Døsen til Sørheimsfjeld. (Th. Münster 1884.)

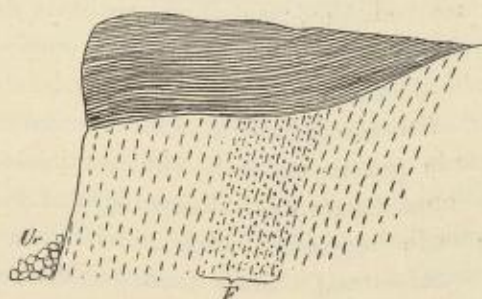
også Törnebohm omtalt et profil*) fra Dølefjeld til Lysterfjorden. Han siger: „Utefter hela vägen öfver Dølefjeld fann jag gneiser vara rådande, dels vanlig röd gneis, dels grönaktiga, omvandlade gneiser med starkt presadt utseende. Först der nedstigningen mot Lysterfjorden började, visade sig högfjellsquartsiten, som här var temligen glimmerskifferartad. Stupningen är flackt inåt fjellet, således till utseendet in under gneiserna. Under högfjellsquartsiten kommer, just i den brantaste dalslutningen, en mäktig bildning af fyllitisk lerskiffer med grafitiskifferartade lager. Lerskiffern hvilar på en ljus quartzit-skiffer, som mycket liknar den öfverliggande högfjellsquartsiten, men är något mindre regelbundet skiktad än denna. Under denna quartzit kommer åter gneis. Quartzit och gneis uppträda således äfven här symmetriskt på båda sidor om lerskiffern; äfven här hafva vi därför efter all anledning en starkt sammanpressad trågformig böjning, men vida mera liggande än vid Garmo.“

Efter Münsters iagttagelser

*) I afhandlingen om höifjeldskvartsiten, l. c. s. 41—42.

kan Törnebohms opfatning af Lysterprofilen, der jo også kun støttede sig til iagttagelser fra en enkelt dagsmarsch, ikke gjerne være rigtig; de underliggende kvartsiter og gneise og de overliggende kvartsiter og gneise er ikke de samme, idet de første tilhører grundfjeldet, de sidste en yngre formation; heller ikke er nogen fold tilstede. Således fremhæver Münster fra Mørkrisdalen, hvorledes de glinsende skiferes etage tydelig ligger med fladt fald afvigende over grundfjeldets lag med dens stærkere fald ($11/7$ 84); fra Liafossen over Ormeli anføres, hvorledes grundfjeldets lag afskjæres tvært af de glinsende skifer. „Grænsen stiger stadig høiere op på fjeldet.“ Også anføres at „Bjørkenåsi tvært over på den anden side af Fortundalen viste udmærket pent grænse mellem den glinsende skiferetage, der ligger med svævende lag over grundfjeldets steilt stående lag, hvorimellem falbånd. Grundfjeldets lag med steilt fald har man helt op på høifjeldet“. Münster anfører som de laveste lag i de glinsende skiferes etage blålig kvartsskifer (svarende til blåkvartsen på Vidda?) og derover mørk glinsende skifer o. s. v. Münsters profil fra Bjørkenåsi anføres her til yderligere opklaring. — ($20/8$ 84.)

Fig. 23. Profil over Bjørkenåsi, Fortundalen.



Glinsende skifer.

Grundfjeld; de tættere stribede lag ved *F* er falbånd.

Også fra Fortun op gennem Bærdalen og over fjeldet til Årdalsvand samme profil først grundfjeld, så fladt faldende glinsende skifer, så kvartsskifer og derover forvandlede

gneisagtige skifere til forbi vandskillet, hvor gabbrobergarter møder. — ($\frac{22}{8}$ og $\frac{23}{8}$ 84).

Ved Årdalsvandet og opigjennem Utladalen hersker ifølge Münster overalt gneisbergarter af den yngre gneisformation; de fortsætter herfra op indover Jotunheimen (se nedenfor).

Ovenfor nævntes om den herskende lagfølge i Aurland op gennem Flomdalen; lagfølgen gneisafdelingen ovenpå fyllitafdelingen er her klar nok. Men herfra er der ingen afbrydelse at regne for over til det store felt af disse yngre skiferformationer, med gneisafdelingen øverst, der strækker sig over fra fjeldene længst vest i Hols præstegjæld og nord fra Strandefjord (Fjeldsenden o. s. v.) op til fjeldene syd for Maristuen (Bleja, Suletinderne o. s. v.). I dette felt er lagfølgen med de glinsende skifere underst, gneisafdelingen øverst kjendt allerede fra Keilhau's tid. Fra *Fjeldsenden*, mellem Strandefjord og Djupsvand har dr. Reusch meddelt mig følgende profil til afbenyttelse (dagbog 1878): „Amtskartets situation er på strækningen mellem Strandefjord og Djupsvand ikke tilfredsstillende. Strækningen mellem den sydlige halvdel af Djupsvand og den østlige halvdel af Strandefjord er et bølgeformigt landskab temmelig jevnet klædt med vegetation. Over dette hæver sig mod nord som en langstrakt mur et ovenpå af stenur og sne bedækket fjeld, hvis vestligste del nok fører navnet „Skorpa“. „Fjeldsenden“ er også omgivet af steile næsten overalt ubestigelige skrånninger. Landskabet nedenfor muren består af mørke glinsende skifere, muren selv består nederst af hårde grå krystallinske skifere, tildels rene kvartsiter; længer oppe foruden af sådanne også af granit-, gneis- og gabbrolignende bergarter. Disse forekommer i lag tildels af fods og tommes mål, tildels i større ensartede partier. Leieformige gange af grovkornig granit optræder.“ Nederst ved Strandefjord under de glinsende skifere er granit. — Fjeldsendens profil beskriver Reusch således: „I foden granit for det meste noget grovkornet, særdeles jevn og ensartet. Derover mørke glinsende skifere faldende svagt SSO tildels med små årer og linser af kvarts; derover hårde grå skifere,

tildels ren kvartsit, med noget glinsende skifer iblandt; derover granit, tildels protogingranit, tildels glimmerførende hornblendegranit o. s. v. i et mægtigt lag; derover gneislignende bergarter; så granit vexlende med kvartsit og i toppen gneis.“

Det bør bemærkes, at når Reusch taler om granit i bænke vexlende med gneise, kvartsiter o. s. v., så er dette vistnok kun et udtryk for hans opfatning af gneisformationen som delvis bestående af pressede graniter. Efter hans beskrivelse af disse graniter får man et aldeles overbevisende indtryk af, at gneisformationen her i feltet ved Strandefjord ikke er anderledes beskaffen, end på Voss, i Sogn o. s. v. Det er også kun i Fjeldsenden, at Reusch taler om graniter; i Folleskarskarven nævnes kun „gneislignende bergarter“.

Fig. 24. Profil fra Folleskarskarven (nordlig udløber af Hallingskarven) over Strandefjord til Fjeldsenden. (Meddelt af dr. H. Reusch efter dagbog af 1878.)



Folleskarskarven. Raksteindalen. Yngledalen. Strandefjord. Fjeldsenden.

4. Gneislignende bergarter.
3. Grå kvartsit.
2. Glinsende skifere.
1. Granit.

Folleskarskarven tilhører Hallingskarvens fjeldmasse og danner et fremspring mod nord fra denne; det er således af interesse, at Reusch's profil med bestemthed viser, at i det mindste en del af Hallingskarven indtages af gneisformationen, der her som ellers i disse dele af landet sammensætter de høieste toppe. I Hallingskarven skulde efter T. Dahll's beskrivelse findes granit, der efter hans opfatning skulde være yngre, end skiferformationen. Det kan foreløbig ikke uden nærmere undersøgelse benægtes, at denne opfatning kan være rigtig; i Sogn findes jo, som ovenfor nævnt i nære genetisk sammenhæng med de her optrædende labradorstene og gabbror

også graniter (i regelen hvide, plagioklasrige eiendommelige typer), der utvivlsomt er yngre end skiferformationen. De prøver af Hallingskarvens granit, jeg har seet, har imidlertid ikke denne karakter; et præparat viser en typisk, middelskornig til finkornig granit med rigelig titanit og ortit; bergarten viser spor af at være noget men ikke just meget presset. Reusch nævner fra nordostskræningen af selve Hallingskarven bergarter, som han anså for grundfjeldsbergarter, grå gneis i steile lag, granit, atter finkornig gneis med steilt fald o. s. v. Keilhau omtaler (Gæa norv. S. 390) at Hallingskarvens granit på nordsiden er ganske gneisagtig, men nævner også typisk granit. Sikkert er, efter Reusch's ovenfor meddelte profil at i alle fald i den midtre del af Hallingskarvens nordside den yngre gneisformation optræder. Hvorvidt her tillige findes yngre granit eller blot gammel grundfjeldsgranit som opbulet underlag får stå derhen.

Fra den nærliggende *Hallingjøkel* (Hardangerjøklen) omtaler allerede Keilhau (Gæa norv. S. 388) følgende svagt faldende lagrække: „Nærmest over grundfjeldet lerskifer^{*)}, derefter kvartsskifer (helleflinta?), høiere oppe en veksling af kvartsskifer og hornblendeskifer og endelig øverst en fuldstændig hornblendegneis, i hvilken sidstnævnte skifer lidt efter lidt går over.“ Den samme rækkefølge som i fjeldene på begge sider af Strandefjord findes også i Reinsfjeldet, Blåbergene, Hemsedalshornet og andre høie toppe i *Hemsedal*, og herfra over til fjeldene syd for Maristuen og Nystuen, hvorfra Kjerulf har leveret profiler (Suletindernes profil se „Udsigten“ S. 207); profilet over søndre Suletind er efter en gammel dagbog af H. Mohn (i den geol. undersøgelses arkiv) fra 1859. Det bør bemærkes, at Mohn om den som en plade indtegnede hornblendegranit bemærker, at den er stærkt folieret; han betegner bergarten forøvrigt som „folieret syenit“. Om høifjeldskvartsen i profilet anføres udtrykkelig, at følgen

*) Det vil sige glinsende skifer, fyllit; se ovenfor min dagbog profilerne fra Grydeberget, Grønnenuten o. s. v., der mod syd danner fodstykket for Hardangerjøklen.

i den er: stribet hvid og grå kvartsskifer, så hvid kvartsit, derefter grå kvartsskifer med feldspat og granater, altså antagelig her som ellers en gneisbergart.

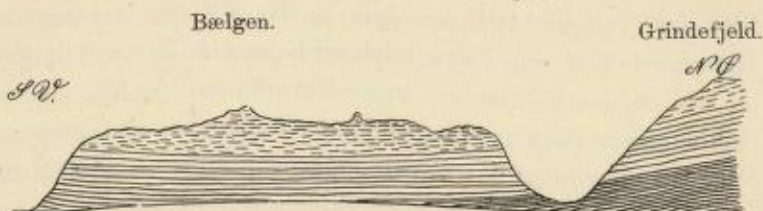
Hemsedalsfeltet hænger efter Kjerulf sammen med den over fyllitafdelingen udbredte gneisformation, der fra Nystuen af strækker sig op gennem Jotunheimen; også fra Lyster og Årdal af hænger Sogns yngre gneisformation sammen med gneisformationen i Jotunheimen. Rækkefølgen er også her den samme; ovenpå grundfjeldet (granit) ved Smeddalsvand — Nystuen først sort alunskiferfyllit, så den almindelige grøngrå fyllit, så grå hårdere helleskifere (kvartsit, helleflinta) derover stribede gneise, finskifrig pressede øiegneise (f. ex. i Stugunøset, i Stølsnøset ved sydenden af Tyin profil fra Nystueveien af op langs den nye chaussée til Tyin) o. s. v.

Th. Münster har offentliggjort en række profiler fra Jotunheimens *) vestligere dele. Af disse kan fremhæves profilet fra grundfjeldsranden (grå gneis) NV for Bøverdalen i Runningsbræen over Bøverdalen og Leirdalen til Galdhøpiggen og fra Sulheims—Storhø over Bøverdalen og Visdalen til Gokkeraxlen, samt fra Rusvandet over Sjodalen til Ingussjøen. Følgen i alle de af Münster opgæede profiler er overalt den samme: underst fyllitafdelingen (tildels med indleining af krySTALLINSKE urene glimmerholdige marmorlag), derover „hoifjeldskvartsen“, der beskrives dels som kvartsiter (hellefinter) dels også som gneisagtige lag (f. ex. fra Eisteinshøvd o. fl. st.); utvivlsomt er disse gneisbergarter også i Jotunheimen meget udbredte, men den ældre betegnelse „hoifjeldskvarts“ har her som ellers influeret på iagttageren. Hvad aldersforholdet til gabbroerne i Jotunheimen angår, har Münster ikke særlig omtalt dette, idet han sikkert har gået uden videre ud fra, at gabbroerne er yngre end gneisafdelingen; i hans profiler ligger de over denne. Som ovenfor nævnt viser iagttagelserne fra Sogn o. s. v. bestemt, at labradorstenen er yngre, hvilket da antagelig også gjælder jotungabbroerne.

*) „Dagbog fra en reise i Jotunfjeldene juli 1882“, i *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28 S. 198—214 (1884).

Også syd for det af Münster undersøgte fjeldparti, nemlig i høiderne på begge sider af *Vangsmjøsen* er lagfølgen den samme: over grundfjeldet (ved Øie kirke f. ex.) først mørke og lysere grøngrå fylliter, sa hellekifere, der danner en murkant, så i de store høider gneise af de sædvanlige typer i gneisafdelingen (f. ex. i Skjoldfjeld, Grindefjeld), med flade fald; disse høider er fortsættelse af Hemsedalsfjeldene længer syd, som ovenfor nævnt. Dette felt er undersøgt bl. a. af professor H. Mohn. I hans gamle dagbog fra 1859, der opbevares i den geologiske undersøgelses arkiv og derfra er mig udlånt til afbenyttelse, findes således profiler fra Grindefjeld, Bælgen, Næverbotten, Raukonøset o. s. v. syd for Vangsmjøsen. Følgen er overalt den sædvanlige; her skal kun hidsættes profilet over *Bælgen*:

Fig. 25. Profil Bælgen—Grindefjeld.



Profilet viser ifølge Mohn's notiser: Underst lerskifer, mørk, med bånd af hvid, drøi kvarts (det vil sige alunskiferfyllit og overliggende fyllitafdeling med kvartsårede, krumbladige fylliter); derover „hvid kvartsskifer og kvartsskifer med feldspatøine“ (det vil sige gneisafdelingens lagrække, som sædvanlig underst kvartsit eller hellefinta, derover gneise o. s. v.). Øverst „folieret syenit“, antagelig gabbrobergarter, hvis disse bergarter overhovedet er eruptiver og ikke krystallinske skifere (?).

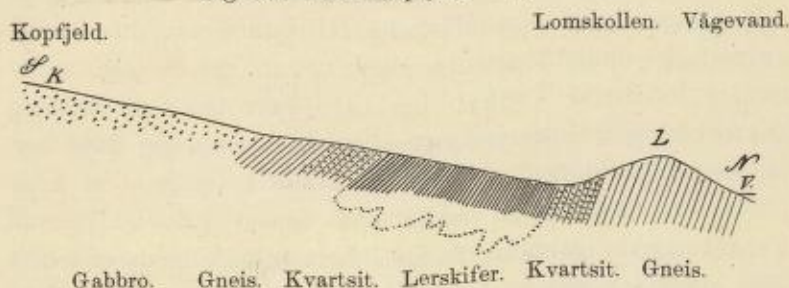
Vi har nu fulgt „høifjeldskvartsen“ i dens udbredelse fra Fuse og Hålandsdal længst i vest og Røldalsfjeldene længst i syd over Hardanger, Voss, Sogn og Hallingdal op til Jotunheimen. Overalt har vi uden undtagelse fundet det regelmæssige leiningsforhold, at *gneisafdelingen* (høifjeldskvartsen) *hviler overleiende ovenpå fyllitafdelingen* (der igjen i Hårteigen, Hulberget, Koldevasdalen etc. er påvist at hvile ovenpå marmor, blåkvarts og alunskifer, hvori er fundet dictyograptus).

Imod denne erfaring fra en mængde forskellige iagttagere skulde Tørnebohms iagttagelser fra Jotunheimen synes at være stridende, idet han tværtom har ment at finde, at fyllitafdelingen skulde være yngre, end gneisafdelingen, hvilken sidste Tørnebohm identificerer med Telemarkskifrene. Vi må derfor for at forstå denne modstridende opfatning tage de af Tørnebohm anførte profiler for os.

Profilen fra Dølefjeld ned til Lysterfjorden blev allerede ovenfor omtalt.

Tørnebohms profil fra Lomskollen ved Vågevand til Kopfjeld er følgende:

Fig. 26. Profil Kopfjeld—Vågevand.



„Lomskollen vid Vågevand, strax V om Garmo kyrka, består af temligen grof, grå, bandad granatförande gneis stupande lodret eller brant mot S. Söder invid den samma uppträder ljus, delvis glimmerskifferartad quartsit, fullkomligt lik traktens vanliga högfjällsquartsit. Efter quartsiten följer först en grof, ljus, ofta något rostig glimmerskiffer, så en föga mächtig, mörk, alunskifferartad fyllit, samt derpå den mäktiga, gråbruna fyllit, som bildar hela nedre delen af dalslutningen S om Garmo. I öfversta delen af samma dalslutning anstår högfjällsquartsit och allä fjälltopparne ofvanför bestå af Jotungabbro, men mellan quartsiten och gabbron träffade jag på ett ställe, vid Gjeringåen, en grof gneis. Lagerbyggnaden torde här svårligen kunna uppfattas annat än såsom en starkt sammanpressad skål, på sätt nedanstående profil angifver. Högfjällsquartsiten S om dalen blir då en del af samma quart-

sitbildning, som den S vid Lomskollen, hvilken quartzits geologiske plats otvifvelaktigt ligger mellan urberget och silur.“

I begyndelsen af 70-årene har jeg selv seet gneisen i Lomskollen; den er en grov grundfjeldsgneis og Kjerulf har også, som oversigtskartet viser, regnet den til grundfjeld, hvad jo også Tørnebohm gjør. Efter min opfatning måtte også kvartsiten og den rustede glimmerskifer syd for gneisen i Lomskollen tilhøre grundfjeldet; det er antagelig de samme falbåndlag, som Münster fandt ovenfor Fortun. Opfatter man profilet således, så har man den normale lagfølge: grundfjeld, mørk alunskiferartet fyllit, derover den mægtige grågrønne (gråbrune) fyllit, så helleskifer (kvartsit) og øverst gneis overlæiet af Jotungabbro; også forekomsten af den mørke alunskiferagtige fyllit blot i bunden af fyllitserien ikke tillige øverst oppe under kvartsiten viser, at her ikke er nogen fold. Skulde imidlertid Tørnebohm have havt ret i at sammenknytte de undre og øvre dele af profilet, hvad jeg ikke tror, så viser lagstillingen, at det vilde være naturligere at komplettere profilet som en sadel, end som en skål; thi Tørnebohm angiver selv, at faldet i Lomskollens gneis er lodret eller steilt (profilen er forsåvidt vildledende tegnet), medens fylliten i dalsiden har fladere fald. Jeg kan derfor ikke finde, at dette profil strider imod den almindelige erfaring, at gneisafdelingen (høifjeldskvartsen) ligger over fyllitafdelingen.

Hvad Espedalsvandets omgivelser angår angiver Tørnebohm også her i profilet Kampesæter, Hatdalssæter og sydover rækkefølgen: „gneis, kvartsitskifer, lerskifer“; dette kan ikke være rigtigt. Thi cand. real. K. O. Bjørlykke, der i flere sommere har kartlagt disse trakter for den norske geologiske undersøgelse og således har ofret megen tid på udredning af lagfølgen, har meddelt mig, at rækkefølgen også i Espedalen er den samme som længer vest, det vil sige omvendt af den af Tørnebohm antagne lagfølge. Profilet fra Hatdalssæteren viser ifølge Bjørlykke den normale rækkefølge: grå fyllit, kloritisk skifer, kvartsskifer og øverst i Hatten gneis og andre krystallinske skifere. Fylliten under foden af

Hatten har Bjørlykke forfulgt sammenhængende til dalen under Valsfjeldet, hvor han fandt graptoliter af samme fauna som i Gausdal. Den samlede lagrække over grundfjeldet er i Gausdal og Espedalen ifølge Bjørlykke følgende: sparagmit og mægtig kalksten (Biridkalk) over denne en afdeling som han betegner som kvartsitformationen (bestående nedenfra opad af: grå og grøn skifer, sparagmit, grøn skifer lokalt med konglomerat, blåkvarts eller lys kvartsit, kalkholdigt konglomerat, grønlig skifer); derover i Gausdal først graptolitskifer, der efter min opfatning svarer til fyllitafdelingen længer vest, derover sandstensskifer og fyllit vexlende, og over denne i Espedalen en række afleininger, som Bjørlykke identificerer med „høifjeldskvartsen“ nemlig grønlig og rødprykket sparagmit, grøn skifer, kvartsit eller helleflinta, og øverst hornblendeskifer, gneise og andre krystallinske skifere. (Valsfjeldets profil, Ruten-fjeld.)*)

Altså også her i de østligste udløbere af „høifjeldskvartsens“ udbredelse en afdeling af krystallinske skifere: helleflinter, kvartsiter, hornblendeskifere, gneise o. s. v. i høiden ovenpå en underliggende afdeling af fylliter (glinsende skifere). Se herom forøvrigt videre i Bjørlykkes afhandling; „Høifjeldskvartsens nordøstligste udbredelse“ i den geol. undersøgelses årbog 1893.

Hvad forholdene ved Mellene og nord for østre Slidre kirke angår, så får man af Tørnebohms korte notiser indtrykket af, at her skulde være opbevaret et ældre sparagmit-

*) „Den kontinuerlige lagserie i Gausdal, hvis øvre led er graptolitskiferen og de over samme hvilende vexlende lag af sandstensskifer og mørkgrå lerskifer (fyllit) følges nordvestover mod Dalbakken, hvor den her anstående lysegrå eller grønlig gabbrobergart lægger sig over dels som dækker (syd for Dritjuen) dels som intrusive masser mellem skiferzonen og høifjeldskvartsen (i Elslitkampens sydvestside). Længer nord i Valsfjeld og Rutenfjeldsstrøgets nord- og vestside følger over graptolitzonen urene feldspatførende kvartsiter (helleflinter) og gneiser med antydning til afvigende leining. Mod vest følges Gausdalsserien til Haunsjøen, hvor den synes diskordant overløjet af grønlig rødprykket sparagmit og konglomerat; denne strækker sig vestover fjeldvidden til Valdres.“ (Meddelt af cand. Bjørlykke.)

fjeld, som længer øst, og at derover kommer kvartsiter, mørk alunskiferartet fyllit og almindelig grå fyllit, altså den lavere del af den sædvanlige rækkefølge. Tørnebohm siger: „Det är då föga sannolikt, att sparagmiten här — oaktadt den bildar fjällets öfre del, under det att lerskiffern ligger vid dens fot — skulle vara en annan och yngre bildning än den vanliga sparagmiten.“

Reusch nævner angående denne rækkefølge fra østre Slidre fra Grøslia (Grjotslid) og Dalsvandets omgivelser*) fossilførende kalksten (med fossiler fra den øverste del af paradoxidesafdelingen) derover blålig kvartsit, derover grå glinsende skifer mindst 100 meter mægtig. Denne sidste mægtige fyllitafdeling er således ifølge sin plads den samme som fra Stavangertrakten af over Vidda og nedigjennem Valdersdalen kan følges helt over til Gausdal. Over fylliten kommer ifølge privat meddelelse fra Reusch efter hans undersøgelser under sommeren 1892 en kvartsitafleining overleiet af Valders tagskiferen. Over tagskiferen igjen kommer i Mellene den af Tørnebohm omtalte feldspatførende sandsten eller sparagmit. Denne sparagmit i Mellene er altså efter Reusch's opfatning med sikkerhed en yngre afleining end den gamle sparagmitformation dybt under alunskiferen. Denne yngre sparagmitformation findes efter Bjørlykkes undersøgelser også i *Svatsum* (Ongsjø-fjeld etc.) og strækker sig herfra mod vest i de høiere toppe af hele strøget mellem Vinstervandene og Slidre, her også indeholdende pressede konglomerater. Dette strøg er undersøgt af cand. min. Sandstad (1888) og dr. Reusch (1892). Nærmere redegjørelse for disse undersøgelser vil findes i en afhandling i den geol. undersøgelses årbog for 1893 af dr. Reusch. — Efter disse undersøgelser må sparagmiten i Mellene ansees ifølge sin plads som et mindre omvandlet ekvivalent for den længer vest og nord udbredte store gneisformation. Valders tagskifer er ligesåvel som Vosseskiferen

*) „Geologiske optegnelser fra Valders“. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28 S. 157.

et overgangsled mellem fyllitafælingen og den yngre sparagmit-gneisformation.

Vi har hermed fulgt den yngre gneisformations eller som vi nu rettest burde kalde den, den yngre gneis- og sparagmitformations („høifjeldskvartsens“) udbredelse helt fra dens vestligste udløbere ved Bergensfjordene og over høifjeldet til dens nordøstligste udløbere i Gausdal. Vi har overalt fundet, at den indtager den øverste del af lagserien, over fyllitafælingen. Vi vil nu gå over til nærmere at præcisere alderen af disse afleininger.

Høifjeldsformationens alder.

Alderen af fyllitafdelingen.

Som bekjendt har Bjørlykke i de fyllitiske lerskifere i Gausdal fremfundet en hel liden fauna af graptoliter, der viser at fyllitafdelingens lavere del svarer til den underste del af den siluriske etage 4 i Kristianiatrakten. Spørgsmålet er nu, om som ovenfor antaget disse glinsende grå fyllitiske skifere (de er ikke ganske uforandrede lerskifere) fra Gausdal tør identificeres med de glinsende skifere på Vidda og i det vestlige Norge.

Både efter deres plads i lagfølgen begge steder og efter fossilfundet i Hulberget i vest og i Gausdal i øst må denne sammenstilling være berettiget.

Som jeg ved mine ovenfor meddelte iagttagelser fra Vidda har bevist, er følgen her den, at øverst i en afdeling af alunskifere og alunskiferlignende mørke fyllitiske bergarter kommer et lag med dictyograptus (*dictyonema*). Denne mægtighed af alunskifere er som i Kristianiatrakten c. 150', sammesteds noget mere; dictyograptus indtager også i Kristianiatraktens alunskiferafdeling en plads øverst oppe i lagrækken. Jeg har sammenlignet de ganske vel opbevarede eksemplarer, jeg i 1877 selv indsamlede i Hulberget på Vidda med eksemplarer i uforandret alunskifer fra Kristianiatrakten, såvel som fra kontaktmetamorfoseret dictyograptusskifer fra Gunildrud ved Ekernsøen og kan ikke finde nogen væsentlig forskjel. Den fra Hulberget indsamlede form tilhører den stormaskede almindelige form, forma typica*), der

*) Se W. C. Br. „Die silur. Etagen 2 & 3 im Kristianiagebiet“ etc. P. 31—36.

er den herskende i den lavere del af dictyograptusskikterne ved Kristiania. Da netop denne form af dictyograptus (dictyonema) har en kosmopolitisk udbredelse (i Norge, Sverige, Østersøprovinserne, England, Amerika) og hidtil intet spor af dictyograptus er påvist lavere nede i formationsrækken, er det absolut uberettiget og uden grund, når Kjerulf opstillede den hypothese, at dictyograptusformen fra Hulberget skulde tilhøre paradoxidesaffleiningerne. *Man må med fuld ret kunne gå ud fra, at dens nivå er sikkert bestemt, og at den sorte skifer med dictyograptus i Hulberget indtager samme plads som i Kristianiatrakten og overalt ellers, nemlig et nivå afsluttende olenus-afdelingens fauna.*

Over dictyograptusskiferen i Hulberget og på Vidda i det hele kommer først en temmelig mægtig blåkvarts, derover en lidet mægtig kalk og så den mægtige afdeling af grøngrå glinsende, knudrede, kvartsårede skifere (fylliter) der har så stor udbredelse i det centrale Norge. Da også i Gausdal de her graptolitførende fylliter kommer over blåkvarts der umiddelbart overleies af kalkholdige lag, er det om end ikke bevist, så dog meget sandsynligt, at de glinsende skifere på Vidda i alle fald i sin lavere del svarer til etage 4 ligesom i Gausdal. I så fald skulde det ikke være usandsynligt, at kalken på Vidda svarer til ortocerkalken, og blåkvartsen på Vidda, som efter dens plads over dictyograptusskiferen måtte ventes, til den lavere del af etagen 3, der altså i det centrale Norge skulde have været udviklet som en grundvandsdannelse. At kalklaget over blåkvartsen kan svare til ortocerkalken er meget rimeligt, når vi betænker den overordentlige udbredelse denne afleining har netop som en kalketage. Lige fra Rognstrand ved Langesundsfjorden i Norge, over Kristianiatrakten, over Vestergötland, Nerike, Østergötland, Skåne, Bornholm, Øland til Østersøprovinserne øst for Petersburg er overalt, hvor denne del af silurformationen er opbevaret, ortocerkalken udviklet som en kalkafleining med meget konstant karakter; afstanden mellem Rognstrand vest for Langesund og Volchow øst for Petersburg er c. 1250 kilometer, mellem Hulberget og ortocerkalken i Sandsvær ikke stort over tiendedelen heraf. Dette

er vistnok på ingen måde noget afgjørende bevis for at kalken over den dictyograptusskiferen overleiende blåkvarts på Vidda virkelig er ortocerkalk, men er dog en omstændighed, som sammen med de øvrige foreliggende iagttagelser fortjener at nævnes, og i alle fald snarere taler for, end mod en sådan antagelse.

En overmåde konstant karakter i petrografisk henseende viser som bekjendt også primordialfaunans bergarter over store strækninger. Ikke blot i hele det sydlige Norge også overalt i Sverige, hvor paradoxides- og olenusskifrene optræder er de udviklede som stærkt bituminøse alunskifere, her og der med indleininger af bituminøs kalksten. I Østersøprovinserne og på Bornholm er dictyograptusskiferen ligeledes udviklet som bituminøs alunskifer, ligeså er i England og i New Brunswick i Amerika paradoxides- og olenusskifrene udviklede på samme vis. Dette må naturligvis have en generel grund analog med, at f. ex. ingen formation hele verden over er så rig på stenkul som den produktive stenkulsformation o. s. v. Det sandsynlige er, at den gennemgående betydelige gehalt af bituminøs substans i den primordiale alunskifer, må skrive sig fra masser af visse bestemte ikke skalbærende organismer, som har levet i det hav, hvori den fint slemmede primordiale alunskifer er afsat. Man kan derfor efter min mening ingenlunde overse betydningen af også denne petrografiske karakter. Den er ikke absolut afgjørende, men der må dog på den anden side tages hensyn til den.

Pladsen af alunskiferafdelingen på Vidda er sikker nok; den er bestemt ved dictyograptuslaget i Hulberget. Den samme alunskiferafdeling i noget omvandlet skikkelse ligger i Norddalen under kalksten og derpå følgende mægtig grøngrå fyllit og følges fra Norddalen til øst for Nipane. Det er efter min formening den samme omvandlede sorte alunskiferfyllit, der ligger ovenpå graniten på strækningen Smeddalsvand—Nystuen og som her overleies først af grøngrå fyllit, denne atter som sædvanligt af den yngre gneisafdeling. Fyllitafdelingen sænker sig med overfladen af det underliggende grundfjeld ned

gjennem Valdersdalen. Ved Øie kirke har man granit i dalbunden, fyllit ovenpå denne på begge dalsider og over fylliten helleskifere og gneise, ligeså længer nedover Vangsmjøsen. Det synes som om det er den samme afdeling af grøngrå krusede fylliter, der ved Løken danner smukke vægge langs veien. Hvorvidt den blåkvarts, der findes i profilerne ved Vangsmjøsen og som øst for Løken synes at overleie fyllit er et andet blåkvartsnivå end Viddas, derom tør jeg ikke udtale nogen mening; det er jo ikke urimeligt, at der *kan* findes flere blåkvartsnivåer. I Tonsåsens profil træffer man langs chausséen atter mørk alunskiferlignende fyllitisk bergart, der overleies af blåkvarts, der antagelig er opstuvet i spidse liggende folder eller langs fladtliggende glideplaner, så den synes at gjentage sig flere gange; den dækker hele fladen af Tonsåsen og kommer på vestsiden af denne (profil i bækken nær sanatoriet Breidablik) over sort alunskifer og alunskiferlignende kruset fyllitisk bergart. At denne tilsyneladende flere hundrede fod mægtige alunskifer i bækken ved Breidablik er den samme som den almindelige primordiale alunskifer, etage 1 c—2 e altså den samme som i Kristianiadalen og på Vidda synes mig høist sandsynligt, uagtet jeg i dagevis forgjæves har ledt efter fossiler i den. I så fald skulde følgen her så langt øst som i Tonsåsen være den samme som på Vidda, ovenpå grundfjeldet underst alunskifer, derover blåkvarts, og over blåkvartsen atter grøngrå glinsende skifer. Følgen ved Hestkin og Breiden, hvor jeg i sin tid bestemte de forskjellige primordiale nivåer ved deres forsteninger*) skulde i så fald repræsentere mindre pressede og mindre omvandlede partier af den samme alunskifer som i stærkere omvandlet tilstand findes i bækken ved Breidablik. At ved omvandlingen fossilerne som regel udslettes er bekjendt nok; i alunskiferen forsvinder også for største delen kalklinserne, hvori ellers fossilerne findes. Således findes ligesålidt i bækken ved Breidablik som på hele Vidda opbevarede kalklinser; kun for så vidt som de delvis

*) Se herom: Geol. för. förh. b. 3, s. 193 (1876).

har været pseudomorfoserede til svovlkis^{*)}, findes her og der spor efter linseformige jernrustklumper som sidste rest. — I Gausdal (Svatsum) kommer ifølge Bjørlykke grøngrå fyllit med graptoliter af etagen 4, som nævnt over kalkførende lag, der hviler på blåkvarts; her er alunskiferafdelingen ikke iagttaget.

De to fund af fossiler: 1) dictyograptus i Hulberget *under* blåkvarts og kalk (ortocerkalk?) og 2) graptoliter af den underste del af etagen 4 *over* blåkvarts og kalk i Gausdal orienterer således efter min opfatning gennem skiktfølgen i en væsentlig del af formationsrækken gennem hele det centrale Norge lige fra Stavangerkysten og Voss til Gausdal.

Den store afdeling af krusede, knudrede, i regelen krumbladige mere eller mindre af kvartslinser og kvartsårer opfyldte grøngrå glinsende fylliter (lerglimmerskifere), hvis mægtighed i hele den vestenfjeldske del af det område, hvori den optræder er 6—800', er derfor efter min mening et regional-metamorfoseret ekvivalent for etagen 4, *for undersiluren*, og tilhører ikke, som Kjerulf antog et lavt nivå i den kambriske (primordiale) formation^{**}).

Jeg vil naturligvis dermed ikke have påstået, at *al* glinsende grøngrå krumbladig fyllit i det centrale Norge tilhører etagen 4; ligesom indenfor alunskiferafdelingen i Kreklingprofiilet findes mere eller mindre bituminøse lag, lag med sort streg og lag med grå streg, så er det jo muligt, at endel af den mere lysfarvede fyllit også kan være ekvivalent for primordiale lag, ligesom omvendt også mørk alunskiferlignende fyllit muligens kan være yngre end primordial, som f. ex. i Osedalen tildels virkelig er tilfældet (cfr. den sorte bituminøse trinucleusskifer, etage 4 c α i Kristianiatrakten).

*) Cfr. min fremstilling i „Die Sil. Etagen 2 & 3“ s. 341—343.

***) Cfr. Kjerulf i „Udsigten“ side 161. „Det kommer da an på, om man i et næst følgende høiere trin skulde se en undersilurisk ækvivalent“ (altså i den store afdeling af grøngrå fyllit). „Hertil øines ikke spor. Ortocerkalken, som ellers følger over, mangler. Ældre graptolitskifer mangler.“ — Som ovenfor vist, mener jeg at ortocerkalken findes på Vidda over blåkvarts; den ældre graptolitskifer har Bjørlykke nu fundet. —

Hvor langt op i lagfølgen den store suite af undersiluriske glinsende skifere i det vestenfjeldske kan antages at nå, derom kan for tiden intet sikkert siges. Ifald det kunde lykkes at forbinde Reusch's lagfølge på Bergenshalvøen med profilerne længer øst, vilde man få en ledtråd. Efter mit indtryk, som jeg dog på dette punkt ikke tør tilskrive meget værd, er Reusch's fossilførende fylliter og finkornige glimmerskifere med kalkindleiningen fra Ulven og Vagtdalen og hvis nivå måske svarer til den laveste del af oversiluren, endnu at sammenstille med den øvre del af den store suite af glinsende grøngrå fylliter på Vidda og i tilgrænsende landsdele. Suiten på Bergenshalvøen ved Osøren støder så umiddelbart indtil den af J. Friis undersøgte ovenfor nævnte lagrække i Fuse og Hålandsdal, at den neppe er væsentlig forskjellig fra denne; på det geologiske rektangelkart Bergen (1880) er de også identificerede. Også dette hentyder på, at Viddas store afdeling af glinsende skifere svarer til *hele* den undersiluriske lagrække i Kristianiatrakten eller mindst til denne.

Den overliggende gneis-sparagmitformations alder.

Det næste spørgsmål er nu: *hvad alder tilkommer så „den yngre gneisformation“* (Kjerulfs „høifjeldskvarts“)?

Kjerulf anså denne for primordial ligesom den underliggende afdeling af glinsende skifere, der ved sin basis fører fossiler af etagen 4; såsandt overleiningen af gneisafdelingen over den mægtige etage af glinsende skifer er oprindelig, således som Kjerulf mente, må gneisafdelingen, eller høifjeldskvartsen, naturligvis være yngre end undersilur, antagelig da af oversilurisk alder; de oversiluriske fossiler, der er fundne i de fuldkommen krystallinske skifere på Bergenshalvøen skulde synes at støtte en sådan opfatning.

Kjerulf skriver i Udsigten (s. 165) at det synes som om alle iagttagere, hvad høifjeldskvartsen angår, må gennemgå det stadium først at anse den for at være af yngre alder

(middel- eller oversilur) inden de bliver på det rene med det sande forhold, at den er en gammel formation. Det er gået Kjerulf selv sådan; ligeså er det gået en så udmærket iagttager og kjender af Skandinaviens geologi som dr. A. E. Törnebohm.

Törnebohm identificerer høifjeldskvartsen med sin Seve-gruppe; hvorvidt denne sammenstilling er berettiget, derom har jeg ikke havt anledning til selv at opgjøre mig nogen mening. Medens Törnebohm tidligere som bekjendt anså Sevegruppen som oprindelig overleiende siluriske lag og yngre afsat end disse, anser han nu Sevegruppens afleininger overalt som præsiluriske, oppressede og ved uhyre overskydning (på c. 100 kilometer) skjævne henover de i virkeligheden ældre, siluriske lag over store strækninger.

På lignende måde søger Törnebohm i sin opsats om høifjeldskvartsen*) (også i en afhandling om Sevegruppen**) at vise, at høifjeldskvartsen må være ældre oppressede og overskjøvet fjeld; han anser den som sandsynligvis af prækambrisk alder og sammenstiller den med de telemarkske krystallinske skifere***).

Jeg vil ikke benægte muligheden af, at det kan komme til at gå mig ligedan som det er gået Kjerulf og Törnebohm. For tiden kan jeg derimod ikke slutte mig til den opfatning at „høifjeldskvartsen“ eller som jeg heller vil kalde den „den yngre gneisformation“ er af kambrisk (Kjerulf) eller prækambrisk (Törnebohm) alder; med den erfaring mine nævnte forgjængere har gjort for øie, vil jeg imidlertid ikke benægte, at også jeg muligens engang kan blive nødt til at opgive min nuværende opfatning.

Skulde man måtte antage høifjeldskvartsen som en gammel formation, ældre end siluren, måtte den, som Törnebohm har antaget, være prækambrisk, og måtte da i så fald også være at antage som oppressede og overskjøvet over store stræk-

*) Geol. Fören. i Stockholm Förh. B. 13. S. 37—44 (1891).

**) Ibid. B. 14. S. 27—38 (1892).

***) Ibid. B. 13. S. 43.

ninger, som Törnebohm har gjort. Overleiningen over fyllitserien, som vi med sikkerhed tør antage for at være af undersilurisk alder, er nemlig, som Kjerulf allerede har fremhævet og som ovenfor nærmere er udviklet, ikke blot tydelig, men på mangfoldige steder og over store strækninger fuldkommen utvivlsom; og den er navnlig fuldkommen utvivlsom, der hvor faldet over store strækninger er fladt eller svævende. I sammenligning med dette faktum har det overmåde lidet at betyde, at man på et og andet punkt, hvor lagstillingen ikke er svævende, men viser steilere fald og sammenpresninger i folder måske undtagelsesvis kan fremfinde en lagfølge, der synes omvendt; i sådanne fald kan f. ex. inversioner forklare undtagelsen; de af Törnebohm fremlagte profiler, der antoges at vise en fra den normale afvigende lagfølge, danner, som ovenfor nævntes, ikke sådanne undtagelser fra regelen.

At overleiningen af gneisformationen over fyllitafdelingen er det normale i hele det vestenfjeldske og efter hvad ovenfor meddeltes også mod øst til Gausdal (om forholdene længer øst kan jeg ikke i større udstrækning udtale mig af egen erfaring) må man således gå ud fra som en kjendsgjerning; da nu tillige fyllitafdelingen som ovenfor påvist på utallige steder og overalt i hele det vestenfjeldske kommer ovenpå en alunskiferafdeling, i hvis øverste del er fundet dictyograptus og fylliten selv efter det ovenfor udviklede med stor sandsynlighed må antages at være af undersilurisk alder, så kan gneisformationen ikke blive prækambrisk på anden måde, end at den i sin helhed måtte antages overskjøven over fyllitafdelingen.

Skulde sådan overskydning have fundet sted måtte den antages foregået ømtrent i retning NV—SO eller omvendt, det vil sige i en retning lodret på bjergkjedestroget. *Men selv vel denne gunstigste antagelse måtte overskydningens lineære udstrækning i bevægelsesretningen have været ikke mindre end mellem 80 og 90 kilometer; så stor er afstanden i retning NV—SO mellem Fuse og Røldalsfjeldene i sydvest, ligeså mellem fjeldene i Vik i Sogn i NV og Fjeldsenden mellem Strande-*

fjord og Djupsvand i Hallingdal i SO, ligeså mellem Lysterfjeldene og Hemsedalsfeltets sidste udløbere mod sydost.

Allerede de uhyrlige dimensioner af den nødvendige overskydning synes betænkelige; Törnebohm har vistnok længer NO, ved rigsgrænsen antaget endnu større overskydning, op til c. 100 kilometer. Men han har selv udtalt sine betænkeligheder derved og man får vel indtil videre optage en forklaring, der må gribe til sådanne udveie, som en usikker nødvendigheds hypotese, som ikke kan ansees endelig bevist.

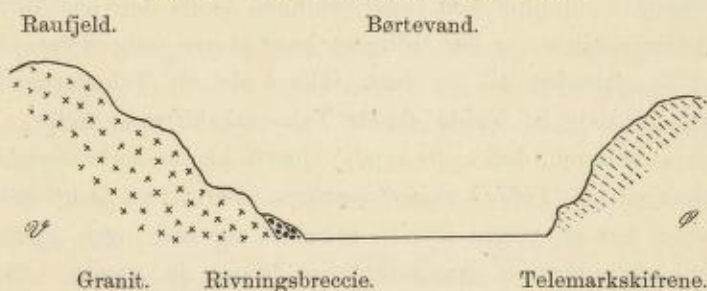
Hvad nu angår den yngre gneisformation i det centrale og i det vestenfjeldske Norge, kan jeg for min del ikke indse nødvendigheden af at gribe til en sådan forklaring, den eneste mulige, ifald man vil hævde for denne formation en prækambrisk alder. Det synes mig, at forholdene her ikke i nogen henseende yder støtte for en sådan hypotese om en uhyre overskydning, og at der her ikke findes nogen rimelig grund for en sådan antagelse.

Törnebohm har sammenstillet „bøifjeldskvartsen“, det vil sige *gneisafdelingen* (kvartssiter spiller som ovenfor nævnt i det vestenfjeldske ingensomhelst rolle) med den telemarkske skiferformation. Jeg havde i sommer anledning til at se det udmærkede profil gennem Telemarksskifrene på den nye chaussée mellem Dalen ved Bandaksvand og Børtevand; kort efter fik jeg leilighed til sammenligning med den yngre gneisformation i Røldal og på Voss. Jeg har ikke kunnet finde, at bergarterne eller lagfølgen i begge frembyder nogen påtagelig lighed, tværtom var karakteren af Telemarksskifrene i det hele og store meget forskjellig. Det er jo meget muligt, at denne forskjel i så stærkt metamorfoserede bergartsuiter ikke betyder så meget; men nogen støtte for sammenstillingen kan da på den anden side naturligvis heller ikke hentes fra den stedfindende ulighed. Desuden viser det sig på Vidda og i Røldal, at det som kommer nærmest ovenpå grundfjeldet (jeg regner hertil også som nedenfor nævnt gneisgraniten) *ikke* er nogen formation af krystallinske skifere med beskaffenhed som den overliggende yngre gneisformation, men derimod

de til alunskiferafdelingen hørende bergarter; dette ser man f. ex. udmærket tydelig i Hårteigens profil, mange steder i den sydøstlige del af Vidda i høiderne i hjørnet mellem Kvænnas dalføre og Normandslågen, hele veien langs Kvænna o. s. v. o. s. v. (se ovenfor i dagbogen). Ovenpå grundfjeldet findes derfor her i disse trakter ingen formation af krystallinske skifere ældre end dictyograptusskiferen.

Vi kan også få en vis forestilling om, hvorfor den ikke findes på Vidda, eller rettere måske om hvorfor den findes opbevaret længer mod sydost. Når man passerer chausséen op gennem det hug i fjeldlegemet, som Børtevandets rette linie danner, har man, et stykke før man kommer til Børte-dalen, følgende profil:

Fig. 27. Profil Børtevand, Telemarken.



På de lave fremspringende odder på vestsiden af vandet og på et stykke vei langs chausséen er gneisgranitens overflade bedækket af en mægtig rivningsbreccie, dels granitbrudstykker og detritus sammenkittet af hvid kvarts, dels rene kvartsmasser, fuldkommen af samme beskaffenhed som de kvartsbrecciebergarter, der findes ved Helvede nær Bækkelagets station (Ekeberg) og på vestsiden af Næsodden ved Kristianiafjorden. Også den under breccien liggende granit er stærkt opspaltet med kvartsårer og viser sig tildels udviklet som en breccie in situ, bærende alle tegn på stærk sammenstuvning under den proces, hvorved den overliggende rivningsbreccie dannedes. Glideflader med speil og rutschstriber etc. findes i mængde, heldningen af rutschstriberne ned mod van-

det. Mægtigheden af brecciedannelsen er sikkerlig ret betydelig; tiden tillod ikke at måle den.

Iagttagelserne fra Børtevandets viser, at den i syd—nord forløbende grænse mellem Telemarkskifrene og graniten her på en længere strækning er en *sekundær forkastningsgrænse*; det øst for denne grænselinie liggende Telemarkske skiferfelt er et indsunket landområde.

I Kristianiafeltet påviste jeg først, hvorledes netop indsynkningen der har været årsag i opbevaringen af silurformationen sammesteds; senere har Nathorst, Högbom, Holm o. a. påvist betydningen af indsynkningen for opbevaringen fra flere svenske forekomster*).

Efter al sandsynlighed er det telemarkske skiferfelt øst for Børtevandets linie også opbevaret mod erosionens tilintetgjørende virkninger ved indsynkningen langs den her påviste forkastningslinie og har tidligere havt større udbredelse. I så fald er grunden til, at man ikke i de til Telemarken tilstødende dele af Vidda finder Telemarkskifrene under alunskiferafdelingen, den at de sandsynligvis her *er bortroderede før afleiningen af Viddas skiferformation*. Først i et langt senere tidsrum har en yngre erosion arbejdet sig ned også gennem denne og opgravet grænselinierne langs de gamle forkastninger.

Hvis den yngre „gneisafdeling“, som Törnebohm har antaget skulde være et ældre oppresset fjeld, finder vi altså ikke af forholdene i Viddas omgivelser støttepunkter for at antage, at dette ældre fjeld skulde være at sammenstille med den telemarkske skiferformation.

Længer nord, i Sogn, synes også et skiktet grundfjeld med gneise, glimmerskifere og kvartsiter at optræde; men dette grundfjeld ligger her, som Münsters talrige profiler viser, utvivlsomt dybt under fyllitafdelingen og den denne overleiende gneisafdeling. Hvorledes dette grundfjeld for-

*) Se min oversigt herover i min afhandling „Über die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords“, Nyt Mag. f. Nat. B. 30, S. 211—221.

holder sig til Telemarksskifrene er det vel for tiden ikke muligt at udtale sig afgjørende om.

Fremdeles sees ingensteds på grænsen mellem fyllitafdelingen og den overliggende gneisformation noget regelmæssigt forhold, der antyder at man her har en grænse mellem to af hinanden helt uafhængige formationer, hvoraf til og med den ene over uhyre strækninger skulde være skudt over den anden. Her mangler ikke på liggende glideplaner i disse trakter; sådanne sees f. ex. i den bratte styrtning af Jobruna ved enden af Gravens vand (Voss) i gneisformationen, ligeså i fyllitafdelingen i Norddalen ovenfor Osesæteren flere steder; der hvor de findes er de vel markerede ved eiendommelig beskaffen detritusbergart o. s. v. Mellem fyllitafdelingen og gneisafdelingen som et regelmæssigt forhold findes de ikke; i alle fald har jeg intetsteds her kunnet observere dem. Tværtom finder man mangesteds en aldeles umærkelig overgang mellem fyllitafdelingens finskimrende skifere og gneisafdelingens mere grovkrystallinske bergarter; de mangesteds som helleskifere udviklede helleflintbergarter danner en sådan overgangszone. *Her er åbenbart forhånden en kontinuerlig rækkefølge af krystallinske bergarter.*

At betegne fyllitafdelingens bergarter som lerskifere som Kjerulf tidligere brugte at gøre, er nemlig aldeles vildledende; fyllitterne er helt igjennem krystallinske, og sikkerlig også helt igjennem omkrystalliserede bergarter, de ligesåvel som gneisafdelingens. De er ikke mindre krystallinske, blot mindre grovkrystallinske; en væsentligere forskjel ligger vel måske deri, at de i regelen ikke eller kun i underordnet grad er feldspatførende bergarter.

At også fyllitafdelingens bergarter har gennemgået en total omkrystallisation og ikke er andet end omkrystalliserede metamorfoserede lerskifere fremgår overbevisende nok af fossilfundene, både af Bjørlykkes graptolitfund i Gausdal langt øst og af Reuschs fund af trilobiter o. s. v. langt vest i trakten omkring Os, forudsat at den af ham beskrevne fossilførende glimmerskifer (den står på grænsen af fyllit), som jeg

tror, hører hid. Også selve bergarternes beskaffenhed i fyllitafdelingen giver antydning om, at vi her står foran en overordentlig gennemgribende metamorfose af en hel mægtig lagserie; dette fremgår efter min mening blandt andet overbevisende nok af *kvartslinserne* i fyllitafdelingen.

Hvorfra er disse kvartslinser, som er så overordentlig karakteristiske for fyllitafdelingens bergarter, komne? Som flade knolleformige, eller linseformige indleininger mellem skiktfladerne ligger de i masser inde i fyllitskikterne i alle størrelser fra papirtynde blade, til $\frac{1}{2}$ meter tykke og endnu tykkere linser, i regelen dog sjelden over $\frac{1}{2}$ —1 decimeter i tykkelse. Omkring disse linser snor sig de skifrige krumme fyllitblade, så overfladen af skifrihedsfladen, der hvor disse kvartslinser findes i nogen masse i bergarten, altid er knudret, småbølget. Ikke gennem hele sin mægtighed er fyllitafdelingen lige fuld af kvartslinser; tværtom er det hyppigst så en vis skiktmægtighed med talrige tætliggende kvartslinser veksler med partier, der er fattige på eller uden kvartslinser.

Bergarten i linserne består oftest af ren hvid kvarts, i det ydre ofte af udseende som pegmatitkvarts; den mikroskopiske undersøgelse viser omtrent samme struktur, som hos visse meget grovkornige rene kvartsiter (f. ex. kvartsit fra grundfjeldet i Bamle)*).

*) Kvartslinser af fyllit undersøgtes mikroskopisk fra flere lokaliteter, (således fra grøngrå fyllit Norddalen ved Ose, Hardanger, ligeså fra Lillefjeld gruben, Meraker, Trondhjems stift); de viste sig at bestå af talrige uregelmæssig fingrede kvartskorn af mikroskopisk små dimensioner, grænsende til hverandre med takkede, fligede grænselinier. Hyppig såes enkelte større korn pressede op i utallige små brudstykker med tilnærmelsesvis samme optiske orientering og i det hele med længderetning lodret på den oprindelige trykretning. Påfaldende er det, at på alle de undersøgte forekomster fandtes mellem de enkelte kvartskorn hyppig *kalkspat*, i enkelte linser ganske rigelig, gennemvævende hele massen. Også skjæl af klorit, biotit, fnug af fnokket jernoxydhydrat o. s. v. Kvartsen selv var på alle undersøgte forekomster *propfuld af vædskeindeslutninger* med enkelt libelle i ligeså store masser som i nogen granitkvarts, uden nogen bestemt anordning; indeslutninger med dobbelt libelle iagttoges ikke. — Den hyppige kalkspatgehalt i kvartslinserne står i overensstemmelse med den ovenfor fremsatte hypotese om deres dannelse.

Undertiden fører linserne også undtagelsesvis makroskopisk lidt kalkspat. Den samme kvarts, som findes i linserne, findes desuden også på gennemsnættende spalter og uregelmæssige årer.

I fyllitafdelingens bergarter er denne gennemspækning med kvartslinser et yderst almindeligt forhold. Et fotografi af en skjæring af en fjeldvæg af sådan fyllit med kvartslinser giver temmelig nøie samme billede som en væg af en af de på kalkknollelag rige afdelinger i etagen 4 i Kristianiadalen, kun at det i det ene tilfælde er kvarts, i det andet kalksten, hvoraf knollerne består, hvorhos den knollerne omgivende bergart i det ene tilfælde er relativ uforandret lerskifer eller mergelskifer, i det andet fyllit.

Kvartsen i linserne kan neppe oprindelig have været der den nu er og blot senere være omkrystalliseret. Den skulde i så fald oprindelig have været linser af sand, uafledelig vexlende med lerslam; men en sådan utallige gange gjentagen vexling af lerskifer (ler) med smålinser af sandsten (sand) er ikke kjendt og er, navnlig i betragtning af at fyllitafdelingen er udbredt over så store strækninger, næsten en utænkelig lagfølge*). Man kan derfor temmelig sikkert gå ud fra, at kvartsen, der den nu findes i kvartslinserne, ved sekundære processer er kommen på sin plads; forekomsten af samme slags kvarts på gennemsnættende sprækker viser, at kisel-syren er *transporteret ved opløsninger*. Nu kunde man måske tænke sig, at kvartslinserne var dannede ved impregnation af kisel-syreholdige opløsninger langs skiktfladerne uden videre, og at linseformen kunde være dannet succes-sivt samtidig med selve kvartsafsætningen under bergartens pres. Mig synes denne antagelse nu mindre sandsynlig; det forefalder mig da rimeligere at antage, at linseformen her er relativ oprindelig, at den nemlig repræsenterer formen af fra

*) Man kunde måske tænke på tynde vexlende skikter af lerskifer og sandsten og antage, at linseformen af kvartslinserne var fremkommen sekundært ved opresning og udvalsning af de til kvartsit omvandlede sandstensskikter; men heller ikke denne antagelse er meget sandsynlig, da man i ethvert fald får en så utallige gange gjentagen vexling.

først af afsatte knoller eller linser af uren kulstur kalk, sådan som vi finder forholdet overalt i Kristianiatrakten, og at disse kalkstenslinser fnug for fnug er opløste under bergartens langsomme metamorfose og den kulsure kalk derved bortført, samtidig med at de gjennemsivende opløsninger har tilført kisel-syre og afsat kvarts istedenfor den bortførte kulsure kalk. At under denne proces kvarts kan være afsat også andensteds langs skiktfladerne end netop på kalkknollernes plads ligger i sagens natur; ligeså er det meget sandsynligt, at den oprindelige knolleform under metamorfosen er delvis omformet og ikke nøiagtig gjengiver de oprindelige kalkknollers relief.

Bindende beviser for denne hypotese om dannelsen af kvartslinserne i fylliten er ikke lette at skaffe; en betydelig støtte synes mig hypotesen at vinde derved, at forholdet i alunskiferafdelingen er nøiagtigt analogt. Såsnart alunskiferen er fyllitisk omvandlet i nogen høiere grad, mangler totalt hvert spor af linser af kulstur kalk (stinkkalk), hvorimod ofte kvartslinser optræder i den på lignende måde, som i den yngre grøngrå fyllit. Også den fuldstændige analogi i lagfølgen som vexlingen mellem de på kvartsiinser rige og fattige lagkomplekser i fyllitafdelingen og de på kalkknollelag rigere eller fattigere lagrækker inden etagen 4 i Kristianiatrakten frembyder ved denne antagelse synes mig en støtte for hypotesen. Om man ikke vil gå med på denne forklaring af kvartslinsernes forekomst, ved jeg i alle fald ingen anden bedre at stille isteden. Også vilde det blive en overraskende kalkfattig lagrække helt fra den laveste del af alunskiferafdelingen op til den øverste del af fyllitafdelingen, om man vilde antage at kvartslinserne ikke for en væsentlig del repræsenterer tidligere forhåndenværende kalkknollelag. Selve den gennemgribende pseudomorfoseringsproces kan ikke virke afskrækkende fra at antage hypotesen; thi til og med i almindelig alunskifer i Kristianidalen finder vi, at en ikke mindre gennemgribende omsætning ofte har fundet sted, nemlig pseudomorfosering af kalkbollerne til boller af svovlkis*).

*) Se mit arbejde „Die Etagen 2 & 3“ etc. S. 341—343.

Også den mikroskopiske undersøgelse af selve fyllitterne viser, at de er helt igjennem krystallinske bergarter*). Jeg har ikke kunnet finde nogen væsentlig forskjel i krystalliniteten af fylliten og den overliggende helleskifer, hvilken sidste atter umærkelig går over i de finskifrige gneise lavest i gneisafdelingen f. ex. i Vasfjærens profil, i Revanes profil o. s. v. Jeg kan således ikke forstå andet end, at den krystallinske beskaffenhed af gneisafdelingen i og for sig ikke beviser noget om dens høiere alder i forhold til fyllitafdelingen; begge udgøres af krystallinske og stærkt metamorfoserede bergarter og der er ikke givet nogen tilfredsstillende forklaring af metamorfosen, derved at man tilskriver den ene af disse afdelinger en høiere alder, end der ifølge den ordinære lagfølge tilkommer den.

Jeg kan således af forholdene vestenfjelds, hvor talrige klare og udmærket opluttede profiler blotter lagfølgen under usædvanlig gunstige forholde, ikke komme til andet resultat, end at Kjerulf har ret når han siger at „Leiningsforholdet (af høifjeldskvartsen o: gneisafdelingen i forhold til fyllitafdelingen) er tydeligt nok overliggende“ og at *denne overleining må være primær ikke sekundær*. Da tillige fyllitafdelingen efter min mening utvivlsomt må ansees som tilhørende den undersiluriske tid, så synes det mig rimeligst at antage, at den overliggende gneisafdeling antagelig må være af *oversilurisk* alder, uden at dog herfor kan føres bindende bevis, sålænge ingen forsteninger er fremfundne i samme.

*) Fylliter fra forskellige forekomster viste ved den mikroskopiske undersøgelse indbyrdes stor lighed. Strukturen er i småt typisk fladlinset trykstruktur; tynde linser af et aggregat af fine kvartskorn med lidt kalkspat er omgivet som af en skal af tyndere eller tykkere striber (i tværsnit) af kaliglimmer (livlige interferensfarver, farveløs eller svagt grønlig) og klorit (grøn, ofte næsten isotrop) med et eller flere sorte mineraler i fint støv (magnetit, grafitkjæl), spor af rutilnåle o. s. v. Efter impregnationen af de mørke mineraler og efter forholdet mellem kloriten og kaliglimmeren vexler fyllitens farve fra mørkere sortgrøn til ganske lys grønliggrå o. s. v. U. m. viser fyllitterne i tværsnit alle de trykfænomener, som ellers sees i stort: udvalsning, linsestruktur, detritusdannelser, haledannelser, glideplaner, foldningsforkastninger, krusning, o. s. v. — Enkelte fylliter fører epidot, hornblendemineraler o. s. v.

Skulde forholdene længer øst vise sig uforenlige med min opfatning af den over fyllitafdelingen liggende gneisformations plads i lagrækken, turde det måske være rådeligst først at se til, om der ikke i de mindre klare oplutninger i landets østlige centrale dele er plads for en tolkning overensstemmende med den, der giver sig af sig selv som den naturligste i de vestenfjeldske profiler, inden man anser denne for uantagelig; at sammenbindingen mellem lagrækkerne i vest og øst vil komme til at frembyde adskillige vanskeligheder, er jeg ingenlunde blind for og betragter derfor også min opfatning kun som et bidrag til løsningen ikke som den endelige løsning; denne turde neppe kunne ventes ved hurtige oversigtsreiser, men først som resultatet af en mere detaljeret gennemforskning af disse landsdele.

Jeg går her altså ud fra, at den ovenfor angivne lagrække: alunskifer (oftest omvandlet og øverst med dictyograptus), blåkvarts, marmor (ortocerkalk?), grøngrå fyllit (i Gausdal med graptoliter identisk med fyllitafdelingen vestenfjelds?), kvartsit og helleskifer og øverst en mægtig afdeling af hornblendeskifere, helleflinter, gneise og andre krystallinske skifere^{*)} er den normale lagrække af den metamorfoserede formation, der i det vestenfjeldske følger ovenpå grundfjeldet.

Aldersforholdet mellem skiferformationen og dens underlag.

Det næste spørgsmål, som påtrænger sig en, mere gådefuldt og tilsyneladende uløseligt, end noget af de andre er dette: *hvad er det som har forårsaget hele denne mægtige lagrækkes metamorfose til krystallinske bergarter?*

Det er ikke min hensigt i denne afhandling at optage dette spørgsmål, hvis besvarelse vilde kræve aldeles specielle

^{*)} Disse gneise og krystallinske skifere er delvis erstattede af mindre forandrede ekvivalenter: sparagmiter o. s. v. i feltet Mellene—Svatsum o. s. v.

studier, i sin hele udstrækning; forhåbentlig får jeg ved en senere anledning materiale nok til at vove mig ind derpå.

Ved nærværende leilighed har jeg kun havt til hensigt at give et bidrag til fastsættelse af selve lagfølgen i vore høifjeldsformationer; jeg skal derfor her kun optage spørgsmålet, om hvorvidt metamorfosen, således som Kjerulf antog, kan sættes i forbindelse med den underliggende granit, spørgsmålet altså om granitens alder i forhold til den samme overleiende metamorfoserede formation.

Kjerulf antog, som nævnt, graniten som *yngre* end denne, som hvad han kaldte en „fodgranit“. Vi vil derfor se nøiere på beviserne for denne antagelse.

Hovedbeviset skulde selvfølgelig være gjennebrud af nedenfra opstigende gange (apofyser) af den underliggende granit op gennem de overliggende skifere, sådan som f. ex. forholdet er i Hørtekollen i Lier og ellers ganske almindelig i Kristianiafeltet. Kjerulf nævner som sådanne steder, hvor den gamle granit i gange skulde gjennebrude den overliggende skiferformation, nærmere beseet kun følgende steder fra det her foreliggende distrikt, nemlig: Holmevand, Valdalen og Haukelid („Udsigten“, s. 149), derhos Røldal og uden nærmere stedsangivelse „Vidda“.

Ved *Holmevandet* har Kjerulf selv ikke været; dette sted er nævnt efter mine notiser fra 1877 (se ovenfor); men her findes ingensteds gjennebrudende granit, kun granit som underlag.

Hvad Kjerulf betegner som *Valdalen* skal måske være Koldevasdalen; heller ikke her har Kjerulf selv været, men angivelsen er tagen efter mine notiser. Forholdet er også her det samme; graniten buler sig op under skiferen i bunden af dalen, men gange eller gjennebrud findes ikke (se ovenfor s. 17).

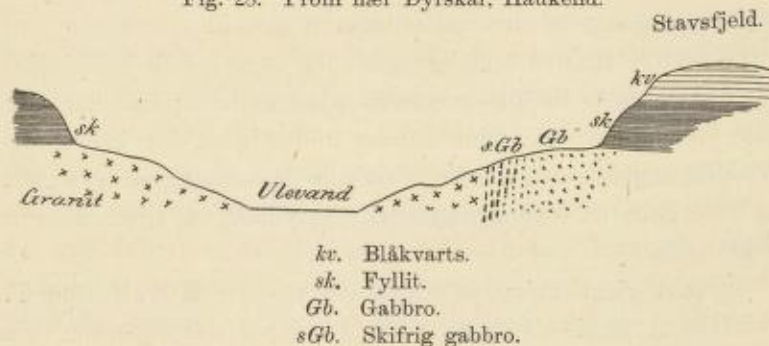
Profilerne ved *Haukelid* nævner Kjerulf flere steder som bevisende for gjennebruddet (navnlig s. 146—148). De af ham leverede profiler er imidlertid ikke rigtige, når han har

antaget, at det er den overliggende skifertage, der i gange er gjennebrudt af graniten.

Jeg havde sammen med prof. J. H. L. Vogt anledning til at kontrollere disse profiler sidste sommer (1892). Når man kommer fra Botten (hvor de sribede oiegraniter, der findes mellem Grungedal og Botten lidt efter lidt er mere og mere skifrige, tildels også finkornige) på vei til Haukelid træffer man ca. 5 kilometer fra Botten et stærkt sammenpresset flag af mørk glimmerskifer (omtrent 20 og 10 meter i udstrækning) indesluttet i graniten; længere frem træffes flere sådane flag. Selve graniten er længer frem flere steder tydelig stærkt sammenstuvet, opsprukken, breccieagtig (ensteds en ren breccie), skifrig, fuld af pegmatitgange o. s. v. Omtrent to kilometer før man kommer til Haukelidsæter sees ved veien et stort indesluttet flag af en mørk, glimmerrig bergart gjennemsat af utallige gange og årer af granit, dels finkornig granit, dels pegmatit. Denne mørke bergart har ligesålidt som glimmerskiferflagene nærmere Botten noget at gjøre med den overliggende skiferformation med hvis bergarter de ikke har den fjerneste lighed. Den mørke fyllit, der findes ved veien strax vest for Haukelidsæter på et lidet stykke og tydelig ligger ovenpå graniten (Kjerulfs observation om skifrihedens forskjellighed fra lagningen er her tildels rigtig) er ganske forskjellig i petrografisk henseende og er ikke gjennemsat af nogen gange af graniten. Et stykke vest for Haukelidsæter sees ved veien større partier af basisk mørk grænsefacies af graniten gjennemsat af årer af surere granit. Nær vestenden af Ulevandet ved veien sees først et omtrent 15 meter langt brudstykke af en grøn skifrig bergart med vertikalt fald af skifriheden, indesluttet i graniten, der her er normal evgranitisk kornig og sender gange ind i skiferbrudstykket. Hvad denne skifrige bergart er, viser sig strax efter, da man støder på endnu større flag som fortsætter i og går over i en svær gabbromasse, der danner foden af fjeldet for enden af Ulevandet før man kommer til Dyrskar. Gabbroen viser sig under mikroskopet at bestå væsentlig af plagioklas og grøn hornblende, den er tydelig en stærk presset

og omvandlet bergart; de grønne skifrige bergarter, der gjenemsættes af granitgangene er ikke andet end yderst stærkt pressede varieteter af gabbrobergarten, der selv er ældre end graniten, sandsynlig en basisk grænsefacies af samme. Men ovenpå både graniten og gabbroen kommer i Stavsnuten (Dyrskarsfjeldet) skiferformationen med svævende fald, underst mørk fyllit noget mindende om Viddas alunskiferfyllit, derover blåkvartsafdelingen. Det er kun ved en meget overfladisk betragtning muligt at forvexle den overliggende skiferformation, hvori ikke findes spor af granitgange, med de skifrige bergarter i foden, der kun er pressede gabbrobergarter og basiske varieteter af graniten selv eller, længer nede i Grungedal, flag af en ældre skiferformation, Telemarkskifrene.

Fig. 28. Profil nær Dyrskar, Haukelid.



Ovenstående i stor hast optagne profilskitse viser forholdene ved vestenden af Ulevandet.

Røldalsprofilerne er nærmere beskrevne i dagbogen ovenfor s. 19—24. Jeg havde opgæet disse profiler 1875 og 77, hvilket førte til, at Kjerulf besøgte Røldal 1878 og bagefter offentliggjorde iagttagelserne, der var ganske overensstemmende med mine, i Udsigten; Kjerulf siger om Røldalsprofilerne (s. 147): „Disse profiler er aldeles afgjørende og metamorfismen, grundet i granitens nærhed altså — i den opsvulmede granitfod — vil for fremtiden kunne granskes i Røldalsveien“ o. s. v. Kjerulf var så sikker på at graniten var yngre, at han endog siger:

„Om graniten bryder gjennom øverst i bulen for måske at stige helt op og der at udbrede sig, har ikke ved sommerens undersøgelse 1878 kunnet prøves. Man skulde formode et gennembrud, når man overveier, hvorledes skiktet ellers måtte være strammet som et elastisk bånd.“

Dette er altsammen grebet ud af luften; Røldalsgraniten bryder ingensteds igennem den overliggende formation; jeg gik 1877 sammen med dr. N. Wille på kryds og tværs over høiden af Horreheiene og her findes ikke spor af noget gennembrud af graniten. Vi fulgte også, flere gange med fare for livet, umiddelbart langs hele den umiddelbare grænse mellem skiferformationen og den underliggende granit på en meget lang strækning langs styrtningen mod Røldalsvandet og videre opover til Grøndalssæteren. Der er ligesålidt her som nogensteds langs veien Røldal—Seljestad spor af noget gennembrud i gange af den underliggende granit.

Kjerulf anfører endelig også uden nærmere stedsangivelse „Vidda“ som bevis for granitens gennembrud; han har selv ikke været der og i mine notiser findes intet, der kan støtte en sådan angivelse. Tværtom viser alle de talrige granitgrænser, jeg har seet på Vidda, ingensteds antydning af gennembrud af graniten.

Blandt gjennembrydende graniter nævner Kjerulf efter T. Dahll som yngre *Hallingskarvens* granit; *) der siges om den at den „afgjort bryder gennem skiferrækkene“, men at den alligevel ligesålidt som graniten i Bjøberg — Hemsedalsfjeldene samt Nystuefjeldene, der også anses som afgjort gjennembrydende, kan „skilles fra det store felts gamle granit“ (s. 143). Jeg har selv været temmelig nær Hallingskarven og seet dens bergart i blokke og håndstykker og kan samstemme heri. Jeg antager derfor, at heller ikke disse graniter mere end Viddas granit o. s. v. er yngre end den overliggende skiferformation, gennembruddet er af samme art, som gennembruddet i Røldal—Seljestad profilet, det vil sige intet virkeligt gennembrud

*) Se Dahll's profil i Telemarkens geologi l. c.

af en yngre granit, men en oppresning af en ældre underliggende granit. Det samme gjælder Filefjelds (Nystuens) granit, som jeg heller ingensteds har seet gjennembryde den overliggende skiferformation.

Der er altså ikke på et eneste af de steder, der nævnes af Kjerulf i „Udsigten“ iagttaget en eneste gjennembrydende gang eller apofyse fra underlaget. Når man betænker, hvor overordentlig hyppige apofyser og gjennembrydende gange er ved virkelige lakkolitiske graniter som f. ex. i Kristianiafeltet, så skulde det isandhed være yderst mærkeligt, om ikke i alle fald noget eneste sted ved de talrige grænser mellem skiferformation og granit, som jeg har iagttaget på Vidda og i tilstødende landsdele, en granitapofyse eller en gang skulde være opdaget i den overliggende skifer.

Under sidstledne sommer var jeg specielt opmærksom på dette forhold og undersøgte adskillige steder granitgrænsen med dette for øie. Det viste sig da det afgjørende forhold, at granitgange af forskjellig slags, både finkornigere og navnlig pegmatitiske flere steder forfandtes i grænsepartiet i selve den underliggende granit, undertiden endog i masse; *men intet sted gik gangene fra graniten op i den overliggende skiferformation.* Så var forholdet f. ex. langs østsiden af Nipahøgda, ligeså langs Skepavandet (nord for Vasfjæren); pegmatitgangene i granitén afskares af grænsefladen og gik ikke op i den overliggende skifer. Denne omstændighed beviser afgjørende, at den underliggende granit virkelig er et ældre underlag, der forlængst var eroderet, da skiferformationen afleiedes; også det ovenfor nævnte profil Haukelid—Dyrskar viser, at skiferformationen hviler på et gammelt underlag, en gammel erosionsflade; mangelen af Telemarkskifrene under alunskiferfylliten peger som ovenfor nævnt i samme retning. I Nipahøgda er granitens grænseflade ensteds endog en breccie, hvorigjennem pegmatitgangene her ikke går op.

En anden sag er det, at de hvide graniter i Sogn tydeligvis er yngre end både fyllitafdelingen og gneisafdelingen; gjennem-sættende gange af disse graniter er iagttaget adskillige steder

af Th. Münster og andre (ovenfor nævntes gange af granit i fyllit i Hammerskarhougen i Sogndal). Disse hvide graniter i Sogndal, Solvorn o. s. v. er ganske sikkert genetisk nære forbundne med labradorstenene og har ingen lighed hverken i petrografisk henseende eller med hensyn til sin geologiske optræden med de gamle grundfjeldsgraniter af forskjellig alder på Vidda og i nærmest tilstødende trakter.

Også i Jotunheimen og længer øst findes antagelig graniter af yngre alder end hoifjeldsformationen; dette forandrer dog ikke opfatningen af forholdet mellem skiferformationen og dens granit- eller grundfjeldsunderlag på Vidda og i tilgrænsende trakter.

Ligeså overbevisende og afgjørende er den anden omstændighed, at ikke et eneste sted på Vidda er iagttaget spor af brudstykker af den overliggende skiferformation i graniten; thi brudstykkeflageene ved Haukelid tilhører som nævnt ikke den overliggende fyllitafdeling, men en ældre formation. Når man kjender fra Kristianiafeltet, hvor utallige brudstykker grænsezonen af de granitiske og syenitiske lakkolitbergarter her er opfyldt af, fra ganske små nogle centimeter store biter til store flag over større strækninger, tusinder og atter tusinder af brudstykker som et almindeligt forhold, så er det aldeles utænkeligt at ikke også den underliggende granit på Vidda og i tilstødende landsdele noget eneste sted skulde have vist spor af brudstykker af den overliggende formation.*) Overalt er grænsen skarp, uden gange i den overliggende formation og uden indeslutede brudstykker af denne.

*) For at give en forestilling om hvilket materiale af iagttagelser der ligger til grund for denne påstand skal her opregnes de steder, hvor jeg har iagttaget den umiddelbare grænse mellem graniten og skiferformationen (på adskillige af disse steder over længere strækning) Grydeberget, Grønnenuten o. s. v. ved Maursøet; på Vidda: Bærakupen Middagshougene, Haraldshougene, Naserne, Høgevarden, Dimmevandet, langs Kvønnæs dalføre, Østensbunutene, Holkerne, Koldevasdalens bund; i Røldal: Horreheiene; i Hardanger; Låtevandet, Løinengvandet; Nipane, Gaurhovden og Jonstel ved Ulvik; Ugjersdalen og ved Gravehalsen samt nær Kvanjolvand mellem Ulvik og Sogn; Smedalsvand på Filefjeld o. s. v.

Derimod mangler det ikke på brudstykker af grundfjeld og af den prækambriske formation af Telemarkskifre i graniten. Allerede T. Dahll har nævnt talrige steder fra Telemarken, hvor gneisgranit og granit langs grænsen mod Telemarkskifrene er fuld af brudstykker (l. c. 11—13; se også planscherne); han bemærker herom at: „Dette Phænomen er saa udbredt og optræder ofte i saa stor Maalestok, at man i Sandhed maa studse over, at det ikke før har været iagttaget.“ Enhver reisende kan nu se dette forhold på turen fra Skien til Haukelid ved grænsen ved begyndelsen af Skarpendestrømmen mellem Hvits-eid- og Bandaksvand; endnu pragtfuldere må forholdet efter Dahlls' beskrivelse vise sig ved grænsen syd for Momerak ved Fyrrisvandet, i Våmurfjeldet ved Fyrrisvand, i Maskatfjeldet i Bøherred o. s. v. — I omgivelserne af Vidva findes brudstykker af grundfjeld i graniten ved opstigningen gennem Mjelmodalen til Vidva før man når høiden, ligeså ved Olafsboden og Fiskekjernsæteren øst for Sysendalen, og endelig som ovenfor nævnt mellem Botten og Haukelidsæter brudstykker af Telemarkskifrene i graniten.

Kommer hertil, at metamorfosen af skiferformationen overhovedet ikke har nogen lighed med almindelig kontaktmetamorfose, men er totalt forskjellig fra denne, således som den kjendes fra Kristianiafeltet, så torde det vel neppe kunne anses tvivlsomt, at *den under skiferformationen på Vidva liggende granit og gneisgranit* ikke har noget med denne metamorfose at skaffe, ikke er en yngre lakkolitisk fodgranit, men *er en gammel grundfjeldsgranit, hvis overflade forlængst var raseret af erosionen, da skiferformationen afleiedes.*

Derimod viser iagttagelserne fra Telemarken utvivlsomt, at denne granit er yngre end Telemarkskifrene; det er overflødig, at gjentage T. Dahll's bestemmelse af dette aldersforhold.*) Tørnebohm har gjort opmærksom på, at antagelig ikke alt, hvad Dahll har betegnet som granit i det store Telemarkske felt er af samme alder; han mener at man må

*) Se også A. E. Tørnebohm. „Några notiser från en geologisk resa i Telemarken“. Geol. fören. förh. B. II s. 46—62.

skille mellem ældre granitgneis (ældre end Telemarkskifrene) og yngre gneisgranit og granit (yngre end Telemarkskifrene). Det er muligt, at en sådan adskillelse er berettiget og burde søges gennemført; for det her foreliggende spørgsmål er en sådan adskillen ligegyldig, da Viddas skiferformation er yngre end *alle* sammesteds som underlag optrædende graniter, både de sribede gneisgraniter, de grovkornige porfyrganiter og øiegraniter og de mere småkornige, rent masseformige eugranitiske graniter, der efter Törnebohms mening skulde være de yngste.

Viddas skiferformation, begyndende med den dictyograptus førende alunskiferafdeling (alunskiferfyllit), og den Telemarkske skiferformation viser sig altså også ved forholdet til de underliggende graniter som to forskellige formationer; hvad enten man fra Telemarkskifrenes grænse mod graniten i Vinje nærmer sig fyllitafdelingen ved Haukelid, eller man fra Hiterdal af opsøger alunskiferen ovenfor Ravalsjø syd for Kongsberg, så kommer man i begge tilfælde fra den samme ældre formation, de prækambriske Telemarkskifre til en yngre uafhængig overleiet fossilførende formation. Forskjellen er kun den, at denne fossilførende formation i trakten syd for Kongsberg er temmelig uforandret eller også nær grænsen mod augitsyeniten i Skrimfjeldet kontaktmetamorfoseret, medens den på Vidda har undergået en gennemgribende regionalmetamorfose, der *ikke* kan skyldes den her underliggende granit. Vi kommer altså tilbage til den samme opfatning af rækkefølgen, som allerede 1860 udvikledes af T. Dahll i hans „Telemarkens Geologie“.^{*)}

Foruden på sin antagelse om gennembrud ved opstigende gange af den underliggende granit støttede Kjerulf sin opfatning af denne som yngre end den overliggende skiferformation på Vidda også på et andet forhold, nemlig derpå at *de underste skikter af skiferformationen på graniten ikke overalt er de samme*. Der hvor en del af den suite, som i regelen udgjør den underste del af skiferformationen mangler, antog

^{*)} L. c. Side 139: „Granitgneisen, den Basis, hvorpaa de siluriske Skifere hvile, indeslutter Brudstykker af de telemarkske Skifere og staaar saaledes i Alder mellem disse to Skiferformationer.“

Kjerulf i lighed med sin opfatning af de lakkolitiske graniter i Kristianiafeltet, at det som mangler, skulde være indsmeltet i granitens masse, eller som han også udtrykker det: „opslugt i granitfoden“.

At de underste lag i skiferformationen umiddelbart på graniten ikke overalt er de samme, men at man ved grænsen snart er lavest nede snart høiere oppe i skiferformationen er fuldkommen rigtigt, ihvorvel Kjerulfs forklaring af forholdet ikke kan antages, da graniten, som nævnt, utvivlsomt er ældre, naansee at udtrykket opslugning er aldeles vildledende. Jeg havde iagttaget dette forhold allerede i 1877, således som sees af dagbogen (s. 20) i Horreheiene i Rørdal, hvor på styrtningen mod vandet graniten overleies umiddelbart af alunskiferafdelingen, derimod opigjennem Grøndalen stadig af høiere og høiere skikter, helt op til helleskiferen, så at den laveste afdeling her mangler.

Samme forhold optræder også meget påfaldende i profilet fra Opsætsæteren øverst i Rundalen (Voss) over Gravehalsen til Ugjersdalen. I selve dalbunden her optræder i den smukke vide botndal omkring Rundevandet nedenfor Opsætsæteren ovenpå granit underst mørk alunskiferfyllit, derover grøngrå fyllit ved Opsætsætrene og strax ovenfor Opsæt turisthotel helleskifer; vandrer man nu videre opigjennem dalen opover mod Gravehalsen møder man atter den underliggende gneisgranit, der buler sig op gennem den overliggende skiferformation, som nu er borteroderet i dalbunden, men findes på fjeldsiderne i Opsætteggen o. s. v. I sydskråningen af Gravehalsnuten, der hæver sig mod vest over passet ved telegrafboden ved Gravehalsen ser man i foden af hoiden gneisgranit, temmelig grovkornet, stærkt sribet med sribningens fald temmelig steilt, 40 til 60° omtrent NO; denne overleies af en kalot af den yngre gneisafdeling med ganske fladt fald c. 15° ONO. Fra Gravehalsen af har man i dalbunden i botnerne Gravehalsgruvle og Kvandalen den samme gneisgranit, medens i hoiden i dalsiderne over denne den yngre gneisformation ligger som kappe over gneisgraniten på begge sider. Ved

Brattefon sees ved fossen under bræen den umiddelbare grænse i dalbunden; den bergart, der her ligger på gneisgraniten er en slags overgangsbergart mellem helleskifer og fyllit, der overleies af grovkornigere krystallinske skifere, hornblendeskifere, lyse gneise o. s. v. helt til tops i Blejenuten (Sauefjeld) vest for Ugjersdalssæteren. Faldet af gneisformationen følger grænsen mod den underliggende gneisgranit nogenlunde, i det hele c. 30—35° NNO til NO, men med stærkere stigning af grænsefladen på begge sider af Kvandalen.

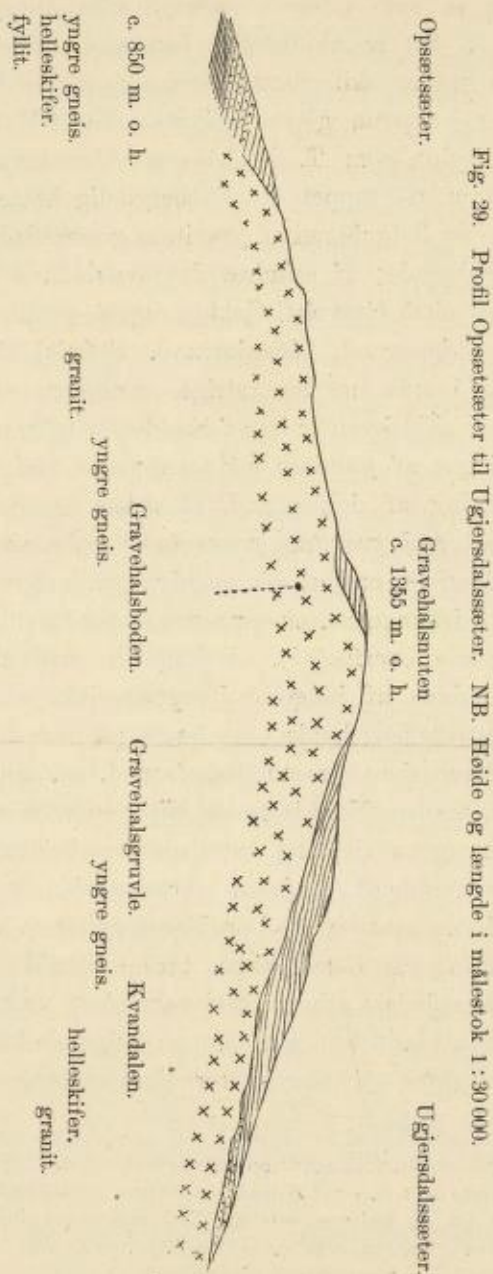
Lignende er forholdet også i profilet fra Norddalens øvre ende tværtover den nordligste del af Vasfjærens fod, idet også her bag (vest for) fjeldet på vestsiden af Norddalen graniten hæver sig til meget betydelig høide, over 1300 m., og her ved Skjepavandene umiddelbart overleies af helleskiferen, ikke som i Norddalen af alunskiferafdelingen.

Hvis Kjerulf havde kjendt disse profiler, navnlig Gravehalsprofilet vilde han sikkert have anseet graniten som en yngre gjennembrydende fodgranit, der havde opslugt og indsmeltet i sin masse de manglende dele af skiktfølgen; disse profiler er med hensyn til granitens opbulning fuldkommen analoge med det af Kjerulf nævnte Hallingskarvens profil.

Ikke des mindre viser just selve Gravehalsprofilet allerbedst, at graniten ikke kan være en yngre „fodgranit“ (lakkolit), der i ildflydende tilstand presseses op under skiferformationen og delvis opslugte og metamorfoserede denne; thi grænsefladen af graniten viser ingen abnorm kornighed og struktur af bergarten, ingen grænsefacies, ingen opstigende gange o. s. v. Skifrigheden i gneisgraniten er ikke en primær fluidalstruktur parallel grænsefladen, men dens retning er aldeles uafhængig af denne, står snart steilt mod den i den ene eller anden retning, viser endog voldsomme sammenpresninger og folder uafhængig af den overliggende skiferformation. Gneisgranitens skifrighed må derfor i alle fald for en væsentlig del skyldes en sammenpresning *ældre*, end afeiningen af skiferformationen.

Men hvorledes så forklare det tilsyneladende gjennembrud og det forhold, at de undre grænseskikter af skiferformationen

ligger i forskjellig høide i lagrækken, tilhører forskjellige afdelinger af denne?



At den stærke *opbulning* af granitens grænseflade i alle fald tildels er *yngre* end skiferformationens afleining, må ansees sikkert; den er som allerede omtalt i afhandlingen fra 1877 (se ovenfor s. 42) et almindeligt fænomen. Granitens overflade bølger under skiferformationen og denne bølger med. På Vidda er bølgerne gjerne mindre, dog i Hallingskarven (om det er rigtigt, som T. Dahlls profil angiver, at her i toppen er granit?) toppet op til betydelig høide. I Viddas omgrænsning er bølgingen af granitens grænseflade tydeligere og mere påfaldende; vi erindrre den svære bule Horreheiene danner, ligeså altså Gravehalsfjeldet, ligeså profilet fra Norddalen over Skjepavand, Kvanjolvand, Slondal til Rundalen o. s. v. Her kunde nævnes talrige eksempler; allerede flere af profilerne i „Udsigten“ viser forholdet tydelig nok.

Opbulningen af graniten må være yngre end skiferformationens afleining af den grund, at *denne bølger i det hele og store konformt med granitens grænseflade*; opbulningen kan da ikke bero på andet, end at det massive gamle grundfjeld ved selve bjergkjededannelsen er oppresset under hævnning til denne ujevnt bølgende overflade*). Indtegnede med sit virkelige mål er jo høiden af bølgerne i regelen ikke stor, selv der hvor granitoverfladens høide over havet på nære til grænsende steder differerer flere tusend fod (som f. ex. mellem Røldal og Seljestad, mellem Norddalen og Nipavandet o. s. v.). Hvorvidt granitens (grundfjeldets) overflade *før* afleiningen af alunskiferen har frembudt et jevnt abrasionsplan, som den ofte påfaldende jevne grænseflade i profilerne synes at antyde, eller om den dengang var *i småt ujevn*, turde vistnok nu, da den oprindelige overflade i ethvert fald sekundært ved presningen under bjergkjededannelsen har fået en bølgende karakter, ikke være let at afgjøre. Synderlig store kan ujevnhederne i den

*) Også den omstændighed at en ren kyst- og stranddannelse som blåkvartsen (tildels en kalksandsten) findes i så forskellig høide i denne del af landet, dels (f. ex. i Norddalen 350 m. eller 1100' o. h.) lavere nede, dels på de høieste dele af Vidda (på strækningen Bessebotterne etc. over 1300 m. eller c. 4400' o. h.) viser at den underliggende granitoverflade selv er presset ujevnt op.

oprindelige overflade, hvorpå Viddas skiferformation afleiedes, i ethvert fald ikke have været, efter alt hvad hidtil derom er bekendt.

Iagttagelserne af forholdet mellem bølgingen af Viddas skiferformation konformt med bølgerne af den buleformige grænseflade af den underliggende granit leder til den slutning, at den allerede før skiferformationens afleining nogenlunde nivellerede grundfjelds (granit) -plade oppressedes under bjergkjededannelsen *som en samlet masse* over hele den strækning som nu udgjør Hardangervidda. Under oppresningen forholdt den kompakte grundfjeldsmasse sig, under trykket af den mægtige overliggende formation, hvoraf måske kun en mindre del nu er os bekendt, som til en vis grad plastisk, som selve den bølgeformede grænseoverflade viser, og antog denne bølgeformede overflade som et samlet resultat af den ved tangentialtrykket bevirkede *central-massiviske* oppresning på den ene side og det uhyre tryk af den mægtige overliggende formation på den anden. Man skulde kunne tænke sig, at selve buleerne dannede sig på sådanne steder, hvor overtrykket var relativ mindre.

Det er det samme forhold, som gjør, at man i de høieste dele af den skandinaviske bjergkjededannelse over så store strækninger finder flade svævende fald uden fremtrædende foldning. Medens vi længre vest, på Bergenshalvøen og i dens fortsættelse i de vestlige randpartier af bjergkjeden finder steile lagstillinger og uhyre sammenpresninger fra siden og tilsvarende hertil grundfjeldet presset op mellem folderne, er over høifjeldsvidderne over store strækninger faldet svævende, *fordi underlaget, grundfjeldet, her har dannet en større sammenhængende centralmassivisk oppresset plade*. Overhovedet er i vor gamle bjergkjededannelse til forskjel fra yngre bjergkjeder som Alperne o. s. v. *centralmassivet hovedsagen*; den omgivende formationskappe er for den allervæsentligste del afskrabet af gammel og nyere erosion.

Da jeg ikke kan finde, at iagttagelserne med nogen sandsynlighed taler for, at mangelen af en større eller mindre del

af skiktfølgen nedentil mod graniten (Kjerulfs opslugning) kan forklares ved oprindelig manglende afsætning ei heller i nogen større udstrækning ved oprindelig lokal øformig opragning o. s. v., ligesålidt som ved „opslugning“, har jeg tænkt mig muligheden af, at forholdet måske kan forklares som et resultat af selve den centralmassiviske oppresnings art. Jeg har tænkt mig, at idet en sådan bule af den underliggende plade presseses op imod den overliggende skiferformation kunde der på grund af det uhyre tryk ovenfra langs grænsefladen ske en udvalsning af de underste skikter af skiferformationen; ved fortsat opbulning af underlaget vilde derved dettes kompakte masse lidt efter lidt kunne *presses op gennem skiferformationen under udglidning af denne til alle sider*. Som enderesultat vilde man få en grænseflade som i Røldal, hvor granitunderlaget berører det ene skikt efter det andet fra alunskiferen til helleskiferen efter som man langs grænsefladen stiger op fra skrænten mod Røldalsvand og op til Grøndalselven. Ved stærk opbulning (som bag Vasfjæren eller i Gravehalsprofilet?) har underlaget presset sig op helt til den laveste del af gneisformationen.

Så vanskelig forståelig og urimelig end en sådan forklaring kan forekomme ved første betragtning, er jeg foreløbig bleven stående ved denne som den sandsynligste. Jeg håber ved en senere leilighed at kunne belægge den med mere bevismateriale; indtil videre får den stå som en meget usikker hypothese. At lokalt øformig opragning kan have fundet sted (profilerne bag Vasfjæren, Gravehalsprofilet?) skal dermed ikke være benægtet.

Forholdet mellem alderen af labradorstenen og den yngre gneisafdeling.

Kjerulf angiver herom, at labradorstenen på Voss „bryder gennem skifer- og kvartsetagerne“ (Udsigten s. 210).

Om Jotungabbroerne antager Törnebohm*) at de er

*) I afhandlingen „Om högfjellskvartsiten“ l. c. S. 42.

„äldre än kvartsiten (höifjeldskvartsen, gneisafdelingen) och tillhöra urberget“.

Da Jotungabbroerne (som bekjendt væsentlig skifrige noriter) er så nære sammenknyttede med labradorstenen i Sogn, at man neppe kan tvivle på, at begges suiter af bergarter er genetisk sammenhørende og af samme alder, står altså disse to opfatninger mod hinanden. Dette hænger sammen med Tørnebohms opfatning af gneisen i Jotunheimen som gammel grundfjeldsgneis og ældre end hans kvartsit, der forevrigt kun udgjør et underordnet led i gneisformationen (Kjerulfs „höifjeldskvarts“); han anser at gabbroen og gneisen er nær forbundne, medens derimod intet nærmere forhold skulde findes mellem gabbroen og kvartsiten. I modsætning til andre iagttagere fra Jotunheimen har Tørnebohm ment at kvartsiten (kvartsiter og hellefinter) skulde være yngre end gneisene sammesteds; som ovenfor påvist er forholdet ingensteds således længer vest, idet her gneisformationen overalt er den øverstliggende lagrække.

Aldersforholdet mellem labradorstenen og gneisafdelingen sees af profiler i Rundalens øvre del. Tværtover Rundalen strækker sig et vældigt felt af snehvid labradorsten fra Mjølfjeldet og Axlen syd for Rundalen over Rusledalseggen og Rioandeeggen, Skyttergluggene o. s. v. helt over til Nærødalen og videre i høiden udefter Nærøfjorden, Aurlandsfjorden i sammenhæng med det store felt på begge sider af Sognefjorden; på oversigtskartet af 1878 er dette store felt mellem Rundalsfjeldene og Sogn i sin sydlige del aldeles urigtig afgrænset og altfor svært tiltaget. I høiden vest for Langvadvandet (der hvor man svinger om mod nord på vei mellem Klevene og Opsætsæter) sees, at labradorstenen danner en lakkolitisk indleining i gneisafdelingen.

Den er under og over omgivet af rødlig skifrige gneise med kvartslag og kvartslinser. Labradorstenen selv er snehvid, tæt eller sukkerkornig, stærkt presset; i grænsepartiet er skifrige varieteter herskende. Labradorstenen i profilet ved Langevandsosen er forevrigt blot den yderste udkilende rand

af den store kage, der på den sydøstlige side af dalen fortsætter i Kalvaseggen og Axlen (den fremspringende sydvestende af Hervardseggen på amtskartet) og sandsynligvis har hængt sammen med den endnu større masse i Mjølfjellet. I

Fig. 30. Profil Langevandsosen.

Langevandskleven.



Langevadvandet.

Gneise, skifrige af forskellig slags.

Hvid masseformig labradorsten c. 20 m.

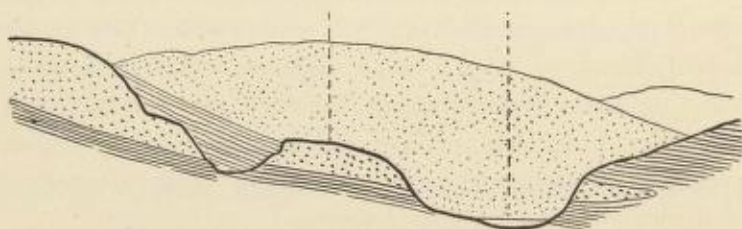
Skifrig labradorsten c. 3 m.

Rød skifrig gneis med kvartslag og kvartslinser. Fald 32° V.

Axlen sees tydeligt, hvordan labradorstenen ligger ovenpå den laveste del af gneisformationen (helleskiferafdelingen står i fast fjeld ovenfor Slondalssætrene) som en vældig kage; gneisformationen's overleien ovenpå fyllitafdelingen sees i ypperlig opsluttet profil op gennem Rundalens øvre del.

Fig. 31. Profil fra Axlen til Langvandsosen seet fra høiden øst for Langvadvand; i baggrunden Mjølfjellet.

Axlen. Mjølfjellet.
Kalvaseggen. Langvadvandet



Det prikkede er labradorsten; det stregede er gneisafdelingen.

Også i Nærødalen og endnu mere udefter Nærøfjorden ser man hvorledes labradorstenen dels ligger ovenpå gneisafdelingens lag, dels selv overleies af disse.

Ved jernbanelinien nær Haukeland station på Bergenshalvøen såes små gange af hvid labradorsten indkilede mellem skikterne af gneisafdelingen; en gang gaffede sig.

Da man ikke gjerne kan tvivle på, at labradorstenen er en eruptiv dybbergart*), er således dens alder givet yngre end gneisafdelingen, og således atter — da denne efter mine iagttagelser synes bestemt overleiende fyllitafdelingen — også yngre end sikkert siluriske lag. Det samme turde da efter al sandsynlighed også gjælde Jotungabbroerne, hvad også talrige iagttagelser af Th. Münster fra 1882—84 synes at vise (se ovenfor).

At indgå nøiere på labradorstens mærkelige forhold er ikke min hensigt ved nærværende anledning; det er et emne for sig af stor og mangesidig interesse.

*) Cfr. Fr. D. Adams „Über das Norian oder Ober-Laurentian von Canada“. Inang. Diss. Univ. Heidelberg; Stuttgart 1893.

Hvorledes forklare metamorfosen i høifjeldsformationerne?

Også dette er et stort og omfattende emne for sig, som det ikke er min hensigt at gå nærmere ind på ved nærværende anledning, hvorfor her kun antydningensvis skal berøres enkelte af de forhold, som indgår under dette emne.

Kjerulf anså, som ovenfor nævnt, metamorfosen fortrinsvis at skyldes en kontaktvirkning af den underliggende granit, der af ham betragtedes som yngre „fodgranit“. Denne forklaring må efter ovenstående redegjørelse for aldersforholdet mellem graniten og skiferformationen antagelig bortfalde, da graniten på Vidda og tilgrænsende trakter ifølge mine iagttagelser ikke kan opfattes som yngre, men må være et ældre underlag.

Kjerulfs opfatning var a priori lidet sandsynlig også af grunde hentede fra selve metamorfosen. Om nemlig den metamorfose, høifjeldsformationerne har gennemgået, alene skulde kunne ansees som en slags kontaktmetamorfose som Kjerulf mente, så måtte man have ventet den mest intense omvandling hos de graniten nærmest liggende lag, altså hos alunskiferafdelingen, derefter hos fyllitafdelingen, så hos gneisafdelingen. Thi det er ved alle kjendte forekomster af kontaktmetamorfose en lov, at intensiteten af omvandlingen tiltager med nærheden mod eruptivgrænsen; et vigtigt udtryk herfor

er det, at *kornstørrelsen* hos de nydannede krystallinske mineraler tiltager henimod granitgrænsen: således er f. ex. glimmer-skjellene i den almindelige chokoladefarvede glimmerkornfels i Kristianiatrakten større og større nærmere granitgrænsen o. s. v., kort sagt de samme bergarter nærmere grænsen altid proportionelt mere krystallinske. Det må herved vel mærkes, at også de finkornige hornfelter længer væk fra grænsen er helt igjennem omvandlede og omkrystalliserede bergarter, også i dem er hvert korn et nydannet mineral, men intensiteten af omvandlingen må dog ansees som mindre, der hvor kornstørrelsen er mindre, end hos de grovkornigere hornfelter, der nærmere grænsen er dannede ved omvandling af de samme skikter.

Nu er vistnok herved, som Kjerulf gør opmærksom på, (Udsigten s. 144 øverst), at mærke, at i kontaktmetamorfofen hvert lag forandres efter sin natur, enkelte lag, deriblandt netop enkelte alunskifere, som af mig påvist, forholdsvis mindre, andre forholdsvis mere; men dette kan ikke strække til til at forklare den intense forandring, vi finder hos gneisbergarterne, sammenlignet med omvandlingen i de lavere lag af høifjeldsformation. Thi det er vistnok så, at også fylliterne, som ovenfor fremhævet, er helt og holdent omkrystalliserede, metamorfoserede bergarter, ligesåvel som de overliggende gneise, hornblendeskifere, glimmerskifere o. s. v.; men man vil neppe kunne nægte, at en glimmerskifer repræsenterer et stadium af mere intens omvandling, end en fyllit; glimmerskiferen og fylliten forholder sig her som grovkrystallinsk og finkrystallinsk glimmerhornfels i kontaktmetamorfofen. Om dette er ret, hvilket man efter alle foreliggende erfaringer for tiden neppe kan betvivle, skulde den mest intense metamorfose over hele høifjeldet findes i den øvre afdeling, i gneisafdelingen, altså længst væk fra underlaget graniten, der skulde have frembragt omvandlingen.

Vi kan altså temmelig sikkert se bort fra den af Kjerulf opstillede forklaring af metamorfofen; selv om den skulde være en art kontaktmetamorfose, kan denne ikke være at henhøre til den underliggende granit.

Omvandlingens resultat viser imidlertid i og for sig ingen lighed med *almindelig* kontaktmetamorfose; såvel i struktur som mineralsammensætning viser de ved metamorfofen dannede bergarter ingen lighed med almindelige kontaktbergarter; de typiske kontaktmineraller: kalkrige granater, vesuvian, skapolit o. s. v. mangler, og strukturerne er gennemgående skifrige trykstrukturer (linsestrukturer, øiestrukturer o. s. v.), ikke hornfelsenes kontaktstruktur. I alle fald spiller trykfænomenerne hos høifjeldsformationens bergarter en så gennemgribende rolle, at *om* nogen kontaktmetamorfose her nogensinde har forekommet, så er den nu udslettet af trykmetamorfofen, eller også har man her at gøre med en eiendommelig art af kontaktmetamorfose, hvis omvandlingsprocesser fandt sted under ledsagelse af tryk, så at både mineraldannelse og struktur fik en aldeles afvigende beskaffenhed fra den almindelige hos kontaktmetamorfoserede bergarter.

Uden her at ville indgå på enkeltheder, vil jeg kun i sin almindelighed bemærke, at studiet af høifjeldsformationens bergarter gennemgående vidner om, at de har fået sin nuværende krystallinske beskaffenhed og struktur *under uhyre tryk*. Det fortjener i denne forbindelse at nævnes, at midt inde imellem skikter, hvis struktur under mikroskopet viser spor af overordentlige mekaniske trykvirkninger (knækkede krystaller, tryklameller hos feldspater med tvillingdannelser, bøiede lameller, undulerende udslukning, detritusdannelser, linsestruktur o. s. v.) findes lag af bergarter, hos hvem nydannelsen af mineraler synes at have foregået så proportionelt med bergartens omformning under tryk, at selve de mekaniske trykvirkninger knapt direkte kan påvises (f. ex. i Horreheienes lag af hornblendeskifere midt inde i glimmerrige skifergneise og glimmer-skifere, der viser stærke trykvirkninger), uagtet de selvfølgelig ligesåvel som de dem omgivende bergarter må have været udsatte for tryk. I gneisafdelingen finder vi i stor udstrækning, at selve nydannelsen af mineraler er det fremtrædende drag af bergartens karakter. Dette forhold er på lignende vis iagttaget og præciseret af A. Heim i hans sidste store værk over

den alpine regionalmetamorfose^{*)}. Han og Schmidt adskiller her ligefrem to forskellige former af „dislokationsmetamorfose“ eller mekanisk metamorfose; efter de af dem meddelte definitioner kunde man betegne dem som *deformationsmetamorfose* og *krystallisationsmetamorfose*.

Den uhyre udbredte metamorfose (regionalmetamorfose) som vi forefinder i høifjeldsformationerne fra øverst til nederst i den hele skiktfølge er således, efter alt hvad iagttagelserne viser en *trykmetamorfose* (mekanisk metamorfose, dynamometamorfose, dislokationsmetamorfose); det bør bemærkes, at metamorfosen neppe er mindre intens på fjeldvidderne, hvor lagene over mil efter mil ligger med fladt svævende fald, end i de stærke sammenpresninger med steile lag på Bergenshalvøen. Årsagerne til metamorfosen synes således efter al sandsynlighed at måtte have været de samme uanseet lagstillingen. Da også de fladtliggende lagrækker henover fjeldvidderne er omvandlede ved trykmetamorfose, kan dette omvandlende tryk her kun betyde tryk *ovenfra nedad af overordentlig mægtige overløende masser*. Visselig må vi antage, som ovenfor nævnt, at der har fundet sted en af tangentialt bjergkjedetryk forårsaget centralmassivisk oppresning af grundfjeldet med dets belæg af ovenpå afleiede formationer nedenfra opad, men det tryk, der har været medvirkende under omvandlingen af de på grundfjeldspladen påliggende lagrækker, der over store strækninger viser svævende flade fald både af skifrighed og lægning, kan kun have været tryk ovenfra; det ligger da nærmest at tænke på trykket af selve lagmægtigheden. Skulde noget tangentialtryk have virket på de fladtliggende lag indover fjeldvidderne måtte det i så fald være omsat til tryk ovenfra nedad, det vil sige den del af den gamle bjergkjedebildelse, vi nu har opbevaret, måtte være en liden rest blot af en meget større bjergkjede, i hvilken overfoldning indtil fladtliggende lag havde fundet sted over store strækninger. Den af tangialtrykket frembragte overfoldning kunde da have

^{*)} A. Heim: „Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein“. (Bern 1891). S. 490 og 491.

virket som overtryk, ovenfra nedad; selve det centralmassiviske parti med de flade lagstillinger kunde da i et *senere* stadium, et slutningsstadium af bjergkjededannelsen være presset op til nuværende relative hoidenivå.

Enten vi antager en sådan proces, eller at blot trykket af selve den engang forhåndenværende lagrække har frembragt den mekaniske trykmetamorfose, så er det i ethvert fald åbenbart, at når vi nu i de svævende lagrækker over store strækninger af vort høifjeld finder disse beviser for uhyre tryk ovenfra nedad, *så kan dette ikke betyde andet, end at en overordentlig mægtig lagrække, hvoraf intet spor mere er opbevaret, her må være bortført af erosionen*; alene den omstændighed, at også de allerøverste lag i lagrækken, som nu ikke har noget over sig, viser så stærk trykmetamorfose, ja til og med den stærkeste metamorfose, beviser dette aldeles uimodsigeligt.

Den nuværende lagmægtighed af den hele serie på Vidda går ikke op til mere end i alt mellem tre og fire tusend fod i det høieste, når de største mægtigheder af gneisafdelingen på Voss lægges til grund måske 5000 fod c. 1600 m. Trykket af en sådan mægtighed kan ikke i og for sig have frembragt disse kolossale trykvirkninger, denne enorme gennemgribende metamorfose. Thi den efter min opfatning i tid tilsvarende lagrække i Kristianiadalen har også en mægtighed af flere tusend fod og har her til og med været udsat for betydelig sammenpresning, og dog findes her — bortset fra kontaktmetamorfosen, som altså har ganske specielle årsager — ingen metamorfose, ingen mekanisk omformning af bergarterne. Skulde derfor tryk af overliggende masser have for en væsentlig del forårsaget metamorfosen på Vidda og ellers i høifjeldet, måtte vi tænke os en mange gange større mægtighed af lag, end Kristianiafeltets og en mange gange større mægtighed end den nu i høifjeldsformationen opbevarede borteroderet og sporløst forsvundet. Vi måtte antage, at her måske engang over grundfjeldsgraniten på Vidda har ligget en lagmægtighed ikke på fire—fem tusend fod, men måske på tyve—tredivet tusend fod (10 000 m.).

Jeg anser det på ingen måde umuligt, at så kan have været tilfældet; vi må anse det som fuldt sikkert, at det, der nu er opbevaret, kun er en liden rest af den hele formationsrække, der engang har eksisteret her; selv i de høieste toppe finder vi som påpeget de samme spor af overtrykket som i de laveste lag. Men hvor meget her har været afleiet ovenpå de yngste øverste lag i gneisformationen ved vi intet bestemt om og vil vel heller ikke nogensinde få vide det.

Men enten det er en enorm lagmægtighed af mange tusend fod, der her er bortroderet eller den nu opbevarede lagrække ifølge den anden mulighed har været begravet under inversioner, overfoldninger af en i og for sig mindre mægtig lagrække, — også disse inverterede lag i så fald bortførte ved den efterfølgende erosion, der har havt tid nok til sin rådighed — så står vi alligevel overfor et særdeles påfaldende faktum, som ikke kan forklares tilfredsstillende alene ved antagelse af overtrykket (enten dette er lagtryk alene eller omsat tangialtryk gennem forsvundne inversioner) som årsag til metamorfosen. *Vi kan nemlig ikke komme bort fra at intensiteten af omvandlingen utvivlsomt må siges at være større i den øvre del af formationsrækken (gneisafdelingen) end i den lavere del (fyllitafdelingen) hvad der endnu mere gjælder i forhold til den laveste del (alunskiferetagen med tildels temmelig lidet forandrede lag og blåkvartsen, som heller ikke er mere omvandlet, end at sandstenstrukturen næsten altid er fuldkommen tydelig, ikke eller i alle fald ikke helt udslettet ved kvartsitstruktur).*

Dette er tværtimod, hvad man skulde vente sig, og tværtimod, hvad erfaringen fra andre egne har vist. Således fremhæver Heim udtrykkelig (l. c. s. 491) at i Alperne „gjennemsnitlig de ældre bergarter er stærkere omvandlede, end de yngre“, og udvikler også de naturlige årsager, hvorfor det må være således, nemlig at de ældre bergarter dels var stærkere belastede af overliggende skikter, dels også ved indklemning i mulder under foldningen klemtes ned til større dyb i jordskorpen.

Går vi ud fra, at intensiteten af metamorfosen må aftage med afstanden fra virkningsnivået af de kræfter, der har fremkaldt og bevirket omvandlingen, så må vi efter iagttagelserne over rækkefølgen af høifjeldsformationerne, hvor de mindst intens omvandlede lag findes langt nede, de mest intens omvandlede øverst oppe, antage, at de omvandelende agenser har havt sin plads *over* den hele nu forhåndenværende formationsrække og virket på denne *ovenfra nedad*, med *aftagende* intensitet mod dybet. Det synes under disse omstændigheder lidet rimeligt, at det blot er trykket af en forsvunden lagmægtighed i forbindelse med temperaturen på grund af det indtagne større dyb i jordskorpen, der kan være eneste årsag eller hovedårsagen i metamorfosen.

Heim gjør i det nævnte arbejde opmærksom på, at man foruden den mere *zonevis* udviklede mekaniske dislokationsmetamorfose i Alperne også kan holde ud for sig en mere *regional*, over store udstrækninger udbredt af dislokationen uafhængig, sandsynligvis i ikke sammenpressede skifter stedfunden ikke mekanisk metamorfose, som han betegner som *diagenetisk metamorfose* (Adulagneisens metamorfose)*).

Den overordentlige udbredelse af metamorfosen som en regional metamorfose over store strækninger med samme karakter, med samme petrografiske rækkefølge af de omvandlede skifter, i flade og svævende lagstillinger bringer en til at tænke på Heim's diagenetiske metamorfose også ved studiet af vor høifjeldsformation. Den samlede udbredelse af fyllitafdelingen med den overliggende gneisafdeling i retning SSV—NNO fra Fuse og de indre dele af Stavangerfjordene til Våge

*) L. c. s. 490: „Wenn die Gesteine des Adulamassives auf einer Metamorphose von alten vielleicht jung archaischen anders beschaffenen Sedimenten beruht, dann ist diese Metamorphose *älter und anderer Ordnung*, — — — *hat sich ohne Dislokation an ungestörten Schichten vollzogen* (Druck, Wärme, Durchfeuchtung etc.? *Diagenese*).

Man kunde her også til sammenligning inddrage den af flere engelske geologer som en særskilt art af regionalmetamorfose karakteriserede „*statiske*“ metamorfose, hvis ikke som nævnt alle iagttagelser viste, at vor høifjeldsformations metamorfose først og fremst må karakteriseres som en dislokationsmetamorfose.

og Gudbrandsdalen er i middel mindst 250 kilometer, den midlere bredde lodret herpå vel ikke stort under 100 kilometer; det af disse høifjeldsformationer dækkede fladerum (bortset fra gabbrofelterne og opstikkende grundfjeld) altså c. 25 000 kvadratkilometer. Her er på selve høifjeldsvidderne sjelden mere fremtrædende spor af sidepres, af foldning; dog fattes sådanne ikke. Derimod viser bergartens struktur de mest påtagelige beviser for overtryk; også må mærkes, at metamorfosen ikke er væsentlig anderledes i de stærkt sammenpressede kjeder på Bergenshalvøen end ind over vidderne i høifjeldet. Den ensformige regionale karakter af omvandlingen stemmer med Heim's karakteristik af Adulagneisens diagenetiske metamorfose; *men* vor metamorfose af høifjeldsformationen kan ikke være gået for sig i en uforstyrret ikke disloceret lagfølge, den er utvivlsomt en med selve bjergkjededannelsen, og navnlig med dennes centralmassiviske oppresning sammenhængende dislokationsmetamorfose (dynamometamorfose).

Men hvorledes da forklare det nævnte eiendommelige forhold med hensyn til tiltagen af intensiteten af omvandlingen nedenfra opad?

Om man kunde acceptere Törnebohms's forklaring, at gneisformationen er et overskjøvet ældre fjeld, vilde denne vanskelighed tilsyneladende bortfalde; det er vel også sandsynligt, at netop den mere grovkrystallinske grundfjeldslignende karakter hos en hel del af bergarterne i den yngre gneisformation har influeret på Törnebohms opfatning af den som tilhørende grundfjeldet ligesåvel som på Kjerulfs forsøg på at gjøre den så gammel som muligt ved at anse den som primordial. Men for en så uhyre overskydning, c. 90 kilometer findes som ovenfor nævnt i disse trakter intetsomhelst andet bevis, og alene på grund af gneisformationens gamle udseende og krystallinske natur kan den ikke antages. Man kjender nu fra talrige andre steder på jorden yngre krystallinske formationer, af langt yngre alder. Desuden må her mærkes, at den krystallinske karakter på mange forekomster forandrer sig successivt fra den øverste del af fyllitafdelingen, gennem

helleskifrene til gneisafdelingens karakter, dette viser, at den krystallinske udvikling som hver enkelt zone her har, den har den fået der den ligger.

Jeg mener derfor, at vi indtil videre får tage gneisformationens overleining som et faktum, selv om vi for tiden ikke kan forklare os metamorfosens eiendommelige forholde og finde årsagerne dertil; for tiden kan man kun gjøre sig op ufuldstændige og utilstrækkelig begrundede hypoteser, der ikke har synderligt værd. Det bør forresten bemærkes, at selv om gneisafdelingen kunde bevises at være ældre end fyllitafdelingen og at være en gammel prækambrisk formation, så var dens metamorfose derfor ikke mindre mærkelig eller mere forklaret.

Uagtet jeg heller ikke anser den forklaring, der er faldt mig ind som noget mere, end en løs og utilstrækkelig begrundet hypotese, vil jeg dog ikke undlade at fremsætte den til nærmere prøvelse.

Allerede Kjerulf havde fra først at henført omvandlingen af høifjeldsformationen til gabbrobergarterne i Jotunheimen og til labradorstenen på Voss og fastholdt denne forklaring som delvis gjældende også, efter at han opstillede metamorfosen gennem den underliggende granits indvirkning (Udsigten s. 210) som hovedsagen. Törnebohm har også pegt på den nære forbindelse mellem gneisene og gabbroerne i Jotunheimen. I Münsters dagbøger nævnes også gang på gang, at han har fundet omvandlingen af gneisafdelingens lag påfaldende stor nær gabbrobergarterne.

Mine iagttagelser fra strækningen Rundalen—Nærøfjorden viser, at labradorstenene der ligger som kager, pladeformig udbredte over gneisafdelingens lag over store strækninger. Münsters profiler fra Jotunheimen viser også, at gabbroerne her ligger ovenpå gneisafdelingens strater. Udbredelsen har antagelig været større, thi de isolerede fjeldhøider i Hemsedal, Borgund o. s. v. (Suletindernes profiler efter H. MohN, 1859) viser også en gabbrokage øverst i toppene. Labradorstenens optræden på Bergenshalvøen giver også indtrykket af en oprindelig stor horizontal udbredelse som en kage eller plade, senere

indpresset til steil situation sammen med de omgivende lags foldning. Det er i så henseende af interesse at lægge mærke til, at labradorstenen i feltet mellem Arne og Haukeland viser akkurat de samme varieteter af hvid sribet bergart, granat og diallagførende typer o. s. v. som feltet i Rundalen.

Det synes, med den store udbredelse, labradorstenen og Jotungabbrorne også nu har, for øie, neppe for dristigt at tænke sig, at denne udbredelse tidligere har været endnu større og mere sammenhængende. Antager man nu, hvad der ved petrografiens nuværende standpunkt må anses berettiget, at disse svære masser af basiske eruptiver (forøvrigt i Sogn og Jotunheimen også i mindre udstrækning ledsagede af surere eruptivbergarter) må opfattes som dybbergarter, som store kageformige masser, så skulde også denne deres store udbredelse tyde på, at de må have været overleiede af en overordentlig mægtig formation, der nu i høifjeldet overalt er totalt bortroderet, noget som også den stærke presning af gabbrobergarterne selv også i de høieste toppe til rent skifrige bergarter (gabbroskifere) tilstrækkelig beviser.

Man skulde nu have ventet, at de ældre, underliggende formationer i kontakten mod disse svære overliggende masser af labradorstene og gabbrobergarter, der efter den ovenfor fremholdte opfatning er yngre end både fyllitformationen og gneisformationen, skulde have vist den sædvanlige kontaktmetamorfose, omvandling til hornfelse o. s. v., udvikling af de sædvanlige kontaktmineraller (andalusit, granat, vesuvian, skapolit etc. etc.) og den ordinære kontaktstruktur. Vi finder intet af alt dette.

Derimod finder vi vistnok, at de underliggende formationer og da navnlig den nærmest underliggende formation, gneisformationen, tydeligen hår undergået en vældig gennemgribende metamorfose.

Det synes da, at ligge meget nær, at betragte denne sikkert stedfundne metamorfose som *en eiendommelig art af kontaktmetamorfose*, der på den ene side klarligvis er foregået under enormt tryk af overliggende masser og derfor viser sig evident

at være for en væsentlig del en trykmetamorfose, men på den anden side neppe udelukkende kan opfattes som en normal trykmetamorfose alene, da man i så fald måtte vente, at de underste dele af lagrækken, der tydeligvis må være de stærkest pressede, skulde have vist den mest intense omvandling.

Det *plus* af omvandling, som man efter min opfatning finder i gneisafdelingen, sammenlignet med den underliggende fyllitafdeling, tilskriver jeg altså indvirkningen af *overliggende* lakkolitiske gabbro- og labradorstensmasser (muligens også graniter), der endnu mangesteds ligger udbredt over gneisafdelingen og tidligere sandsynligvis også har gjort dette udenfor de strøg, hvor de nu findes opbevarede. Ligesom i den normale kontaktmetamorfose turde også her omvandlingen være formidlet af udskilt vand (opløsninger?), der har gennemtrængt den underliggende formation og under høit tryk og høi temperatur i stort dyb har underholdt stofomsætningen, opløsende og udskillende, så at de mineraler er udkrystalliseret, der under de forhåndenstående betingelser overhovedet kunde udkrystallisere.

Antagelig er det netop det store dyb og det samtidige tryk af de overliggende masser, der har gjort, at produkterne af krystallisationen og omvandlingen ved denne *»blandede regionalmetamorfose»* er blevne ganske andre, end ved almindelig kontaktmetamorfose og også tildels andre, end ved normal dislokationsmetamorfose.*)

Hvilke bergarter den oprindelige uforandrede lagfølge har bestået af, er en vidløftig undersøgelse for sig, hvortil jeg for tiden ikke disponerer over tilstrækkeligt materiale. Sikkert er at den underste del lagfølgen har bestået af ordinære alunskifre, den derover følgende blåkvarts viser endnu sandstens-

*) Her kan erindres om, at F. Becke i sin afhandling „Vorläufiger Bericht über den geologischen Bau und die krystallinischen Schiefer des Hohen Gesenkes“ (Sitz. ber. d. K. K. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. naturw. Cl. Abth I, März 1892, s. 13) sammenligner sin „katogene Dynamometamorfose“ med den normale kontaktmetamorfose; forholdet er dog her et andet, da Becke ikke tilskriver metamorfosen nogen virkelig kontaktvirkning fra nogen dyberuptiv magma, men kun sammerligner betingelserne ved mineraldannelsen med kontaktmetamorfosens.

strukturen, kalken over blåkvartsen har antagelig havt en lignende beskaffenhed som ortocerkalken, en uren kalksten (i Kristiania-trakten med c. 60 til c. 85 % kulsur kalk); fyllitafdelingen har bestået af ordinære lerskifre, muligens med kalklinser (se ovenfor); kalklag findes endnu her og der opbevaret i den (Sogn, Jotunheimen etc. ifølge Münster; Osedalen eller Norddalen i Ulvik o. s. v.). Kvartsiterne og helleskifrene i den underste del af gneisafdelingen har temmelig sikkert oprindelig været sandstene og feldspatførende sandstene. Hornblendskifrene der findes som indleininger her og der (f. ex. i Hårteigen i Røldal, i Hardanger o. s. v.) har muligens været kalkholdige lerskifere, mergelskifere*); det er jo også muligt, at de for en del kan have været basiske eruptiver, injicerede i linser, der under omvandling er udvalsede til tynde laglignende plader (Horrebrækkene?). Endel af de grønne krystallinske skifre, der her og der findes i lagrækken er muligens af lignende oprindelse; derimod mener jeg, at den så almindelig udkastede formodning om sådanne bergarters oprindelige beskaffenhed som *tuffe* er meget lidet sandsynlig, og først måtte fuldt ud bevises, inden man kan antage den. — Glimmerskifrene i gneisafdelingen er antagelig ligesom fylliterne omvandlede lerskifre, blot omvandlede i mere intens grad og derfor mere grovkrystallinske. De er ofte feldspatførende; også en del af de feldspatførende glimmerskifere, anser jeg for omvandlede lerskifere.

Glimmerskifrene, når de er feldspatførende går over i de bergarter, der i almindelighed sammenfattes som *gneise*, skifrige feldspat- og kvartsrige bergarter, med glimmerminerale, hornblende- eller pyroxenminerale eller blandning af flere eller færre af disse. Jeg forstår ved gneis kun omvandlede oprindelige sedimenter; og efter mit bestemte indtryk har endel af de gneise, der sammensætter gneisformationen, antagelig også

*) Confer. H. Rosenbusch „Zur Auffassung d. chemischen Natur des Grundgebirges“ Tschermaks min. & petr. Mittheit. B. 12, s. 59, 1891. — Det er mig en tilfredsstillende at kunne tilføie, at jeg af mine forelæsningshefter fra forelæsninger over regionalmetamorfose ved „Stockholms Högskola“ finder at jeg allerede høsten 1888 uafhængig af Rosenbusch har foredraget samme opfatning.

for den væsentligste del oprindelig været sedimenter. Lagfølgen i Mellene og forøvrigt på strøget mellem Svatsum og Slidre som Kjerulf, Sandstad, Törnebohm, Bjørlykke og Reusch har studeret, viser at her kommer en sparagmitafleining over fyllitafdelingen; dette giver antydninger om, at gneisafdelingens gneisbergarter måske for en ikke ringe del er omvandlede klastiske bergarter med allerede *oprindelig* feldspatgehalt, udgangspunktet for mekanisk deformation til sribede bergarter med øiestruktur (øiegneise), der er så hyppige i gneisformationen, såvelsom også for nydannelse af feldspat, aldeles som man finder, at i rivningsbreccierne ved Bækkelaget dels feldspaten i de pressede brudstykker er mekanisk deformeret, dels også nydannet feldspat optræder som produkt af mineralafsætningen af de cirkulerende opløsninger under brecciedannelsen. *) Jeg tvivler nemlig ikke på at feldspat i stor udstrækning er *nydannet* ved regionalmetamorfosen i oprindelig sedimentære bergarter, aldeles som glimmer, kvarts og andre mineraler uden at man behøver, som J. Lehmann, Michel Lévy o. a. har gjort, at ty til nogen hypotese om injection af granitisk magma. Alene mine iagttagelser fra rivningsbreccierne i Bækkelaget er her overbevisende nok; også mine iagttagelser om dannelse af feldspat i kontaktmetamorfosen kan fremdrages som paralel. Den modvillie, som foruden de nævnte forfattere også adskillige andre (hos os f. ex Reusch i sine arbejder fra Vestlandet) har havt mod antagelse af gneise dannede af oprindelige sedimenter under nydannelse af feldspaten, såvelsom af gneisenes øvrige mineraler, kan jeg således ikke være enig i, men har allerede forlængst været overbevist om, at endel ægte gneise er omvandlede lerskifere, ikke blot omvandlede sparagmitter, en opfatning, som også allerede Rosenbusch har udtalt i sin bekjendte afhandling „Zur Auffassung des Grundgebirges“ (Neu. Jarb. f. Min. 1889, B. II. s. 92) og hvortil i nyere tid flere forfattere har sluttet sig.

*) Se min afhandling „Über die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords“ Nyt Mag. f. Naturv. B. 30 s. 125.

I hvor stor udstrækning gneisformationens gneisbergarter er virkelige gneise i denne forstand som regionalmetamorfoserede sedimenter, kan kun ved en detaljeret undersøgelse af dette specielle spørgsmål udredes. At der foruden sådanne virkelige gneise i gneisformationen også muligens for en del optræder regionalmetamorfoserede trykskifrige graniter med lignende udseende og sammensætning, altså hvad jeg efter min petrografiske terminologi kalder »granitskifere» vil jeg ikke benægte; tværtom finder jeg det meget sandsynligt, at f. ex. de mere lokalt optrædende temmelig grovkornige gneisbergarter i en del af Hardangerprofilerne (Jobruna f. ex.) kan være at opfatte som granitskifere, muligens lokalt endog som pressede injicerede kvartsporfyrrer. Men jeg tror ikke efter min nuværende erfaring, at gneisformationen i meget stor udstrækning er opbygget af den slags bergarter. Jeg anser den overveiende del af „gneisbergarterne“ i gneisformationen for at være omvandlede sedimenter, feldspatførende sandstene og sparagmiter, lerskifre o. s. v. En sikrere og klarere forståelse af disse forhold kan kun vindes ved en vidløftig detaljundersøgelse, som har ligget udenfor dette arbeides plan; her er utvivlsomt et stort og taknemmeligt felt, der vilde kunne yde et væsentligt bidrag til forståelsen af regionalmetamorfosen i almindelighed, men et sådant arbejde måtte støtte sig til så udstrakt materiale af kemiske og petrografiske undersøgelser af gneisformationens bergarter i forbindelse med omfattende studier om deres geologiske forhold og udbredelse, at opgaven vilde kræve mere tid, end jeg for min del i de første år kan afse dertil.

Fastsættelsen af, at en yngre sparagmitformation, efter min opfatning antagelig af oversilurisk alder, på strøget mellem Svatum og Slidre (Mellene etc.) findes over fyllitafdelingen som ekvivalent med den som gneise og andre krystallinske skifere udviklede omvandlede formation i vest og nord, er en omstændighed af væsentlig betydning for løsningen af alle de vanskelige spørgsmål, orienteringen i lagfølgen frembyder indenfor det store sparagmitområde og i den sydlige del af Trondhjemfeltet. Det ligger heri stærk opfordring til en fuldstændig

revision af lagfølgen øst og nordost for Gausdal for at udrede i hvilken udstrækning også her yngre formationsled kan udskilles; en sådan udskillelse turde give nøglen til en bedre udsigt over den skandinaviske fjeldkjedes bygning eller i alle fald over det sydlige Norges geologi, end den vi for tiden har. Det gjælder imidlertid, hvis dette er nøglen eller i alle fald en af nøglerne, også at finde de rette nøglehul.

Resumé.

Die Schichtfolge auf der Hardangerebene („Hardangervidda“) und der sogenannte „Hochgebirgsquarzit“ („Høifjeldskvarts“).

(Ein altes Tagebuch mit neuen Supplementen.)

Von

W. C. Brøgger,

Ord. Prof. d. Min. & Geol. a. d. Univ. Kristiania.

In den Jahren 1875 und 1877 untersuchte Verf. die grosse Hochgebirgssstrecke, welche unter dem Namen „Vidda“ oder „Hardangervidda“ bekannt ist, und lieferte im Herbst 1877 an die norw. geol. Untersuchung einen kurzen Reisebericht nebst einer kurzen Zusammenstellung seiner Beobachtungen ein.

Diese Schriftstücke wurden aus verschiedenen Gründen bis jetzt nicht publiciert. Ein neuer Besuch in den angrenzenden Gegenden im letzten Sommer (1892) hat nun eine Revision der alten Beobachtungen veranlasst und schliesslich zum Publicieren der in der vorliegenden Abhandlung gegebenen Zusammenstellung der Ansichten Verf.'s über die Hochgebirgsformationen Norwegens geführt.

S. 2—25. Tagebuch über Reisen auf der Hardangerebene
24. Juli—14. Aug. 1877.

Enthält in unveränderter Form das Tagebuch von 1877.

S. 26—43. Zusammenstellung der Beobachtungen von der Hardangerebene 1875 und 1877.

Enthält die im Herbst 1877 an die norw. geol. Untersuchung eingelieferte Zusammenstellung der Beobachtungen.

Unter dem Namen »*Vidda*«, „Storvidda“ oder „Hardangervidda“) kann man die hochgelegene flachwellige Felsenstrecke im westlichen Norwegen zusammenfassen, welche auf folgende Weise abgegrenzt werden kann:

Von Røldal bis an Sjørfjorden in W.; von Eidfjord, Simodal bis an den Hardangergletscher und Hallingskarven in N.; von hier ab in einer gebogenen Linie nach der Gegend nördlich von dem grossen See Mjös Vandet in O.; endlich von hier in einer Linie nach Røldal in S.

Die Hauptmasse von Vidda liegt zwischen 3000 und 4000 Fuss (c. 950 bis c. 1250 Meter) ü. d. M. und bildet ein welliges Hügelland ohne oder doch mit armer Baumvegetation, mit flachen breiten Thälern, deren fette Grastriften im Sommer zum Theil als Weiden für das Hornvieh dienen, und mit niedrigen, oft charakteristisch kistenförmigen Felsenrücken, welche häufig, obwohl mit wenig Recht, die Endung „Tind“ oder „Nut“ (Gipfel) an ihren Namen führen.

Im Süden, Westen und Norden wird Vidda von höheren und wilderen Felsen eingefasst; Vidda selbst besitzt nur wenige hohe Gipfel (z. B. Härteigen c. 550' oder c. 1720 Meter ü. d. M.).

Die Schichtfolge auf Vidda ist nach den Beobachtungen Verf.'s:

Unten: *Grundgebirge*, z. gr. Th. *Granit* in verschiedenen Varietäten (auch Gneiss und andere krystallinische Schiefer).

Darüber von unten nach oben:

1. *Alaunschiefer* 45 bis 50 m.
2. *Quarzit* (sog. Blauquarz) c. 40 —

*) Vidda eigentlich „die Weite“, d. h. die weite öde Strecke; Storvidda also: die grosse Weite. Die Uebersetzung: die Hardangerebene giebt eigentlich eine ganz falsche Vorstellung, da Vidda gar keine Ebene ist.

3. Unreiner <i>Marmor</i>	c. 10 m.
4. Grüngrauer <i>Phyllit</i>	„ 220 —
5. Verschiedene <i>krystallinische Schiefer</i> : Helleflinta, Glimmerschiefer, Horn- blendeschiefer, Gneiss etc.	„ 300 —
	c. 620 m.

Der *Alaunschiefer* ist namentlich im südöstlichsten Theil von Vidda typisch ausgebildet; die Schiefer sind nicht mehr unveränderte Alaunschiefer sondern regionalmetamorphische Aequivalente. Zu unterm gewöhnlich ein gekräuselter oder stengliger etwas glänzender Schiefer von blauschwarzer Farbe, oft phyllitisch ausgebildet, mit Quarzlinsen und Quarzstreifen, auch häufig schwarz, glänzend wie ein Alaunschiefer aus der Kristianiagegend; darüber häufig mehr regelmässig dünn-schieferiger Alaunschiefer in den obersten Schichten mit *Dictyograptus flabelliformis*, Eichw. (*Dictyonema*) in Hulberget, schon früher von Herrn Th. Dahll entdeckt. Ueber diese Schichten mit *Dictyograptus* kommt in Hulberget etc. ein dickschieferiger plattenförmig abgesonderter Schiefer c. 10 m. mächtig, von blauschwarzer Farbe als Schlussablagerung der Alaunschieferabtheilung.

Ueber derselben kommt auf Vidda der »*Blauquarz*« („Blåkvarts“) ein dickbankiger Quarzsandstein von blaugrauer Farbe, gewöhnlich in steilen Wänden über den leichter verwitternden Alaunschiefer hervorragend.

Darüber in Härteigen und an mehreren Stellen ein eigenthümlicher unreiner *Marmor*, von weisser oder gelblicher Farbe, voll von Schuppen verschiedener Glimmermineralien.

Darüber eine mächtige Abtheilung von glänzenden *Phylliten* von grünlichgrauer oder grünblauer Farbe; diese Phyllite sind gewöhnlich krummblättrig, nicht ebenschieferig und in grossen Theilen ihrer Mächtigkeit voll von *Quarzlinsen*, welche parallel den welligen Schieferungsflächen eingelagert sind; auch an Spalten und Adern ist reichlich weisser Quarz abgesetzt.

Die Phyllitabtheilung geht nach oben nach und nach über in die mächtige Abtheilung der obengenannten *krystallinischen Schiefer* (Kjerulfs: „Hochgebirgsquarz“, norw. „Høifjeldskvarts“), welche auf der Hardangerebene selbst nur in den höchsten Gipfeln z. B. Härteigen und auch hier nur zum geringen Theil aufbewahrt ist; in den angrenzenden Fjordgegenden dagegen ist diese Formation bedeutend mächtiger, auf Voss vielleicht c. 800 Meter. Der untere Theil dieser Schichtreihe besteht häufig (auf Voss, ebenso in Ø. Slidre etc.) aus ebenplattigen Quarzit ähnlichen Helleffinten, welche z. Th. ausgezeichnete Dachschiefer liefern. Nach oben folgen andere krystallinische Schiefer, Glimmerschiefer, z. Th. granatführend, mit Linsen von Disthen, Feldspath u. Quarz etc., Hornblendschiefer, Biotitgneisse, Hornblendebiotitgneisse, Hornblendeigneisse etc. Theilweise ganz grobkörnig krystallinisch ausgebildet.

Der Name Hochgebirgsquarz, welcher von vielen anderen Verf. angewendet ist, scheint bei der herrschenden Beschaffenheit dieser Suite ganz unpassend.

Die Unterlage der ganzen Schieferformation, der *Granit*, zeigt nach Verf. auf der Hardangerebene selbst eine schwach wellenförmige obere Grenzfläche durchschnittlich c. 1250 Meter ü. d. M. (S. 40—41); nach W. in den anstossenden Thälern stürzt dieselbe schnell ab (z. B. im Profil Røldal—Seljestad S. 24 etc.).

Diese Grenzfläche zwischen dem unterlagernden Granit (Grundgebirge) und der Schieferformation ist überall scharf, an vielen Stellen schön aufgeschlossen (z. B. Fig. 5, S. 8 Profil von Grydeberget, Fig. 6, S. 10 Profil von Naserne, Fig. 10, S. 16 Profil von Holkerne, Fig. 14 S. 20 Profil von Horreheiene etc.).

S. 44—54. Die Auffassung Kjerulfs von der Schichtfolge und dem Altersverhältniss der Hochgebirgsformation.

Kjerulf fasste den unterhalb der Schieferformation Vidda's liegenden Granit als einen „Fussgranit“ auf (siehe seine Arbeit:

„Die Geologie des südlichen Norwegen“; Bonn 1880) derselbe wäre demnach *jünger* als die überlagernde Schieferformation. Er sollte dieselbe z. Th. eingeschmolzen und auch die ganze durchgreifende Metamorphose der Hochgebirgsformation verursacht haben. Kjerulf meinte ferner, dass die *Dictyograptus*-art in dem schwarzen Schiefer von Hulberget nicht der gewöhnliche *D. flabelliformis* wäre, sondern eine ältere Form; er betrachtete deshalb die ganze Hochgebirgsformation als der primordialen Zeit angehörig.

Diese Auffassung Kjerulfs lässt sich ganz natürlich als ein Resultat der am Ende der 70-er Jahre herrschenden Anschauungen über die Bildung der krystallinischen Schiefer überhaupt erklären. Das Vorkommen jüngerer nicht dem Grundgebirge angehöriger krystallinischer Schiefer, welche nicht durch lokale Contactmetamorphosen erklärt werden konnten, war damals ziemlich allgemein bezweifelt und wenigstens gar nicht gebührend berücksichtigt. Die ausgezeichneten älteren Beobachtungen über Fossilienvorkommen in regional-metamorphischen krystallinischen Schiefeln waren so zu sagen vergessen. Es lag deshalb 1878, als Kjerulf seine „Uebersicht“ schrieb, ganz nahe die krystallinische Schieferformation des norwegischen Hochgebirges als eine durch Contactmetamorphose umgewandelte Schichtserie von hohem Alter (primordial) zu betrachten. S. 48—53 liefert eine kurze Uebersicht über die Entwicklung der verschiedenen Ansichten von der Bildung krystallinischer Schiefer bis 1880.

S. 55—79. Die Ausbreitung der Hochgebirgsformation.

S. 55—56. *Profile von Ulvik und Voss* (1892 aufgenommen).

S. 60—80. *Uebersicht über die Verbreitung der jüngeren Gneissabtheilung (des Hochgebirgsquarzits) von Fuse in Bergens Stift bis Gausdal.*

S. 60—61: Profile von Fuse, und S. 61—62: Profile von Vikør und Voss nach J. Friis;

S. 63–70: Profile von Aurland, Fejos, Vangsnæs, Lekanger, Lærdal, Årdal, Sogndal, Lyster nach Th. Münster;

S. 70–72: Profil von Fjelsenden etc. nördlich von Halingskarven nach H. Reusch;

S. 73: Profile von Jotunheimen nach Th. Münster;

S. 74: Profile von der Gegend südlich von Vangsmjøsen nach H. Mohn.

In allen diesen Profilen findet man nach sämtlichen Beobachtern dieselbe Schichtfolge wie auf Vidda, nämlich:

unten eine mächtige Abtheilung hauptsächlich von phyllitischen Schiefen (*die Phyllitabtheilung*),

darüber eine noch mächtigere Suite von verschiedenen krystallinischen Schiefen: Helleflinta, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, verschiedene Gneisse (*die jüngere Gneissabtheilung**, Kjerulfs Hochgebirgsquarzit).

Nach der Auffassung von Dr. A. E. Törnebohm*) wäre die ursprüngliche Reihenfolge gerade die umgekehrte gewesen. Törnebohm meinte aus mehreren Profilen (dem Profil von Dölefjeld nach dem Lysterfjord, dem Profil von Kopfjeld nach Vågevand, dem Profil Kapesæter bis Hatdalsæter etc.) schliessen zu können, dass die oben als die normale angesehene Folge nur eine scheinbare wäre, indem durch Faltungen und Inversionen die in der That jüngeren Ablagerungen von älteren Schichten bedeckt sein sollten.

Nach den Beobachtungen Münster's, Bjerlykke's etc. wäre indessen diese Auffassung Törnebohm's (wie S. 69, 76, 77, 78 näher erwähnt) nicht berechtigt.

Auf der Strecke Mellene—Svatsum scheint nach Beobachtungen von Sandstad, Törnebohm, Reusch, Bjerlykke auf der Phyllitabtheilung eine mächtige Suite von Sparagmiten und gepressten Conglomeraten in den höchsten Gipfeln abgelagert; es dürfte sehr wahrscheinlich sein, dass

*) Siehe seine Abhandlungen „Om Høifjeldskvartsen“, Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. B. 13 (1891), ebenso „Om Sevegrupper“ etc. Ibid. B. 14 (1892).

diese Suite von Sparagmiten und Conglomeraten ein weniger metamorphosirtes Aequivalent der jüngeren Gneissabtheilung darstellt.

S. 80—114. Das Alter der Hochgebirgsformation.

S. 80—85. Das Alter der Phyllitabtheilung.

Nach Vergleichung mit dem *Dictyograptus flabelliformis*, Eichw. aus dem Kristianiagebiet muss die *Dictyograptus*art von Hulberget unzweifelhaft dieselbe Form sein; die unterste Ablagerung der Hochgebirgsformation, der Alaunschiefer, ist deshalb in seinen oberen Schichten der Abtheilung 2 e des Kristianiagebietes entsprechend. Dieser Fossilfund orientirt sehr weit.

Der unmittelbar den Alaunschiefer überlagernde *Blauquarz* auf Vidda muss nach der Ansicht Verf.'s ein Aequivalent des unteren Theiles der Etage 3 sein; ebenso muss dann aller Wahrscheinlichkeit nach der über dem Blauquarz folgende *Marmor* auf Vidda ein metamorphosirtes Aequivalent des Orthocerenkalksteins (3 c des Kristianiagebietes) sein.

Die auf den Marmor folgende mächtige *Phyllitabtheilung* wäre dieser Ansicht zufolge von untersilurischem Alter, *der Etage 4 entsprechend*. Mit dieser Ansicht stimmt es gut, dass Bjørlykke in den nur wenig phyllitisch ausgebildeten Schiefern in Gausdal Graptolithe des unteren Theiles der Etage 4 gefunden hat. Diese Schiefer können nach der Ansicht Verf.'s von Gausdal ab ziemlich ununterbrochen bis nach der Westküste bei den Fjorden in NO. von Stavanger verfolgt werden. Auch die Mächtigkeit der Phyllitabtheilung entspricht ziemlich genau der Mächtigkeit der Etage 4 des Kristianiagebietes.

S. 85—90. Das Alter der überlagernden Gneiss-Sparagmitabtheilung.

Kjerulf betrachtete diese Suite als *primordial*; Törnebohm hat dieselbe seiner Auffassung gemäss mit den *präkambrischen Telemark'schen Schiefern* zusammengestellt.

Wenn diese letztere Auffassung richtig wäre, müsste die ganze mächtige Suite der krystallinischen Schiefer auf der weiten Strecke von der Gegend SW. von Røldal bis nach Gausdal, also in einer Länge von c. 280 Kilometer nothwendiger Weise über die unterlagernde untersilurische Phyllitabtheilung hinübergeschoben sein*). Die Breite der übergeschobenen Schichtserie oder die lineare Ausdehnung der Ueberschiebung in der Richtung der Bewegung NW.—SO. wäre dann wenigstens 80 bis 90 Kilometer (S. 97—88). Verf. hält diese Auffassung, obwohl gar nicht für unmöglich, doch vorläufig für weniger wahrscheinlich, theils wegen der ungeheuren Dimension der Ueberschiebung, theils auch weil keine directen Beweise für eine derartige Auffassung vorliegen. Die Telemarkschiefer fehlen nach Verf. auf Vidda, indem hier die Alaunschiefer überall unmittelbar auf dem alten Granit des Grundgebirges auflagern; Verf. meint, dass die Telemarkschiefer auf Vidda schon weggerodirt waren, ehe der Alaunschiefer abgelagert wurde. Da, wo sie weiter gegen SO. erhalten sind, dürften sie z. gr. Th. durch grosse Verwerfungen eingesunken und dadurch vor der Vernichtung der alten Erosion verschont geblieben sein; Verf. erwähnt (S. 89—90) eine derartige Verwerfung mit mächtigen Reibungsbreccien etc. vom See Børtevand.

Verf. meint deshalb, dass die Auflagerung der jetzt als eine krystallinische Gesteinssuite ausgebildeten jüngeren Gneissabtheilung auf der Phyllitabtheilung eine ursprüngliche ist,

*) Wenn es mit Törnebohm berechtigt wäre, die Sevegruppe weiter NO.-lich mit der jüngeren Gneissformation (dem „Hochgebirgsquarzit“) zu identificieren, was ganz gewiss sehr plausibel scheint, müsste diese gewaltige Ueberschiebung in der That noch viel weiter gegen NNO., wie Nathorst bemerkt, bis nach Torneträsk sich fortsetzen (siehe A. G. Nathorst: „Sveriges Geologi“, S. 153). — Auch muss erinnert werden, dass die obenstehende Angabe der linearen Grösse der Ueberschiebung in der Richtung der Bewegung NW.—SO.: 80 bis 100 Kilometer, nur eine *Minimumsangabe* sein kann, indem dieselbe nur die Breite *des jetzt erhaltenen Theils* der muthmaasslich übergeschobenen Scholle angiebt. Wenn die ganze Hypothese von der Ueberschiebung berechtigt wäre, müsste diese Zahl noch um einen wahrscheinlich bedeutenden unbekanntem Betrag vergrössert werden.

und dass beide Abtheilungen nur ungleich stark metamorphosirt sind.

Da die Phyllitabtheilung nach der Auffassung Verf.'s untersilurisch (mittelsilurisch) ist, *sollte die Gneissabtheilung seiner Ansicht nach wahrscheinlich von Obersilurischem Alter sein*; hiermit würden auch die Fossilienfunde Reusch's auf der Bergenshalbinsel, welche von Obersilurischem Alter sind, gut stimmen, da die fossilführenden Glimmerschiefer etc. der Bergenshalbinsel nach der Annahme Verf.'s dem unteren Theil der jüngeren Gneissformation des Hochgebirges äquivalent sind.

S. 92—94 wird die Hypothese aufgestellt, dass die so ausserordentlich verbreiteten *Quarzlinsen* der Phyllitformation *pseudomorphosirte Kalklinsen* sind. Diese Auffassung fordert im Gegensatz zu den Anschauungen vieler Forscher die Annahme cirkulierender Lösungen als eines Hauptagens bei der Regionalmetamorphose. Es wird vom Verf. hervorgehoben, dass die Phyllite der Hochgebirgsformation (von manchen früheren Verfassern in der Regel unrichtig als Thonschiefer bezeichnet) ebenso wohl als die Gesteine der Gneissabtheilung durch und durch metamorphosirte Gesteine sind.

S. 96—110. Altersverhältniss der Hochgebirgsschieferformation zu ihrer Unterlage.

In diesem Abschnitt wird näher nachgewiesen, dass die Auffassung Kjerulfs von dem unterliegenden Granit als einem „Fussgranit“, *jünger* als die überlagernde Schieferformation, unrichtig sein muss. Es fehlen nämlich überall Apophysen von dem Granit in die aufliegende Schieferformation, ebenso finden sich keine Bruchstücke derselben (dagegen wohl von älteren Telemarkschiefern) im Granit, endlich zeigen selbst die an den Granit am nächsten angrenzenden Schiefer keine erkennbare Contactmetamorphose.

Verf. nimmt deshalb mit T. Dahll an, dass der Granit dem Grundgebirge angehört und zwar z. Th. jünger als die präkambrischen Telemarkschiefer, aber älter als die primordial-silurischen (kambrischen) Alaunschiefer Vidua's ist.

S. 104—110 wird das Verhältniss, dass die auf dem Granit auflagernden Schichten nicht überall dieselben sind, näher erwähnt. Verf. erklärt dies dadurch, dass die ursprünglich abasierte obere Grenzfläche des Grundgebirges, welche die Unterlage der Hochgebirgsformation auf Vidda und im übrigen centralen Norwegen bildet, durch eine Art *centralmassivischer Aufpressung* eine wellenförmige Oberfläche angenommen habe und dabei, unter lokaler Ausgleitung der überlagernden Schieferformation nach allen Seiten wegen des Druckes ihrer mächtigen jetzt zum grössten Theil wegerodirten überlagernden Massen, stellenweise *durch* dieselbe ein Stück hinauf schildbuckelförmig aufgepresst sei. Ursprüngliche inselförmige Aufragung wäre dabei nicht ausgeschlossen. Als Profile, welche diese Verhältnisse illustriren, können Fig. 14 und 16, Fig. 29 (S. 107) erwähnt werden.

S. 110—113. *Altersverhältniss der Labradorfelse und Gabbrogesteine zu der jüngeren Gneissabtheilung.*

Kjerulf hat von dem Labradorfels von Voss angegeben, das derselbe die Schieferformation durchbricht.

Törnebohm dagegen fasste die Gabbrogesteine von Jotunheimen als ältere dem Grundgebirge angehörige Eruptivgesteine, welche während der Ablagerung der Schieferformation inselförmig aufgeragt haben sollten, auf.

Verf. schliesst sich hier der Kjerulf'schen Auffassung an; als Beweismaterial werden Profile von Rundalen und Voss angeführt. (Fig. 30 und 31.)

S 114—128. *Versuch zu einer Erklärung der Metamorphose der Hochgebirgsformation.*

Kjerulf meinte, dass die Metamorphose in erster Linie auf den unterliegenden Granit (seinen „Fussgranit“) zu beziehen wäre; da der Granit indessen (abgesehen von gewissen hellen Graniten in Sogn, welche mit den Noriten und Labradorfelsen genetisch verbunden sind) *älter* als die Schieferformation sein muss, kann diese Erklärung nicht aufrecht erhalten werden.

Verf. hebt zuerst hervor, dass die Metamorphose unbedingt eine *Druckmetamorphose* ist; es finden sich in der Suite der krystallinischen Schiefer des Hochgebirges ganz übereinstimmend mit Erfahrungen aus anderen Gebieten regionalmetamorphosirter Gesteine (z. B. aus der Schweiz bekannt durch die Untersuchungen von Heim, Schmidt u. a., aus Oesterreich durch Becke's Beobachtungen u. s. w.). Beispiele sowohl für reine *Deformationsmetamorphose* (mit vorherrschender Pertritionsstruktur der stark gepressten schieferigen Gesteine) als auch für Gesteine, bei welchen die Neubildung von Mineralien der mechanischen Umformung während des Druckes so proportional gewesen ist, dass die mechanischen Druckwirkungen selbst sich nur schwierig nachweisen lassen (*Krystallisationsmetamorphose*).

Die Druckmetamorphose muss in den vorherrschend flach fallenden schwebenden Schichtserien des Hochgebirges durch Druck *von oben nach unten von ausserordentlich mächtigen, jetzt wegerodirten überlagernden Massen verursacht sein*. Denn selbst die schieferigen Gesteine der höchsten Gipfel (z. B. die schieferigen Norite) sind selbst durch und durch druckmetamorphosirt und beweisen durch ihre Structur, dass sie ausserordentlich stark gepresste Gesteine sind.

Ob dieser Druck von oben nach unten ein durch Ueberfaltung in Oberdruck umgesetzter Tangentialdruck gewesen ist (z. B. von wegerodirten Schlingen oder von verschwundenen liegenden invertierten Falten) — oder ob derselbe schlechthin die Schwere einer vollständig wegerodirten (vielleicht 5000—10000 Meter ??) mächtigen Schichtenserie *allein* repräsentirt, muss dabei unentschieden bleiben; die letztere Annahme dürfte jedoch wenig wahrscheinlich sein.

Eine sehr auffallende Thatsache ist es, dass die Intensität der Metamorphose in dem *oberen* Theil der Schichtfolge des Hochgebirges (in der jüngeren Gneissabtheilung) offenbar *bei weitem grösser*, als im unteren Theil (in der als unter- (mittel-)silurisch und primordialsilurisch angenommenen Phyllit-Alaunschieferabtheilung) ist. Es dürfte wohl dies Verhältniss in

wesentlichem Grade die Auffassung Törnebohm's von dem gegenseitigen Altersverhältniss der Gneissabtheilung (des Hochgebirgsquarzit) und der Phyllitabtheilung beeinflusst haben*).

Verf. sucht, obwohl mit aller Reservation dies auffallende Verhältniss durch die Annahme zu erklären, dass die Metamorphose in der That *nicht ausschliesslich* eine Druckmetamorphose sei, sondern was er als eine *»gemischte Regionalmetamorphose«* (S. 124) bezeichnet. Er meint nämlich, dass das *Plus* von Umwandlung, welches in dem oberen Theil der Hochgebirgsformation thatsächlich vorhanden ist, auf die mächtigen eben in der oberen Suite als lakkolithische Kuchen eingeschalteten sehr verbreiteten Massen der Labradorfelse und Gabbrogesteine (Norite etc.) zu beziehen sein dürfte; er meint, dass aus diesen Eruptivmassen ausgeschiedene wässerige Lösungen unter hohem Druck (in Verbindung mit der Bergkettenbildung) und hoher Temperatur in grosser Tiefe den Stoffwechsel vermittelt haben, so dass innerhalb der näheren Wirkungssphäre dieser Lakkolithe *eine Steigerung der gewöhnlichen Druckmetamorphose* eintreten müsste.

Es wird dabei hingewiesen auf die völlig übereinstimmende Beschaffenheit der Labradorfelse der Bergenshalbinsel, wo ihre Massen zwischen den *steil aufgerichteten* Schichten der bogenförmigen Randkette***) eingeschaltet sind, und der *flach-*

*) Auch Suess hebt (wie Verf. jetzt beim Schreiben des Resumé erfährt) dies Verhältniss als sehr auffallend hervor (conf. Antlitz der Erde II, S. 172, Anm. 58) ohne eine nähere Erklärung desselben zu versuchen.

Sollte gegen die Vermuthung Verf.'s Törnebohms Auffassung und ihre nähere Consequenz (die Ueberschiebung der Gneissabtheilung über die Phyllitabtheilung mehr als 80—90 Kilometer — weiter gegen NO. sogar mehr als 100 Kilometer in der Richtung der Bewegung) sich als berechtigt erweisen, so dürfte in erster Linie eine nähere Verknüpfung dieser gewaltigen Ueberschiebung mit den dann bei weitem geringeren Ueberschiebungen im nördlichen Theil von Schottland zu versuchen sein. In Schottland war übrigens die Bewegungsrichtung der Ueberschiebung gerade die entgegengesetzte von derjenigen, welche für Skandinavien angenommen werden müsste.

**) Wie diese dem Schild Skandinaviens vorliegende merkwürdige Randkette der Bergenshalbinsel und ihre Fortsetzung mit der alten schottischen Bergkettenbildung zu verknüpfen wäre, hofft Verf. bei einer späteren Gelegenheit näher verfolgen zu können.

liegenden Kuchen der Labradorfelse von Rundalen und Nærødalen welche schon dem breiten centralmassivisch aufgepressten Kernkörper der Bergkette angehören. Sowohl die Labradorfelse als die mit ihnen nahe verbundenen Gabbrogesteine (Norite etc.) Jotunheimens müssen früher eine bei weitem grössere Verbreitung gehabt haben.

Die von Verf. angenommene Auffassung der Regionalmetamorphose setzt demnach als wichtiges Agens neben dem Bergkettendruck auch circulirende Lösungen („Durchfeuchtung“ Heims) voraus; als Beweis für diese Annahme kann auf die Quarzlinsen und Quarzadern der Phyllitabtheilung hingewiesen werden.

Schliesslich wird angedeutet, aus welchen Gesteinen nach der Ansicht Verf.'s die Hochgebirgsschiefer durch Metamorphose hervorgegangen sind:

Die nur wenig metamorphosirten *Alaunschieferphyllite*, (welche in ihrem oberen Theil Dictyograptus führen), sind natürlich ursprünglich gewöhnliche Alaunschiefer gewesen; die Kalklinsen derselben sind regelmässig weggelöst (S. 83—84, 94).

Der »*Blauquarz*« ist ein gewöhnlicher Sandstein gewesen; die Sandsteinstruktur ist in der Regel noch vollständig erhalten.

Der *Marmor* ist ein unreiner Orthocerenkalkstein gewesen.

Die *Phyllitabtheilung* hat ursprünglich aus gewöhnlichen Thonschiefern bestanden; wahrscheinlich sind dieselben wie die Thonschiefer der Etage 4 im Kristianiagebiet in verschiedenen Niveau's reich an Kalklinsen gewesen, welche, wie oben erwähnt, nach Verf.'s Ansicht weggelöst und z. gr. Th. durch Quarzlinsen ersetzt sind.

Die *helleflintartigen Gesteine* (nur zum geringen Theil Quarzite, weshalb der Name „Hochgebirgsquarzit“ — Høifjeldskvarts — überhaupt unpassend ist) im unteren Theil der Gneissformation sind ursprünglich wohl feldspathführende Sandsteine (Sparagmite) gewesen; solche kommen ja in der weniger veränderten Suite von der Strecke Mellene—Svatsum

noch vor. Die *Hornblendeschiefer* sind vielleicht z. Th. Mergelschiefer, z. Th. vielleicht auch sehr basische massige Tiefengesteine gewesen; dagegen verwehrt sich Verf. für diese, sowohl als für verschiedene grüne Schiefer der Hochgebirge, der Bergenshalbinsel etc. gegen die Auffassung derselben als metamorphosierter Tuffe. Die *Glimmerschiefer* sind grösstentheils wohl umgewandelte Thonschiefer.

Auch die verschiedenen *Gneisse* der jüngeren Gneissabtheilung sind gewiss zum grossen Theil umgewandelte Sedimente, theils ursprüngliche Thonschiefer, theils sparagmitartige Gesteine. Verf. behauptet, dass die Feldspathbildung in der Regionalmetamorphose nicht ausschliesslich auf einen ursprünglich vorhandenen Feldspathgehalt oder auch auf spätere magmatische Injection (Lehmann, Michel-Lévy etc.) zu beziehen sei; sondern dass in der Regional- wie in der Contactmetamorphose der Feldspath auch bei der Metamorphose selbst gebildet sein kann. — Uebrigens meint Verf., dass die Gneisse der Hochgebirgsformation z. Th. auch als druckmetamorphosierte granitische Gesteine „Granitschiefer“ aufgefasst werden müssen, ebenso wie auch die Gabbrogesteine (Norite, Labradorfelse etc.) z. gr. Th. als krystallinische Schiefer ausgebildete Umwandlungsprodukte bei der Druckmetamorphose geliefert haben.

