

OVERSIGT

OVER

TRONDHJEMSFELTETS BERGBYGNING

AV

C. W. CARSTENS

(UTGIT MED BIDRAG AV DEN TEKNISKE HØISKOLES FOND)

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKABS SKRIFTER 1919. Nr. 1

AKTIETRYKKERIEET I TRONDHJEM

1920

1907

...

...

Indholdsfortegnelse

	Side
Indledning	1
Ældre fjeldformationer omkring Trondhjemsfeltet	2
Feltets stratigrafi	3
Fossilfund	17
Undersøkelserne i Vestranden	25
Undersøkelserne langs riksgrænsen	27
Det reviderede lagsystem	32
Hovedprofilerne	34
Lokalprofiler og detaljundersøkelser	47
Geologisk-petrografisk beskrivelse av Rørosgruppen	57
Geologisk-petrografisk beskrivelse av Bymarkgruppen	67
Geologisk-petrografisk beskrivelse av Hovindgruppen	78
Eruptivbergarterne	97
Ertsforekomsterne	113
Foldninger og overskyvninger	128
Formationsgruppernes stratigrafiske stilling i forhold til høifjelds- formationerne i syd	135
Formationsgruppernes stratigrafiske stilling i forhold til den norske fjeldkjedes øvrige palæozoiske dannelser	139
Literaturfortegnelse	144
Forklaring til plancherne	150

Forord

Sommeren 1915 paabegyndte jeg mit arbejde i Trondhjemsfeltet. Paa etpar større oversigtsreiser søkte jeg at gjøre mig bekendt med den store rikdom paa stadig vekslende bergartstyper. De efterfølgende sommere, 1916 og 17, var jeg væsentlig beskjæftiget med utarbeidelsen av det geologiske rektangelblad Trondhjem, de to sidste sommere, 1918 og 19, foretok jeg atter en række oversigtsreiser saavel i den østlige som i den vestlige del av feltet, samtidig som jeg paa enkelte vanskeligere punkter paabegyndte detaljkartlægning. Saavel paa oversigtsreiser som ved detaljkartlægningen er jeg delvis blit assisteret av ingeniører og studenter fra Norges Tekniske Høiskole, saaledes sommeren 1915 av daværende student G. HORN, 1916 og 17 av ingeniør H. MARSTRANDER, 1917 ogsaa av ingeniør B. DIETRICHSON, samt 1918 og 19 av student E. KILL. Undersøkelserne er for den væsentlige del bekostet av Norges Geologiske Undersøkelse. Leilighetsvis har jeg ogsaa foretat endel private oversigtsreiser.

Jeg skylder i første række professor dr. V. M. GOLDSCHMIDT tak, for at mit arbejde i Trondhjemsfeltet er blit til virkelighet. Hans mangeartede raad og impulser har været av stor betydning. Endvidere maa jeg faa lov til at sende en tak til professor J. SCHETELIG for de ekskursioner, som vi sammen har foretat i feltet. De efterfølgende diskussioner har paa mange punkter klarnet forstaaelsen. Fra en række forskjellige herrer har jeg velvilligst faaet tilsendt analyser av forskjellige av feltets praktisk anvendbare bergarter. Jeg bringer alle disse min bedste tak. Tilsidst maa jeg ogsaa faa sende en tak til Styret for Den Tekniske Høiskoles Fond og Direktionen for Det kgl. norske Videnskapers Selskap, Trondhjem, ved hvis hjælp arbeidet er utgit.

Jeg har i mit arbejde overalt benyttet de gamle topografiske stedsnavne, som i aarevis har været anvendt og som fremdeles for den væsentligste del benyttes. Navne som f. eks. Meråker er saaledes helt ukjent av Merakerbygdens befolkning.

Paa det geologiske oversigtskart over Trondhjemsfeltets stratigrafiske bygning har jeg kun lagt vekt paa de forskjellige formationsgruppers utbredelse og deres indbyrdes relative stilling. Av eruptivinjeksjoner er kun de aller største felter indtegnet.

Mit arbeide med Trondhjemsfeltets bergbygning er langt fra at være avsluttet. Jeg staar tvertimot meget nær begyndelsen. Feltet er stort, terrænget meget vanskelig og arbeidsforholdene noksaa haarde. Sommeren i fjeldet er kort, regnveir hindrer ofte arbeidet i ukevis. Undersøkelserne gaar derfor langsomt fremover. Hvert aar melder der sig nye opgaver, som skal løses, hver løst opgave frembringer atter nye gaader. Nærværende arbeide maa derfor ikke betragtes som en avsluttet og uttømmende skildring av Trondhjemsfeltets geologiske historie; der findes i hvert kapitel endnu mange ubesvarte spørsmaal. Jeg har imidlertid fundet det rigtigst paa det nuværende tidspunkt at fremkomme med mine resultater. Skulde jeg selv bli forhindret i at fortsætte mit arbeide, kan muligens andre hist og her finde et holdepunkt og bygge videre.

Trondhjem i oktober 1919.

C. W. Carstens.

«Was ich dort' gelebt, genossen,
Was mir all dorther entsprossen,
Welche Freude, welche Kenntniz,
Wär' ein altzu lang Geständnisz!
Mög' es jeden so erfreuen,
Die Erfahrenen, die Neuen!»

GOETHE 1817.

Indledning

Trondhjemsfeltet kaldes de sterkt omvandlede palæozoiske formationer, der ligger indesluttet i den store grundfjeldsforsenkning, som med NNE-lig strøk strækker sig nord og syd for Trondhjem. Denne forsenkning blir i almindelighet opfattet som en nordlig fortsættelse av den store sydnorske kaledoniske foldningsgrøft.¹⁾ Feltets nøiagtige begrænsning er endnu ukjendt. Sydgrænsen strækker sig fra Vigelfjeldene sydvestover via Lilleelvedalen til trakterne omkring Vaagevand. Vestgrænsen gaar fra Vaagevand nordover gjennom Opdal og Orkedalen, videre langs Trondhjemsfjorden til Imsdalen i Snaasen. Fra Meldalen utgaar en forgrening mot WSW til Surendalen og fra trakterne omkring Levanger en gren mot N over Mosviken og Inderøen til fjeldstrækningen nordøst for Snaasenvand. Endvidere optrær der flere steder indpressede fliker av Trondhjemsfeltet i det vestenfor liggende grundfjeldsstrøk. Mot øst avskjæres feltet politisk ved riksgænsen.²⁾

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. des südl. Norwegens, II, Kr.ania vid.selskaps skrifter, 1916.

²⁾ De uomvandlede palæozoiske devonformationer ved Røragen hører efter ovenstaaende definition ikke til Trondhjemsfeltet.

Ældre fjeldformationer omkring Trondhjemsfeltet

Allerede paa KEILHAUS¹⁾ geologiske kart av 1849 er det vest for Trondhjemsfeltet beliggende fjeldparti indtegnet som grundfjeldsstrøk. «Dette grundfjeld er», skriver KJERULF²⁾ 20 aar senere, «ydermere befæstet ved granit i flere tog, dannende tilsammen en ligesom fastere mur mod havet.» Denne Trondhjemsfeltets formur mot havet kaldes av KJERULF³⁾ «Vestranden». Grænsen mellem Trondhjemsfeltet og Vestranden er paa de forskjellige geologiske karter trukket noget forskjellig som følge av, at den mellem disse 2 formationer eksisterende diskordans ikke er markeret i petrografisk henseende. Der synes paa en række punkter at eksistere overgange mellem Trondhjemsfeltets vestligste glimmerskiferhorisonter og Vestrandens graa glimmerskiferlignende gneisbergarter. Om Vestrandens grundfjeld skriver KJERULF⁴⁾: «Grundfjeldet er graa gneis (Romsdalsgneisen, måske det ældste fjeld), hornblendeskifer, glimmerskifer, ogsaa ofte kvartsskifer ved Trondhjemsfjorden. Strøget i grundfjeldet slutter sig til granitdragene og går nogenlunde langs med kystens hovedretning i Trondhjemsleden, faldet er snart udad, snart indad.» Ogsaa flere av de i Vestranden optrædende granitfelter har KJERULF undersøkt, saaledes Ingdalsens granitfelt (vest for Orkedalsfjorden). Ingdalsgraniten er av KJERULF omtalt som en rød orthoklas-granit med titanit og sort glimmer uten oligoklas. Og om denne granits alder uttaler KJERULF⁵⁾, at «den samme granit synes tildels at være yngre end Trondhjems-skifernes ældre afdeling.» I «Udsigt over det sydlige Norges geologi» omtaler KJERULF en række andre yngre eruptivbergarter, som likesom den røde granit optræer i grundfjeldsstrøket. «Naar eruptiverne

1) Keilhau: Gæa Norvegia.

2) Kjerulf: Stenriget og fjeldlæren, side 268.

3) I Kjerulf: Et Stykke Geografi i Norge, er Vestranden begrænset til «Granitmuren ud imod Havet mellem Kristiansund og Trondhjems Stifts Nordgrændse».

4) Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 5.

5) Kjerulf l. c. side 4.

udsondres af grundfjeldsfelterne»; skriver KJERULF,¹⁾ «og eruptiv-erne er mange..... saa er det tiloversblevne grundfjeldets strater». I alle KJERULFS arbejder vedrørende Veststranden blir den røde granit opfattet som yngre end grundfjeldet. Til grundfjeldet henføres imidlertid den for Trondhjemsfeltet saa karakteristiske bergart øiegneis, som i den senere norske literatur i almindelighet blir betragtet som en yngre injektionsbergart.

Medens fastsættelsen av Trondhjemsfeltets vestgrænse har voldt vanskeligheter for alle de geologer, der har arbeidet i feltet, har grænsen mot øst i de væsentlige træk været klargjort allerede fra KJERULFS første arbeidstid. Kun om Sylmassivets geologiske stilling har meningerne været sterkt divergerende. Trondhjemsfeltets skiferbergarter overleirer efter KJERULF paa hele strækningen mellem Storlien i nord og Vigelfjeldene i syd det saakaldte Kjølens kvartsfjeld. Dette paralleliseres med det centrale Norges sparagmitformation og henføres som følge derav til etage 1. Kvartsfjeldet er ogsaa iagttatt av KJERULF ved feltets vestgrænse, saaledes mellem Rise og Drivstuen. Sylens hornblendeskifer er paa KJERULFS kart av 1875 parallelstillet Kjølens kvartsfjeld, paa oversigtskartet over det sydlige Norge av 1879 er derimot Syltoppene henført til grundfjeldet. Paa alle KJERULFS kart er imidlertid Sylenæs, Skårdørfjeldenes og Vigelfjeldenes graniter opfattet som yngre eruptivbergarter.

SCHIÖTZ har fra 1870 og videre utover i en række sommere arbeidet i sparagmitfjeldet (sparagmitformationen) mellem Østerdalen og Fæmundsjøen. Paa hele strækningen mellem Vigelfjeldene og Rondane overleirer dette fjeld av de Trondhjemske skifere. SCHIÖTZS arbeidsfelt laa imidlertid som regel langt fra Trondhjemsfeltets grænse. Av bergarter, som har betydning for forstaaelsen av feltets tektonik, nævner han dog flere gange øiegneisen.²⁾ Efterat ha omtalt øiegneisens optræden ved Storsjøen skriver SCHIÖTZ³⁾: «Det Forhold, Øiegneisen efter det ovenstaaende viser, lader sig alene forklare ved at antage, at den er eruptiv og ikke laget saaledes, som man tidligere bestandig har forudsat; hertil passer ogsaa dens ydre Habitus.» Ogsaa Sylens granit ved Gruvelsjøen (opkaldt efter gaarden Sylen), som petrografisk er endel beslegtet med riksgrensens graniter længere nord, opfattes av SCHIÖTZ som en yngre eruptiv. «Sylens granit», skriver SCHIÖTZ,⁴⁾ «sætter op gjennom den røde Sparagmit paa Storslageren og ligesaa gjennom

¹⁾ Kjerulf l. c. side 87.

²⁾ Schiøtz: Sparagmit-Kvarts-Fjeldet langs Grænsen i Hamar Stift og i Herjedalen, Nyt Mag. for Nat. Bd. 32, og Om Øiegneisen i Sparagmitfjeldet, Nyt Mag. for Nat. Bd. 34.

³⁾ Schiøtz: Sparagmit-Kvarts-Fjeldet osv. side 40.

⁴⁾ Schiøtz: Beretning om nogle Undersøgelser over Sparagmit-Kvarts-Fjeldet i den østlige Del af Hamar Stift, Nyt Mag. for Nat. Bd. 20, side 113.

Digerhognas Bergart at dømme efter Observationerne i dettes syd-østre Parti; den maa følgende være yngre end den graa Sparagmit.»

TÖRNEBOHM har i sine mange avhandlingar vedkommende det centrale Skandinaviens fjeldbygning gjentagne gange omtalt de omkring Trondhjemsfeltet optrædende formationer. Den i 1872 indførte Sevegruppe, væsentlig bestaaende av krystallinsk skifrige bergarter, er i hans sidste arbeide av 1896 parallelstillet sparagmit-formationen som krystallinsk facies av denne. Paa det medfølgende geologiske oversigtskart optrær denne gruppe paa en række forskjellige punkter langs Trondhjemsfeltets vestgrænse direkte underleirnde de ældste Rørosskifer (Trondhjemsfeltets basal-skifere). Vestrandens røde graniter opfatter TÖRNEBOHM som Sevegruppens underlag, disse henføres som følge derav til ældre Algonk. Ogsaa øiegneisen er gjenstand for en detaljeret omtale. Denne bergart kaldes av TÖRNEBOHM «den mest mystiska bland fjällens alla bildningar»¹⁾ og regnes av ham til grundfjeldet. Efterat han i sit sidste arbeide har gitt en indgaaende petrografisk beskrivelse av øiegneisen, avslører han imidlertid dens mystik i følgende konklusion: «Ögongneisen synes således egentligen vara en grof porfyrganit, hvilken framträngt under urperiodens sista tid och dels utgjutit sig på och öfvertäckt de yngsta urbergarterna, dels äfven blifvit injicerad i dem i form af lagergånger.»²⁾ Paa TÖRNEBOHMS geologiske oversigtskart er øiegneisen indtegnet paa en række forskjellige steder saavel ved Trondhjemsfeltets vestgrænse som østgrænse. Dens stratigrafiske plads er imidlertid temmelig vekslende. Den optrær dels inde i selve grundfjeldet, dels paa grænsen mellem Sevegruppen og Sevegruppen. Endvidere ogsaa som lag mellem Sevegruppens forskjellige facies og som grænsebergart mellem Sevegruppen og Rørosskifer. Ved Aalbu i Drivdalen optrær endog øiegneisen som lag inden selve Rørosskiferne. Denne forskjelligartede plads skyldes efter TÖRNEBOHM for den væsentlige del de overskyvninger, som har fundet sted under den kaledoniske fjeldkjedefoldning. Sylenes hornblendeskifer er paa TÖRNEBOHMS kart henført til Sevegruppen, medens riksgrensens graniter alle er opfattet som grundfjeldsbergarter.

I REUSCHES avhandling «Geologiske iagttagelser fra strøget i nord for Fæmundsjøen» er Syltoppenes hornblendeskifer opfattet som en dioritisk bergart og parallelstillet «Formurens» basiske eruptiver. Sylenes, Skardørsfjeldenes og Vigelfjeldenes graniter betraktes i likhet med øiegneisen som injektionsbergarter. Men paa de senere geologiske karter (BJØRLYKKES, WERENSKJOLDS) er uvist av hvilken grund baade hornblendeskiferen og graniten henført til grundfjeldet.

¹⁾ Törnebohm: Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet s. 28.

²⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad s. 116.

Ogsaa i BJØRLYKKES store arbeide «Det centrale Norges fjeldbygning» er øiegneisen gjenstand for omtale. Efterat ha beskrevet øiegneisens optræden i Opdal fortsætter BJØRLYKKE¹⁾: «Saa meget fremgaar dog af de i det foregaaende meddelte observationer, at øiegneisen ikke er grundfjeld, men en eruptiv bergart, der med forkjærlighed optræder inden den lyse kvartsmuskovitskifer, d. v. s. inden den lyse sparagmitformation.» Men medens øiegneisen saaledes opfattes som en yngre intrusivbergart, er Vestrandens røde graniter paa det medfølgende oversigtskart ikke utskildt fra grundfjeldet.

I V. M. GOLDSCHMIDTS interessante avhandling: «Das Devon-gebiet am Röragen bei Rörös», som utkom i 1913, er omtalt de prekaledoniske sedimenter ved Tufsingen like ved Trondhjemsfeltets undre grænse. Om grænseforholdene i dette strøk skriver GOLDSCHMIDT²⁾: «Über dem Vigelquarzit folgt die Formation des Rörösschiefers, der wahrscheinlich ein Äquivalent des unteren Cambrosilurs darstellt. Die unmittelbare Grenze zwischen Vigelquarzit und Rörösschiefer kann in unserem Gebiet nicht studiert werden, da gerade an der Grenze beider Formationen eine Intrusivmasse von Augengneis liegt. Wahrscheinlich dürfte hier kein schroffer Facieswechsel zwischen beiden Formationen auftreten, da die obersten Schichten des Vigelquarzits deutlich in mehr phyllitische Gesteine übergehen; umgekehrt sind die tieferen Schichten des Rörösschiefers viel quarzreicher als die oberen Teile derselben Schichtfolge.» Og om Vigelfjeldenes granit skriver samme forfatter³⁾: «Ob der Granit von Vigelen zu den kaledonischen Eruptivgesteinen gehört oder die alte Unterlage des Vigelquarzits darstellt, ist unsicher. Es kan noch bemerkt werden, dass in dem Vigelquarzit auf dem 1003 m. hohen Gipfel ca. 4 km. nordwestlich von Vigelpiken ein Gang von rotem Granit auftritt, der aber auch zu dem Augengneis in Beziehung gebracht werden kann.»

I SCHETELIGS arbeide «Hitteren og Smølen — et bidrag til den norske fjeldkjedes geologi», som likeledes utkom i 1913, er Vestrandens geologi behandlet meget indgaaende. Vestranden i KJERULFS betydning opfattes her som en fortsættelse av den store nordlandske foldningsgrøft, væsentlig oppbygget av yngre eruptivbergarter. Om Vestrandens graniter skriver SCHETELIG⁴⁾: «De nordlandske, kaledoniske graniter har saaledes en direkte fortsættelse i Vestrandens mægtige drag av graniter, som efter KJERULFS karter kan følges i sammenheng fra Trondhjems stifts

¹⁾ Bjørlykke l. c. side 403.

²⁾ Goldschmidt l. c. side 7.

³⁾ Goldschmidt l. c. side 9.

⁴⁾ Schetelig l. c. side 20.

nordgrændse til Kristiansund.» Og om Veststrandens gneisbergarter, KJERULFS egentlige grundfjeld, udtaler han ved samme anledning,¹⁾ «at det turde anses berettiget at hævde, at Veststrandens gneis og krystallinske skifere ogsaa overveiende er pressede kaledoniske eruptiver med sedimentrester, senere gennembrudt af de kaledoniske graniter.» Det sydlige Norges nordvestlige grundfjeldsomraade, «Nordvesttavlen», naar saaledes efter SCHETELIGS opfatning ikke frem til havet mellem Stat og Trondhjemsfjorden.

REUSCH delte imidlertid ikke SCHETELIGS opfatning. I en liten avhandling betitlet «Nogen Bidrag til Hitterens og Smødens geologi», som utkom vel et aar senere, skriver han saaledes²⁾: «Jeg har reist tvers over grundfjeldet fra Orkedalens nedre del (Orkedalens kirke), hvor grundfjeldet støter til Trondhjems-skiferne. Paa hele turen til Hevne fandt jeg ikke noget som kunde berettige til, hverken med SCHETELIG at dele mellem yngre eruptiver og grundfjeld (hvad han gjør forsøksvis) eller til med TÖRNEBOHM at utsondre noget som Sevegruppen.»

Omtrent samtidig med REUSCHES arbeide utkom HOLMSENS (og SCHETELIGS): Tekst til geologisk oversigtskart over Østerdalen—Fæmunds—Strøket». I denne avhandling er Trondhjemsfeltets underlag mellem Haftorstøt røs i nordøst og Lilleelvedalen i sydvest underkastet en detaljeret behandling. Grænsen mellem den underliggende sparagmitformation og den overliggende Røroskifer er efter SCHETELIGS opfatning i almindelighet temmelig skarp. «Naar man overskrider sparagmitgrænsen», skriver SCHETELIG,³⁾ «kommer man med engang fra forholdsvis lite forandret lys sparagmit- og kvartsskifer over i rent krystallinske bergarter med utpræget skiffrighet.» Øiegneisen opfattes som en injektionsbergart: «Sparagmitgrænsen er saaledes paa en række punkter karakterisert ved intrusioner av øiegneis.»⁴⁾

I OXAALS praktisk-geologiske arbeide «Norsk granit», som utkom i 1916, er ogsaa fundet plads til omtale av Veststrandens røde graniter. «Ved munden av Trondhjemsfjorden», skriver OXAAL,⁵⁾ «har man en række store omraader av granit, som i almindelighet har været regnet at tilhøre grundfjeldet, uten at man dog med sikkerhet har avgjort aldersspørsmålet». Denne uttalelse er saa meget merkeligere som den almindelige opfatning inden Norges geologiske Undersøkelse i KJERULFS tid altid har været, at disse graniter er av postarkæisk alder. Paa alle geologi-

¹⁾ Schetelig l. c. side 22.

²⁾ Reusch l. c. side 5.

³⁾ Holmsen (og Schetelig) l. c. side 15.

⁴⁾ Holmsen (og Schetelig) l. c. side 14.

⁵⁾ Oxaal l. c. side 176.

ske rektangelkartet över Vestränden er saaledes de røde graniter utskildt fra grundfjeldet og sidestillet med Trondhjemsfeltets hvite graniter og gabbroidale bergarter (grønstene).

Paa WERENSKJOLDS geologiske oversigtskart over det sydlige Norge, utgit av N. G. U. i 1915 er helt uforklarlig Vesträndens røde graniter paa nordsiden av Trondhjemsfjorden opfattet som kaledoniske, medens de samme drag paa sydsiden av fjorden er henført til grundfjeldet.

V. M. GOLDSCHMIDT gir i sit interessante arbeide over fjeldkjedens eruptiver¹⁾ en detaljeret beskrivelse av øiegneisen. Denne bergart er ogsaa av GOLDSCHMIDT iagttaaet paa en række punkter langs Trondhjemsfeltets grænser. For at faa et holdepunkt til klassifikation av øiegneisen har GOLDSCHMIDT ladet utføre en alkalibestemmelse av en porfygranit fra øiegneismassen umiddelbart nordenfor Drivstuen:

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{O} &= 2,94 \% \\ \text{K}_2\text{O} &= 4,57 \% \end{aligned}$$

Om øiegneisens alder uttaler GOLDSCHMIDT, at bergarten sandsynligvis maa opfattes som en kaledonisk intrusiv, dog ihvertfald ældre end de unge trondhjemitter.

Vi ser saaledes, at studiet av de omkring Trondhjemsfeltet optrædende ældre formationer, undersøkelserne av feltets «ramme», har ført til sterkt divergerende opfatninger. Dette gjælder specielt forståelsen av Vesträndens saakaldte grundfjeld, inklusive den røde granit, samt den for feltet karakteristiske grænsebergart øiegneis. Medens aarsakerne hertil ialfald for en del udelukkende er av theoretisk natur, synes aarsakerne til den forskjelligartede opfatning av riksgrensens geologi mellem Store-Kluken i nord og Vigelfjeldene i syd for den væsentligste del at skyldes manglende iagttagelser i marken.

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. des südl. Norwegens, IV.

²⁾ Analyseret av O. Røer, Kristiania.

Feltets stratigrafi

I første halvdel av det 19de aarhundrede blev Trondhjemsfeltet befaret av flere fremragende geologer. Av disse maa i første række nævnes ESMARK, HISINGER, KEILHAU og NAUMANN., Mange værdifulde oplysninger om feltets bergbygning hidrører fra de her nævnte forskere. Men undersøkelserne var spredte, og sammenknytningen av de enkelte detaljer faldt derfor vanskelig. Først i 1865 begyndte en planmæssig undersøkelse av Trondhjems Stift. Denne blev ledet av THEODOR KJERULF med KNUT HAUAN som assistent. Resultaterne av de første aars arbeider er nedlagt i en avhandling av KJERULF, betitlet «Om Trondhjems Stifts geologi», med oversigtskart av KJERULF og HAUAN. Den utkom i 1871. Her leverer KJERULF det første forsøk til en stratigrafisk inndeling av Trondhjemsfeltet. Lagfølgen er regnet nedenfra opad:

«Silurisk kalksten.

Gula's skifere. Trondhjems-feltets yngre afdeling.

Glimmerskifer-zonen og kværnsten-draget, et forvandlet strøg.

Konglomerat- og sandsten-rækken, en indleining i Trondhjemsfeltet.

Trondhjems-feltets ældre afdeling indeholdende fleresteds mægtige marmor-drag.

Kjølens kvarts-fjeld.

Grundfjeldets lag.»

Gulas skiferfelt med de store masser alunskiferlignende bergarter er her paralleliseret med «dictyonemaskiferen søndenfjelds.» Og de fossilførende kalkstene fra Kalstad og Grut i Meldalen og fra Nyhus syd for Hommelvik er paa grund av sin oversiluriske fauna tildelt plads øverst i lagsystemet. Som følge av denne betragtningsmaate blev de centrale dele av feltet opfattet som ældre dannelser og randzonerne i øst og vest som yngre dannelser.

I 1871 foretok professor A. E. TÖRNEBOHM en profilreise gjennom Trondhjemsfeltet fra Levanger til riksgrensen og videre østover til Østersund. I hans i 1872 utkomne arbeide «En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger» er iagttagelserne fra denne reise nedtegnet. I dette arbeide inddeler TÖRNEBOHM bergarterne i trakterne omkring riksgrensen i 2 grupper Sevegruppen og Køligruppen. Disse

navne er senere bibeholdt i den svenske geologi. Sevegruppen, den ældre gruppe, omfatter de haarde krystallinske gneis- og glimmerskiferlignende bergarter, Køligruppen, den yngre gruppe, omfatter de mildere, mindre kvartsrike skifere og lerglimmerskifere. Da Sevegruppen i Åreskutan overleirer uomvandlede siluriske kalkstene, er Sevegruppen her opfattet som en yngre dannelse. Fjeldformationernes indbyrdes aldersforhold blir saaledes efter TÖRNEBOHM følgende:

- «Køligruppen (yngst).
- Sevegruppen.
- Siluriska bildningar (incl. Alunskiffer).
- Kambrisk kvartsit (Sparagmitetagen).
- Lévangers skiffrar (?)
- Urberget.»

Jemtlands Sevegruppe er i samme arbeide paralleliseret med «Høifjeldsquartsens etage» og Køligruppen med «Trondhjemska skifferfältet (kring Dovre)».

I 1875 utkom 2den del av KJERULFS arbeide «Om Trondhjems Stifts geologi», ledsaget av et nyt oversigtskart av KJERULF og HAUAN. Saavel kartet som teksten viser, at undersøkelserne i Trondhjemsfeltet siden 1871 var bliit drevet med stor dygtighet. I dette arbeide er den stratigrafiske inndeling av feltet revideret:

- «Gulaskifer omfattende også kværnstendraget, yngre afdeling.
- Størens lersten og skifer
- Konglomerat- og sandstenrækken } midlere afdeling.
- Rørosskifer og Trondhjems-skifer, ældre afdeling.»

De fossilførende kalkstene er her henført til den midlere afdeling. Samtidig er denne afdeling omkring Støren efter HAUANS anvisning inddelt i 2 underavdelinger, Hovindgruppen (ældst) og Størenggruppen (yngst). Hovindgruppen er petrografiisk karakteriseret ved grovklastiske konglomerater, sandstene og lerskifere, Størenggruppen ved grønne lerstene, lersandstene samt kloritskifere. Andre steder i feltet har HAUAN forsøksvis foretat en lignende inddeling, disse forsøk er imidlertid senere atter bliit opgitt. Paa kartet fremtrær derfor den midlere afdeling som en udelt «konglomerat- og sandstenrække».

I 1875 og 76 foretok W. C. BRØGGER en række undersøkelser i trakten mellem Guldalen og Meldalen, hvorved mange nye fossilforekomster blev opdaget. Disse undersøkelser blev i 1877 offentliggjort under titel: «Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen». I dette arbeide, som indeholder en detaljeret beskrivelse av den fossile fauna, beskrives endvidere en række karakteristiske profiler fra forskjellige dele av Høilandet. — Hovindtraktens mægtige sandstens- og skiferlag blir efter fundet av *trinucleus* henført til undersilur under navn av trinucleussandsten og trinucleusskifer. Kalstads, Vehns, Katugleasens samt de fleste

av Høilandets øvrige kalkstensbænke blir samtidig henført til et stratigrafisk høiere beliggende nivåa under betegnelsen pentameruskalk. Som en helt yngre avdeling opfører BRØGGER Størensnavringens grønne, knudrede, glinsende kloritiske skifere. — Breccieskiferen ligger efter BRØGGER som regel over kalkstensbænkene, saaledes ved Vehn, Stensæt og Gaustadbakken. En undtagelse danner breccieskiferen i Vikaasen, hvor den overleires av en, muligens yngre, kalkstensbænk.

I 1879 utkom KJERULFS store arbeide «Udsigt over det sydlige Norges geologi» med et geologisk oversigtskart over hele det sydlige Norge. I dette arbeide er beskrivelsen av Trondhjemsfeltet indskrænket til et sterkt sammentrængt resumé av de 2 tidligere utkomne avhandlinger (1871 og 1875). Det i 1875 fremsatte lagsystem, i hvilket HAUAN utvilsomt har stor andel, er her opretholdt omtrent uforandret.

I aarene 1880 og 82 befarte KJERULF hele Merakerbanens profil-linje fra Trondhjem til Storlien, det ene aar ledsaget av P. KROHN, det andet av P. KNUTSEN. I «Merakerprofilet» er resultatene av disse ekskursioner nedtegnet. Her vender KJERULF atter tilbake til sit lagsystem av 1871, hvor de fossilførende silurlag er plasseret overst i lagraekken, over Gulaskiferne. Samtidig er bergarterne omkring Trondhjem slaat sammen med Størengruppen (den midlere avdelings øverste horisonter) til en ny gruppe, Trondhjem-Størengruppen.

Dette lagsystem er ogsaa gjennomført paa rektangelkartene. Paa etpar av disse (Rindalen, Stenkjær, Skjørn) er der imidlertid ikke fundet plads til Gulaskiferne, og silurlagene er paa disse kartter plaseret direkte over Trondhjem-Størengruppen. Paa Melhusbladet er BRØGGERs trinucleussandsten og trinucleus-skifer benævnt Hovindsandstenens gruppe og den overliggende pentameruskalk Høilandets gruppe. Det fuldstændige lagsystem omfatter saaledes her følgende grupper:

«Høilandets gruppe (siluriske etager 6, 5).

Hovindsandstenens gruppe (siluriske etage 4).

Gulaskiferne.

Trondhjem-Støren gruppe.

Ældste Trondhjems lag.

Grundfjeld.»

Forholdet mellem Høilandets gruppe og Trondhjem-Størengruppen fremgaar ikke klart av kartet, heller ikke er dette forhold nærmere utredet av KJERULF. Paa Selbu rektangelblad, som blev utgit straks efter KJERULFS død i 1888, er Trondhjem-Støren avdelingen i tegnfonklaringen plaseret over Gulaskiferens avdeling. Denne disposition er vistnok kun fremkommet ved en incurie, idet HOMAN i sin tekst til Selbusbladet opretholder KJERULFS gamle lagsystem.

I 1885 utkom TÖRNEBOHMS avhandling «Om de geologiska svårigheterna kring riksgränsen». Her utvikler han videre sine tidligere fremsatte anskuelser. Da Rørosgruppen efter baade KJERULF og TÖRNEBOHM i Norge ligger under de fossilførende siluriske etager 4, 5 og 6, men over Sevegruppen, som igjen efter TÖRNEBOHM i Jemtland overleirer de fossilførende siluriske kalkstene fra etage 5, synes der at herske en tilsyneladende uoverensstemmelse mellem de to felters bergbygning. «Denna brist på öfverensstämmelse måste bero derpå», skriver TÖRNEBOHM, «att Trondhjemsfältets silurfauna icke lefvat samtidigt, utan något senare, än de analoga silurfaunorna inom Skandinaviens sydligare och östligare silurområden.»¹⁾ Køligruppen inddeles i en övre og en undre underavdeling, förövrig opretholdes fjeldformationernes aldersfølge uforandret:

«Öfre Køligruppen	} Gula-serien. Kongl. o. Sandsten-rækken.
Undre Køligruppen—Trondhjem-Røros-serien.	
Sevegruppen.	
Fyllitserien och normal silur.	
Sparagmit.	
Urberg.»	

I 1885 behandler TÖRNEBOHMS landsmand SVENONIUS Merakerprofilen og Værdalens profil i en avhandling betitlet «Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde.» Hovedresultatet av hans undersøkelser, som allerede blev utført ved grænsereguleringen i 1879, fremgaar av det saakaldte «hypotetiske profil», efter hvilket de sterkt regionalmetamorfe bergarter i Trondhjemsfeltets centralparti er ældre end de svakere metamorfe facies i feltets randzoner. Dette standpunkt er saaledes til en viss grad overensstemmende med KJERULFS av 1871 og 82. TÖRNEBOHMS hypotese om «en svagare och senare utveckling» av den siluriske fauna i Trondhjemsbækkenet end i Jemtland avvises helt av SVENONIUS. For imidlertid at bringe Trondhjemsfeltets bergbygning i overensstemmelse med Jemtlands paralleliseres Køligruppens bergarter ved Trondhjemsfjorden under visse forhold med Sevegruppen og «normal-siluren».

Etpar aar efter at disse undersøkelser blev offentliggjort utkom GETZES interessante arbeide over «Graptolitførende skiferzoner i det trondhjemske» med beskrivelse av de forskjellige fossilfund, som de foregaaende sommere var gjort dels av ham selv, dels av tyskeren O. HERRMANN. Fossilsøkningen blev alle sommere foretat efter anvisning av KJERULF, som har stor andel i de vakre resultater, som her blev frembragt. Ved disse arbeider lykkedes det at

¹⁾ Uthævet av Törnebohm l. c. side 507.

bestemme flere skiferhorizonter stratigrafiske plads, saaledes blev Kjølhaugenes sandstens- og skiferbergarter henført til oversilur (gammel terminologi) som feltets yngste fossilsførende horisonter.

De uklare forhold i Jemtland, specielt Sevegruppens stilling til silurlagene, fremkaldte i 1888 en fornyet diskussion fra svensk side. I TORELLS avhandling «Aflagringarne på ömse sidor om riksgården uti Skandinaviens sydligare fjelltrakter» fremsættes 2 alternativer til forklaring av de krystallinske skiferes optræden i Åreskutans top. Efter TORELL kan disse bergarter enten paralleliseres med Gulaskiferens «forvandlede strøg» med stratigrafisk plads over de siluriske dannelser, overensstemmende med KJERULFS opfatning i 1875 (og 79). Eller Åreskutans krystallinske skifere kan paralleliseres med Rørosgruppens bergarter under forudsætning av, at silurlagene ved foten av fjeldet, saaledes som av N. O. HOLST beskrevet, ikke fortsætter ind under Åreskutans bergarter, men afskjæres fra disse ved en N—S-gaaende forkastning. Det sidste alternativ støtter sig for en væsentlig del til KJERULFS av 1882, hvor silurlagene stratigrafisk er anvist plads øverst i lagsystemet, og hvor det «forvandlede strøg» er plaseret direkte over de ældste Trondhjems lag (Rørosgruppen).

Omtrent samtidig som TORELLS avhandling utkom, fremsatte TÖRNEBOHM sin bemerkelsesværdige «overskyvningshypotese». Denne blev offentliggjort i et arbejde «Om fjällproblemet», hvor de «abnorme» forhold i Jemtlandsfjeldene forklares ved overskyvning av ældre lag (Sevegruppens metamorfe facies) over yngre lag (klastiske silurhorisonter); TÖRNEBOHM bryter saaledes her med den almindelig herskende opfatning, at lagningsforholdene er bestemmende for aldersfølgen. Istædtefor paralleliserer han fjeldtektoniken i det centrale Skandinavien med bergbygningen i de skotske Høilande, hvor overskyvningsprocesser allerede tidligere var kjendt, rigtignok i mindre maalestok. Og med «fjeldproblemet» paabegyndtes paa begge sider av Kjølens en geologisk diskussion, som endnu paa langt nær er bragt til avslutning.¹⁾

I 1889 blev Merakerprofilet atter befaret av en geolog, denne gang av chefen for Norges geologiske Undersøkelse H. REUSCH. I et mindre arbejde: «Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift» redegjøres for de vundne resultater. REUSCHES opfatning av profilet er væsentlig overensstemmende med KJERULFS av 1882 samt med den av SVENONIUS fremsatte hypotese om profil-linjernes vifteformige lagstilling. Denne opfatning, efter hvilken det metamorfe strøg, «gneisstrøget» omkring Gudaa, tilhører en ældre formation end randzonernes mindre metamorfe facies, er væsentlig begrundet i VOGTS fund av *Dictyograptus flabelliformis*

¹⁾ Cfr. Bjørlykke: Fjeldproblemet stilling i Norge og Sverige ved udgangen af 1909, N. G. T. Bd. 2.

i Holtaalens glimmerskiferbelte i 1888. Da de metamorfe strøk i Holtaalen og Merakerdalen efter REUSCHES opfatning begge er sammenhørende, blir saaledes ogsaa Gudaas gneissstrøk primordiale. REUSCHES egne fund av siluriske fossiler ved Brenna i nærheten av Meraker station sammenholdt med de siluriske fossilfund vest i Trondhjemsfeltet leverer det palæontologiske bevis for randzonerens yngre alder.

I 1892 utkom TÖRNEBOHMS arbeide «Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet» som resultatet av en række sommeres arbeide i det centrale Skandinaviens fjeldtrakter. Her oppstiller TÖRNEBOHM et fuldstændig nyt lagsystem, sterkt avvigende fra KJERULFS. Da sammenhørende bergartsgrupper i de vestlige og østlige dele av feltet efter TÖRNEBOHMS opfatning er petrografisk temmelig forskjelligartet opbygget, er grupperne inndelt i en vestlig og østlig facies:

«I vester.	I öster.
Höilandets skiffer och kalkstenar.	Suls skiffer.
Ekne-gruppen.	Meraker-gruppen.
Hovinds sandsten och skiffer.	Selbu skiffer.
Stören-gruppen.	Singsås-gruppen.
	Gula-skiffer.
	Röros-skiffer.»

Elpar aar senere (i 1896) utgav TÖRNEBOHM sit livs hovedarbeide «Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad», ledsaget av et farvetrykt geologisk oversigtskart. Trondhjemsfeltets lagfølge er i dette arbeide underkastet etpar mindre forandringer, saaledes er i Eknegruppen plaseret over Höilandets gruppe samtidig som Merakergruppen er paralleliseret med Hovinggruppen, og Selbuskiffergruppen med breccieskiferen paa gränsen mellem Stören- og Hovinggrupperne, den saakaldte Stokvolabreccie:

«Vestlig facies.	Östlig facies.
Ekne-gruppen.	
Höilandets grupp.	Suls skiffer-grupp.
Hovin-gruppen.	Meraker-gruppen.
Stokvola-breccia.	Selbu skiffer-grupp.
Stören-gruppen.	Singsås-gruppen.
	Brek-skiffer-gruppen (= Gula-skiffer).
	Röros skiffer-grupp.»

Navnet Gula-skiffer er ombyttet med Brek-skiffer (efter Brekkammen syd for Skjøtingen), da gruppen kun i ringe utstrækning kan paralleliseres med KJERULFS Gulaskifer. TÖRNEBOHMS lagfølge er for en væsentlig del baseret paa profilet fra Skjøtingen via Movand og Hoklingen sydvestover til Hopla (vest for Aasen station). Endvidere paa profilet fra Børsvottan (Børsevottå) i sydlig retning over Höilandet til Stören, samt paa Guldalsprofilen syd for Stören station.

Det sterke motsætningsforhold mellem TÖRNEBOHMS og KJERULFS opfatning er let iøinefaldende. Det skyldes dels forskjellig tolkning av lagstillingen (normal overleiring—inversion), dels forskjelligartet kombination av petrografisk nærstaaende grupper. Kun i opfatningen av «tverprofilets» stilling med «siluretagene som randdannelser» synes der at herske tilnærmet enighet mellem de 2 forskere.

I 1910 utkom C. BUGGES arbeide over «Rennebu», ledsaget av et geologisk detaljkart (maaalestok 1 : 100,000). BUGGE opretholder her KJERULFS lagsystem av 1875 med følgende gruppebetegnelser: «Gulagruppen.

Støren-Hovindgruppen (silur).

Rørosgruppen, ældst.»

Dette lagsystem er for en væsentlig del baseret paa en profil-linje (synklinal) fra Storliaasen paa Rennebu rektangelblad i sydøstlig retning til Glommen paa Røros rektangelblad. Efter dette profil overleires saavel i den vestlige som i den østlige del av feltet Hovindgruppens konglomerater, sandstene og skifere av Støren-gruppens grønstene og grønstensderivater. Breccieskiferen (Stokvolabreccien) benyttes, som allerede tidligere av BRØGGER og TÖRNEBOHM antydnet, som skille mellem de 2 grupper (BRØGGER'S Høilandsbergarter indgaar ikke paa Rennebu rektangelblad). Paa det geologiske kart er imidlertid Hovindgruppen og Størengruppen slaat sammen til én gruppe, Støren-Hovindgruppen. TÖRNEBOHMS inndeling av feltet i en vestlig og en østlig facies forkastes av BUGGE paa grund av petrografisk overensstemmelse mellem laggrupperne i synklinalens vestlige og østlige partier.

Men TÖRNEBOHM tok allerede samme aar til gjennemgaaelse. I en mindre avhandling «Till frågan om lagerfølgen inom Trondhjems-fältet» fælder han en skarp kritik over BUGGES arbeide. Ogsaa her baserer TÖRNEBOHM sin lagfølge for en væsentlig del paa det allerede i 1887 undersøkte profil: Skjøtingen sydvestover til Aasen. Størengruppen betragtes som ældre end Stokvolabreccien og Hovindgruppen, dels paa grund av lagstillingen i ovennævnte profil-linje, dels paa grund av Stokvolabrecciens gehalt av bergarter petrografisk karakteristisk for Størengruppen (bl. a. jaspis).

I Norges geologiske Undersøkelser aarbok for 1912 fremkom BUGGES svar. Her stadfæstes den tidligere hævdede lagfølge med tilføielse av Høilandsgruppen paa dens gamle plads mellem Hovind- og Størengrupeperne:

1. Gulagruppen, øverst.
2. Midlere gruppe i «Rennebu» nævnt Støren-Hovindgruppen.

{	Størengruppen (med variolit).
}	Høilandsgruppen med breccieskifer i det hængende og med fossiler fra etage 5 b.
}	Hovindgruppen med fossiler fra etage 5 a og maaske fra etage 4.
3. Rørosgruppen.»

Dette lagsystem er for den væsentlige del baseret paa profilinjen Fættenfjord—Gjeteraas gaard, Hoplen—Sundalen, Lisbetsæter—Dalen og Vandgrøfta—Alvaasen.

Da dette arbeide utkom var TÖRNEBOHM allerede død. Hans navn vil til alle tider mindes av dem, som i Norge arbeider med fjeldgeologiens problemer. Han elsket fjeldet, sommer efter sommer vandret han omkring, like til de fjerneste avkroker blev hans navn kjendt. Og takket være hans indgaaende kjendskap til Centralskandinaviens fjeldtrakter var hans stratigrafiske løsning av Trondhjemsfeltet i hovedtrækkene helt korrekt.

I 1915 utkom GOLDSCHMIDTS arbeide over de trondhjemske skiferbergarters forskjelligartede metamorfose, betitlet «Die Kalksilikatgneise und Kalksilikatglimmerschiefer des Trondhjem-Gebietes» som led i de geologisk-petrografiske studier i det sydlige Norges høifjeld (Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens). Dette arbeide er ledsaget av et kart over sedimenternes metamorfose i den sydlige del av feltet (syd for jernbanelinjen Trondhjem—Storlien). Aaret efter utkom, fremdeles som led i samme forfatters høifjeldsstudier, «Übersicht der Eruptivgesteine im kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem», hvor en række eruptivbergarter syd for Trondhjem underkastes en petrografisk-analytisk behandling. Feltets kaledoniske eruptiver er indtegnet paa et kart i maalestokken 1 : 2,000,000. Trondhjemsfeltets stratigrafi er kun løselig omtalt i GOLDSCHMIDTS arbeider. Men saa meget fremgaar dog med tydelighet, at GOLDSCHMIDT i sin opfatning av feltets lagfølge helt slutter sig til BUGGE (KJERULFS system av 1875).

Vaaren 1918 utkom nærværende forfatters arbeide «Geologische undersøkelser i Trondhjems omegn», ledsaget av et geologisk detaljkart. Her leveres ved beskrivelsen av forskjellige profiler bevis for, at bergarterne omkring Trondhjem stratigrafisk kan indordnes i det gamle KJERULFSKE lagsystem. Den stratigrafiske inndeling av feltet er for en væsentlig del baseret paa bergarternes petrografiske karakter:

«Hovindgruppen: Den nedre avdeling

Rørosgruppen: { Grønstensavdelingen
 { Glimmerskiferavdelingen.»

I HOLMSENS arbeide «Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kistrag mot nord», som utkom sidstleden vinter, er KJERULFS lagsystem lagt til grund for feltets stratigrafiske inndeling. Amfibolitinjektionerne i randzonerne er her utskjildt som saakaldte ældre Rørosgrupper. Rørosgruppens sedimentbergarter er imidlertid mange steder sammenblandet med Hovind-Størengruppens bergarter. Disse grupper optrær derfor paa kartet tildels med samme farvebetegnelse. KJERULFS Gulagruppe er bibeholdt, medens samtidig feltets centralparti, gneisavdelingen, er paralleliseret med de

andre formationsgrupper. Foldningstektoniken er saaledes til en viss grad baseret paa SVENONIUSES «hypotetiske profil.»

Den stratigrafiske løsning av Trondhjemsfeltet har, som det fremgaar av ovenstaaende oversigt, fremkaldt sterke brytninger i den geologiske literatur. En medvirkende aarsak hertil var den først av TÖRNEBOHM fremsatte hypotese, som bærer navn av fjeldproblemet. Og saa længe dette problem var uløst maatte nødvendigvis ogsaa i mange punkter Trondhjemsfeltets geologiske bygning forbli uopklaret.

Fossilfund

I 1857 fik KJERULF underretning fra daværende civilingeniør CHRISTIE, at denne havde opdaget spor av fossiler i løse kalkstensblokke i et stengjærde nær Meldalens kirke.¹⁾ «Sporene var ikke tydelige», skriver KJERULF efterat CHRISTIES prøver var kommet ham ihænde, «men et brudstykke af en bægerkoral syntes umiskjendeligt.» Først 7 aar senere, i 1864, besøgte KJERULF stedet sammen med TELLEF DAHLL. De fandt da fossilførende kalksten anstaaende like ved gaarden Kalstad. Det egentlige fossilfindested, hvorfra alle de i KJERULFS arbeide avtegnede fossiler er uttaaet «var dog en urd under kalkvæggen i høiden, lige over Kalstad.» Etpaar aar senere, i 1865, fulgte HAUAN kalkstenens videre utbredelse i disse trakter. Han paaviste spor av fossiler paa flere steder i omegnen, saaledes ogsaa paa Sletaasen ved Grut.

KJERULFS beskrivelse av fossiler fra Kalstad omfatter følgende former:

Cyatofyllum ?
Halysites catenularia.
Plasmopora ?
Heliolites.
Spirifer ?
Murchisonia ?
Lituities ?
Leperditia ?
Cystifyllum ?
Klisiogyllum ? samt
Krinoide-rester
Cystideer og etpar helt
utydelige brudstykker av
Koraller og
Brachiopoder.

«Alle disse fossiler», skriver KJERULF,²⁾ «optræder i meget mislig tilstand, selv kjædekorallen kunde ikke erkjendes med sikkerhed uden efter slibning. Kalkstenen er noget krystallinsk». Og om den stratigrafiske plads, som tilkommer de ved Kalstad og Grut

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, 1871, side 11.

²⁾ Kjerulf l. c. side 16.

optrædende kalkstensbænke skriver samme forfatter¹⁾: «Her er altså siluriske lag, navnlig heller oversiluriske end undersiluriske.»

I 1866 fandt HAUAN²⁾ spor av krinoidstilkke i kalksten ved Nyhus syd for Hommelvik. Nogle aar senere, i 1870, besøkte ogsaa KJERULF dette sted, men ingen nye fossilformer blev fremfundet.

Sommeren 1871 fandt TÖRNEBOHM under befarung av det saakaldte Jemtlandsprofil mellem Levanger og riksgrensens krinoidstilkke i kalksten ved Levring. Om den her optrædende bergart skriver TÖRNEBOHM³⁾: «I denna kalksten fann jag några få, helt små *enkrinitleder*, aldeles sådana, som funnos på vestra sidan om Mullfjället. Kalkstenen er på båda ställena till utseendet fullkomligt lika och den torde utan fara för misstag kunna anses tillhöra samma lager.»

Samme aar som TÖRNEBOHM arbeidet i Vændalen samt de efterfølgende sommere 1873 og 74, lykkedes det KJERULF at opdage nye fossilforekomster ved Lundemo, Hovind og Espehaug, paa det sidstnævnte sted i stor løsblok, hjemmehørende i Grimsaasen. I 1871 og 73 arbeidet KJERULF alene, i 1874 derimot sammen med daværende student, senere direktør, FRIIS. De fra denne tid fremfundne fossilformer er beskrevet av BRØGGER i tilslutning til KJERULFS arbeide «Om Trondhjems Stifts geologi II» i en liten avhandling betitlet «Fossiler fra det Throndhjemske». De bergarter, i hvilke fossilerne optrær, er sandstene, lersandstene og konglomerater. I de sidstnævnte findes fossilerne dels i bindemidlet (cementet), dels i de optrædende kalkboller (saaledes i Lyngestens konglomerat). Fundet omfatter ialt 25 forskjellige arter, stærkest repræsenteret er krinoider og brachiopoder. «De bedst bevarede og mest karakteristiske af de fundne former», skriver BRØGGER,⁴⁾ «peger nærmest hen paa den siluriske etage 5.» BRØGGERs beskrivelse omfatter ialt følgende former:

Anthozoa.

Favosites.

Streptelasma.

Flere ubestemte *bægerkoraller*.

Echinodermata.

Krinoidestilke.

Bryozoa.

Ikke nærmere bestemt.

¹⁾ Kjerulf l. c. side 17.

²⁾ Hauan: Dagbok 1866. N. G. U.'s arkiv.

³⁾ Törnebohm: En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger, side 13.

⁴⁾ Brøgger l. c. side 95.

Brachiopoda.
Spirifera plicatella.
Meristella ?
Atrypa reticularis.
Rhynchonella.
Orthis.
Strophomena.
Flere ubestembare brudstykker.

Gasteropoda.
Euomphalus.
Murchisonia.
Pleurotomaria.

Heteropoda.
Bellerophon.

Cephalopoda.
Cyrtoceras.
Orthoceratites.
Lituities.

I 1875 og 76 bereiste BRØGGER¹⁾ selv trakterne mellem Guldalen og Meldalen (Hoilandet), hvorved en række nye fossilforekomster blev opdaget. I sandstens- og lerskiferbergarter fandt BRØGGER fossiler flere steder ved hovedveien mellem Krokstad og Hovind, paa nordskraaningen av Grimsaasen, i Knippene og paa Sæterbakfjeld. De paa disse steder fremfundne fossiler omfatter følgende former:

Brachiopoder.
Orthis.
Strofomena.
Leptæna.
Rhynchonella.
Atrypa.

Echinodermer.
Enkrinitstilke.

Kefalopoder.
Lituities.
Orthoceras.

¹⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen.

Gastropoder.

*Euomfalus.**Murchisonia.**Pleurotomaria.**Holopella.**Trochus ?*

Nogle flere ubestemte former.

Heteropoder.

Bellerophon.

Pteropoder.

Theca.

Lamellibranchier.

*Modiolopsis.*To arter av familien *Nuculidæ.*

Trilobiter.

*Illænus.**Calymene.**Trinucleus.*

Antozoer.

*Favosites.*Flere ubestembare *bægerkoraller.*

De fleste av de her nævnte former optrær i to eller flere arter. Ialt er der fra disse steder fremfundet mindst 40 arter. «Men saa ufuldkommen er disse Fossiler opbevarede», skriver BRØGGER,¹⁾ «at neppe en Art med fuldkommen Sikkerhed kan bestemmes, saa fuldstændig er alle Strukturer udslettede, alle Former skjævtrykte og forvredne. Saameget er dog med Bestemthed at afgjøre, at denne Fauna er undersilurisk, og Fundet af Trinucleus afmærker jo et forholdsvis begrændset Niveau. Søndenfjelds har denne Lagfølge hverken i palæontologisk eller i petrografisk Henseende nogen Parallel, saavidt hidtil vides, men svarer vel nærmest til den øverste Del af Kjerulfs Etage 4 og maaske den underste Del af 5.» Og videre: «For denne Del af den Trondhjemske Lagfølge foreslaaes Navnet Trinucleussandsten og Trinucleusskifer.» I kalksten og graa lerskifer fremfandt BRØGGER ved samme anledning fossiler paa en række forskjellige steder paa Høilandet, saaledes ved Vehn, Dugrumaalshøiden, Katugleaaasen, Gaustadbakken, Sundsæt, Skjægstad, Ramberget, Gaasland osv. Kun ved Vehn og Stensæt (Kat-

¹⁾ Brøgger l. c. side 15.

ugleaaesen) er fundet former av betydning for forstaaelsen av disse bergarters alder:

Trilobiter.

Illænus.

Tentaculites ?

Dalmanites eller *Megalaspis*?

Kefalopoder.

Nautilus.

Orthoceras.

Gastropoder.

Euomfalus.

Murchisonia.

Pleurotomaria.

Brachiopoder.

Strofomena.

Rhynchonella.

Pentamerus.

Leptæna.

Orthis.

Athyris.

Echinodermer.

Krinoidstilke.

«Paa Grund af Forekomsten af en karakteristisk *Pentamerus*-art», skriver BRØGGER,¹⁾ «maa denne Fauna vel antages at svare til et høiere Niveau end Trinucleussandstenen..... Sandsynligvis svarer Vehns og Katugleaaesens, samt Flerheden af Høilandets Kalkstene omtrent til Kalstads Kalk, det vil vel sige til Linnarsons *Pentameruskalk* i Jemtland, til Kjerulfs og Tørnebohms *Enkrinitkalk* paa norsk og svensk Side, altsaa til Kjerulfs Etage 5 og 6 i Kristianiatrakten. Foreløbig optages som det mest passende navn Linnarsons Betegnelse: *Pentameruskalk* for dette Niveau.»

Sommeren 1883 blev tyskeren OTTO HERRMANN, som for sin helbreds skyld opholdt sig i Norge, udsendt av KJERULF til Trondhjemsfeltet for paa forskjellige nærmere bestemte punkter at lete efter fossiler. Ogsaa det efterfølgende aar fortsatte HERRMANN sit arbejde. Resultatet av hans reiser findes opbevaret som dagbok i Norges geologiske Undersøkelser arkiv. Det lykkedes HERRMANN ialt at opdage 5 nye fossilforekomster, nemlig ved gaardene Foss og Tømmereggen, i aasen ovenfor hovedveien mellem

¹⁾ Brøgger l. c. side 20.

Gylle og Vollan, ved gaarden Kværnmoen, i uren ovenfor pladsen Ryngveaasen (Ringvedaas) samt i uren ovenfor pladsen Aasløkken. De tre førstnævnte forekomster er alle beliggende nær Hovind station, de to sidstnævnte straks østenfor Lundemo. Fossilerne optræder paa de her nævnte steder i en graablaa lerskiferbergart, de tilhører alle paa en eneste undtagelse nær graptoliterne. De fremfundne eksemplarer blev af HERRMANN henført til slechterne *Dicranograptus* og *Diplograptus*. Fra Foss og Tømmereggen blev ved siden af graptoliter ogsaa medbragt et skiferfragment med en fossilagtig gjenstand, som af KJERULF blev tydet som brudstykke af *Orthoceras* eller *Lituities*. Bestemmelsen er imidlertid vistnok meget usikker.

I 1885 blev undersøgelsesarbejderne i Guldalens graptolitzoner overdraget ALFRED GETZ.¹⁾ Paa HERRMANN'S gamle arbejdsplads ved Ringveaasen lykkedes det GETZ at fremfinde yderligere slechterne *Didymograptus* og *Climacograptus*.

Samme aar blev Lyngstenens konglomeratboller atter undersøgt, denne gang paa en studenterekskursion under ledelse af KJERULF. Paa denne tur blev de fossiliførende kalkstensbollers identitet med Høilandskalken sikkert fastslaaet.

Aaret efter fortsatte GETZ sine undersøkelser paa Kjølhaugene, som ganske flygtig var blit besøgt ogsaa den foregaaende høst. Efter KJERULF'S antagelse var de derværende mørke skiferzoner graptolitførende. Og denne antagelse slog til. Fra en enkelt forekomst beliggende straks østenfor et litet tjern (784 m. o. h.) mellem største og nordligste Kjølhaug medbragte GETZ ialt 60—70 skiferstykker med tydelige og utydelige graptolitrestere. Den fossiliførende bergart er utviklet som en «tyndskifrig sort hullet lerskifer», petrografisk meget nærstaaende de graptolitførende skifere i Guldalen. Men faunaen er en helt anden. De paa Kjølhaugene fremfundne former tilhører slechterne *Monograptus* og *Rastrites*. «Denne graptolitførende zone», skriver GETZ,²⁾ «er altså efter Lapworth's bekjendte undersøgelser yngre end vor hidtil påviste zone i Guldalen.»

I 1888 lykkedes det J. H. L. VOGT,³⁾ som dengang var beskjæftiget med geologiske undersøgelsesarbejder i Aalen og Holtaalen, at fremfinde graptoliten *Dictyograptus flabelliformis* i en sort alunskiferlignende bergart anstaaende i en liten bæk straks søndenfor Nordaunevold (1 km. nord for Holtsjøen). Paa grund af dette fossilfund blev ovennævnte skiferhorizont af VOGT henført til øverste del af etage 2.

¹⁾ Getz: Graptolitførende skiferzoner i det trondhjemske.

²⁾ Getz l. c. side 39.

³⁾ Oversigt over møder, Kr.ania videnskaps forh. 1888.

Samme sommer fandt TÖRNEBOHM¹⁾ endel daarlig opbevarede fossilformer i krystallinsk kalksten ved Hellem plads vest for Aasen station. Av de der optrædende forskjellige former er det kun lykkedes at bestemme en *Bellerophon*. Som følge derav blev kalkstenen i Aasen av professor LINDSTRÖM henført til øvre del av undersilur.

I 1889 fandt REUSCH²⁾ ved sin befarings av Merakerprofilen utydelige spor av fossiler i kalksten ved Brenna (straks øst for Meraker station) og i den i nærheten staaende lerglimmerskifer. Om dette fund skriver REUSCH³⁾: «udbyttet (av fossilsøkningen) var et stykke, som jeg efterat have seet tilsvarende stykker i Bergens stift mener at kunne tyde som en utydelig og presset favosites, altsaa et sikkert silurisk fossil. I lerglimmerskiferen forekommer nu og da graptolitlignende tegninger, en af disse forekommer mig at være en tetragraptus, et fund, der ikke strider mod forekomsten af favosites.»

I TÖRNEBOHMS store arbeide «Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad», som utkom i 1896, omtales under gjennemgaaelsen av Hovindgruppens fossilforekomster ogsaa et fund av *krinoidstilke* i kalkstenen ved foten av Holbergene syd for Forbordfjeld.⁴⁾

I den nyere geologiske literatur findes ingen fossilfund omtalt. I et av KJÆR i 1905 utgit palæontologisk arbeide, «Kalstadkalken», er imidlertid endel av KJÆRULFS gamle fossilbestemmelser revideret. Efter KJÆR fører kalkstenen ved Kalstad følgende forskjellige fossilformer:

1. *Halysites escharoides*, LAM.
2. *Favosites* sp.
3. *Nyctopora* sp.
4. *Columnaria* cf. *Kassariensis*, DYB.
5. *Ptychophyllum* cf. *buceros*, DYB.
6. *Ptychophyllum* sp. kolonidannende form.
7. *Trochiscolithus micraster*, LDM.
8. *Monotrypa* sp.
9. Crinoidstilke.
10. *Orthis* sp. og andre ubestemmelige Brachiopoder.
11. Små *Murchisonia* og *Maclurea*-lignende Gastropoder, som ikke nærmere kan bestemmes.

«Denne fauna», skriver KJÆR,⁵⁾ «er ikke oversilurisk, men tilhører ganske sikkert den aller-

¹⁾ Törnebohm: Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet, side 34, og Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 87.

²⁾ Reusch: Geologiske Iagttagelser fra Trondhjems stift.

³⁾ Reusch l. c. side 9.

⁴⁾ Törnebohm l. c. side 87.

⁵⁾ Kjær l. c. side 7.

øverste del af undersiluren og er æquivalent med faunaen i etage 5, specielt 5 b i Kristianiafeltet.» De fossilførende kalkstene og skifere paa Høilandet (BRØGGERS pentameruskalk, KJERULFS og TÖRNEBOHMS Høilandsgruppe) paralleliseres i KJÆRS arbeide med Kalstadkalken. «*Pentamerus*-formen fra Stensæt paa Høilandet», skriver KJÆR¹⁾ videre, «tilhører nu slægten *Parastrophia*, og der kan ikke på den bygges noget om en oversilurisk alder af Høilandets gruppe..... Ganske forskjellig i faunistisk henseende er Jemtlands *Pentamerus*-kalk; den er af almindelig oversilurisk udvikling og svarer til etage 7 a i Kristianiafeltet. BRØGGERS foreslåede navn *Pentameruskalk* bør derfor forandres, og det synes da naturligt at bruge KJERULFS betegnelse Høilandets gruppe for disse afleiringer.» I tilknytning til KJÆRS omtale av Høilandets gruppe blir Hovindgruppen som en ældre gruppe paralleliseret med etage 5 a.

I KJÆRS store arbeide «Das Obersilur im Kristiania-gebiet», som utkom 1908, betegnes faunaen paa Kjølhaugene som Trondhjemsfeltets eneste oversiluriske repræsentant. Den derværende fossilførende skiferhorizont paralleliseres med den saakaldte *Rastriteskifer* i Bergensfeltet. Like under denne skiferhorizont optræder ved Bergen en litoralfauna med *Striclandinia lens*, SOW. (etage 6 c). Ved denne parallelisering opnaar saaledes KJÆR en temmelig nøiagtig aldersbestemmelse ogsaa for Kjølhaugenes *Rastrites*horizont.

I flytblokkene er fossiler fundet flere steder inden Trondhjemsfeltet, saaledes er encrinitførende kalkstensblokke fundet av KJERULF²⁾ paa Jemtlandsveien nær riksgrensens (lidt nordøst for Sandviken) og orthocerførende kalkstensblokke av HØRBYE³⁾ paa Kjerringfjeldene (i Meraker) og i Stadsbygden. Endvidere er fossilførende kalkstensblokke fundet i stranden nær Stjørdalshalsen. Muligens er alle disse flytblokke hjemmehørende i Sveriges (Jemtlands) umetamorfe silurfacies, dette spørsmaal er imidlertid endnu ubesvaret.

Av ovenstaaende oversigt fremgaar, at det samlede antal av forskjellige fossilformer fra Trondhjemsfeltet ikke er saa helt ubetydelig. Ingen steder i Norge utenfor Kristianiafeltet er den palæozoiske fauna saa talrik repræsenteret. Den vertikale utstrækning av de fossilførende horisonter er imidlertid temmelig begrænset. De optrædende former ligger alle mellem *Dictyograptus flabelliformis* (etage 2 e) og *Rastrites* sp. (etage 6 c). Efter det nyere stratigrafiske inddelingssystem tilhører saaledes Trondhjemsfeltets hidtil kjendte fauna ordovicium og den lavere del av silur.

¹⁾ Kjær l. c. side 9.

²⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 18.

³⁾ Hørbye: Det erratiske Phænomen paa Rigsgrænsen, Nyt Mag. for Nat. Bd. 8, side 345.

Undersøkelserne i Vestranden

Ved Fandrem i Orkedalen er paa begge sider av dalen utviklet en brun glimmerskiferbergart med væsentlig N-lig strøk og E-lig fald. Denne bergart overleires i øst i trakterne omkring Buviken konkordant av Trondhjemsfeltets grønstene. Omtrent 1 mil vest for Fandrem, i Svorkas dalføre, gaar den brune, forholdsvis løse glimmerskiferbergart kontinuerlig over i en graahvit, haardere gneislignende bergart og avskjæres straks ovenfor Eide skydsstation ved et tyndt belte av rød granit fra normalutviklet graahvit gneis av typus Uddu, Rissen. Denne gneisbergart er anstaaende langs storstedelen av hovedveien til Hevne, enkelte gange gjennemskaaret av rød granit. Den er Vestrandens mest fremtrædende bergart og er av KJERULF paa alle hans karter henført til grundfjeldet. Kun SCHETELIG har opfattet denne graa gneisbergart som en yngre kalédonisk eruptiv. Mineralselskapet er hovedsagelig kvarts, sur plagioklas, lidt orthoklas, biotit og hornblende. Den adskiller sig petrografisk ikke væsentlig fra den brune glimmerskifer i Orkedalen. Ved Rømmesmo i nærheten av Orkedalsøren synes der at være en skarpere grænse mellem glimmerskiferen og den graahvite gneisbergart. Den direkte kontakt er imidlertid ikke blottet. Overalt ellers, hvor Trondhjemsfeltets grænse mot Vestranden er undersøkt, har jeg fundet den brune glimmerskifer med konkordante lag av amfibolit avskaaret fra den graa gneis ved granitiske bergarter (øiegrenit og øiegneis), saaledes ved Vedul ved Ringevand, vestenfor Jølvandet, i Opdal og flere andre steder. I Opdal er Rørosgruppens laveste (vestligste) horisonter sterkt kvartsrike og synes ved jevne overgange at være forbundet med den vestenfor liggende lyse kvartsglimmerskiferbergart (av gneislignende utseende). Denne sidste bergart tilhører efter al sandsynlighet sparagmitformationen. Ogsaa her optrær i Rørosgruppens lavere horisonter konkordante lag av amfibolit; paa grænsen mot den lyse kvartsglimmerskiferbergart optrær ogsaa øiegneis. I trakterne omkring Dombaas, hvor jeg likeledes har hat anledning til at studere feltets vestgrænse, synes ogsaa Rørosgruppens lavere horisonter at gaa kontinuerlig over i den vestenfor liggende sparagmitformation. Sparagmitformationen strækker sig imidlertid ikke saa langt nord som til Vestranden, den her optrædende graahvite gneisformation har ihvertfald ingen ytre likhet med denne.

Vestrandens graa gneisbergart har efter al sandsynlighed en høj alder, den røde granit (øiegraniten og øiegneisen) er derimot med sikkerhet yngre end Rørosgruppens lavere horisonter. Gange av rød granit i glimmerskifer tilhørende Rørosgruppen har jeg saaledes iagttaa for Vestrandens vedkommende mellem Haldorsletten og Laksøien syd for Ringevand. Granitens mineralselskap er i det væsentlige følgende: kvarts, orthoklas (mikroklin, mikroperthit), plagioklas, hornblende, biotit, epidot, titanit og apatit. For at faa klarhet over bergartens kemiske sammensætning har jeg ladet utføre en kvantitativ analyse av den røde granit fra Agdenæs. Bergarten her har eugranitisk normalkornig struktur og masseformet tekstur. Den er en frisk vakker bergart og kan betragtes som en typisk repræsentant for Vestrandens røde graniter. Analysen er utført av NAIMA SAHLBOM:

Granit, Agdenæs.	
SiO ₂	77,30
TiO ₂	0,10
Al ₂ O ₃	13,01
Fe ₂ O ₃	0,12
FeO	0,50
MnO	—
MgO	0,47
CaO	0,62
Na ₂ O	4,38
K ₂ O	3,81
H ₂ O + 105°	0,22
	100,53
Fuktighet	0,04

Gange av øiegneis har jeg iagttaa paa flere punkter langs feltets vestgrænse, saaledes i graa gneis ved Kjør paa Gjetestranden, likeledes i Rørosgruppens laveste horisonter i Opdal og vest for Dombaaas, paa de sidstnævnte steder muligens paa grænsen av Rørosgruppen og den underliggende sparagmitformation. Øiegneisens mineralselskap er meget nærbeslegtet granitens.

Nord for Vuku i Værdalen er der paa de fleste geologiske karter avmerket et større grundfjeldsomraade. Den her optrædende røde granit, karakteristisk utviklet i Hærvola, er petrografisk helt identisk med Vestrandens røde graniter. Syd for Kultjern, straks øst for Kjesbuvand, har jeg iagttaa gange av denne granit i normal glimmerskifer, tilhørende Rørosgruppen. Hærvolagraniten er saaledes likesom Vestrandens graniter yngre end Rørosgruppens lavere horisonter.

Undersøkelserne langs riksgrænsen

Mellem Sandviken i Værdalen og Stenfjeldet i Meraker ligger Rørosskifer, utviklet som graagrøn Stuedalsskifer, med svakt W-lig fald direkte paa en rødlig, haard, felsitlignende sparagmitbergart. Grænsen mellem disse bergarter følger omtrent riksgrænsen, saaledes at den norske side væsentlig opbygges av Rørosskifer, den svenske av sparagmit. I jernbanelinjens profil mellem riksgrænsen og Storlien station er sparagmitfeltet ophævet saddelformig, det overleires baade i vest og øst av Rørosgruppens glimmerskiferbergarter. Denne sparagmitantiklinal falder efter HØGBOM¹⁾ paa en strækning av ca. 200 km. sammen med vandskillet mellem Atlanterhavet og den Botniske Bugt. Sparagmitbergarten omkring Storlien er sterkt felsitlignende, av REUSCH saaledes benævnt granulit. Den blir mot nord mere kvartsitisk utviklet, samtidig som farven blir graahvit, mot syd gaar den i fjeldmassivet Kluken (svensk Glucken) over i svakt rødlig, klastisk utseende sparagmit. Denne overgang til normalsparagmitisk utvikling mot syd skyldes i virkeligheten, at dagoverflaten her skjærer stratigrafisk dypere ned, idet saddelophævelingen i Kluken er langt sterkere end nordenfor. Sparagmitformationen er saaledes ogsaa i disse trakter, likesom i det centrale Norge, kvartsitisk utviklet i de høiere horisonter.

Jeg har fulgt sparagmiten fra toppen av Store-Kluken sydvestover til Sankaakjølen, den strækker sig saaledes paa dette punkt ca. 1 mil ind i Norge. Vestenfor staar Rørosgruppens graagrønne glimmerskiferbergarter med svævende lagstilling. Den umiddelbare grænse er dækket av svære løsavleiringer.

Længere i syd, østenfor Botnen, den sydlige arm av Aursundsjø, har jeg ogsaa studeret grænseforholdene mellem Rørosgruppen og sparagmitformationen. Rørosgruppens glimmerskifer hviler her med svakt W-lig fald paa Vigelfjeldenes kvartsit. Langs formationsgrænsen er her utviklet et gangformig drag av øiegneis.²⁾

Herfra sydvestover til Lilleelvedalen er grænselinjen mellem

¹⁾ Høgbom: Studies in the post-Silurian thrust region of Jämtland, G. F. F. Bd. 31.

²⁾ Goldschmidt: Das Devongebiet am Røragen bei Røros, tekst og kart.

Trondhjemsfeltet og sparagmitformationen temmelig nøiagtig fikseret.¹⁾)

Forholdene i nord mellem Værdalen og Klukens massiv og i syd mellem Vigelfjeldene og Lilleelvedalen er saaledes klargjort. Rørosgruppens glimmerskiferbergarter hviler her overalt med overveiende W-lig til NW-lig fald konkordant paa sparagmitformationens vekslende facies. Lokalt er der paa kontakten injiceret gange av øiegneis. Som regel er Rørosgruppens laveste horisonter petrografisk temmelig forskjelligartet fra sparagmitformationens øverstliggende bænke. Dette forhold trær skarpest frem i feltets sydligere trakter, øst for Østerdalen. I den nordlige del av feltet er sparagmitformationens bergarter sterkt skifrige, de viser krystallinsk skifrig struktur og regionalmetamorf utvikling av samme grad som den overliggende Rørosskifer. Det samme er tilfældet omkring Aursundsjø. Men længere syd i feltet, hvor mine undersøkelser endnu er spredte og ufuldstændige, synes sparagmitformationens bergarter efter literaturangivelserne at ha primærklastisk struktur.

Sparagmitformationen har saaledes langs den største del av feltet deltatt i den store foldningsproces. I sydøst synes imidlertid sparagmitformationens bergarter at være svakere paavirket av foldningskrefterne. Lokale glidninger og forskyvninger av Trondhjemsfeltet mot underlaget har ogsaa her tilsyneladende fundet sted, opknusningszoner og brecciestruktur langs grænsen viser, at saadanne processer har været i virksomhet.²⁾) Men sparagmitformationens klastiske struktur er her ikke blit fullstændig utvisket.

Øiegneis optrær likesom ved feltets vestgrænse paa en række forskjellige steder baade langs øst- og sydgrænsen. Vakrest utviklet er øiegneisen i trakterne øst for Rien. Feltspatoinene naar her betragtelige dimensioner, ellipsoidets længde er ofte 1 dm. eller derover. Mot eruptivgrænsen avtar feltspatoinene i størrelse, undertiden forsvinder de helt. Grænsefacies faar isaafald et tæt felsitisk utseende.

For at faa klarhet over hvilken stilling Sylmassivet, Skardorsfjeldene og Vigelfjeldene geologisk indtar i forhold til Trondhjemsfeltet har jeg foretat flere oversigtsreiser i disse trakter (1915, 17 og 18).

Nord—syd-gaaende profil fra n. Fiskaæen til nordre Syltop (Pl. 19, fig. 2) og vest—østgaaende profil over Bannaklumpens vestlige del falder i sine hovedtræk nøiagtig sammen med HAUANS gamle Sylprofil.³⁾) Graniten er en eugranitisk normalkornig vakker rød biotitgranit, som mot grænserne er kvartsporfyriske utviklet. Den

¹⁾ Se Holmsen (og Schetelig): Tekst til geologisk oversigtskart over Østerdalen—Fæmunds-Strøket, tekst og kart.

²⁾ Holmsen (og Schetelig) l. c. side 14.

³⁾ Se Reusch: Geologiske iagttagelser fra strøget i nord for Fæmundsjøen, side 21.

sætter flere steder ost for Essandsjøen gangformig gennem den overliggende graabrune glimmerskifer, som kontinuerlig kan følges sammenhængende med Rørosgruppens Stuedalsskifer. Graniten er saaledes med sikkerhet yngre end Rørosgruppen. Bergartens kemiske slegtsskapsforhold til Veststrandens røde granit fremgaar tydelig av den tidligere refererede analyse. Sandsynligvis er disse graniter og Hærvolagraniten alle genetisk sammenhørende.

For at klargjøre øiegneisens slegtsskapsforhold til den røde granit har jeg ladet analysere saavel en prøve av den typiske røde granit fra Ekornaen (i nærheten av Nedalen turisthytte) som en prøve av den karakteristiske øiegneis fra Rien. Analyserne er utført av NAIMA SAHLBOM:

	Granit, Ekornaen.	Øiegneis, Rien.
SiO ₂	76,50	68,95
TiO ₂	0,14	0,51
Al ₂ O ₃	11,22	10,72
Fe ₂ O ₃	1,55	6,44
FeO	0,57	1,35
MnO	—	—
MgO	0,74	1,29
CaO	1,21	2,29
Na ₂ O	3,03	3,70
K ₂ O	4,98	4,34
H ₂ O + 105°	0,50	0,71
	100,44	100,30
Fuktighet	0,04	0,13

Den væsentlige forskjel mellem disse to bergarter ligger i øiegneisens lavere SiO₂-gehalt og høiere Fe₂O₃-gehalt. Da overensstemmelsen forøvrig er temmelig nøiagtig, ligger det nær at anta, at begge disse bergarter hidrører fra et fælles granitisk stammagma.

Hornblendeskiferen i Syltoppene er en gabbroidal bergart.⁴⁾ Dens mineralselskap er væsentlig hornblende og plagioklas. Strukturen er krystalloblastisk granoblastisk, teksturen er skifrig. Bergarten er langs grænsen sterkt finkornig, paa toppen derimot finkornig til normalkornig (gabbrolignende). I nærheten av hovedmassivet optrær en række mindre gange av hornblendeskifer (amfibolit), gjennemsættende Rørosgruppens glimmerskiferbergarter. Hornblendeskiferen er saaledes yngre end Rørosgruppen.

Et vest—østgaaende profil fra Stuesjø gjennom Skardøren til toppen av Ekorrhamnaren viser i Skardørpasset Sylegraniten i normalkornig utvikling. Paa begge sider mot de omgivende glimmerskiferbergarter er graniten omgitt av en felsitlignende bergart,

⁴⁾ Reusch l. c. side 22.

med hvilken den i almindelighed er forbundet ved overgangsled. Denne felsitbergart (hælleflint, granulit) har for den overveiende del tæt struktur og skifrig tekstur, den viser paa en række punkter jevn overgang til granitporfyr (kvartsporfyr). Felsiten er saaledes med sikkerhet en granitisk faciesutvikling ved eruptivgrænsen. I. C. HØRBYE,¹⁾ som i en flerhet av sommere har arbeidet i grænsestrøkene, og fra hvis haand der foreligger en række betydningsfulde observationer, har gjentagne gange omtalt denne felsitbergart. Den er av HØRBYE benævnt helleflint og av ham opfattet som en sedimentær bergart. Under omtalen av Vigelfjeldene, hvor nøiagtig de samme geologiske forhold er tilstede som længere nord i Skardørsfjeldene, skriver HØRBYE²⁾: «det er en Fortsættelse af Fæmundstraktens klastiske Bjergarter, der rundt om Vigelens Granit optræder i Skikkelse af Helleflint og Qvartsskifer.» Og HØRBYE har endog været inde paa den tanke, at helleflintens eiendommelige udvikling omkring graniten skyldtes kontaktomvandelnde processer.³⁾ Men han har samtidig heller ikke været blind for den gradvise overgang, som i almindelighed hersker mellem granit og helleflint. Saaledes skriver han under omtalen av Vigelens granitfelt⁴⁾: «Det almindelige er at Helleflintens Feldspath-Krystaller i Granitens nærhed ere langt talrigere udviklede end ellers, ja næsten fortrænge den tætte grundmasse og saaledes frembringe en kornig Bildning, der gjør det høist vanskeligt at paavise nogen Grændselinie mellem begge Bjergarter.» Ældre forskere har saaledes ogsaa været opmærksomme paa granitens kontinuierlige overgang i felsiten. Av undersøkelserne over graniten, felsiten- og glimmerskiferen paa begge sider av riksgrænsen, vest og øst for Skardørspasset (ved Stuesjø og ved foten av Ekorrrhammaren) fremgaar, at graniten i Skardørsfjeldene likesom i Sylmassivet er injiceret i Rørosgruppens glimmerskiferbergarter (Stuedalsskifer), hvorved der ved eruptivkontakten er fremkommet en flere km. mægtig grænsefacies, utviklet som felsit. Paa TÖRNEBOHMS geologiske oversigtskart av 1896 fremtræder denne grænsezone meget tydelig. Men baade centralpartiet og grænsezonerne, henholdsvis betegnet granit og porfyr, er av TÖRNEBOHM henført til grundfjeldet (i analogi med forholdene i Mullfjäll i Jemtland).

Undersøkelserne langs Trondhjemsfeltets grænser i vest og øst har efter ovenstaaende kortfattede oversigt ført frem til følgende resultater:

Over store strækninger i vest, syd og øst hviler Trondhjemsfeltets undre formationsgruppe direkte paa sparagmitformationens øvre lag. Overgangen mellem disse formationer er i de nordlige

¹⁾ Hørbye: Et Strøg af Rigsgrænsen, *Nyt Mag. for Nat.* Bd. 8 og 11.

²⁾ Hørbye l. c. Bd. 8, side 410.

³⁾ Hørbye l. c. Bd. 8, side 432.

⁴⁾ Hørbye l. c. Bd. 8, side 407.

dele av feltet jevn, kun i de sydligste dele er formationsgrænsen temmelig skarp. Ogsaa mellem Vestrandens graa gneis og Rørosgruppens laveste glimmerskiferhorizonter synes der at eksistere kontinuerlige overgange. Vestrandens røde granit, Hærvolagrانiten og riksgrænsens granit er petrografisk meget nærbeslegtede bergarter. I strukturel henseende forskjellig fra disse bergarter er øiegneisen. Den optrær likesom graniterne som ramme omkring Trondhjemsfeltet. Øiegneisens petrografiske karakter, kemiske sammensætning og geologiske optræden taler imidlertid for, at denne bergart er en strukturel facies av den røde granit, genetisk sammenhørende med denne. Da Rørosgruppens stratigrafisk lavest liggende glimmerskiferbergarter paa en række punkter er gjennemsat av gange av disse berartstyper, er baade graniten og øiegneisen yngre end Rørosgruppen, ialfald yngre end gruppens ældste horisonter.

Det reviderte lagsystem

For at faa en oversigt over de forskjelligartede bergartstyper, som opbygger Trondhjemsfeltet, deres petrografiske karakter, metamorfosegrad og indbyrdes aldersforhold, har jeg opgaaet tverprofiler fra Vestranden til riksgraensen. Samtidig har jeg ved studium av foldningstektoniken søkt at indordne sammenhørende bergartshorizonter gruppevis i et stratigrafisk lagsystem. For dernæst at erholde et klart overblik over de forskjellige grupperes generelle karakter og vekslende sammensætning har jeg opgaaet en række detaljprofiler samtidig som jeg paa de punkter, der er av særlig interesse for forstaaelsen av feltets bergbygning, har foretat endel detaljkartlægning.

Enkeltstaaende profiler langs feltets vestgrænse forte mig i begyndelsen til den opfatning, at feltet stratigrafisk kunde tilpasses KJERULFS system av 1875. De store tverprofiler, som ogsaa strakte sig over feltets centralparti og østlige randzone, ledet mig imidlertid snart til den opfatning, at KJERULFS saakaldte Gulagruppe, som tilsyneladende ligger stratigrafisk over de andre formationsgrupper, kun repræsenterer en ophvælvning av Trondhjemsfeltets basale skiferhorizonte σ : Gulagruppen er identisk med Rørosgruppens glimmerskiferavdeling. Samtidig viste undersøkelserne i Rennebu og andre steder, at Størengruppen, som jeg allerede tidligere hadde utskildt som selvstændig formationsgruppe, i virkeligheten er identisk med Rørosgruppens øverste avdeling, den saakaldte grønstensavdeling. Efter Trondhjems Bymark, hvor denne gruppe (avdeling) er specielt karakteristisk utviklet, har den faaet navnet Bymarkgruppen. Rørosgruppen kommer saaledes i det reviderte lagsystem kun til at omfatte gruppens sedimentære lag, den saakaldte glimmerskiferavdeling. TÖRNEBOHM har riktig nok oppfattet Størengruppens stratigrafiske stilling helt korrekt. Men da gruppen efter de norske forfattere betegner et høiere nivaa, vil betegnelsen Størengruppen let kunne føre til forveksling.

Det reviderte lagsystem omfatter saaledes følgende grupper:

- Hovindgruppen (incl. Høilandets bergarter).
- Bymarkgruppen.
- Rørosgruppen.

Da TÖRNEBOHMS Brekkskiffergruppe tildels omfatter Rørosgruppens höiere horisonter, dækker det reviderte lagsystem temmelig nöiagtig TÖRNEBOHMS systems vestlige facies. Men den tilsyneladende forskjelligartede utformning, som efter TÖRNEBOHM har fundet sted i vest og øst, har imidlertid vist sig at være langt svakere end av TÖRNEBOHM antat. Metamorfofosens styrke er som av GOLDSCHMIDT paavist zonar, sterkt vekslende over det hele felt, og konstruktionen av et østlig lagsystem er ved sine analogislutninger desuten petrografisk helt feilagtig.

Hovedprofilerne

Av de hovedprofiler, som i første række har ført til fremsættelsen av det reviderte lagsystem, maa nævnes Merakerprofilen med sin forlængelse vestover til Orkedalsøren, Jemtlandsprofilen og Guldalsprofilen med sin forlængelse over Nordaunevold til Rien.

Merakerprofilen med forlængelsen til Vestranden

Profilen er opgaaet langs hovedveien Orkedalsøren—Børsen—Buviken—Heimdal—Trondhjem. Derefter langs jernbanelinjen til Storlien station.

Den vestlige del av profilen mellem Orkedalsøren og Hell station har jeg allerede detaljbehandlet i et tidligere arbejde¹⁾. Den vil derfor her omtales ganske kortfattet.

Strækningen Orkedalsfjorden til Buviken er omtrent udelukkende opbygget av brune glimmerskiferbergarter med strøk overveiende N-lig og fald E-lig, tildels sterkt foldet. I denne skiferhorizont optrær omtrent overalt sorte amfibolitiske bergarter, konkordant indleiret i glimmerskiferen. Begge disse bergarter er paa talrike steder gjennemsat av hvite granitiske pegmatitgange (trondhjemiter).

Ved Buviken er der i glimmerskiferavdelingen øvre horisonter konkordant indleiret grønstensbænke, petrografisk identisk med grønstenen i den ovenforliggende (østenforliggende) grønstensavdeling. Denne strækker sig kontinuerlig fra Buviken via Heimdal og Trondhjem til lidt østenfor Charlottenlund station.

Ved Ranheim paatræffes igjen skiferbergarter, som med mange varianter kan følges like til Floren station. De almindeligste typer er kvartsglimmerskifer, lerglimmerskifer, lerskifer, kvartsit, sandsten, sparagmit og konglomerat, tildels i sterk veksellagring. Hele komplekset er foldet. Konkordant indleiret i denne skiferavdeling optrær i nærheten av Hundholmen holdeplads en ca. 100 m. mægtig grønstensbænk, petrografisk av samme karakter som Bymarkens

¹⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn.

grønsten. Ved Hommelvik skjærer profilet over et kortere stykke ind i Stavsjøfjeldets konglomerater og sandstene, som efter KJERULF¹⁾ hviler med diskordant lagning paa det foranliggende lavlands skiferbergarter. Denne diskordans er imidlertid kun tilsyneladende, fremkommet ved foldningen. Længere syd ved Eggen, ved konglomerat- og sandstensformationens søndre grænse, kan denne diskordans saaledes ikke iagttages. Omkring Billedholmen tunnel er foldningen sterkt utpræget, og bergarternes primære karakter tildels skjult av den sterke metamorfose. Ved Hell station optræer pragtfuldt udviklede konglomerater med boller av hvit granit, kvartsit, grønsten og kalksten. Saavel konglomeratbollerne som grundmassen viser tydelig præg av regionalmetamorf paavirkning. I nærheten av Reppe teglverk optræer sandsten og lerglimmerskifer i veksellagring. Lokalt er bergarterne her sønderknust av stresskræfterne, hvorved et «kvartskakelag», saakaldt pseudo-konglomerat, er fremkommet (sees i stenbrud ved hovedveien like ovenfor jernbanelinjen). Lidt vestenfor Eidem holdeplads er brud i sandsten, strøket er her omtrent E og faldet ca. 45° S. I større skjæring i Speilbergets nordhældning optræer konglomerat- og sandstensbænke i veksellagring. Strøket er NW-lig, 2 skifrihetssystemer med fald SW og NE er utviklet. Konglomeratbollerne bestaar overveiende av hvit granit, endvidere av finkornig gabbroidal bergart (grønsten), gabbrodiorit, kvartsit, kalksten og blaa-kvarts. Længere øst optræer en graahvit lersandsten, gjennomskåret av en hornblendeførende gabbro med normalkornig til finkornig struktur. Ved Fulset østenfor Hegre station har jernbanen brud i sandsten. Ved foten av Ingstadkleven staar sandsten med lag av lerglimmerskifer. Strøket er her ENE og faldet overveiende S-lig. Krusninger og foldninger er meget almindelige. Videre østover til Sona holdeplads staar overveiende sandstensbergarter, tildels i veksellagring med lerglimmerskifer. Foldningen er overalt sterkt utpræget. Strøket er væsentlig N til NNE, faldet overveiende E-lig (ESE-lig) 30—60°. Mellem Sona holdeplads og Floren station er fremdeles de samme bergartstyper anstaaende. Lidt vestenfor sidstnævnte sted tyder en rikere glimmerdannelse i sandstenen paa høiere metamorfosegrad. Strøket er her NNE og faldet ca. 60° ESE. Omkring Floren station er langs jernbanelinjen fuldstændig overdækket. Profilet er derfor paa dette punkt opgaaet efter hovedveien paa vestsiden av elven. Ved broen over elven, like ved stationen, staar en kruset og smaafoldet graablaa lerglimmerskifer med strøk NNE og gjennemsnitlig fald ca. 45° ESE.

Lidt østenfor ungdomslokalet paatræffes en forholdsviis svakt skifrig grønsten av petrografisk samme karakter som Bymarkens

¹⁾ Kjerulf: Merakerprofilet, side 72.

hovedbergart. Denne grønstensbænk kan efter veikurverne følges 150—200 m.

Østenfor grønstenen staar en sterkt buklet glimmerskiferliggende bergart med talrike parallelindleirede aarer av kvarts og lysegul kalkspat i skiffrighetsplanet. Strøk og fald er omtrent uforandret. Den ovenomtalte grønstensbænk er langs jernbanelinjen dækket av Florenmorænen. Men den østenfor staaende glimmerskiferbergart sees ogsaa langs linjen $\frac{1}{2}$ —1 km. ovenfor stationen. Videre mot øst gaar denne bergart over i normalutviklet glimmerskifer. Faldet blir først steilt og slaar lidt senere over til W-lig. I nærheten av Kringen banevogterbolig staar granatførende glimmerskifer, strøk NNE og fald steilt WNW. Lidt vestenfor Langfredagsnes staar samme glimmerskiferbergart med flere hvite granitiske pegmatitinjektioner. Videre østover til Lunkholmen banevogterbolig staar glimmerskifer, bløtere og haardere baand i veksellagring. Straks østenfor Lunkholmen har jernbanen brud i hvit granit, som her med forholdsvis stor mægtighet skjærer gjennom skiferbergarterne. I større skjæring vestenfor Bitnes staar glimmerskifer i veksellagring med kvartsit. Strøket er N-lig, faldet W-lig 45—90°. Ved Bitnes er paa grund av voldsomme stresskræfter kvartsitlagene avslidt, hvorved er fremkommet et saakaldt pseudokonglomerat eller «kvartskakelag». Dette kvartskakelag er omtalt av en række forskere.¹⁾ Det er udelukkende et tektonisk fænomen, lignende konglomeratlag er saaledes kjendt paa en flerhet av steder, som har været sterkt utsat for stresskræfternes indvirkning.

Østenfor Gudaa station kommer profilet ind i Trondhjemsfeltets store østlige eruptivdrag, av KJERULF benævnt «Kjølen Formur». Dette eruptivdrag, som med overveiende NNE-lig strøk og WNW-lig fald kan følges i strøketningen fra Skjækerhatten i nord til Øjungen i syd, er paa denne strækning væsentlig opbygget av finkornige sorte til grønne gabbrobergarter, ofte gjennemsat av hvite granitgange. Ved broen over Funna naar granitene sin største mægtighet. Den av KJERULF²⁾ vest for Meraker station omtalte «trykbreccie» er ikke tydelig utviklet. Den her optrædende bergart er sort gabbroidal med aarer av sortgrøn porfyrit. «Trykbreccien» bør saaledes i virkeligheten benævnnes eruptivbreccie. Øst for Meraker station staar overveiende graa glinsende glimmerskiferbergart med enkelte alunskiferlignende horisonter. Ved Meraker grubers lasteramp staar samme glimmerskiferbergart, strøket er N-lig og faldet W-lig 30—45°. Henimot Brenna banevogterbolig blir bergarten mere lerglimmerskiferlignende og blaa-

¹⁾ Se bl. a. Reusch: Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift, side 8, og Bäckström: Om «kvartskakelagren» vid Gudå, Norge.

²⁾ Kjerulf: Merakerprofilen, side 94—95.

sort av farve. Lidt nordenfor jernbanelinjen er Brenna kalkstensforekomst. Kalkstenen her har en finkornig til normalkornig struktur. Kalkstensbænkens liggbergart er utviklet som en graa sandstenslignende glimmerskiferbergart, dens hæng som en sort alunskiferlignende (lørskiferlignende) bergart. Strøket er NE og faldet 45° NW. Videre østover staar sandsten (kvartsit) og glimmerskifer (lerglimmerskifer) i stadig veksellagring. Foldninger og krusninger er meget almindelige. Strøket er N-lig og faldet gjennemgaaende W-lig. Flere steder sees indleiringer av grøn skifer (omvandlede gabbroidale bergarter), tildels ogsaa gabbro i normal-kornig, svakt skifrig utvikling. Ogsaa østenfor Kopperaaen station fortsætter disse bergartstyper temmelig uforandret, strøket er NE og faldet slakkere NW. Lidt østenfor Grønberg banevogterbolig optræer flere forholdsvis mægtige gabbrointrusiver, gjennemsat av gabbroidale pegmatitaarer. Videre østover forbi Tovmodalen staar fremdeles sandsten i veksellagring med lerglimmerskifer, oftere gjennemsat av gabbrogange. Strøket er uforandret N til NE, faldet er i almindelighet svakt W-lig (NW-lig).

I første skjæring paa svensk side paatræffes storbladig, buklet graablaa til brunlig glimmerskifer med strøk NE til ENE og midelssteilt fald NW.

Denne bergart gaar mot øst over i en haard graahvit til rødlig kvartsitisk sparagmitbergart, som omtrent midtveis mellem riksgrensen og Storlien station faar svævende lagstilling. Nærmere Storlien slaar sparagmitens fald over til E.

Lidt vest for stationen optræer flere konkordante indleiringer av graablaa glimmerskifer, som paa stationspladsen og videre østover blir eneraadende bergart.

Profilet er skematisk fremstillet paa Pl. 18, fig. 1. Angaaende detaljer maa henvises til dagbøger i Norges geologiske Undersøkelser arkiv.

Profilets lagstilling er som flere av de vel kjendte Alpeprofiler typisk vifteformet. Tektonisk ligger det derfor nær, saaledes som SVENONIUS¹⁾ og REUSCH²⁾ har gjort, at opfatte profilets centralparti som en ældre oppresset formation.

For denne opfatning taler endvidere

1) den petrografiske overensstemmelse mellem glimmerskiferformationen mellem Floren og Brenna (avbrudt av eruptivdraget mellem Gudaa og Meraker) og de lavest liggende glimmerskiferformationer længst vest og øst i profilet mellem Orkedalsfjorden og Buviken og omkring riksgrensen,

2) den petrografiske overensstemmelse mellem Bymarkens grønstensbergarter og grønstenen ved Floren, og endelig

¹⁾ Svenonius: Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde.

²⁾ Reusch: Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift.

3) overensstemmelsen i petrografisk karakter og geologisk habitus mellem den store sedimentpakke mellem Ranheim og Floren væsentlig opbygget af sandstene, sparagmiter, konglomerater og skiferbergarter og det nærbeslegtede bergartskompleks mellem Brenna og riksgården.

Da sandstensformationerne mellem Ranheim og Floren og mellem Brenna og riksgården efter KJERULFS lagsystem maa henføres til Hovindgruppen (paa grund af geologisk-petrografisk karakter samt fossilfund), kan de underliggende glimmerskifer- og grønstensformationer efter dette system henføres til Rørosgruppen. Men da disse formationer baade petrografisk og genetisk er meget forskjelligartet, har jeg som allerede omtalt i forangaaende kapitel benyttet navnet Bymarkgruppen for Rørosgruppens grønstensformation (grønstensafdeling), hvorved betegnelsen Rørosgruppen kun kommer til at omfatte glimmerskiferformationen (glimmerskiferafdelingen). Den i centralpartiet oppressede Bymarkgruppe og Rørosgruppe er efter KJERULFS system identisk med Gulagruppen.

Profilets bergarter bærer alle tydelig præg af regionalmetamorf paavirkning. Den sterkeste metamorfosegrad viser Rørosgruppen, den svakeste Hovindgruppen. I store træk synes metamorfosen hos Merakerprofilets bergartsgrupper at være proportional med gruppernes alder.

Den ovenfor skisserte betragtningsmaate av Merakerprofilets foldningstektonik og det derav utledede stratigrafiske inddelingsystem er baseret paa formationernes lagstilling, bergarternes petrografiske karakter og geologiske habitus, tildels ogsaa paa bergarternes fossile fauna. Merakerprofilet har imidlertid ikke selv leveret det avgjørende bevismateriel for systemets riktighet. Men fortsatte undersøkelser i andre trakter av feltet har lidt efter lidt frembragt den bevisekjede, der betinger berettigelsen av Merakerprofilets konstruktion og den dermed følgende opsætning av det reviderte lagsystem.

Jemtlandsprofilet¹⁾

Profilet er opgaaet langs hovedveien Levanger—Vinne kirke—Garnes—Suul—Sandviken—riksgården.

Omkring Levanger staar paa østsiden av Eidsbotten graablaa til brun glimmerskifer med lidt vekslende lagstilling, strøket er overveiende NE-lig og faldet forholdsvis svakt NW-lig.

I nærheten av Østborg paatræffes skifrig grønstensbergart av samme typus som grønstenen vest for Eidsbotten, strøket er væsentlig ENE og faldet svakt NNW.

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 40.

Et litet stykke nordöst for Rinnan station staar lerglimmerskifer, strök E-lig og fald ca. 30° N-lig. Denne bergart fölges lidt østover til veiskillet Værdalsøren—Vinne kirke. Derpaa er et længere stykke forbi kirken helt overdækket. I større skjæring østenfor Nes staar lerglimmerskifer-fyllit med sandstensbænke, strøket er her ENE og faldet forholdsvis steilt SSE. Den blaasorte lerglimmerskifer fölges nu et godt stykke østover. Straks vest for broen over Inna staar lersandsten og lerglimmerskifer-fyllit, sterkt foldet og kruset. Strøket er NNE, faldet gjennemsnitlig 60° ESE.

Vel 1 km. østenfor broen sees lidt ovenfor hovedveien en skifrig grønstensbergart, petrografisk identisk med Bymarkens og Østborgs grønsten.

Straks østenfor Garnes paatræffes graasort kvartsrik glimmerskiferbergart, strök NNE og fald ca. 60° ESE. Videre østover blir bergarten mere brunfarvet samtidig som faldet blir steilere. Øst for Rotmoen optrær hvit granit, hvorefter den brune glimmerskifer atter fortsætter. Faldet blir nu steilt W-lig. Længere østover optrær igjen hvite granitinjektioner, tildels med pegmatitisk struktur. Lidt vest for Vaterholms bro staar den brune glimmerskiferbergart med strök uforandret, NNE, og steilt fald (ca. 80°) ESE. Et stykke østenfor broen gaar faldet gjennom steilt over i WNW-lig. Straks etterpaa skjærer profilet ind i det store østlige eruptivdrag («Kjølen Formur»). Dette eruptivdrag, som kan fölges i hovedveiens pragtfulde skjæring om trent helt frem til Inna-broen (ved Karl Johans Klevens østende), er væsentlig oppbygget av finkornige sorte gabbroidale bergarter, grønne amfiboliter og hvite graniter. Østenfor eruptivdraget paatræffes atter storbladig glimmerskifer, strök NNE og fald ca. $60-70^{\circ}$ WNW. Denne bergart fölges østover til Suul skydsstation. Straks østenfor Suul er bergarten flere steder grafitførende med et storbladig, fedtglinsende utseende.

Saa optrær sandstensbænke, hvorefter følger gabbroidale injektioner. Like ved toldstationen sees nede ved elven en grøn finkornig kvartsrik glimmerskiferbergart. Herfra videre østover staar lerglimmerskifer og sandstensbergarter i stadig veksellagring. Hele lagpakken er sterkt foldet, strøket er NNE og faldet gjennemsnitlig WNW-lig. Ved St. Olafs bro fremtrær profilet meget vakkert i de mægtige skjæring. Bergarten er her utviklet som en sandstenslignende glimmerskifer. Denne sandstensformation kan følges om trent helt frem til Jervdalsbækken.

Østenfor denne bæk staar graagrøn glimmerskifer, utviklet om trent som Stuedalsskifer, med W-lig fald, flere steder gjennemsat av gabbroidale injektioner. Denne bergart fölges østover forbi Sandviken om trent frem til Vergaaen (paa den nye vei mellom Sandviken og Skalstugan).

Her paatræffes en hvit kvartsitisk sparagmitbergart med NE-lig

strøk og svakt fald, ca. 20° NW. Denne sparagmitbergart følges derpaa til riksgænsen og videre ind i Sverige.

Profilet er skematisk fremstillet paa Pl. 18, fig. 2. Angaaende detaljer maa ogsaa her henvises til dagbøger i Norges geologiske Undersøkelser arkiv. Profilets bygning er ovenfor kun gjen- git i store træk, bergarter av mindre interesse for forstaaelsen av profilets tektonik er saaledes helt uteladt. En sterk forandring av bergarternes strøkretning i Jemtlandsprofilets vestre del vanskelig- gjør en samlet korrekt gjengivelse av det hele profil. Paa figuren er derfor profillinjen opdelt i 2 avdelinger.

Lagstillingen i profilets vestlige del er for en væsentlig del svævende og som følge derav sandsynligvis normal. Glimmer- skiferbergarterne omkring Levanger er petrografisk meget nærbe- slegtet med Rørosgruppens glimmerskiferbergarter. Paa rektan- gelbladet Levanger er disse bergarter av KJERULF henført til «ældste Trondhjems lag», direkte overleirende grundfjeldet i Skjøtingen. Bergarterne paa dette sted har imidlertid vist sig at være yngre injektionsbergarter, hvorved det absolute bevis for glimmerskiferbergarternes alder er bortfaldt. Paa TÜRNEBOHMS kart er ogsaa Levangerskiferne opfattet som en ældre formation, samtidig som Skjøtingen er henført til Sevegruppen. Uten forbin- delse med formationsgrupperne i syd vil saaledes en bestemmelse av Levangerskiferens stratigrafiske stilling være helt usikker. Ved en række profiler, som jeg sidstleden sommer har opgaaet mellem Skjøtingen og Merakerdalen, har det imidlertid lykkedes at identi- ficere Levangerskiferne som sterkt metamorfe skiferfacies i Hovind- gruppen (se herom senere). Den ved Østborg optrædende grøn- stensbænk er petrografisk helt identisk med Bymarkgruppens grøn- stensbænke. Men da den længere nordøst ved Graven forekom- mende lerglimmerskiferbergart paa grund av sin petrografiske karakter og fossile fauna (i strøkretningen ved Levring) med sik- kerhet tilhører Hovindgruppen, maa grønstensbænken ved Østborg opfattes som en lavahorizont i Hovindgruppen av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens lavabænke.

Mellem Levring og riksgænsen er profilets lagstilling viftefor- met. Bergarten vest for broen over Inna (syd for Stene) er sam- menhengende med skiferbergarterne ved Graven og tilhører saale- des Hovindgruppen. Den mellem broen og Garnes optrædende grønstensbergart er petrografisk av samme karakter som de tid- ligere omtalte grønstensbergarter. Denne grønstensbænk er efter al sandsynlighet over Lyngsæter og Almli sammenhengende med grønstensbænken ved Floren. I analogi med forholdene i Meraker- profilet tilhører den saaledes Bymarkgruppen. Den østenfor- staaende glimmerskiferformation mellem Garnes og Suul, gjen- nembrudt av eruptivdraget mellem Kløvdalsbækken og Sandaaen, er petrografisk identisk med Rørosgruppens mest karakteristiske

bergarter. De mellem Suul og Jervdalsbækken optrædende sandstene og lerglimmerskiferbergarter er paa grund av sin geologiske habitus og petrografiske karakter i profilet parallelstillet Hovindgruppen, og endelig er Stuedalsskiferne ved Innsvandets østende efter sit utseende og sin stratigrafiske stilling (svævende lagstilling over sparagmitformationen) henført til Rønosgruppen.

Jemtlandsprofilet mellem Levring og riksgrensens er efter ovenstaaende kortfattede oversigt i fuld overensstemmelse med Merakerprofilet mellem Hegre og Storlien. Lagstillingens kontinuerlige forandring er i begge profiler den samme, likesom de petrografisk sammenhørende bergartsformationer langs begge linier følger samme rækkefølge.

Guldalsprofilet med forlængelsen til Rien

Profilet er opgaaet langs jernbanelinjen fra Heimdal sydover til Holtaalen. Derfra over fjeldet forbi Nordaunevold til trakterne øst for Rien.

Lidt vestenfor Heimdal station staar grønsten tilhørende Bymarkgruppen. Paa stationstomten er helt overdækket, likesaa langs linjen sydover forbi Nypan og Melhus til Søberg station. Her nærmer jernbanelinjen sig Vasfjeldets store grønstensdrag, som mot nord ved Bratsberggaardene kan sammenknyttes med Bymarkgruppen paa Trondhjems rektangelblad. Syd for Kvaal gaar profilet i vakre skjæring. Den optrædende bergart er grønsten med svak skifrig tekstur. Strøket er NE og faldet ca. 70° SE. Grønstenen har tildels tydelig utviklet variolitstruktur. Flere finkornige til tætte gange av hvit granit (felsit) gjennemsværmer grønstenen. Langs sletter fremtrær ofte en tydelig becciestruktur, hele bergartsmassen bærer præg av at ha været i voldsom bevægelse. Mellom Ler og Lundemo stationer gaar jernbanelinjen i helt overdækket terræng.

Først oppe ved Gulfossen skjærer profilet atter ind i fast fjeld. Her staar lerglimmerskifer (lerskifer) med enkelte konkordant indleirede sandstensbænke. Strøket er NNE og faldet ESE. Sandstensbænkene er tildels sterkt imprægneret med smaa svovlkisterner, overflaten er i almindelighet rustfarvet, saa at bænkene mange steder faar karakter av fahlbaand. Straks syd for Hovind station ligger Hovind store sandstensbrud. Lerglimmerskifer og mægtige sandstensbænke optrær her i stadig veksellagring. Foldninger og krusninger er meget almindelige. Strøket er overveiende NE, faldet gjennemsnitlig steilt SE.

Omtrent midtveis mellem Hovind og Støren stationer optrær flere konglomeratbænke med boller av jaspis, kvartsit og grønsten i en grønstenslignende grundmasse i veksellagring med en sedimentær grønstenslignende bergart, et saakaldt grønstensderivat.

Strøket er NNE og faldet steilt ESE. Konglomeratzonens liggbergart er utviklet som en tyndhullet grøn lerskiferlignende bergart (der minder om grønstensskifer), den gaar mot nordvest over i normal lerskifer. Konglomeratzonens hængbergart er utviklet som skifrig grønsten av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens bergart. Nærmere Støren station blir grønstenen mere masseformet, ved Haga bro har den sin mest karakteristiske utvikling. Bergarten er her utviklet som saakaldt «pute-lava», de enkelte «puter» naar her ganske betragtelige dimensioner.

Lidt søndenfor Støren station, paa søndre side av jernbanebroen, paaatræffes en sterkt foldet graasort grafitførende glimmerskifer, strøket er NNE, faldet snart W-lig, snart E-lig. Flere hvite granitiske injeksjons-gange følger foldningsflaterne. Ved Folstad er større brud i hvit granit. Strukturen er normalkornig, teksturen masseformet. Længere sydover staar atter glimmerskifer, strøket er N-lig, faldet er steilt. Bergarten er her tildels utviklet som en sort kvartsitisk skifer. Videre opover til Rognes station staar overalt glimmerskifer av lidt forskjelligartet utvikling, haardere og bløtere baand optrær i stadig veksellagring. Hvite granitiske injeksjons-gange skjærer her flere steder gjennom skifrihetsflaterne. Strøket er temmelig uforandret, faldet er overveiende steilt E-lig. Mellem Rognes og Kotsøien stationer staar fremdeles glimmerskifer med lidt vekslende petrografisk karakter. Strøket er uforandret, faldet blir nærmere Kotsøien slakkere, 30—45° E-lig. Glimmerskiferbergarten er her lokalt hornblendeførende, farven er brunlig til graa glinsende. Mellem Kotsøien og Bjørgen stationer har glimmerskiferen paa flere steder et blaakvartslignende utseende. Faldet gaar her ned til 25—30° E-lig. Hvite granit-gange skjærer stadig tværs gjennom skifrihetsflaterne. Videre sydover staar de samme bergartstyper temmelig uforandret. Nærmere Singsaas og Reitstøen stationer staar glimmerskifer og kvartsitlignende (tildels gneislignende) bergarter i stadig veksellagring. Lidt ovenfor Singsaas er strøket WNW og faldet svakt SSW. Længere oppe blir lagstillingen svævende for etterpaa igjen at gaa over til svakt SE. Ved Reitstøen station optrær et større felt av hvit granit med lidt vekslende mineralselskap og struktur. Et stykke ovenfor stationen paaatræffes igjen kvartsrik glimmerskifer med N-lig strøk og steilt fald. Saa skjærer profilet atter ind i hvit granit. I nærheten av Almaas er større brud like ved jernbanelinjen. Bergarten, som her har en masseformet tekstur, viser god bænknning. Almaasgraniten er saaledes vel skikket til bygningsmateriel. Tynde aplitiske aarer gjennomskjærer mange steder den normalkornige bergart. Like ovenfor bruddet staar atter glimmerskiferbergart (flere steder gneisagtig utviklet), strøk N og fald steilt W. Videre opover forbi Langletet station til broen over Holta er glimmerskiferen fullstændig gjennemvævet av hvite granitiske injeksjoner. Strøket er over-

veieude N-lig og faldet steilt W-lig. Mellern broen over Holta og Holtaalen station er glimmerskiferen sterkt foldet, farven er brun til graa glinsende. Strøket er temmelig uforandret, faldet er gjennemsnittlig steilt W.

Mellern Holtaalen station og Rien er profilet i marken opgaaet i forskjellige bueformede retninger. Profillinjen er imidlertid ved den skematiske fremstilling lagt nogenlunde retlinjet fra Holtaalen station via Nordaunevold og Storelvevold til Rien. Bergbygningen er derfor i denne del av profilet kun gjengit i store hovedtræk.

Mellern Holtaalen og Nordaunevold staar overveieude gneislignende glimmerskiferbergarter, flere steder gjennemsat av større hvite granitiske gangtog. Strøket er væsentlig NE-lig, faldet forholdsvis steilt NW-lig. Nærmere Nordaunevold optrær en række mindre mægtige gabbroidale injeksjoner. I bækken straks syd for sæteren staar en sort hornblendeførende alunskiferlignende lerskiferbergart med strøk ENE og steilt fald. I denne bergart er der paa etpar forskjellige steder fundet fossilet *Dictyograptus flabelliformis*, saaledes av VOGT i 1888 og av mig i 1913, 17, 18 og 19. Den fossilførende horisont er kun etpar meter mægtig, paa begge sider (nord og syd) er den avskaaret av konkordant optrædende gabbroidale injeksjoner. I sydsydstilig retning paa vestsiden av Holtsjøen staar overalt glimmerskifer, fuldstændig gjennemvævet av gabbrogange («Formurens» opløsning mot syd). Strøket veksler mellom NE og ENE, faldet er overveieude steilt NW-lig til NNW-lig.

Et litet stykke nedenfor toppen av 1052 m. høiden syd for Meina-tjern paatræffes rødlig-graa sandsten av et temmelig masseformet utseende. Strøket er lokalt maalt til E-lig, faldet til S-lig. Længere mot sydøst staar denne bergart uforandret, her gjennemsat av en række gabbroidale gange.

I Meinadalen staar graablaa fyllitisk glimmerskifer. Med temmelig uforandret karakter følges derpaa denne bergart helt frem til Storelvevold. Faldet er for den overveieude del svakt NW-lig (N-lig og W-lig). Paa en række punkter er glimmerskiferen gjennemsat av større og mindre gabbroinjeksjoner. I sterkt overdækket terræng kan glimmerskiferen (tildels fyllitisk og lerglimmerskiferlignende utviklet) følges paa nordsiden av Rien omtrent frem til Strikkertvold.

Her paatræffes øiegneis, som med N-lig strøk og W-lig fald, strækker sig helt øst til Vigelsjøen. Øiegneisen er normalt utviklet med dm.-store linseformige feltspatøine. Langs grænsen avtar i almindelighet øinene i størrelse, undertiden forsvinder de helt, hvorved bergarten faar et fuldstændig felsitisk utseende.

Østenfor Vigelsjøen paatræffes kvartsitiske bergarter, sandsynligvis tilhørende sparagmitformationen.

Profilet er skematisk fremstillet paa Pl. 18, fig. 3. Angaaende detaljer maa henvises til dagbøker.

Mellem Volfjeldet i Holtaalen og Gulhaavola i Aalen er, som det fremgaar av beskrivelsen, de optrædende sedimentbergarter gjennemflettet av større og mindre eruptivgange. «Kjølens Formur» er saaledes ogsaa i denne del av feltet tydelig merkbar i profilet. Men medens eruptivdraget længere nord utgjør et sammenhengende stort eruptivfelt av betragtelig mægtighet (i Merakerdalen er saaledes mægtigheten henimot 1 mil), er draget langs denne linie opspaltet i en række mindre mægtige gange.

Søndenfor Bymarkgruppen i Vastfjeldet ligger efter baade KJERULFS og TÖRNEBOHMS lagbetegnelser den saakaldte Hovindgruppe, væsentlig opbygget av konglomerater, sandstene og lerskiferbergarter i stadig veksellagring. Grænsen mellem Bymarkgruppen og Hovindgruppen skjærer profilet i overdækket terræng mellem Ler og Lundemo stationer. Den kan imidlertid let studeres ved Lers kemiske fabrikk (nedlagt) etpar km. østenfor Ler station i Kaldvelladalen. Bymarkgruppens hængzone er her utviklet som et grønstenskonglomerat med boller av hvit granit, kvartsit, grøsten, jaspis og kalksten i en grøstenslignende grundmasse. Konglomeratet optrær i flere parallelle bænke, adskilt fra hverandre ved normalutviklet grøsten. Den herværende konglomeratzone minder i sine hovedtræk om konglomeratzen mellem Hovind og Støren paa grænsen mellem Hovindgruppen og den søndenfor liggende grøstensformation. Paa det sidstnævnte sted er imidlertid jaspisboller langt talrikere repræsenteret, samtidig som granitboller er langt sjeldnere. Medens skifriheten i konglomeratzen ved Ler er temmelig svak, er konglomeratzen mellem Hovind og Støren tildels sterkt tyndskifrig.

Størens grøstensformation, som mot syd omtrent strækker sig til Støren jernbanebro, har nægtig samme petrografiske karakter som Bymarkgruppen. Den er saavel av KJERULF som av TÖRNEBOHM betegnet Størengruppen. Begge grupper er i vort profil oppfattet som geologisk sammenhørende. Til støtte for denne opfatning tjener endvidere de petrografisk temmelig ensutviklede konglomerater i Bymarkgruppens hængzone og i den saakaldte Størengruppes liggzone. Ved en muldeformig forbindelse mellem disse formationsgrupper blir samtidig de 2 konglomeratzen geologisk-stratigrafisk parallelstillet. Derav følger igjen, at Størengruppens konglomerater i virkeligheten optrær i gruppens hængzone. Studiet av konglomeratbollerne fører uavhengig av de tektonisk-petrografiske undersøkelser til samme resultat. De forskjellige bergartstyper, som findes repræsenteret i konglomeratbollerne, er alle anstaaende i Størengruppen. De mest karakteristiske av disse typer er derimot ikke utviklet i Hovindgruppen. Derav følger med stor sandsynlighet, at konglomeratet er yngre end Størengruppen og Hovindgruppen igjen yngre end konglomeratet. Denne opfatning er allerede tidligere fremsat av

TÖRNEBOHM,¹⁾ Hvis en sammenknytning av Bymarkgruppen og Størengruppen er geologisk korrekt, maa nødvendigvis Hovindgruppen mellem de 2 konglomeratbelter (ved Ler og Hovind—Støren) være sammenpresset i en stor mulde. Denne muldeformige konstruktion av Hovindgruppens bergarter fremgaar imidlertid meget tydelig av BRØGGERS «Kartskisse til profilerne Støren—Hoilandet»²⁾ (se herom senere).

Forskjellige geologisk-petrografiske forhold har saaledes bidraget til den her nævnte konstruktion av Guldalsprofillets nordre del. Og av den stratigrafiske lagfølge mellem Trondhjem (eller Orkedalsøren) og Støren fremgaar endvidere direkte, at den søndenfor Støren staaende glimmerskiferformation maa paralleliseres med Rørosgruppen. Derfor taler likeledes glimmerskiferformationens lagstilling og petrografiske karakter. Hele Guldalen sydover til trakterne søndenfor Holtsjøen er opbygget av denne formations lidt vekslende bergartstyper. Foldningstektoniken antyder en mere og mindre sterk sammenpressning av en række ensartet utviklede sadler og mulder. Medens KJERULF og BUGGE i likhet med mig har oppfattet hele dette bergartskompleks som tilhørende en og samme formation (Gulagruppen), har TÖRNEBOHM her gaaet til en meget svævende inndeling i en række nye grupper, repræsenterende Trondhjemsfeltets østlige faciesutvikling. Men ogsaa TÖRNEBOHM har været opmerksom paa den petrografiske overensstemmelse mellem Bymarkgruppens liggformationer syd for Støren og vest for Buviken. Begge disse formationer har TÖRNEBOHM helt korrekt henført til Brekkskiffer-gruppen,³⁾ som i det reviderte lagsystem indgaar i Rørosgruppen som denne gruppes høieste horisonter. Fundet av *Dictyograptus flabelliformis* i Rørosgruppens sydligste (øverste) horisonter ved Holtsjøen (vel i TÖRNEBOHMS Brekkskiffergruppe) har ført til en sikker aldersbestemmelse av disse horisonter, samtidig som fundet beviser riktigheten av profiletts konstruktion (og det derav utledede lagsystem). Da sandstensbergarterne ved Meinatjern med de længer sydvest optrædende lerskiferhorisonter efter sin petrografiske karakter og geologiske habitus maa henføres til Hovindgruppen, blir denne formationsgruppe saaledes yngre end den nordenfor staaende glimmerskiferformation (KJERULFS og BUGGES Gulagruppe). Av palæontologisk-stratigrafiske grunde maa derfor Gulagruppen i Guldalsprofillet paralleliseres med Rørosgruppen. Betegnelsen Gulagruppen falder saa-

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavians bergbyggnad, side 86 og Till frågan om lagerföljden inom Trondhjemsfältet, side 1554 (Konglomeratet benævnes av Törnebohm breccie).

²⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen.

³⁾ Se geologisk oversigtskart i Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavians bergbyggnad.

ledes bort i det reviderede lagsystem. Den mellem Meinadalen og Strikkertvold optrædende glimmerskiferformation, som lokalt har udvikling som Stuedalsskifer, tilhører KJERULFS Rørosskifer (Rør-
osgruppe). Den overleiner i sydøst paa en række punkter direkte sparagmitformationen, i almindelighed med svævende lagstilling. I profillinjen er de to formationer adskilt fra hverandre ved øie-
gneisinjektionen østenfor Rien.

Guldalsprofilet med sin fortsættelse til Rien er saaledes i tektonisk henseende analogt Merakerprofilet og Jemtlandsprofilet. Et fælles karaktertræk for alle tre profiler er centralpartiets stærkt metamorfe udvikling («glimmerskiferbeltet»). De i centralformationen optrædende grafitskifere har KJERULF allerede i 1871¹⁾ paralleliseret med alunskiferen (dictyonemaskiferen) søndenfjelds. Og med sin vanlige fremsynthet skrev han dengang: «Fossiler tør vel engang findes i disse sorte lerskifer.» 17 aar senere blev *Dictyograptus flabelliformis* fundet ved Holtsjøen i KJERULFS typiske Gulaskifer. Og flere fossilfund er sikkert forbeholdt fremtiden. Beviset for gruppens identitet med den under Hovindgruppen liggende gruppe, Rørgruppen, blev saaledes i virkeligheden fremlagt for over 30 aar siden.

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 30 og 31.

Lokalprofiler og detaljundersøkelser

Til støtte for lagfølgen er paa forskjellige steder inden feltet oppgaaet endel lokalprofiler; samtidig som der paa forskjellige vanskelige punkter er foretatt detaljundersøkelser og detaljkartlæging.

Profil fra Jøldalshytten til Birkaaker

Profilen er oppgaaet fra Trondhjems Turistforenings nye turisthytte ved sydenden av Jølvandet over Aaneggen til Grøna bro, videre paa sætervei over Nerskogen til Hol i Rennebu. Derpaa til slutning efter hovedveien til Birkaaker kapel.

Paa østsiden av Jølvandet staar brun glimmerskifer med N-lig strøk og E-lig fald, tilhørende Rørosgruppens laveste horisonter. Vest for Jølvandet avskjæres denne formation fra grundfjeldet ved øiegneis. Denne glimmerskiferbergart kan følges omtrent uforandret til Nerskogen. Den er paa hele denne strækning gjennemsatt av en række amfibolitiske og hvite granitiske gangtog. Mellom Uvsætrene og Hol blir bergartens petrografiske karakter delvis forandret. Farven slaar her over fra brun til graagrøn, samtidig som strukturen blir tæt til finkornig.

Ved broen over Orkla like ved Hol paatræffes normalutviklet grønsten. Denne bergart følges derpaa uforandret til zikkakbakkerne lidt nedenfor (vestenfor) Birkaaker kapel. Strukturen er overveiende tæt, teksturen er svakt skifrig. Strøket er N-lig (NNE-lig) og faldet E-lig (ESE-lig).

Ved Birkaaker overleines grønstenen av en berglimmerskiferliggende bergart (Pl. 19, fig. 3).

Rørosgruppens vestgrænse, som i vor profillinje gaar lidt vestenfor Jølvandet, skjærer saaledes her ind i Troldheimens mægtige fjeldparti. Østgrænsen gaar ved Hol i Rennebu. Den her optrædende grønne glinsende glimmerskiferlignende, tildels ogsaa grønstenslignende bergart, som altsaa representerer Rørosgruppens øverste horisonter, er væsentlig oppbygget av kvarts, biotit, muscovit og lidt klorit. Bergarten er saaledes med sikkerhet av sedimentær natur. Ogsaa BUGGE omtaler Rørosgruppens grønne kloritiske skifere. «Det synes», skriver BUGGE,¹⁾ «væsentlig at være i gruppens øvre del at saadanne optræder.»

¹⁾ Bugge: Rennebu, side 14.

Grønstensdraget mellem Hol og Birkaaker maa ifølge sin stratigrafiske plads og bergarternes petrografiske karakter henføres til Bymarkgruppen. De mere masseformede partier inden dette grønstensdrag er av BUGGE betegnet variolit. Da variolitdraget i marken kan følges kontinuerlig til trakterne omkring Støren, hvor det repræsenterer Størengruppen i KJERULFS lagsystem, leverer saaledes ogsaa Birkaakerprofilen bevis for denne gruppes identitet med Bymarkgruppen. Varioliten (Størengruppens hovedbergart) har i Rennebu rektangelblad adskillig større udbredelse end av BUGGE antat. Den er i profillinjen i kontakt med Rørosgruppens høieste horisonter ved Hol. Efter BUGGE fremtræder denne kontakt kun tilsyneladende ved Svartjern, idet den tilskrives en nord—syd—gaaende forkastning. SCHEI¹⁾ synes imidlertid at ha hat en klarere forstaaelse av grønstenens virkelige utstrækning. Grønstenen (varioliten) er saaledes av ham opfattet som tilhørende en formationsgruppe, der normalt er i kontakt med Rørosgruppen.

De omkring Birkaaker optrædende lerglimmerskifere, grafitførende skifere og normale glimmerskifere er ifølge KJERULFS lagsystem paa BUGGES kart henført til Gulagruppen. Da bergarterne ved Birkaaker imidlertid i strøkretningen er sammenhængende med de petrografisk nærbeslegtede skiferbergarter syd for Støren, maa efter den foldningstektoniske udvikling, som er gennemført for Guldalsprofilens vedkommende, ogsaa bergarterne ved Birkaaker henføres til Rørosgruppen (til gruppens øverste horisonter). Profilet Jøldalshytten—Birkaaker leverer saaledes selv intet bevis for Gulagruppens identitet med Rørosgruppen.

Detaljundersøkelser i Meldalen

Detaljundersøkelserne omfatter væsentlig kartlægningsarbeider i maalestokken 1 : 100,000 i trakten mellem Kalstad i nord og Grindal i syd (paa begge sider av Orkla).

Grønstensformationen mellem Hol og Birkaaker er av stratigrafisk-petrografiske grunde paralleliseret med Bymarkgruppen. Men formationen er i marken ingen steder sammenknyttet med denne gruppe. Beviset for formationens identitet med Bymarkgruppen er saaledes svakt underbygget. Jeg fandt derfor, at et sterkere bevis maatte fremskaffes paa andet hold. Og forholdene i Meldalen viste sig vel skikket hertil. Det kartlægningsarbeide, som her blev utført sommerene 1918 og 19, har med sikkerhet fastslaaet, at variolitdraget paa BUGGES kart over Rennebu virke-

¹⁾ Bugge l. c.

lig tilhører Bymarkgruppen. Derav følger igjen, at grønstensformationen omkring Støren (Størengruppen) er identisk med Bymarkgruppen, eller anderledes uttrykt, at grønstensformationerne ved Støren og Trondhjem er muldeformig sammenbundet. Beviset utledes av følgende forhold: Meldalsskogens grønsten kan i NE-lig strøketning følges sammenhengende til Buviken. Den representerer saaledes Bymarkgruppen. Sandstens- og lerglimmerskiferformationen (med tilhørende kalkstensbænke) mellom Kalstad og Bruholt tilhører efter sin fossile fauna Hovindgruppen (incl. BUGGES Høilandsgruppe). Denne formationsgruppe ligger traugformig indesluttet i Bymarkgruppen, idet den halvcirkelformig omslynges av Meldalsskogens grønsten, som kan følges sammenhengende over Reisfjeldet i vest, Hestslethaugen og Bruholt i syd til trakterne øst for Blankvånd, hvor den efter BUGGES kart gaar over i variolitdraget (Størengruppen). Denne forbindelse fremtrær ikke i profilet gjennom Orklas dalføre, idet de to tillsyneladende forskjellige grønstensdrag er adskilt fra hverandre ved en sadelformig ophvælvning av Rørosgruppen mellom Grindal og Rennebu kirke.¹⁾ Da Hovindgruppen er traugformig indesluttet i Bymarkgruppen, omkranset av denne i nord, vest og syd, fremgaar endvidere med sikkerhet, at Hovindgruppens stratigrafiske plads er over Bymarkgruppen, og at Kalstadkalken, som i Meldalsskogen er i kontakt med grønstensdraget, i Meldalen representerer gruppens laveste (basal-) horisonter. Derav følger igjen, at Hovindgruppens lavere horisonter (BUGGES egentlige Hovindgruppe, KJÆRS etage 5 a) ikke er kommet til utvikling i Meldalen.

Forholdene i disse trakter er i store træk meget korrekt fremstillet paa TÖRNEBOHMS geologiske oversigtskart av 1896.

Profil fra Aasen station til Markabygden

Profilet er opgaaet fra Aasen station efter kjøreveien paa sydsiden av Hoklingen til Strømsbroen. Derpaa efter gaardsvei paa nordsiden av Movandet til Langaas.

Det samme profil er tidligere beskrevet av TÖRNEBOHM²⁾ og BUGGES³⁾. Da TÖRNEBOHM synes at ha tillagt bergbygningen i ovennævnte profil stor vekt, har jeg opgaaet hele profilet i detalj baade sommeren 1917 og 1918. Da strøketningen i trakterne omkring Levanger snur rundt Skjøtingen, blir ogsaa denne strøketning

¹⁾ Glimmerskiferformationen mellom Grindal og Rennebu kirke er av Kjerulf opfattet som grundfjeld, av Bugge derimot som Rørosgruppen.

²⁾ Törnebohm: Till frågan om lagerföljden inom Trondhjemsfältet.

³⁾ Bugge: Lagfølgen i Trondhjemsfältet.

dring merkbar i profilet paa nordsiden av Movand. Jeg har imidlertid ogsaa opgaaet et vest—øst-gaaende profil længere nord, fra Skogn (Levanger) langs stranden til Ekne, hvor strøkretningen over hele profilets længde er temmelig uforandret. Dette profil fremviser i alle detaljer samme bergbygning og lagfølge som profilet mellem Aasen station og Markabygden. Derav fremgaar ogsaa, at det sidstnævnte profil kan tillægges den forønskede vegt ved bestemmelsen av feltets lagfølge.

Straks nordenfor Aasen station staar lerskifer i veksellagring med sandsten og konglomerat, strøket er omtrent E og faldet ca. 70° N. Mellom Fossing og Hoklinggaardene staar lerskiferen uforandret.

Ved sydenden av Hoklingen paatræffes konglomerat med talrike boller av jaspis, kvartsit og grønsten i en grønstenslignende grundmasse. Strøket er her ENE, og faldet er temmelig steilt NNW. Dette konglomerat følges derpaa helt frem til Gryte. Strøket er her omtrent NE og faldet ca. 60° NW. Østenfor konglomeratet optrær tæt, svakt skifrig grønsten av typus Bymarken. Denne bergart følges østover helt frem til Almlipladsen. Strøket er overveiende NE og faldet ca. $50-70^{\circ}$ NW.

Lidt østenfor Almlipladsen paatræffes en sterkt bukket blaagraa til sort glimmerskiferlignende fyllit. Strøket er her N-lig og faldet noksaa steilt W. Videre østover følges denne skiferbergart helt frem til hovedveien mellom Markabygden og Skogn station. Strøket er N til NW, faldet middelssteilt W til SW. Ved Augdal, øst for Sandviken, optrær konkordant indleiret i den sorte glinsende glimmerskiferbergart en ca. 2 m. mægtig kalkstensbænk. Dens hængbergart er i flere meters mægtighet utviklet som grønsten. Kalkstensens strøk er NW, faldet ca. 30° SW. I aasryggen øst for Langaas staar den sorte glinsende skiferbergart fremdeles med uforandret karakter.

Denne skiferbergart, som omkring Sjaastad er utviklet som normalt kornig graabrun glimmerskifer, hviler i foten av Skjøtingen paa en hvit granitbergart av petrografisk samme karakter som feltets øvrige hvite graniter (trondhemiter og nærbeslektede bergarter).

Da profilets faldvinkel udelukkende er ensidig W-lig, i almindelighet mellom $0-45^{\circ}$, er lagstillingen sandsynligvis normal. Bergarterne omkring Aasen station tilhører med sikkerhet Hovindgruppen. Lerskifere, sandstene og konglomerater staar her i stadig veksellagring. Langs jernbanelinjen kan disse bergarter følges med uforandret karakter helt frem til Stjørdalen og Hell stationer.

Det mellom Hoklingens sydende og Gryte optrædende konglomerat er petrografisk av samme karakter som grønstenskonglomeratet mellom Hovind og Støren. Grønstensformationen mellom Gryte og Almlipladsen er endvidere av nøiagtig samme karakter som Bymarkgruppen.

Glimmerskiferbergarterne mellem Almlipladsen og foten av Skjøtingen er av lidt vekslende karakter. De vestligste (øverste) horisonter omkring Sandviken, væsentlig utviklet som lerglimmerskifere, er petrografisk meget nærbeslegt med Hovindgruppens skiferbergarter; de østligste (laveste) horisonter omkring Sjaastad, væsentlig utviklet som graabrune glimmerskifere, er derimot petrografisk nærbeslegt med Rørosgruppens brune glimmerskiferbergarter. Disse sidste er baade av KJERULF¹⁾ og TÖRNEBOHM²⁾ opfattet som tilhørende Rørosgruppen, vel væsentlig paa grund av forholdene i Skjøtingen, som av begge disse forskere er antat som grundfjeldsomraade (resp. Sevegruppe). De vestligste horisonter er derimot av TÖRNEBOHM opfattet som egen formationsgruppe, overleirende Rørosgruppen, under navn av Brekskiffer-gruppen (som petrografisk er meget nærbeslegt med Hovindgruppen). BUGGES³⁾ opfatning av profilet er mig imidlertid helt uforklarlig. Grønstensformationen mellem Gryte og Almlipladsen blir av BUGGE opfattet som injektionsbergart (grønstenslignende gabbro, saussuritgabbro) i Rørosgruppen. Men grønstensformationen paa dette sted er baade i petrografisk karakter og geologisk habitus helt identisk med de længere syd i Trondhjemsfeltet optrædende lavahorisonter. Den minder derimot intet om Merakergrubernes og Tronfjeldets saakaldte «grønstene». Og selv like overfor det meget karakteristiske jaspiskonglomerat (grønstenskonglomerat) mellem Høklings sydende og Gryte, av TÖRNEBOHM benævnt *Stokvola-beccia*, har BUGGE stillet sig usikker. Men da dette konglomerat i alle detaljer minder om grønstenskonglomeraterne ved Ler og ved Haga (mellem Hovind og Støren), og da det endvidere i strøktning fører direkte over i Stokvola 5 km. længere syd, blir BUGGES holdning mig helt uforklarlig.

Profilet fra Aasen station til Markabygden leverer isolert intet væsentlig bidrag til forstaaelsen av lagfølgen i Trondhjemsfeltet. Kun i forbindelse med de kartlægningsarbeider, som er utført i de omkringliggende trakter, er profilet blit av stor betydning for vor opfatning av feltets bergbygning.

Detaljundersøkelser mellem Værdalen og Stjørdalen

Detaljundersøkelsen omfatter væsentlig kartlægningsarbeider i maalestocken 1 : 100,000 i trakterne mellem Innas dalføre i nord og Stjørdalselven i syd og mellom Frosta-halvøen i vest og Forras dalføre i øst.

¹⁾ Se de geologiske rektangelblade Stjørdalen og Levanger.

²⁾ Se Törnebohms geologiske oversigtskart av 1896.

³⁾ Bugge: Lagfølgen i Trondhjemsfeltet, side 10 og 11.

Paa de ældre geologiske karter er som allerede tidligere omtalt Skjøtingens store fjeldmassiv betegnet som grundfjeld resp. Sevegruppe. Og paa Levanger geologiske rektangelblad er de bløte graa og brunlige glimmerskiferbergarter, som med bueførmig strøkrøtning omkranser hele fjeldpartiet, betegnet som Levangerskifere, der av KJERULF er opfattet som de «ældste Trondhjems lag». Imidlertid har de undersøkelser, som jeg har foretaget sommerene 1918 og 19, ført til det resultat, at Skjøtingen er opbygget av yngre eruptivbergarter, dels hvite graniter, dels amfiboliter eller gabbroidale bergarter med alle mulige overgangsled. Skjøtingen danner i saa henseende en parallel til fjeldpartiet mellem Ulsberg og Aune i Opdal, hvor der optræder en række meget forskjelligartede eruptiver med opdalit som intermediært led.¹⁾ Skjøtingens eruptivbergarter danner omtrent overalt underlaget for de saakaldte Levangerskifere, som likesom en tynd brem ligger ved foten av fjeldet. Men en nøyagtigere undersøkelse viser, at disse skiferbergarter paa en række steder er gjennmvævet av Skjøtingens forskjellige eruptiver. Disse er saaledes med sikkerhet yngre end KJERULFS Levangerskifere. I petrografisk henseende minder Levangerskiferne mere om Rørosgruppens end om Hovindgruppens skiferbergarter. Og jeg har først efter et noksaa detaljeret arbeide i marken mellem Skjøtingen i nord og Stjørdalselven i syd kommet til det resultat, at hele dette strøk opbygges av Hovindgruppens bergarter. Skridt for skridt har jeg like fra Hell via Hegre, Tylden og Høisætervola til Sjaastad i Markabygden fulgt lerskiferbergarternes gradvis sterkere omvandling mot nord. Ingen skarpe overgange har jeg iagttaget paa dette parti. Mellom de næsten umetamorf lerskifere ved Hegre og de bløte, storbladige glimmerskiferbergarter ved Sjaastad er paa denne 3 mils lange strækning helt jevn overgang. Medens strøket ved Hegre er ca. NNE og faldet ESE-lig, slaar strøket længere nord gjennom N og NW over til W. Faldet blir samtidig slakkere N-lig. Paa Høisætervola er strøket fremdeles W-lig og faldet N-lig. Nord for Grønningselven blir strøket WNW og faldet S-lig, og Høisætervolas lerglimmerskifere gaar straks nordfor mulden lidt øst for Hjelman over i de typiske Levangerskifere. Et stykke nordfor paatræffes Skjøtingens eruptivbergarter. Jeg har ogsaa fortsatt undersøkelserne paa østsiden av dette fjeldmassiv. I Haarskallen og Rotaasen øst for Skjøtingen (temmelig langt fra eruptivgrænsen) er metamorfosen atter svakere og skiferne nærmest utviklet som lerglimmerskifere. Strøket er her fremdeles W-lig og faldet S-lig. Længere nord ved Venaas blir metamorfosen atter sterkere og bergarterne utviklet som storbladige, tildels ogsaa granatholdige glimmerskifere. Faldet er her

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. des südl. Norwegens, IV.

svævende. I en række mindre topper og høidedrag staar amfibolit-injektioner, et forhold helt parallelt til porfyrbergarterne paa Høilandet. I Ravloberget er faldet atter N-lig og bergarterne fremdeles udviklet som glimmerskifere. Ogsaa her optræer flere større eruptivinjektioner. I saddelknækket ved Venaas træer ved Burangaardene Hovindgruppens underlag, Bymarkgruppen, frem i dagen. Forøvrig er bergarterne overalt i trakten omkring Skjøtingen sterkt foldet med en række uregelmæssig beliggende sadler og mulder og med sterkt vekslende strøkretning. Et for Hovindgruppen karakteristisk træk er de mange kalkstensbænke, som optræer overalt i disse trakter. De fremtræer tydelig paa de geologiske rektangelblade Stjørdalen og Levanger.

Undersøkelserne i disse trakter har vist, at skiferbergarternes metamorfose er stærkest i de felter, hvor eruptivinjektionerne optræer, saaledes i feltet nærmest omkring Skjøtingen, i feltet omkring Okkenhaug kapel, i Hojemshaugen og i Ravloberget. Overalt synes metamorfosen at avta med stigende afstand fra eruptivgrænsen.

Grønstensformationen mellem Hoklingen og Almpladsen i Aasen-Markabygdprofilet strækker sig helt fra Værdalen i nord til Forbordfjeld i syd med overveiende NE-lig strøkretning, konkordant indleiret i Hovindgruppens bergarter. Denne grønstensbergart er overalt av samme petrografiske karakter som Bymarkgruppens grønstene. Likesom i Bymarkgruppen er ogsaa her de høieste horisonter udviklet som grønstenskonglomerat. Specielt er dette konglomerat (ogsaa benævnt breccie) pragtfuldt udviklet i Stokvola i Aasen, og TÖRNEBOHM har derfor benyttet navnet «Stokvolabreccia», som fælles betegnelse for alle Trondhjemsfeltets grønstenskonglomerater (jaspiskonglomerater).

At grønstensformationen mellem Værdalen og Forbordfjeld virkelig repræsenterer en stratigrafisk lavahorizont i Hovindgruppen, bevises muligens bedst av et profil ca. 2 mil længere sydvest, lidt østenfor Forbordfjeld, nemlig av profilet fra Okkelberg kirke i nordvestlig retning til Fættensfjord. Omkring Okkelberg staar lerskiferbergarter, konglomerater og sandstene med E-lig strøk og ca. 30° fald N. Disse bergarter er helt umetamorfoseret, de er fulgt i strøkretning like fra Stjørdalshalsen og repræsenterer saaledes med sikkerhet Hovindgruppen. Lidt søndenfor Børaas paatræffes grønstensformationen. Den ligger her med svakt N-lig fald direkte paa Hovindgruppens umetamorfiske skiferbergarter. Længere frem i nordvestlig retning optræer inde i grønstenen etpar bænke av kvartsitisk bergart. Henimot Fættensfjord paatræffes grønstenskonglomeratet (Stokvolabreccien). Strøket er her ENE og faldet noksaa steilt NNW. Direkte over dette konglomerat ligger lerskiferbergarter, sandstene og kvartskonglomerater, som i strøkretning kan

forfølges fortløpende over i Hovindgruppens omraader i Stjørdalen og Aasen.

Grønstenkonglomeratet i grønstensformationens hængzone (Stokvolabreccien) er som allerede tidligere omtalt av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens konglomerathorizont. Heller ikke kan grønstenen petrografisk adskilles fra Bymarkgruppens karakteristiske grønstensbergart. Derav kan sluttet, at de vulkanske forhold, som hersket under et tidsavsnit i Hovindgruppen, var temmelig nærbeslegt med de geologiske forhold i Bymarkgruppens dannelsesetid.

Som allerede flere gange omtalt har TÖRNEBOHM for en væsentlig del baseret sit lagsystem paa profilet fra Aasen station til Markabygden. Grønstensformationen mellem Hoklungen og Almlipladsen er av TÖRNEBOHM paralleliseret med Størengruppen (det reviderte lagsystems Bymarkgruppe), de svakere metamorfe skiferhorizonte omkring Sandvikken, med Brekkskiffer-gruppen og de sterkere metamorfe skiferhorizonte omkring Sjaastad med Rørosgruppen. Men som det med sikkerhet fremgaar av de senere undersøkelser tilhører skiferbergarterne baade ved Sandvikken og Sjaastad Hovindgruppen, de representerer paa forskjellige steder forskjellige metamorfe facies. Og som en direkte følge herav maa TÖRNEBOHMS Størengruppe i virkeligheten opfattes som en lava-horizont i Hovindgruppen. Ved et eiendommelig tilfælde har det saaledes lykkedes TÖRNEBOHM at utlede et for Trondhjemsfeltet korrekt lagsystem av et profil, som kun skjærer gjennom Hovindgruppens bergarter.

Profil fra Myraas til Horg

Profilet er oppgaaet fra aasen ovenfor Myren skydsstation (ved Aanøiens sydvestre ende paa Melhus rektangelblad) i sydøstlig retning over Eid, Skjegstad og Grøtaasen til Gula like overfor Horg kirke.

Paa Myraas staar grønsten av typus Bymarken. Strøket er NE og faldet SE. Bergarten kan i marken følges med uforandret karakter helt frem til Buvikken. Den tilhører saaledes med sikkerhet Bymarkgruppen. Grønstenen følges i profilet fra Myraas over Myren og Eid ned til Eidaaen. Faldet er her svakt E-lig til SE-lig.

I den bratte bakke østenfor Eidaaen paatræffes graahvit lersandsten med svakt SE-lig fald. Denne bergart overleires længere oppe av kalksten (kalksandsten).

Lidt nedenfor høidepunktet av det skar, hvor igjennem veien passerer, paatræffes en masseformet grønstensporfyrat med feltspat

som indsprængningsmineral. Denne bergart gaar i aaserne nord og syd for skaret helt til tops.

Paa østsiden av skaret, lidt nedenfor høieste punkt, paatræffes atter kalksandsten, her med svakt NW-lig fald. Længere nede, nærmere Skjegstad, staar graasort lerskifer med temmelig svævende lagstilling.

Nedenfor gaarden, like i nærheten av Toskbækken, staar grønstenskonglomerat av samme typus som konglomeratet i Bymarkgruppens hængzone. Faldet er svævende, svakt NW-lig. Litt østenfor staar normalutviklet grønsten. Denne bergart følges derpaa frem til Grøtaas. Flere hvite granitinjektioner optrær langs Grøtvandets nordside. Strøket er konstant NE. Ved Broken er faldet NW, i Grøtaasen helt steilt.

Ved Damtjern paatræffes sandsten, konglomerat og lerskifer i stadig veksellagring. Strøket er her omtrent NE og faldet steilt SE. Disse bergarter staar med uforandret karakter nedover til Nordtømme. I dalbunden er terrænget dækket av store terrasseavleiringer.

Grønstensformationen vestenfor Eidaaen og mellem Toskbækken og Damtjern er petrografisk identisk med Bymarkgruppen.

De mellem Eidaaen og Toskbækken optrædende lerskifere og kalkstene med overliggende grønstensporfyrir er efter sit utseende fuldstændig analog bergarterne i Katugleaasen. Den her optrædende kalkstensbænk har BRØGGER¹⁾ efter den fossile fauna henført til et pentameruskalknivaa, samtidig som grønstensporfyrirten er opfattet som en injektionsbergart, av BRØGGER benævnt dioritporfyrir. De samme lerskifer- og kalkstensbergarter optrær paa Høilandet paa en række forskjellige steder direkte overleirende Bymarkgruppens grønstenskonglomerat. De er derfor av KJERULF henført til den saakaldte Høilandsgruppe, som igjen av KJÆR er parallelstillet Kristianiatraktens etage 5 b. Hovindgruppen med sine konglomerater, sandstene og sorte lerskifere (KJÆRS etage 5 a) er saaledes ikke utviklet paa Høilandet. Men sydøst for Grøtaas optrær atter denne formationsgruppe. De laveste horisonter er her direkte i kontakt med Grøtaasens grønstenskonglomerat. Denne kontakt fremtrær ikke i profillinjen, men meget tydelig længere sydvest omkring Harekletten.

Av profilet fremgaar saaledes, at Bymarkgruppen mellem Eidaaen og Toskbækken danner en muldeformig forsænkning og mellem Toskbækken og Grøtaasen en opstikkende saddelformig ryg. Formationens øverste horisonter er overalt utviklet som grønstenskonglomerat med boller av jaspis, grønsten o. fl. i en grønstenslignende grundmasse. Dette konglomerat fremtrær i profilet kun ved

¹⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldaalen og Meldalen.

Toskbækken, det optræder imidlertid ogsaa i Eidaaens horizont længere nordøst og paa Grøtaasens sydøstre skraaning. Nordenfor grønstensformationens forsænkning mellem Eidaaen og Toskbækken (paa Bjørsetknippen) bøier grønstenen atter op i dagen; Høilandsgruppen ligger saaledes i disse trakter traugformig indesluttet i grønstensformationen (Bymarkgruppen). Vest for Myraas danner Bymarkgruppen en lignende muldeformig forsænkning som mellem Eidaaen og Toskbækken. Ogsaa her er Høilandsgruppens bergarter traugformig indesluttet i den omgivende grønstensbergart.

Bymarkgruppens eiendommelige tektonik, den sterkt rynkede overflade med de traugformige indeslutninger av Høilandsgruppen, har paa de geologiske karter over disse trakter ført til en fingerformig optrædende kontaktlinie. Paa Melhus rektangelblad, hvor den saakaldte Trondhjem-Støren-gruppens udbredelse delvis er misvisende, træder denne kontaktlinie ikke frem, TÖRNEBOHM har derimot allerede tidlig været opmærksom paa dette forhold. «Høilands dets skiffirar och kalkstenar», skriver TÖRNEBOHM,¹⁾ «å ena sidan och bergarter med Störengruppens²⁾ habitus å den andra gripa här uddformigt in i hvarandra och än äro de ena, än de andra öfverlagrande.»

Grønstensmulden mellem Eidaaen og Toskbækken i profilet fra Myraas til Horg og den vestenfor liggende grønstensmulde mellem store Grævsjøen og Røsliaasen er i tektonisk henseende fuldstændig analog grønstensmulden mellem Ler station og Haga gaard i Guldalen. I de førstnævnte mulder er kun Høilandsgruppens bergarter opbevaret (KJÆRS etage 5 b), i den sidstnævnte optræder kun Hovindgruppens karakteristiske typer (BUGGES gruppebetegnelse, KJÆRS etage 5 a).

De foran beskrevne hovedprofiler, lokalprofiler og detaljundersøkelser har alle været av stor betydning for forstaaelsen av Trondhjemsfeltets tektonik og lagfølge. En række andre profiler, som væsentlig kun er av betydning for forstaaelsen av de forskjellige formationsgruppers petrografiske karakter og udvikling, vil bli beskrevet under gennemgaaelsen av de enkelte grupper.

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 89.

²⁾ Törnebohms Störengruppe = Bymarkgruppen.

Geologisk-petrografisk beskrivelse av Rørosgruppen

Størstedelen av Trondhjemsfeltets midtparti (se det geologiske oversigtskart, hvor de nordligste og sydligste dele av feltet ikke er indtegnet) mellem Værdalen i nord og Foldalen i syd opbygges av Rørosgruppens bergarter. Gruppen optræer i flere fra hverandre adskilte strøk, saaledes: a) Nord for Værdalselven. Den ligger her med forholdsvis liten mægtighet direkte over Hærvolagraniten. b) Paa et strøk fra Byneset over Buviken og Orkedalen sydvestover til Rindalen. Den ligger her med stor mægtighet paa Veststrandens granit og graa gneis. c) Paa et strøk fra Rindalen sydøstover til Rennebu. Den opbygger paa denne strækning Troldheimens østlige forgaarde og staar med stor mægtighet direkte i kontakt med Veststrandens forskjellige bergartstyper (granit, øiegneis, graa gneis). d) Langs riksgrensen mellem Sandviken i nord og Aursundsjø i syd helt frem til Lilleelvedalen. Gruppen ligger her direkte paa sparagmitformationens bergarter. Paa strækningen mellem Sylene og Vigelfjeldene bøier gruppens østlige grænselinie tilsyneladende ind i Sverige. Nordenfor Merakerdalen er mægtigheten liten. Men længere sydover blir mægtigheten stadig større, samtidig som den svævende lagstilling i Røostrakterne betinger gruppens store arealutbredelse i disse trakter. e) I feltets centralparti mellem Værdalen i nord og Foldalen i syd. Denne centralzone (gneisstrøket, granat-zonen) opnaar specielt i den sydligere del av feltet, omkring Gul-dalen, en voldsom utbredelse. Den er derfor ogsaa meget træffende av KJERULF benævnt Gulas skiferfelt (Gulagruppen).

Rørosgruppen opbygges for den væsentlige del av følgende bergarter: brune og graagrønne glimmerskiferbergarter, tildels kalkholdige, sorte grafitførende lerglimmerskiferbergarter og kvartssiter, kalksilikatgneise, kalkstene og grønstene.

Den for gruppen mest karakteristiske bergart er den brune glimmerskifer. Denne bergart findes saaledes repræsenteret inden alle Rørosgruppens omraader. Dens væsentlige mineralskap er følgende: kvarts, plagioklas, biotit, muscovit og granat. Accessorisk optræer kalkspat, ertsmineraller, grafit, hornblend, epidotmineraller, klorit, apatit, titanit og undtagelsesvis staurolit og disthen. Kalifeltspat optræer sjelden. Kvartsen viser i almindelighet undulende utslukning. Den er det kvantitativt vigtigste mineral. Pla-

gioklasen er dels klastisk av sammensætning oligoklas-albit, dels metamorf av sammensætning oligoklas-andesin. Av glimmerminerallerne er biotit det almindeligste, muscovit er langt sjeldnere, den optræder ofte parallelsammenvokset med biotiten. Granaten er i mikroskopisk præparat svakt rødlig, den optræder altid i rombedodekaederform (110). Av ertsmineraller er svovlkis det almindeligste, langt sjeldnere optræder magnetkis og magnetit. Hornblende forekommer kun lokalt. α = lysegul til næsten farveløs, β = græsgrøn, γ = grøn til blaa-grøn. $\angle c/\gamma$ = ca. 15° . $2V$ = ca. 80° . Den optiske karakter er negativ. Epidotmineraller optræder undtagelsesvis i smaa mængder. Almindeligst er epidot og klinozoisit, langt sjeldnere er rombisk zoisit (med akseplan \neq 010).

Strukturen er krystalloblastisk, granoblastisk til lepidoblastisk. Teksturen er skifrig.

Den graagrønne glimmerskifer opbygger for den væsentlige del gruppens højere horisonter. Den er saaledes karakteristisk udviklet paa strøket fra Byneset over Svorkamo sydvestover til Rindålen, likesaa paa det sydlige strøk fra Rindalen sydøstover til Hol i Rennebu. Den opbygger endvidere størsteparten av det østlige strøk langs riksgrensen fra Værdalen i nord til Rørostrakten i syd. I centralpartiet er den derimot langt sjeldnere. Dens væsentlige mineralselskab er følgende: kvarts, sur plagioklas, biotit, muscovit og klorit. Accessorisk indgaar epidotmineraller, ertsmineraller, kalkspat, apatit, titanit og rutil. Kvartsen viser i almindelighed undulerende utslukning. Den er det kvantitativt vigtigste mineral. Plagioklas indgaar derimot i langt mindre mængde. Den er som regel klastisk av sammensætning oligoklas-albit. Av glimmerminerallerne optræder biotit ofte som porfyroblastmineral, i almindelighed ikke parallelorienteret teksturflaten. Muscovit og klorit optræder i regelen med mindre kornstørrelse, i den porfyroblastiske udvikling altid som grundmassemineraller.

Strukturen er i almindelighed krystalloblastisk lepidoblastisk. Teksturen er skifrig.

Mellem den brune, i almindelighed granatførende, glimmerskifer og den graagrønne kloritførende glimmerskifer (som i sin mest fin-kornige faciesutvikling petrografisk maa betegnes fyllit) findes alle overgange.

Et vakkert eksempel paa denne gradvise overgang viser profilet fra Byneset og Buviken vestover via Orkedalsøen og Fændrem til Eide skydsstation i Svorkas dalføre. I formationens højeste horisonter længst øst i profilet er bergarten væsentlig udviklet som en graagrøn kloritholdig glimmerskifer med biotit som underordnet mineral. Mot vest forsvinder gradvis kloriten, samtidig som først biotit, dernæst granat indgaar som væsentlige bestanddele i skiferen. Nærmere Orkedalsøen optræder endvidere hornblende, derpaa epidotmineraller og længst vest i profilet nydannet plagioklas,

væsentlig av sammensætning oligoklas-andesin (som kappe omkring klastiske albitkorn). Alle disse mineraler optræer dog i mindre mængde. Den ovennævnte rækkefølge (fra øst til vest) av de metamorfe kalksilikaters indgang (som tildels sker paa bekostning av allerede forhaandenværende mineraler) viser metamorfosens gradvise stigning fra de østligste (højestliggende) til de vestligste (lavestliggende) horisonter, eller anderledes uttrykt, den petrografiske forandring hos et forholdsvis kalkfattig marint lerskifersediment fra et svakere til et sterkere metamorfosestadium (fra graagrøn kloritholdig glimmerskifer til brun granatførende, tildels kalksilikatførende glimmerskifer).

Flere av Rørosgruppens mest karakteristiske glimmerskifer typer har allerede tidligere faaet særskilte navne.

Den graabrune, tildels gneislignende, glimmerskiferbergart, som ved siden av kvarts og biotit fører en væsentlig gehalt av nydannede kalksilikatmineraler, er av GOLDSCHMIDT¹⁾ betegnet kalksilikatglimmerskifer. Den repræsenterer høieste metamorfosestadium av kalkholdige lerskiferbergarter. Den optræer specielt i Rørosgruppens centralstrøk.

Den brune biotitrike glimmerskifer, karakteriseret ved den store mængde disthenførende kvartsliner, er av VOGT²⁾ benævnt Drøias skifer. Den optræer bl. a. steder i Drøiadalen i Holtaalen.

Den staurolit-disthen- og granatførende glimmerskifer, der optræer i centralzonens sterkest metamorfe parti mellem Skarvene og Melshogna i Selbu, har paa grund av sin anvendelse i lang tid gaaet under navn av kvernsten. Den repræsenterer høieste metamorfosestadium av de kalkfattige (kalkfrie) lerskiferbergarter.

Den graagrønne porfyroblastisk struerte glimmerskiferbergart, hvor biotit optræer som porfyroblastmineral, har av REUSCH³⁾ faaet navn av Stuedals skifer. Denne bergart er allerede tidligere av KJERULF⁴⁾ benævnt Tydals glimmerlersten. Den er specielt meget utbredt i Rørosgruppens østlige strøk langs riksgrensen fra Værdalen i nord til Stuesjøen i syd.

Den med Stuedalsskiferen meget nærbeslegtede glimmerskiferbergart, hvor knipper av tynde lange hornblendenaaler optræer som porfyroblaster, har av TORELL⁵⁾ faaet navn av kærfskiffer (paa norsk kornnegskifer, paa tysk Garbenschiefer).

Med Røros skifer i engere betydning har KJERULF⁶⁾ betegnet

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, III. Der foreligger i dette arbeide en kemisk analyse av en normal kalksilikatglimmerskifer fra Langletet.

²⁾ Vogt: Dagbok 1888.

³⁾ Reusch: Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift, side 31.

⁴⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 42.

⁵⁾ Torell: Aflagringarne på ömse sidor om riksgrensen, side 252.

⁶⁾ Kjerulf l. c. side 43.

hornblende-glimmerskiferbergarter fra Rørostrakten. TORELLS kärfskiffer maa saaledes opfattes som en speciel varietet av Røros skifer.

Ved siden av de forskjellige brune og graagrønne glimmerskiferbergarter optrær der inden flere av Rørosgruppens skiferstrøk sorte grafitførende finkornige glimmerskiferlignende bergarter med krystalloblastisk lepidoblastisk struktur. Disse bergarter gaar i almindelighet under navn av l e r g l i m m e r s k i f e r e, tildels ogsaa alunskifere. De optrær for den væsentlige del i gruppens høiere horisonter, de er saaledes jagttat søndenfor Laugen (i Børseskogn), mellem Gaasvoldklampen og Gilsaafjeld (i Meraker), i trakterne syd for Støren, ved Nordaunevold (i Holtaalen), i trakterne omkring Langen (syd for Vandgrøfta), paa nordsiden av Tronfjeld o. fl. a. steder. Lerglimmerskiferens væsentlige mineralselskap er følgende: kvarts, muscovit, grafit (bituminøse substanser) og kalkspat. Magnetkis er ofte tilstede. Kvartsen er det kvantitativt viktigste mineral. Dens kornstørrelse er ofte sterkt vekslende i de forskjellige lag. Muscovit indgaar som regel i betragtelig mængde, grafit- (kulstof) og kalkspatgehalten er derimot sterkt varierende. Den *Dictyograptus*-førende alunskiferhorizont ved Nordaunevold fører hornblende som porfyroblastmineral i en grundmasse av kvarts, muscovit og grafit. Hornblendens er næsten farveløs. $2V = 80^\circ$. Den optiske karakter er negativ. Tvillinger efter (100) som tvillingplan er meget almindelige. Hornblendens kornstørrelse ligger som regel under etpar mm.

De grafitførende lerglimmerskiferhorisonter mellem Støren og Langen tilhører Gulas skiferfelt efter KJERULFS lagsystem (Rørosgruppens centralzone). De omtales ogsaa av KJERULF dels under navn av alunskifere, dels under navn av grafit-skifere og er i mangel av fossilfund benyttet til en tilnærmet aldersbestemmelse av Gulas skiferfelt. «Det er tydeligt», skriver KJERULF,¹⁾ «at hele denne store afleining af især lerskifer uagtet den vistnok ikke ubetydelige mægtighed dog ikke når høiere op end alunskiferen, såsom denne ikke alene ligger øverst i de høieste toppe: Forelhogn 4243' og Høgkittelen 2690', men ogsaa ved Guldalen ligger øverst i åskanten over glimmerskifer på Hofjeld og Kværnlidfjeld.» Og om lerglimmerskiferens (alunskiferens) petrografiske karakter skriver KJERULF videre: «Den indeholder kis fint fordelt eller i årer, ruster derfor eller vitriolisere ligesom den søndenfjeldske alunskifer.»

De fleste av de ovenomtalte grafitførende glimmerskiferhorisonter indgaar efter TÖRNEBOHMS system i Brekkskifer-gruppen (som allerede tidligere i dette arbeide er parallelstillet Rørosgruppens høiere horisonter). «Såsom inlagringar (i Brekkskifer-gruppen)»,

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 31.

skriver TÖRNEBOHM,¹⁾ «forekomma mörka kolhaltiga skiffrar allmänt och delvis med betydande mäktighet.» Ogsaa BUGGE²⁾ omtaler «grafitskifre, tildels alunskiferagtige» fra Gulagruppen: «De grafitiske skifre kan muligens have nogen økonomisk betydning, særlig da i trakterne omkring Præsthus i Soknedalen. Det er interessant at lægge mærke til, at disse grafitskifre gjenfindes syd for Vandgrøfta paa Rørosbladet i fortrinlig udvikling og der er for over 40 aar siden drevet grubedrift efter grafit ved Langensjøen syd for Vandgrøfta. Ogsaa der optræder grafitskifrene i Gulagruppens laveste niveauer, hvilket yderligere stadfæster rigtigheden af profilet pag. 10 (mulden Iglefjeld—Vandgrøfta).» Ifølge det reviderede lagsystem tilhører de grafitførende skifere ved Præsthus i Soknedalen og ved Langen syd for Vandgrøfta Rørosgruppens høieste horisonter. Den petrografiske overensstemmelse mellem bergarterne paa disse steder stadfæster saaledes ogsaa riktigheden av profilet pl. 18, fig. 3 i nærværende arbeide.

Med stigende kvartsgehalt og avtagende grafit- og glimmergehalt gaar de lerglimmerskiferlignende bergarter ind under betegnelsen *kvartsiter*. Disse findes likeledes i stor mængde repræsenteret i Rørosgruppens forskjellige strøk. De er specielt karakteristisk udviklet i Guldalsprofilet mellem Støren og Reitan, hvor de paa grund av en temmelig konstant kissegehalt fremtræer med rødlig-brun forvitningsfarve. Kvartsiter fra dette strøk er tidligere omtalt av KJERULF³⁾ og BUGGE⁴⁾ (fra Gulagruppen) og av TÖRNEBOHM⁵⁾ (fra Brekskiffer-gruppen).

Kalksilikatgneise betegner efter GOLDSCHMIDT de kalkrike lerskiferes (mergelskiferes) stærkest metamorfe faciesudvikling. De findes repræsenteret inden Rørosgruppens mest omvandlede partier, hvor de optræer sammen med de kalkfattigere kalksilikatglimmerskifere og de næsten kalkfrie granatglimmerskifere. Jeg har saaledes iagttaaet gneisbergarter (paragneise) i Rørosgruppens laveste horisonter vest for Orkedalen og mellem Haakaaklumpen og Helgeaaen i Værdalen, endvidere paa forskjellige steder inden centralstrøket mellem Værdalen i nord og Guldalen i syd. Mineralselskabet er følgende: plagioklas, kalifeltspat, pyroxen, hornblende, biotit, epidotmineraller og kvarts. Accessorisk optræer ertsmineraller (magnetkis), titanit, grafit og apatit. Plagioklas, væsentlig av sammensætning oligoklas-andesin-labrador, optræer i almindelighed i stor mængde. Zonarstruktur er ofte tydelig udviklet. Kalifeltspat optræer i langt mindre utstrækning. Den er i regelen udviklet som mikro-

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 83.

²⁾ Bugge: Rennebu, side 29.

³⁾ Kjerulf l. c. side 30.

⁴⁾ Bugge l. c. side 28.

⁵⁾ Törnebohm l. c. side 83.

klin. Pyroxen indgaar som en væsentlig bestanddel i alle gneisbergarter. Den er i mikroskopisk præparat farveløs. $2V = \text{ca. } 60^\circ$. Den optiske karakter er positiv. Akse B viser forholdsvis svak dispersion $r > v$. Pyroxenmineralet er saaledes en diopsidvarietet. Av epidotmineraller er klinozoisit det almindeligste. Hornblende optræer ofte sammen med pyroxen (som GOLDSCHMIDT¹⁾) bemerker i randzonerne av de sterkeste metamorfe strøk, ved fremadskridende metamorfose som forløper for pyroxenmineralet, ved diaphtorese som uralit). Biotit optræer i almindelighet i mindre mængde. Kvarts indgaar helt underordnet.

Kalksilikatgneisbergarternes struktur er krystalloblastisk granoblastisk. Teksturen er svakt skifrig.

Biotit optræer aldrig sammen med diopsid (i de kvartsførende varieteter).²⁾ I en kalksilikatgneisbergart fra Singaas har jeg saaledes iagttat petrografisk vekslende zoner med henholdsvis følgende mineralselskap: a) diopsid, plagioklas, mikroklin, kvarts, titanit, apatit og b) biotit, grøn hornblende, plagioklas, mikroklin, kvarts, titanit, apatit.

GOLDSCHMIDT har i et arbeide betitlet «Die Kalksilikatgneise und Kalksilikatglimmerschiefer des Trondhjem-Gebietes» git en uttømmende beskrivelse av kalksilikatgneiser og de med disse nærbeslegtede kalksilikatglimmerskifer i Guldalsprofilen. Jeg maa angaaende alle petrografiske detaljer faa henvisne til ovennævnte arbeide.³⁾

Kalkstene (marmor) optræer i mindre mængde inden flere av Rørosgruppens skiferstrøk, saaledes i etpar felter vest for Orkedalen, vest for Rødalshoiden i centralstrøket og flere andre steder. De tilhører i almindelighet sterkt metamorfe strøk, de er derfor petrografisk utviklet som marmor. Mineralselskapet er væsentlig kalkspat, hos de saakaldte «urene» kalkstene indgaar endvidere kvarts og glimmermineraller. Disse danner overgangen til de kalkspatførende glimmerskifer.

Allerede KJERULF⁴⁾ omtaler marmorforkomster (under navn av kalksten) fra en række forskjellige steder inden Trondhjemsfeltets ældste og yngste avdeling (o: det reviderte lagsystems Rørosgruppe). Men en større del av KJERULFS lokaliteter ligger efter de nyere undersøkelser inden andre formationsomraader (dels i grundfjeldet, dels i Bymarkgruppen). Ogsaa

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hoehgeb. d. südl. Norwegens, III, side 11.

²⁾ Se ogsaa Eskola: Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvitraktens metamorfa bergarter, Bulletin de la Commission Geologique de Finlande, nr. 44, side 89.

³⁾ I Goldschmidts arbeide findes en kemisk analyse av kalksilikatgneis fra Almaaskroken. Til sammenligning er ogsaa opført en analyse av en kalkspatholdig glimmerskifer fra Bua.

⁴⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, II, side 21—23.

TÖRNEBOHM¹⁾ omtaler kalkstensbænke fra flere trakter, som tilhører det reviderede lagsystems Rørosgruppe.

Kalkstene er saaledes ingen sjældenhed i Rørosgruppen, de optræder dog langt hyppigere i Trondhjemsfeltets yngre formationer (i Hovindgruppen).

Trondhjemsfeltets kalkstene er kemisk meget nærbeslegtet, de er alle karakteriseret ved en høj CaO-gehalt og en forholdsvis ubetydelig MgO-gehalt (i almindelighed under 2 %):

Grönstensbænke optræder lokalt som indleiringer i Rørosgruppens høieste horisonter i veksellagring med glimmerskiferbergarter, saaledes paa Byneset og i trakten vestenfor Buviken. Bergarten fra disse lokaliteter er petrografisk identisk med Bymarkgruppens grønstene, den vil derfor bli detaljbehandlet senere. (I nærværende arbejde er formationsgrænsen mellem Rørosgruppen og Bymarkgruppen plaseret ved de øverste glimmerskiferhorizonter op-hjør. Grænselinien kunde eventuelt ogsaa plaseres stratigrafisk lavere ved de første grønstensbænkes optræden. Isaafald maatte de ovennævnte grønstensbænke ved Byneset og Buviken henføres til Bymarkgruppens basalhorisonter).

TÖRNEBOHM²⁾ omtaler «grönaktiga skiffnar» og nærbeslegtede bergarter fra Brekkskiffergruppen (o: Rørosgruppens høieste horisonter). «De gröna skiffnarne», skriver TÖRNEBOHM, «likna ganska mycket vissa i Störengruppen (o: Bymarkgruppen), men då de i regelen öfverlagras af en mer eller mindre mäktig bildning af vanlig grå Brekkskiffer, oftast åtfoljd af kalksten, såsom profilerna figg. 40—42 exempelvis visa, hafva dock genom att vid karteringen begagna dessa bergarter såsom ledlager, de båda gruppernas gröna bergarter kunnat någorlunda hållas ut från hvarandra.»

Av baade TÖRNEBOHMS og mine undersøkelser fremgaar saaledes, at de vulkanske processer, som førte til dannelsen af Bymarkgruppens lavabænke, allerede tok sin begyndelse under den sidste del af Rørosgruppens dannelsesperiode.

De forskjellige bergartstypers mineralselskap og struktur viser, at Rørosgruppen for den væsentlige del er utformet under de fysikalsk-kemiske forhold, der er herskende i GRUBENMANNS «mellemste regionalzone». ³⁾ Metamorfosen er imidlertid sterkt vekslende i de forskjellige strøk, likeledes inden et og samme strøkomraade. Den høieste omvandlingsgrad findes i centralstrøkets kjerneparti, her optræder staurolitholdig granatglimmerskifer, kalksilikatglimmerskifer og gneis som høimetamorf facies af henholdsvis marin lerskifer, kalkholdig lerskifer og mergelskifer. I centralstrøkets

1) Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad.

2) Törnebohm l. c. side 83—84.

3) Grubenmann: Die kristallinen Schiefer.

randzoner er metamorfosen langt svakere, her optrær saaledes flere steder fyllitlignende lerglimmerskifer. Ogsaa i Rørosgruppens vestlige grænsestrøk og i strøket nord for Helgeaaen (Værdalen) optrær bergarterne flere steder med høimetamorf faciesutvikling. Samtidig med metamorfosen har der omtrent overalt foregaaet dannelser av orogenetisk natur som følge av de voldsomme foldningskræfter. Sadler og mulder er som regel sterkt sammenpresset, og profilerne viser av den grund lagrækker med tilsyneladende voldsomme mægtigheter.

Ingen steder er foldningen saa utpræget som i centralstrøket. Baade Guldalsprofilet og Tydalsprofilet, som begge skjærer gjennom centralstrøket i forholdsvis stort dyp, er meget instruktive. Ensidig faldende lagrækker med tilsyneladende svære mægtigheter skjuler her mange steder lange rækker av sterkt sammenskjøvnede sadler og mulder. Da endvidere metamorfosen er sterkt vekslende i strøkets forskjellige partier, er en identificering av stratigrafisk sammenhørende lag (horizontar) meget vanskelig. Baade KJERULF og BUGGE¹⁾ har henført hele dette strøk til Gulagruppen (Gulas skiferfelt) som en yngre formationsgruppe, eventuelt tilhørende devon. TÖRNEBOHM²⁾ har derimot forsøksvis opdelt centralstrøket i flere nye formationsgrupper repræsenterende en østlig faciesutvikling. Men denne gruppeinndeling er meget svakt underbygget og som TÖRNEBOHM³⁾ selv sier «långt ifrån bevisad. Jag anser dock säckert, att det stora fält, som utbreder sig S. om Guldalen mellan Stören och Eidet icke är ett enhetligt skifferfält, såsom KJERULF å sina kartar framställt det, utan ett fält med ganska komplicerad byggnad, och det är hufvudsakligen detta jag velat å kartan angifva.» Som det imidlertid fremgaaer av de tidligere beskrevne profillinjer, tilhører centralstrøket baade tektonisk og palæontologisk Rørosgruppen. Denne gruppe er hittil ingen steder opdelt i underavdelinger. Nogen saadan opdeling er derfor heller ikke søkt gjennomført for centralstrøket. Den mulighet er dog ikke udelukket, at der mellem Rørosgruppens bergarter i dette strøk skjuler sig metamorfe (ukjendelige) facies av feltets yngre formationer.

Alle Rørosgruppens forskjellige strøk er karakteriseret ved sterke foldninger. Derved vanskeliggjøres i høi grad nøiagtige mægtighetsangivelser langs de undersøkte profillinjer. Enkelte steder, saaledes langs riksgrensen og nord for Helgeaaen, er foldningsbygningen efter al sandsynlighet enkel, tverprofiler angir her direkte formationsgruppens primære mægtighet. Andre steder er

¹⁾ Se de resp. avhandlingar.

²⁾ Se Törnebohms geologiske oversigtskart av 1896.

³⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavien bergbyggnad, side 98.

imidlertid foldningsbygningen meget kompliceret og tektoniken endnu ikke utredet.

I de av mig undersøkte profiler varierer Rørosgruppens mægtighet temmelig sterkt. Den er størst i vest, mindst i øst. I Merakerprofilet er saaledes Rørosgruppens mægtighet ved riksgrensen under 100 m. Men mægtigheten tiltar i dette strøk baade mot nord og syd. Førend foldningstektoniken er tilstrækkelig utredet i detalj, vil en nøiagtig mægtighetsangivelse av de øvrige strøk være ugjennemførlig. Mægtigheten av de vestre grænsestrøk vil imidlertid med sikkerhet komme op i adskillige tusen meter (muligens bør dog endel av disse strøks basalhorisonter henregnes til den underliggende sparagmitformation).

KJERULF¹⁾ har i sit arbeide over Trondhjemsfeltet forsøkt at bestemme mægtigheten av saavel den ældre som yngre «afdeling» (: det reviderte lagsystems Rørosgruppe). Omkring Røros er gruppens mægtighet saaledes anslaaet til ca. 1000 fot, ved Trønfjeld til ca. 1500 fot. Mægtighetsangivelsene ved Trondhjem refererer sig imidlertid ikke til Rørosgruppen, men feilagtig til Bymark- og Hovindgrupperne. Gulaskiferne (den yngre afdelings) mægtighet er av KJERULF anslaaet til 3 à 4000 fot, lidt vekslende paa de forskjellige steder. Og efter mine foreløbige undersøkelser av gruppens mægtighet i centralstrøket er KJERULFS tal vistnok ikke for høie. Ogsaa TÖRNEBOHM omtaler mægtighetsspørsmålet. «Till ledning för besvarande af denne fråga», skriver TÖRNEBOHM,²⁾ «föreligga emellertid inga ens närmevis säkra data. Tryggt kan dock påstås, att mäktigheterna äro mycket betydande.»

Rørosgruppen består, for den overveiede del av forskjellige metamorfe facies av lerskifer, kalkholdig lerskifer og lersandsten. Da de mere grovklastiske sedimenter (sandstene o. lign.) optrær helt underordnet, er gruppens bergarter for den væsentlige del dypvandsdannelser. I sparagmitformationens periode laa størsteparten av Trondhjemsfeltet under hav. I den tid dannedes de saakaldte sparagmitbergarter, som alle er typiske grundtvandsdannelser. Men ved slutningen av denne periode sank havbunden og Rørosgruppens bergarter kom til avsætning. Da gruppens bergarter omtrent overalt er av samme petrografiske karakter, har der sandsynligvis i denne periode kun foregaaet minimale nivaaførandringer. Først ved periodens avslutning indtraadte vulkanismen som en forløper for det voldsomme naturskuespil, som blev utspillet i Bymarkgruppens tidsperiode (paa bunden av et forholdsvis grundere hav). Og samtidig synes der at ha foregaaet en svak hævnning av havbunden.

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, II, side 23 o. v.

²⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 102.

Rørosgruppens sedimentære lagrækker er gjennemsat av en række større og mindre injektioner av saavel sure som basiske bergarter. Samtlige disse eruptiver vil bli petrografisk detaljbe-handlet i et slutningskapitel omhandlende Trondhjemsfeltets erup-tive bergarter (abyssiske og hypabyssiske facies).

Av de optrædende injektionsbergarter er to typer fremtrædende, de lyse hvite «granitiske» bergarter, av forskjellige forskere benævnt hvite graniter, trondhjemiter og granodioriter, og de mørke sorte til grønne gabbroidale og amfibolitiske bergarter. Injektionerne er i almindelighet ikke bundet til bestemte horizon-ter, de optrær overalt inden Rørosgruppens forskjellige omraader. I de lavere horisonter av gruppens nordre, vestre og sydøstre strøk optrær imidlertid sorte granatførende amfibolitiske gangtog i saa store masser, at denne amfibolitbergart er blitt en for disse horisonter karakteristisk bergart. Jeg har iagttat disse gangtog paa en række forskjellige steder, saaldes omkring Kjesbuvand, ved Thamshavn, ved Hostavand og Ringevand, i trakterne vest for Reisfjeld, paa Aandusfjeld og Aaneggen, i Opdal, i trakterne omkring Hummel-fjeld osv. Mægtigheten av den zone, hvori disse gangtog optrær, er forskjellig paa de forskjellige steder, den kan vistnok gjennem-snitlig sættes til 1 à 2 km. Foruten i Rørosgruppens lavere hori-zonter i grænsestrøkene optrær amfibolitbergarter ogsaa i central-zonen, dog ikke her i saa karakteristisk utvikling. Deres stratigra-fiske nivaa kan ikke bestemmes i denne sterkt sammenfoldede zone, de synes imidlertid altid at være knyttet til de sterkeste meta-morfe partier (se herom senere). Ogsaa i Hovindgruppen optrær amfibolitbergarter, saaledes i trakterne øst for Levanger. De er her likesom i Rørosgruppen knyttet til de sterkeste metamorfe strøk. Amfibolitgangenens mægtighet ligger i almindelighet mellem $\frac{1}{2}$ og 10 m. Gangene optrær altid konkordant indleiret glimmerskifer-eller gneislignende bergarter.

Ved siden av hvite graniter og sortgrønne gabbroidale berg-arter optrær ogsaa peridotiter paa en række forskjellige steder inden Rørosgruppens omraade. De spiller dog kvantitativt en underordnet rolle. Disse bergarter er hittil kun iagttat i Røros-gruppen og Bymarkgruppen, for den alt overveiende del i Rørosgrup-pen. De maa derfor sammen med amfiboliterne betegnes som Rørosgruppens mest karakteristiske eruptivbergarter.

Ogsaa TÖRNEBOHM synes at ha været opmerksom paa dette forhold: «Till Rørosskiffrarnes karaktäristik», skriver han saa-ledes,⁴⁾ «fordras äfven omnämmandet af de i dem ganska talrika förekomsterna af *olivinsten och serpentin*, stundom ätföljda af täljsten....»

⁴⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbygg-nad, side 76.

Geologisk-petrografisk beskrivelse av Bymarkgruppen

En forholdsvis langt mindre del av Trondhjemsfeltets midtparti oppbygges av Bymarkgruppen. Denne gruppe optrær: a) I et strøk paa nordsiden av Værdalselven over Vuku. b) I et strøk fra Trondhjems omegn sydvestover til Rindalen. Til dette strøk hører bl. a. Meldalens «grønsten». c) I et strøk fra Rindalen sydøstover til Blankvandet. d) I et strøk fra Garnes via Floren i sydvestlig retning over Selbusjoens vestre del via Støren til Rennebu. Mellom Lyngsæteren og Almlivola er gruppen ikke fulgt kontinuerlig i marken. Strøketningen paa begge steder antyder dog sammenheng, terrænet er imidlertid sterkt overdækket. Dette strøk, som i BUGGES tekst til Rennebu geologiske rektangelblad er betegnet Størengruppen, er i trakterne omkring Blankvandet sammenhengende med strøk b) og c).

Bymarkgruppen oppbygges for den væsentligste del av grønstene og grønstensskiferbergarter med grønstenskonglomerater, i underordnet mengde av kvartssiter (blaakvarts, jaspislag) og kalkstene.

Grønsten og grønstensskifer er med alle overgange baade strukturelt og mineralogisk forbundet med hverandre. Den normalutviklede grønsten har masseformet tekstur og basaltisk sammensætning og er i genetisk henseende en effusivstrøm. Den normalutviklede grønstensskifer har skifrig tekstur og i almindelighet en sammensætning, der ligger mellom basalt og sandsten. Den er i genetisk henseende et «grønstensderivat»: dels en tuffbergart, dels ogsaa et normalsediment, dannet ved grønstensbergarters destruksjon.

Grønstens væsentlige mineralselskap er følgende: grønn hornblende, epidotmineraler, klorit, albit (oligoklas-albit), lidt kvarts. Accessorisk indgaar biotit, titanit og ertsminaler (bergarten er petrografisk detaljbehandlet i mit arbeide over Trondhjems omegns geologi).¹⁾ Strukturen er i almindelighet tæt til finkornig, ogsaa ofte porfyrisk eller variolitisk. Sjeldnere er strukturen lokalt normal-kornig. De sterkest metamorfe facies har krystalloblastisk granoblastisk strukturutvikling. Teksturen er masseformet til svakt skifrig, undertiden lineær²⁾ (tydelig utviklet ved Tiller bro).

¹⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 21 o. v.

²⁾ Den lineære teksturutvikling betinger eksistensen av et pressionsminimum, omkring hvilket der hersker trykkmaksima.

De finkornige og tætte grønstene optræder i stor mængde inden alle de ovenfor nævnte strøk, likesaa de porfyriske varieteter. Disse, som dels er utviklet som hornblendeporfyrit, dels som feltspatporfyrit, forekommer tilsyneladende mindst omvandlet i den centrale del av Trondhjems Bymark. Metamorfosen er imidlertid ogsaa her fuldstændig, idet pyroxenmineralet er uralitiseret og plagioklasmineralet (sandsynligvis labrador) helt avkalket. Men den primære struktur er godt vedlikeholdt. Variolitfacies har jeg ogsaa iagttat paa en række forskjellige steder, saaledes i mest typisk utvikling paa Iglefjeld og paa Vasfjeldets sydvestre skraaning (ned mot Guldaalen). Fra det førstnævnte sted har BUGGE¹⁾ git en meget detaljeret beskrivelse av denne bergart. Især er den varietet, der i litteraturen i almindelighet gaar under navn av «pillow lava» (= putelava), meget noiagtig behandlet. Jeg har selv sommeren 1915 hat anledning til at studere denne bergart i Iglefjeld. Og de senere sommers undersøkelser har vist, at «pute-teksturen» ikke er noget isolert fænomen, den er derimot meget almindelig utbredt inden alle grønstensstrøk (baade i Bymarkgruppen og Hovindgruppen). Stresset har imidlertid i mange trakter utvisket den primære tekstur-utvikling. Puternes størrelse varierer i almindelighet fra hode- til nævestørrelse. Formen er som regel meget uregelmæssig. «Puderne er fra ganske smaa til af flere kvadratmeters tversnit, jevnlige 3—4 dm.²», skriver BUGGE.²⁾ Foruten i Iglefjeld er denne tekstur bedst utviklet i Vasfjeldets grønstensstrøk mellem Kvaal og Ler, i Størentraktens grønstensstrøk i nærheten av Haga bro og i grønstensstrøket nordfor Haavand (her tilhørende Hovindgruppens lavahorizont). Ogsaa i grønstensstrøk utenfor Trondhjemsfeltet er «pillow lava» flere gange iagttat. Saaledes skriver REUSCH³⁾ under omtalen av Lihestens grønstensbergart: «Bergarten er for største Delen afsondret i uregelmæssige Klumper (paa omkring en Fod og mere), en Slags ufuldkommen Kugleafsondring.»⁴⁾

Kemiske analyser av effusive grønstene er offentliggjort baade av KJERULF,⁵⁾ GOLDSCHMIDT⁶⁾ og nærværende forfatter.⁷⁾ Samtlige analyser viser, at disse bergarter har basaltisk sammensætning.

Grønstensskiferens mineralselskap er i det væsentlige flg.: kvarts, sur plagioklas (oligoklas-albit), klorit, biotit, muscovit, epidotminerale og kalkspat. Accessorisk optræder hornblende og erts-

¹⁾ Bugge: Rennebu, side 22 o. v.

²⁾ Bugge l. c. side 22.

³⁾ Reusch: Konglomerat- og Sandstenfelterne i Nordfjord, Søndfjord og Sogn, Nyt Mag. for Nat. Bd. 26, side 108.

⁴⁾ Reusch oppfatter her «puterne» feilagtig som et avsondringsfænomen.

⁵⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 49.

⁶⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, IV, side 15.

⁷⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 24.

mineraler. Strukturen er overveiende krystalloblastisk lepidoblastisk. Teksturen er skifrig. (Grønstensskiferen er likesom grønstenen petrografisk detaljbehandlet i mit arbeide over Trondhjems omegns geologi). Grønstensskiferen adskiller sig saaledes i mineralselskap fra den masseformede grønsten ved en høiere gehalt av kvarts og en helt ubetydelig gehalt av grøn hornblende. Den overveiende del av mineralselskapet er utformet under metamorfosen, kvarts, feltspat og kalkspat er dog efter al sandsynlighet væsentlig av klastisk natur. Grønstensskiferens mineralselskap og skifrige tekstur, som vel ialfald tildels er betinget av primær foliationskifrighet, antyder, at denne bergart er av sedimentær genesis. Den er muligens for en væsentlig del en tuffdannelse. Herpaa tyder ogsaa de breccielag, som undertiden optrær indleiret i grønstensskiferen.

Analysen av den ordinære grønstensskifer kjendes desværre ikke. De sterkest skifrige, mest kvartsholdige varieteter vil imidlertid i sammensætning i almindelighet ikke ligge langt fra en uren sandstensbergart.

I Bymarkgruppens øverste horisonter optrær paa en række forskjellige steder et saakaldt grønstenskonglomerat, undertiden benævnt breccieskifer (BRØGGER), Stokvola-breccia (TÖRNEBOHM) eller jaspisbreccie (BUGGÉ). Dette konglomerat har jeg iagttat i karakteristisk utvikling i strøket mellem Bratsberg og Svorkmo (via Kvernaasen paa Høilandet) og i strøket mellem Selbusjøen og Rennebu (via Støren). Desuten ogsaa i strøket mellem Levangertrakten og Forbordfjeld (via Stokvola), her tilhørende Hovindgruppen, samt flere steder paa Høilandet (Gautadbakken, Gillhaugen, Jønland o. fl.), her tilhørende Høilandsformationerne. Konglomeratet er paa forskjellige steder lidt forskjelligartet utviklet. — Ved Bratsberg (syd for Trondhjem) fører grønstenskonglomeratet boller av hvit granit, grønsten, kvartsit (blaa kvarts) og kalksten. Bollernes form er overveiende sfærolitisk-ellipsoidal. Grundmassen er grønstensskiferlignende. Bollernes størrelse er ved Bratsberg ofte over 10 cm. i diameter. Konglomeratet er saaledes temmelig grovbollet. Det optrær i flere parallelle temmelig mægtige bænke, adskilt fra hverandre ved tilsyneladende masseformet grønsten. Ved Ler kemiske fabrikk (nedlagt) er grønstenskonglomeratet likeledes utviklet i flere parallelle bænke med boller av overveiende hvit granit, kvartsit og jaspis. Mellom de forskjellige konglomeratbænke optrær masseformet normal grønsten. Grøtaasens grønstenskonglomerat er forholdsvis finbollet, tildels sparagmitlignende, jaspis indgaar her ved siden av grønsten i stor mængde. Bollerne har delvis kantform, og konglomeratet er som følge derav lokalt breccielignende. Ved Toskbækken, paa Kvernaasen og ved Svorksjøen fører grønstenskonglomeratet mest avrundede boller av hvit granit, grønsten og jaspis. Konglomeratlag optrær her i vekselagring med grønstenslignende hollefreie eller hollefattige lag og tufflag. Især

ved Svorksjøen er mægtigheten betydelig. Grønstenkonglomeratet med sin forskjelligartede utvikling fremtrær i vakkert profil langs hovedveien paa nordsiden av sjøen. Ved Sundet er ogsaa iagtatt boller av feltspatporfyr. Alle de her nævnte forekomster tilhører de øverste horisonter av Bymarkgruppens vestlige grønstensstrøk (fra Trondhjems Bymark sydvestover til Rindalen). — Grønstenkonglomeratet øst for Bjørgen i nærheten av Moakammen er finbøllet med kvartsit- og jaspisboller. Strøket er NE og faldet steilt SE. Konglomeratzonens mægtighet er her kun nogle meter. Østenfor konglomeratet optrær en tilsyneladende masseformet grønsten med enkelte spredte jaspisboller (brudstykker). Vestenfor staar en grøn lerglimmerskiferlignende bergart, sandsynligvis et grønstensderivat, længere vest en graa normal sandstensbergart. Grønstensderivatet er efter sit mineralselskap vistnok sikkert yngre end grønstenen og konglomeratet 3: lagstillingen er invertert og saaledes overensstemmende med Guldalsprofilet. Ogsaa ved Haga mellem Hovind og Støren viser grønstenkonglomeratets boller overveiende sfærolitisk-ellipsoidale former. Kun en mindre procent av bollerne har kantform. Bollerne bestaar her for den væsentlige del av grønsten, kvartsit og jaspis. Finbøllede konglomerattoner av ca. $\frac{1}{2}$ m. mægtighet optrær i stadig vekselagring med tette grønstensskiferlignende bænke, sandsynligvis grønstensderivater. Begge de her nævnte forekomster av grønstenkonglomerat tilhører de øverste horisonter av Bymarkgruppens grønstensstrøk mellem Selbusjøen og Rennebu (efter BUGGE Størengruppens basalhorisonter).

Grønstenkonglomeratet viser saaledes paa de forskjellige steder et i hovedtrekkene ensartet utseende, detaljutformningen er dog paa en række punkter ogsaa inden et og samme grønstensstrøk temmelig forskjelligartet. Sandsynligvis ligger der saaledes en fælles ensartet genesis til grund for alle disse varieteter. Mægtigheten er i de forskjellige strøk sterkt vekslende, fra 10 à 20 op til etpar hundrede meter (medregnet de mellem de enkelte konglomerattoner optrædende grønstens- og grønstensskiferlignende bergarter).

Jeg har foretat en række mikroskopiske undersøkelser saavel av konglomeratets grundmasse som av de mellemliggende grønstens- og grønstensskiferlignende bænke. Konglomeratgrundmassen viser i almindelighet et temmelig ensartet utseende. Mineralselskapet er væsentlig kvarts (klastisk), kalkspat, klorit og epidot. Strukturen er finkornig, teksturen skifrig. Konglomeratets overveiende velavrundede boller er saaledes sammenkittet i en uren kalksandstems masse. De mellemliggende grønstens- og grønstensskiferlignende bænke viser derimot fra forskjellige steder noksa forskjelligartet karakter og synes dels at være av effusiv, dels av sedimentær natur. De tette til finkornige helt masseformede grønstensbænke er petrografisk identisk med den ordinære grønstensbergart, hvor kvarts i

almindelighed optræder som et i kvantitativ henseende underordnet metamorft mineral. De sterkt skifrige grønstensskiferlignende bænke fører kvarts av klastisk natur som en væsentlig bestanddel av bergarten, endvidere plagioklas, kalkspat, epidot, hornblende og klorit. Mellem disse to bergartstyper findes alle overgange. Da de enkelte konglomerat-zoner efter den tidligere fremstilling med sikkerhet er av sedimentær natur, falder det i genetisk henseende naturligst ogsaa at opfatte størsteparten av de mellemliggende bergartsbænke som grønstensderivater γ : som normalsedimenter eller som tuffsedimenter. I enkelte strøk (Bratsberg—Ler) synes dog de mellemliggende masseformede grønstensbænke virkelig at repræsentere effusive strømme.

Grønstenskonglomeratet i Trondhjemsfeltet har allerede tidlig tiltrukket sig geologernes opmærksomhet, vel for en væsentlig del paa grund av sin gehalt av det iøjefaldende mineral jaspis. Det er saaledes omtalt av KJERULF¹⁾ under navn av breccieskifer fra Størensnevringen og fra Høilandet. Den samme betegelse er ogsaa benyttet av BRØGGER²⁾ under hans omtale av de geologiske forhold mellem Guldalen og Meldalen. Paa en kartskisse over Støren—Høilandet i BRØGGER'S arbeide er disse breccieskifere indtegnet, likesaa paa de vedlagte profiltegninger: Kun endel av BRØGGER'S breccieskifere tilhører imidlertid Bymarkgruppen, de andre indgaar som lag i Høilandsgruppen. Mest indgaaende er grønstenskonglomeratet behandlet av TÖRNEBOHM.³⁾ Efter sin karakteristiske utvikling i Stokvola er konglomeratet av ham benævnt Stokvola-breccia. «Bergarten», skriver TÖRNEBOHM, «består af dels kantiga, dels mer eller mindre rundade stycken af olika bergarter, dock öfvervägande tillhörande Störengruppen, inbäddade i en än grönskifferartad än sandstensartad grundmassa..... I Jervfjeld, SO. om Jonsvand är i fråga hvarande bildning mera konglomeratartad än vanligt, i det att de ingående bergartsfragmenten äro mera rundade och grundmassan mera sandstensartad än hvad i allmänhet plågar vara fallet. Bollarne bestå här af grön skiffer, grön sandsten, mörk, violettblå kvartsit, röd jaspis m. m. Boller af de båda sist nämnda slagen äro för öfrigt mycket allmänna i brecciebildningen och kunna nästan sägas vara karakteristiska för den. Båda dera torde härröra från Störengruppen..... Uppkomsten af nu omtalade brecciebildning anser jag sannolikt bero på en efter slutet af Störengruppens bildningsskede inträdd denudationsperiod. De eruptiva processer, som påingo under nämnda skede, gifvo antagligen upphof till berg, som höjde sig ur dåtidens haf, och från hvil-

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, II.

²⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeldtets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen.

³⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 86.

kas sidor sedermera stalp bildades. Materialet i dessa stalp, mer eller mindre bearbetadt af vatten, blef sedermera så småningom cementerad och uppträder nu såsom den i fråga varande breccian.....» TÖRNEBOHM synes saaledes ogsaa at ha opfattet grönstenskonglomeratet som en sedimentær dannelselse. Av BUGGE¹⁾ er grönstenskonglomeratet likeledes viet speciel omtale. Men medens konglomeratet efter TÖRNEBOHM optrær mellem Størengruppen og den ovenfor liggende Hovindgruppe, betegner det efter BUGGE en diskordant grænse mellem Høilandsgruppen (Hovindgruppens høieste horisonter) og den ovenfor liggende Størengruppe.

Kvartsitbænke, blaakvarts- og jaspislag optrær paa en række forskjellige steder i Bymarkgruppen, i almindelighed konkordant indleiret de mere eller mindre skifrigge grönstensfacies. Disse begarter er iagttat i samtlige grönstensstrok i de forskjellige horisonter.

Kvartsitbænkenes mægtighed varierer i almindelighed fra etpar op til 50 m. Farven er hvid til graahvit. Mineralselskapet er væsentlig kvarts, muscovit og klorit. Ofte indgaar endvidere sur plagioklas, jernfattige epidotmineraller og svovlkis. Strukturen er utformet under metamorfosen (de enkelte kvartskorn griper i almindelighed taggformig ind i hverandre). Teksturen er stærkt skifrig.

Blaakvartslag optrær i stor mængde i Bymarkgruppen. Mest utbredt er de i strøket fra Trondhjems Bymark sydvestover til Meldalen. Lagenes mægtighed er stærkt vekslende, sjelden over nogle meter. Farven er blaasort. Mineralselskapet er væsentlig kvarts og magnetit. Accessorisk indgaar jernglimmer, klorit, muscovit og kalkspat. Strukturen er sekundær, utformet under metamorfosen. Teksturen er masseformet (som hos kompakte sandstensbænke). Blaakvarts er i de senere aar blit anvendt til fremstilling av ferrosilicium. Utbrytning av flere parallele blaakvartslag, adskildt fra hverandre ved tynde grönstenskiferlag, har i længere tid foregaaet i nærheten av Heimdal station. Nedenstaaende analyse repræsenterer midlet av 6 forskjellige blaakvartsanalyser, som velvilligst er mig tilstillet av hr. disponent HØY. Analyserne er utført av ingeniør MICHELET. Gjennemsnitsanalyse av Blaakvarts, Heimdal.

SiO ₂	74,64	CaO	3,37
Al ₂ O ₃	1,15	S	0,08
Fe ₃ O ₄ ²⁾	16,30	P	0,014
MnO	0,75	CO ₂	ikke bestemt.
MgO	0,31		

Blaakvartslag er allerede omtalt av KJERULF, som ogsaa har leveret flere profiltegninger av blaakvartsførende horisonter (fra Bakaunet ved Trondhjem og fra Ust ved Heimdal).³⁾ I tilslutning

¹⁾ Bugge: Rennebu, og Lagfølgen i Trondhjemsfeltet.

²⁾ Alt Fe i bergarten er regnet som magnetit, Fe₃O₄.

³⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, 20 o. v.

til KJERULFS geologiske arbejder har REUSCH leveret en petrografisk beskrivelse av en række av Trondhjemsfeltets forskjellige bergarter, deriblandt ogsaa av blaakvarts (fra Meraker, Trondhjem, Jonsvandet og Heimdal).¹⁾ Paa fig. 2 i REUSCHES avhandling er gjengit et meget karakteristisk mikroskopisk billede av denne bergart (magnetiten optrær dels inde i, dels mellem de enkelte kvarts-korn).

Jaspislag optrær likesom blaakvarts i forskjellige horisonter i Bymarkgruppen. De forekommer i størst mængde i Meldalsskogen. Borprofiler baade fra Løkkens gruber og Skjødskift kisleforekomster viser saaledes en række parallelle, mindre mægtige jaspislag konkordant indleiret i svakt skifrig grønstensbergart. Meldalsskogens jaspislag er ogsaa meget fremtrædende i dagen, væsentlig paa grund av sin røde farve. De motstaar erosionen bedre end den omgivende bergart og hæver sig derfor ofte rygformig op i dagen. De optrædende jaspislag danner petrografisk alle overgange til hvid kvartsit. Jaspisagtig kvartsitskifer er saaledes omtalt av de fleste forskere, der har beskæftiget sig med Trondhjemsfeltets geologi. Jaspislagenes mineralselskap er væsentlig kvarts og rødjernsten (jernoksyd, jernglimmer). I kemisk henseende staar de saaledes meget nær blaakvartsen. Blaakvarts og jaspis optrær imidlertid aldrig sammen, de tilhører altid forskjellige strøkomraader (i Bymarken blaakvarts, i Meldalsskogen jaspis). De repræsenterer saaledes efter al sandsynlighed forskjellige metamorfe facies av et og samme primærsediment, en jernholdig sandsten. Blaakvarts og jaspis optrær altid i tilknytning til grønsten (basiske lavabergarter). De forekommer saaledes foruten i Bymarkgruppen kun i Hovindgruppens lavahorisonter. Deres dannelse maa derfor betinges av processer, som var herskende under vulkanismen.

Kalkstene bænke, strukturelt utviklet som regionalmarmor, optrær i Bymarkgruppen paa flere forskjellige steder bl. a. i Tomsetaasen sydøst for Trondhjem. Bænkenes mægtighet ligger i almindelighet mellem 20 og 50 m. Farven er hvid, enkelte gange svakt gulhvit til svakt blaahvit. Strukturen er normalkornig (finkornig). Trondhjemsfeltets kalkstene har allerede fra gamle dage hat anvendelse i industrien paa grund av sin høie gehalt av Ca CO_3 . Analyser foreligger fra en række forskjellige felter (de fleste av disse tilhører Hovindgruppen), saaledes ogsaa fra kalkstensfeltet paa Tomsetaasen. Analyse av den derværende kalksten er mig velvilligst tilstillet av hr. ingeniør ROLF KLINGENBERG. Analysen er utført som eleanalyse ved Trondhjems tekniske læreanstalt.

Kalksten (marmor), Tomsetaasen.

SiO_2	0,7
Fe_2O_3	0,3

¹⁾ Reusch: Nogle af Merakerprofillets bergarter.

MgO	ubetydelig
CaO	55,3
CO ₂	43,5

Som regel indgaar dog en mindre gehalt av MgO. Denne gehalt er imidlertid helt undtagelsesvis over 2 %. Kalkstensfeltet paa Tomsetaasen har en feltutstrækning av ca. ½ mil og indeholder ialt adskillige millioner tons kalksten. Det tilhører Bymarkgruppens øverste horisonter. Dette felt er omtalt av de fleste av de geologer, der har besøkt Trondhjemsfeltet (vel væsentlig paa grund av sin forholdsvis centrale beliggenhet), saaledes allerede av SINDING.¹⁾ Og alle synes at ha været opmærksom paa den krystallinske struktur, som karakteriserer den derværende kalksten. Jeg har selv ofret adskillig tid paa fossilsøkning paa forskjellige steder i feltet. Men alle spor synes at være utslettet av den gjennomgripende metamorfose.

De forskjellige bergartstypers mineralselskaf og struktur viser, at Bymarkgruppen under den store fjeldkjedefolkning for den væsentlige del er utformet under de fysikalsk-kemiske forhold, der er herskende i GRUBENMANNNS øvre regionalzone.²⁾ Gruppen opbygges for den overveiende del av grøsten (og grøstensskifer) med tæt til finkornig struktur og svak skifrig tekstur. Kvantitativt helt underordnet optrær i denne bergart konkordante indleiringer av tuffer, breccielag, konglomerater, kvartsiter og kalkstensbænke. Gruppens ytre habitus og de optrædende bergarters geologiske og petrografiske karakter antyder med sikkerhet, at grøstenen er en submarin vulkandannelse. Beviserne for denne paa-stand har jeg fremsat i mit arbeide over Trondhjems omegns geologi.³⁾

Allerede tidligere har flere andre forskere kommet til et lignende resultat (saaledes TÖRNEBOHM, REUSCH, SCHEI, BUGGE og GOLDSCHMIDT). Det fortjener i denne forbindelse at nævnes, at CLARKE⁴⁾ saa tidlig som i 1819 uttaler, at bergarten i Stenberget (ved Trondhjem) er en basalt.

Grøstensbergarter av vulkansk natur findes paa en række forskjellige steder i vort land. I Finmarken er saaledes efter HOLTEDAHL⁵⁾ Raipasavdelingen mellem Kvalø og indre Altenfjord opbygget av grønstenseffusiver. Raipas som en vestlig facies av den yngre avdeling i Finmarkens ældre dolomitførende sandstensrække er i HOLTEDAHL'S sidste arbeide direkte paralleliseret med Bymark-

¹⁾ Sinding: Marmoranvisninger nordenfjelds, Bergmanden, 1847, nr. 3.

²⁾ Grubenmann: Die kristallinen Schiefer.

³⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 31 o. v.

⁴⁾ Clarke: Travels in various countries of Europe, Asia and Africa. Scandinavia, London 1819. Part III, section I, side 686.

⁵⁾ Holtedahll: Bidrag til Finmarkens geologi, N. G. U. nr. 84.

gruppen (Rørosgruppens grønstensafdeling).¹⁾ I effusivafdelin-
gens øvre horisonter optræer ogsaa i Finmarken et saakaldt grøn-
stenskonglomerat med boller af hvidt granit (trondhjemit) og grøn-
sten. Dette konglomerat, som jeg ved HOLTEDAHL'S velvilje har
faaet anledning til at studere i stoff, er fuldstændig identisk med
flere av Trondhjemsfeltets grønstenskonglomerater. Likheden mel-
lem Finmarkens og Trondhjemsfeltets grønstensafdelinger er saa-
ledes meget iøinefaldende. Den vulkanske virksomhet falder i Fin-
marken efter HOLTEDAHL i ældre ordovicium o: omtrent samtidig
med Trondhjemsfeltets vulkanisme. — Langs kysten sydover fra
Nordfjord til Sognefjorden optræer paa forskjellige steder grønne
skiferbergarter, saaledes paa Brømganger, Haastenen, Kvamshesten
og Sulenørne.²⁾ Disse grønstene er for en væsentlig del opfattet
som omvandlede basaltiske dækkebergarter i det paa disse trakter
optrædende predevoniske skiferfelt, som paa grund av sin petrogra-
fiske likhet med Trondhjemsfeltets og Bergensfeltets skiferbergarter
er blit antat som siluriske, eventuelt undersiluriske dannelser. — I
Bergensbuerne, som efter forskjellige fossilfund i ytre bue tilhører
den siluriske etage 5 (gammel terminologi), optræer der grønne
skifere og saussuritdiabaser, som efter KOLDERUP³⁾ oprindelig har
været basiske dækkebergarter (effusiver). — Mellem Bergenshalv-
øen i nord og Stavanger i syd optræer der paa en række øer, saaledes
paa Tysnesø, Storen (Stord), Bømmeløen og Karmøen grønstene og
grønstensderivater tildels sammen med fossilførende sedimentberg-
arter av mellemilurisk alder (gammel terminologi). De fossilfø-
rende horisonter optræer paa Storen og Bømmeløen og er i den
senere tid av KJÆR⁴⁾ henført til undre Llandovery (omtrent sva-
rende til den gamle betegnelse mellemsilur). De optrædende grøn-
stene er saavel i mineralselskap, struktur og geologisk habitus
meget lik de trondhjemske. Rødlige jaspisartede lag, tuffer, agglo-
merater og konglomerater ledsager ogsaa her meget almindelig de
effusive bænke.⁵⁾

Ogsaa paa de britiske øer findes saavel i den kambriske som
ordoviciske formation flere steder indleiret dækkebergarter av lig-
nende typus som i Trondhjemsfeltets Bymarkgruppe (saaledes i
Wales, England og Skotland).⁶⁾ I den siluriske formation er efter

¹⁾ Holtedahll l. c. side 258.

²⁾ Irgens og Hjortdahl: Om de geologiske Forhold paa Kyststræk-
ningen af Nordre Bergenhus Amt, Univ. program 2det semester 1864, se
ogsaa Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgb. d. südl. Nor-
wegens, IV, side 11 o. v.

³⁾ Kolderup: Fjeldbygningen i strøket mellem Sørfjorden og Samnan-
gerfjorden i Bergensfeltet, Bergens museums aarbok 1914—15.

⁴⁾ Kjær: Das Obersilur im Kristianiagebiet.

⁵⁾ Se kart og tekst i Reusch: Bømmeløen og Karmøen med omgivelser,
Kristiania 1888.

⁶⁾ Geikie: The ancient volcanoes of Great Britain, London 1897.

GEIKIE dækkbergarter med sikkerhet bare kjendt fra Irland (i formationen Wenlock). Paa de britiske øer er likesom flere steder i Trondhjemsfeltet grønstenen utviklet som variolitisk «pillow-lava». Tegninger av variolitisk grønsten (amygdaloidal diabase lava) fra Ayrshire i GEIKIES arbeide er fuldstændig identisk med fotografier og tegninger av variolitisk grønsten fra Iglefjeld og Haugaaskammen syd for Movand (den sidste tilhørende Hovindgruppen).¹⁾ I Storbritanien optræder grønstenene meget almindelig sammen med «radiolarian cherts», medens de i Norge sædvanligvis er ledsaget av jaspisbergarter, blaakvartslag eller kvartssiter. Disse bergarter blev imidlertid allerede av SCHEI og senere av BUGGE og GOLDSCHMIDT opfattet som ækvivalenter til de britiske «radiolarian cherts». Denne paastand har det dog hittil ikke lykkedes at bevise.

Over store dele av det kaledoniske fjeldkjedestrøk er grønstenen baade geologisk og petrografisk temmelig ensartet utviklet. Baade den (kambrisk og) ordoviciske, eventuelt ogsaa den siluriske periode er i dette strøk karakteriseret ved sterk vulkansk virksomhet. De talrike eruptioner i Trondhjemsfeltet danner ingen undtagelse, de indgaar som ordinært led i sin tids voldsomme vulkanisme.

Bymarkgruppens bergarter er paa en række steder blit underkastet sterke foldningsprocesser. Mægtighetsangivelser vil derfor i almindelighet falde vanskelig. Gruppens mægtighet i de forskjellige strøk er sterkt vekslende, likeledes inden et og samme strøk-omraade. Størst er mægtigheten i det vestligst gaaende strøk mellem Trondhjems Bymark og Rindalen. I Storheia har jeg saaledes maalt mægtigheten til min. 1800 m. Den er imidlertid sandsynligvis adskillig større. I Meldalsskogen og i trakterne vest for Reisfjeld er mægtigheten likeledes betydelig. Mindst er mægtigheten i strøket mellem Garnes og Floren (ved Floren saaledes bare 100 m.).

Grønstensstrøkenes store længdeutstrækning fra nord til syd langs Trondhjemsfeltets vestlige grænse antyder, at de submarine vulkanutbrud paa denne strækning ialfald delvis var lineært anordnet. Men den i Trondhjemsfeltet optrædende sterke regionalmetamorfose har senere utvisket ethvert spor av de frembrudte eruptivmassers detaljformer og størrelse.

Likesom Rørosgruppen er ogsaa Bymarkgruppen gjennemsat, tildels fuldstændig gjennemvævet, av større og mindre eruptivinjektioner av forskjellig petrografisk karakter. Av disse maa i første række nævnes den saakaldte protogingranit i nærheten av Trondhjem (tildels indenfor bygrænsen), samt flere med den nærbeslegtede mindre mægtige hvite granitgange (trondhjemit-granodiorit). Disse hvite granitinjektioner er iagttat i alle grønstensstrøk, langt

¹⁾ Se bl. a. Bugge: Rennebu.

sjeldnere optrær basiske injektionsbergarter, saaledes gabbro i Meldalsskogen og omvandlede peridotiter ved Baukaunet i Strinden. Disse forskjelligartede eruptivbergarter synes delvis at være av forskjellig alder. Saavel bergarternes petrografiske karakter som deres indbyrdes aldersforhold vil bli nærmere utredet i kapitlet om Trondhjemsfeltets eruptivbergarter.

Geologisk-petrografisk beskrivelse av Hovindgruppen

En forholdsvis større del av Trondhjemsfeltets midtparti oppbygges av Hovindgruppen. En væsentlig del av Indherreds flate velopdyrkede marker ligger paa denne gruppes forskjelligartede skiferbergarter. Men gruppen er ogsaa anstaaende i høifjeldet, hvor bergarterne mange steder ved forvitring frembringer et rikt jordsmonn. De velkjendte fjeldbeiter paa et strøk mellem Merakerdalen og Tydalen ligger saaledes for den overveiende del paa Hovindgruppens skiferbergarter. Gruppen optrær: a) I et strøk av betydelig flateutstrækning fra Værdalen i nord via Stjørdalen og Hovind til Meldalen i sydvest. b) I et strøk mellem Insvandet i nord og Foldalen i syd. Gruppen er sandsynligvis ikke sammenhengende over hele denne strækning, men paa flere steder «tektonisk avsnoret» (se oversigtskartet).

Hovindgruppen (Høilandsgruppen opfattes i nærværende arbeide som en høiere horisont i Hovindgruppen) oppbygges av en hel række meget forskjelligartede bergartstyper. Da endvidere de regional-metamorfe kræfter har indvirket høist forskjellig paa de forskjellige steder, er resultatet ogsaa blit en rikdom paa forskjelligartede metamorfe facies. Lerskifer optrær saaledes i alle metamorfosestadier op til glimmerskifer, mergelskifer i alle metamorfosestadier op til kalksilikatgneis osv. De optrædende bergarter er ved siden av lerskifere og deres forskjellige omvandlingsprodukter, sandstene, sparagmitter, konglomerater, kalkstene og grønstene (porfyriter) i forskjellig metamorf utforming.

Lerskifer og mergelskifer med overgang til lerglimmerskifer har for den overveiende del følgende mineralselskap: kvarts, plagioklas (oligoklas-albit), klorit, muscovit og kalkspat. Strukturen er tæt til finkorning, tekturen sterkt skifrig. Farven er vekslende, sort, graablåa til lysegraa. Lerskifer- og lerglimmerskiferbergarter optrær i størst mængde paa Høilandet, hvor de indgaar som et væsentlig led i den saakaldte Høilandsgruppe (Høilandsavdeling). De indgaar ogsaa i mindre mængde paa forskjellige steder langs østsiden av Trondhjemsfjorden (Hell—Hegre—Aasen). I Hovind-

gruppens østlige strøk langs riksgrensen spiller imidlertid lerskiferbergarter en helt ubetydelig rolle.¹⁾

I lerskiferbergarternes højere metamorfe facies, fylliter og glimmerskifere, indgaar ved siden af de foran nævnte mineraler ogsaa i almindelighed biotit og granat sammen med epidotmineraller, hornblende og jernerts (magnetit, svovlkis). Strukturen er hos fyllit tæt til finkornig, hos glimmerskifer finkornig til normal-kornig (krystalloblastisk granoblastisk). Teksturen er hos begge facies stærkt skifrig. I Levangertraktens stærkt metamorfe strøk er disse bergarter meget almindelig, ligeledes i Merakerprofillets vestlige del mellem Ranheim og Hell stationer. De optræder forøvrig i alle Hovindgruppens forskellige strøk. Med tiltagende kvartsgehalt gaar bergarterne over i kvartsrige glimmerskifere eller glimmerførende kvartsiter, med tiltagende kalkspatgehalt gaar de over i kalkglimmerskifere (ved stærk metamorfose i kalksilikatgneisbergarter, saaledes ved Volden ved Helgeaaen).

Sandstenens mineralselskab er i det væsentlige flg.: kvarts, sur plagioklas, kalkspat, klorit, muscovit, epidot-klinozoisit og mere undtagelsesvis tyndstængelig grøn hornblende. I den lysegraa sandsten (kalksandsten) fra Høvind og Hegre indgaar hovedsagelig kun kvarts og kalkspat, i den grønfarvede, tildels grønstenslignende sandstensbergart fra Sundalen indgaar endvidere i forholdsvis stor mængde klorit, epidotmineraller og hornblende. Den lysegraa og grønne varietet er ved overgangsled forbundet med hverandre. Strukturen er i almindelighed finkornig, teksturen er masseformet. Sandstene indgaar som et meget væsentlig led i Hovindgruppens opbygning. I de lavere horisonter optræder bergarten i almindelighed i form af tynde bænke i stadig veksellagring med lerskiferbergarter, i de mellemste horisonter træder skiferbergarterne mere tilbage og sandstenen faar her sin største udbredelse. I gruppens højere horisonter, som dog paa mange steder ikke er kommet til udvikling, er sandstenen af kvantitativ mindre betydning (f. eks. paa Høilandet).

TÖRNEBOHM,²⁾ hvis «Hovin-gruppe» omfatter Hovindgruppens laveste og mellemste horisonter og hvis «Høilandets-gruppe» omfatter Hovindgruppens højere horisonter, skriver i overensstemmelse hermed: «I det store hele synes de længe bergarterne være mera förherskande i gruppens nedre del, de sandiga deremot i dess öfre» og videre: «Høilandets grupp består öfvervägande af mestadels grå stundom brunaktig lerskiffer.»

Naar sandstensbergartens feltspatgehalt tiltar, gaar bergarten petrografisk over i spargmit. Denne bergart er meget udbredt i

¹⁾ Analyse af lerskifer fra Haarsjøen (Haarsjøen) tilhørende dette strøk findes omtalt af Kjerulf: Om nogle udførte analytiske arbejder, Nyt Mag. for Nat. Bd. 8, s. 173.

²⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 87 og 88.

Hovindgruppen, saaledes i trakterne omkring Jonsvåhødet nær Trondhjem.

Under indvirkning av foldningskræfterne (stresskræfterne) gaar sandstenen over i den metamorfe facies kvartsit. Ved siden av kvarts optrær i denne bergart ofte biotit og jernertser, undtagelsesvis ogsaa granat (f. eks. ved Kvegjerdet syd for Malvik). Den hvite granatførende kvartsitbergart har makroskopisk stor likhet med forskjellige gråhulitlignende typer. Strukturen er tæt til finkornig. Teksturen svakt skifrig.

Konglomeratbænke har stor utbredelse inden Hovindgruppen. De optrær i størst mængde i gruppens mellemste horisonter, desuten ogsaa i gruppens aller øverste horisonter over Høilandsgruppen (saaledes paa Kjølhaugene og i trakterne omkring Lundemo). Konglomeratet fra Hovindgruppens mellemste horisonter fremtrær med karakteristisk utvikling i Merakerprofillets avdeling mellem Hell og Hegre stationer. Forøvrig indgaar de som et væsentlig bygningsled i Hovindgruppens forskjellige strøk. Konglomeraterne er i almindelighet polygene. I Hell-konglomeratet har jeg saaledes fundet følgende bergartstyper repræsenteret: hvit granit (trondhjemit, granodionit) med forskjellig strukturutvikling (tæt, finkornig, normalkornig, porfyrisk), grønsten (tæt og finkornig, aldrig normalkornig), sandsten og kvartsit (med lidt veksellende karakter), blaakvarts, lerskiferbergart og kalksten. Mellem Hell station og Reppe teglverk har jeg paa etpar steder fundet konglomeratboller, der viser sandsten og lerskifer i veksellagring (bollerne er metamorfoseret). Den alt overveiende del av bollerne bestaar av hvit granit. Bollerens størrelse er i almindelighet nævstore. I Hopla i Aasen optrær et grovbollet konglomerat, hvor bollerne ofte naår op til hodestørrelse. Ogsaa her indgaar de samme bergartstyper som i Hellkonglomeratet.

I Lyngestenens konglomerat ved Lundemo optrær væsentlig kun boller av kvartsit og kalksten. Helt underordnet indgaar endvidere enkelte boller av hvit granit og lerskifer. I kalkstensbollerne har KJERULF¹⁾ i 1874 fundet fossiler, som synes at antyde, at kalkstenen hører hjemme i Høilandsgruppen. Jeg har paa en tur senhøstes 1918 besøkt dette konglomerat. Kalkstensbollerne har en tæt struktur og en graahvit til svakt gullig farve. Bergarten minder petrografisk meget sterkt om Høilandets kalkstene. Sikre bestembare fossiler har jeg imidlertid ikke kunnet paavise. (Utydelige spor av en favositeslignende koral har jeg dog iagtatt i flere boller). Efter de foreliggende opplysninger representerer saaledes Lyngestenens konglomerat en yngre dannelse end Høilandsgruppen. Dette forhold er ogsaa i fuld overensstemmelse med Guldalsprofillets tekto-

¹⁾ Brøgger: Fossiler fra det Trondhjemske, side 106.

nik, ifølge hvilken bergarten omkring Lyngestenen indgaar som Ler—Hovindmuldens yngste dannelsesled.

Jevnaldrende med Lyngestenens konglomerat er muligens Kjølhaugenes konglomeratbænke. Jeg har besøkt de derværende konglomerater i 1915. De er tildels noksaa sterkt metamorfoseret, og optræer i veksellagring med glimmerskifere og lerglimmerskifere. I en nærliggende skiferhorizont fandt GETZ i 1885 og 86 oversiluriske (gammel terminologi) graptoliter. Efter dette fossilfund repræsenterer Kjølhaugenes bergarter (konglomerater og skifere) Hovindgruppens (og Trondhjemsfeltets) høieste stratigrafiske horisonter, de er saaledes med sikkerhet likesom Lyngestenens konglomerat yngre end Høilandgruppen.

I Hovindgruppens østre strøk optræer paa vestsiden av Glommen mellem Sætersjøen i nord og Foldalen i syd et i literaturen allerede flere gange omtalt konglomerat. Bollerne bestaar for den overveiende del av hvidt granit, i underordnet mængde indgaar kvartsit og amfibolit. Grundmassen er glimmerskiferagtig udviklet. Dette konglomerat er av TÖRNEBOHM¹⁾ uten nogen begrundelse henført til Singsåsgruppen, av SCHETELIG²⁾ derimot paralleliseret med Høilandets breccieskifere (se herom senere). Paa grund av den petrografiske karakter og geologisk-stratigrafiske stilling maa imidlertid konglomeratet henføres til Hovindgruppen. Det ligger i Vangsaasen (ved store Tallsjøen) med N-lig strøk og W-lig fald direkte over tyndpladig graagrøn lerglimmerskifer (karakteristisk Hovindgruppebergart). Under denne bergart ligger i Kotberget normalutviklet grønstenslava (variolitisk og porfyritisk), som straks øst for toppen atter overleirer den samme graagrønne lerglimmerskiferbergart. Kotbergets grønsten maa saaledes opfattes som en grønstensorhorizont i Hovindgruppen. Konglomeratet ligger tilsyneladende over denne og er saaledes sandsynligvis en yngre dannelse. Profilet vestover til Vingelen gruber er over adskillige kilometer helt overdækket og gir ingen oplysning om Hovindgruppens tektonik i dette strøk. Der foreligger imidlertid en svak mulighed for, at konglomeratbænkene i Vangsaasen er inverteret, de er isaafald ældre end grønstensorhorizonten. Herpaa tyder den omstændighet, at grønste nboller hittil ikke er iagttat i konglomeratet. I de øvrige E—W-gaaende profiler, som jeg har oppaaet i disse trakter (Os—Vandgrøfta og Foldalens profil), har jeg paa grund av overdækning ikke fundet dette konglomerat. Dets stratigrafiske plads i Hovindgruppen maa derfor foreløbig ansees som ubestemt. Petrografisk er det dog stor overensstemmelse mellem dette konglomerat og konglo-

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavien bergbyggnad, side 94 og 95.

²⁾ Holmsen (og Schetelig): Tekst til geologisk oversigtskart over Østerdalen—Fæmunds-Strøket, side 20.

meraterne i Stjørdalen-Aasen. Endel av disse er ældre, endel yngre end Hovindgruppens vulkanske periode.

I Hovindgruppens østre strøk er der hittil ikke funnet fossiler andre steder end paa Kjølhaugene og ved Brenna (i Merakerprofilen). Kun paa disse steder foreligger der saaledes sikre aldersbestemmelser. Kjølhaugenes konglomerater kan dog neppe med nogen væsentlig berettigelse paralleliseres med Vangsaasens konglomerater. Petrografisk er imidlertid konglomeraterne paa disse steder ikke helt ulik hverandre, forøvrig findes dog intet forbindelsesled.

Konglomeratbollerne er som regel omgitt av et tyndt skikt kalkspat. De optrær i almindelighet med omtrent den samme petrografiske karakter (struktur og mineralselskap) som paa primærforekomst. Metamorfosen synes saaledes at ha foregaaet, førend bergarternes transport fandt sted; foldningskræfter har været i virksomhet allerede før konglomeraternes dannelse. Derfor taler endvidere den omstændighet, at bollernes teksturflater som regel gaar uavhengig av konglomeratbænkens skiffrighet.

Konglomeratgrundmassen viser likesom konglomeratbollerne paavirkning av regionalmetamorfe kræfter. Jeg har gjenemgaaet en række mikroskopiske præparater av grundmassen i de temmelig sterkt omvandlede konglomerater paa strækningen Hell til Levanger. Mineralselskapet er i det væsentlige følgende: kvarts, muscovit og klorit, tildels ogsaa epidot, tyndstænglig hornblende og kalkspat ved siden av enkelte accessoriske mineraler. Der har saaledes funnet sted en sterk nydannelse av grundmassens mineralselskap; de færdigdannede konglomerater har ogsaa deltatt i foldningsprocesserne. I enkelte av Stjørdalens konglomerater er dog grundmassen merkbart svakere metamorfosert end bollerne. Men stort seet viser boller og grundmasse omtrent samme metamorfosestadium.

De fleste av de bergartstyper, som findes repræsenteret i konglomeraternes boller, indgaar som bygningsled i Hovindgruppen. Hovindgruppens konglomerater er saaledes intraformationale.

I tilknytning til konglomerater maa ogsaa omtales de i Hovindgruppen nok saa alm. pseudokonglomerater eller «kvartskakelag». Tynde sandstensbænke i vekselagning med lerskiferhorizonten av ubetydelig mægtighet vil under stresspaavirkning ofte anta konglomeratlignende teksturutvikling. Ved stressets indvirkning vil sandstenslagene let «avslites» og tilrundes, hvorved lagene erholder et bollelignende utseende. Like ved hovedveien i nærheten av Reppe teglverk optrær et slikt pseudokonglomerat i meget karakteristisk utvikling. Her kan let iagttages, hvorledes «konglomeratet» i strøkretingen gaar over i normal skiferbergart med talrike indleirede sandstensbænke. Ogsaa ved Vikfjæren syd for Vaattan i Stjørdalen er utviklet et karakteristisk pseudokonglomerat. (Begge disse forekomster er tidligere omtalt). Det i Trondhjemsfeltet mest

bekjendte pseudokonglomerat optræer i Gulagruppen (det reviderede lagsystems Rørosgruppe, centralstrøket) straks vest for Gudaa station. Dette «konglomerat»¹⁾ er allerede tidligere beskrevet af KJERULF²⁾ og har siden paakaldt alle de forbireisende geologers opmærksomhet. BÄCKSTRÖM³⁾ har saaledes leveret en indgaaende beskrivelse af «kvartskagelaget». Han hævder likesom KJERULF i «Merakerprofilet», at konglomeratdannelsen er et stressfænomen. Andre forskere, saaledes GEIKIE,⁴⁾ REUSCH⁵⁾ og SVENONIUS⁶⁾ har derimot antat «kvartkakelaget» for en ordinær konglomeratdannelse. Pseudokonglomeratet ved Gudaa er imidlertid teksturelt fuldstændig identisk med Hovindgruppens pseudokonglomerater. Kun viser bergarterne paa det førstnævnte sted en højere metamorfosegrad, sandstenen er saaledes her omvandlet til kvartsit og lerskiferbergarten til glimmerskifer, lokalt til kalksilikatgneis.⁷⁾ Da pseudokonglomeratet i strøkretning gaar over i normalkornige glimmerskiferbergarter med indleirede kvartsitlag, er konglomeratkarakteren saaledes med sikkerhet sekundær, fremkommet under metamorfosen. Analoge pseudokonglomerater omtales ogsaa af REUSCH⁷⁾ fra Bergefjeld paa Bømmeløen. Pseudokonglomeratdannelsen er saaledes ikke noget isolert fænomen for Hovindgruppen (eller Trondhjemsfeltet forøvrig), disse «konglomerater» er derimot almindelig udbredt i alle strøk med regionalmetamorf utvikling.

Kalkstenen af forskjellig metamorfosegrad er en meget udbredt bergart i Hovindgruppen. I størst mængde optræer den i gruppens højere horisonter paa Høilandet, i den saakaldte Høilandsgruppe. Som følge af disse traktens svake metamorfose fremtræer Høilandets kalkstene strukturelt med temmelig uforandret (primær) karakter. Flere af de her optrædende bænke er sterkt fossilførende. Farven er lidt vekslende, den varierer i almindelighet mellem lysegraa og svakt lysegul. Strukturen er tæt til finkornig, teksturen er masseformet. Hovindgruppens øvrige mere metamorfe kalkstene tilhører for den væsentlige del gruppens laveste og mellemste horisonter. De er alle temmelig sterkt marmoriseret og forholdsvis fossilfattige. Strukturen er i almindelighet finkornig til normalkornig, farven

¹⁾ Ordet «kvartskakelag» hitrører fra Keilhau, der har benyttet dette uttryk om lignende dannelser i Portfjeld (Reise i Jemtland og Nordre Trondhjems Amt i Sommeren 1831, side 102).

²⁾ Kjerulf: Merakerprofilet, side 86 o. v.

³⁾ Bäckström: Om «kvartskagelagren» vid Gudå, Norge.

⁴⁾ Reusch: Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift, side 8.

⁵⁾ Svenonius: Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde, side 636 o. v.

⁶⁾ Se Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, III, side 31.

⁷⁾ Reusch: Bømmeløen og Karmøen med omgivelser, Kristiania 1888, side 139.

som regel snehvit. Av kalkstensbænke fra disse horisonter kan nævnes kalkstensbænkene ved Nyhus, Brenna og Levring (eller rettere Stene) i gruppens aller laveste horisonter og kalkstensbænkene ved Aasen station og Hellem i høiere liggende horisonter (sand-synligvis tilhørende gruppens mellemste horisonter, forholdet til Høilandsgruppen og Kjøllhaugenes—Lyngestenens konglomerat-horisonter er imidlertid ukjendt). — I Høilandets forskjellige kalkstene har jeg og mine assistenter for endel aar siden (i 1915 og 18) fundet en række forskjellige fossiler, dog vistnok ingen tidligere ukjendte former. Jeg har ogsaa søkt efter fossiler i de mere metamorfe kalkstene i trakten mellem Værdalen og Merakerdalen, dog uten positivt resultat. Metamorfosen har her som regel virket marmoriserende i saa sterk grad, at alle spor av fossiler er utvisket. Kun lokalt er utydelige fossilspor blit fremfundet, disse er dog ikke tilstrækkelig til en sikker aldersbestemmelse.

Analysen er utført av en række av Hovindgruppens forskjellige kalkstene. Av A/S Meraker Brug ved hr. disponent HØY, av A/S Vestlandske kalkbrud og eiendomskompagni ved hr. disponent BRUCE, samt av herrerne R. KLINGENBERG, A. BUCH, H. P. JENSSEN og T. E. SOLBERG har jeg mottatt ialt over 100 forskjellige analyser av disse kalkstene. Nedenfor er gjengitt endel gjennemsnittsanalyser fra de mere bekjendte brud.

Kalksten, Brænna.

SiO ₂	3,24
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,47
MgCO ₃	0,70
CaCO ₃	95,66

Kalksten, Holan.

SiO ₂	1,38
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,44
MgCO ₃	3,23
CaCO ₃	94,97

Kalksten, Korhammeren.

SiO ₂	}	1,4
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃		
MgCO ₃	2,4	
CaCO ₃	96,2	

Kalksten, Stavlo.

SiO ₂	0,73
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,24
MgCO ₃	0,64
CaCO ₃	98,46

Kalksten, Hellem.

MgCO ₃	0,92
CaCO ₂	95,25

Gehalterne i samme kalkstensbænk er ofte sterkt vekslende paa forskjellige steder. Alle analyser er imidlertid karakteriseret ved en høi gehalt av CaCO₃ og en lav, i almindelighet ubetydelig, gehalt av MgCO₃.

Tilsyneladende konkordant indleiret mellem Hovindgruppens forskjellige sedimentbergarter optrær paa flere forskjellige steder grønstensbænke av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens grønstene, saaledes i strøket mellem Værdalen og Forbordfjeld, i flere strøk mellem Merakerbanen og Guldalen samt i strøket vest for Glommen mellem Harsjøen og Foldalen, endvidere ogsaa paa Høilandet. De førstnævnte av disse grønstensstrøk er av TÖRNEBOHM¹⁾ opfattet som tilhørende den under Hovindgruppen beliggende Størengruppe. Under min kartlægning av trakterne omkring Jonsvandet fik jeg imidlertid den opfatning, at de her optrædende grønstensbænke direkte repræsenterer vulkanske perioder inden Hovindgruppen, saaledes at grønstensbænkene er yngre end sin liggbergart, ældre end sin hængbergart²⁾. I profilet Skognekjølen—Eid—Sagaasen (i den nordlige del av Høilandet) optrær likeledes grønstensbænke av normal typus tilsyneladende konkordant indleiret Høilandsgruppens forskjellige sedimentfacies. De her optrædende grønstensbænke stikker imidlertid tungeformig ut fra det nordenfor liggende grønstensstrøk og repræsenterer saaledes med sikkerhet oppressede sadler av Bymarkgruppen. Om forholdene øst for Trondhjem omkring Jonsvandet er analog forholdene i den nordlige del av Høilandet vil vel for tiden vanskelig kunne avgjøres. Foldningernes sterke utvalsning i forbindelse med bergarternes gjennomgripende metamorfose legger hindringer iveien for spørsmålet løsning. Men efter de undersøkelser, jeg hittil har utført, synes ihvertfald grønstensstrøkene Værdalen—Forbordfjeld og Harsjøen—Foldalen samt grønstensfelterne i den midtre og søndre del av Høilandet at tilhøre Hovindgruppen (resp. «Høilandsgruppen»).

Grønstensstrøket mellem Vinne i Værdalen over Levanger, Skogn og Stokvola til Forbordfjeld i Stjørdalen er i geologisk habitus fuldstændig analogt Bymarkgruppens forskjellige felter. Grønstensstrøket bestaar væsentlig av grønsten med indleirede kvartsitbænke (jaspisbænke), i de øverste horisonter er grønstenskonglomerat i almindelighet utviklet. Grønstenen er av samme petrografiske karakter som Bymarkgruppens grøn-

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 88.

²⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 44—45.

stensbergart. I jernbaneskjæringer i Skogn er den etpar steder utviklet med lange tynde hornblendenaale, saa at bergarten faar et «naalestens»lignende utseende (Naalesandsten, beskrevet av REUSCH, er derimot en regionalomvandlet sandstensbergart med smaa metamorfe hornblendenaale, se tegning i «Nogle af Merakerprofilens bergarter»). Grønstenkonglomeratet er likesom i Bymarkgruppen lidt forskjelligartet utviklet paa de forskjellige steder. I den nordlige del av strøket mangler det fuldstændig. Ved Langstein fører konglomeratet boller av hvit granit, finkornig til tæt grønsten, kvartsit, jaspis og kalksten i en grønstensskiferlignende grundmasse. Omtrent 80 % av bollerne har ellipsoidisk form, de resterende 20 % har kantform. Bollerens størrelse er i almindelighet under etpar cm. i diameter, sjelden er bollestørrelsen 5 cm. eller derover. I profilet Aasen—Markabygden er grønstenkonglomeratet meget karakteristisk utviklet. Medens konglomeratets øverste horisonter her viser samme utvikling som konglomeratet ved Langstein, er de lavere horisonter (øst for Strømsbroen) helt forskjelligartet utviklet. Paa nordsiden av Movandet viser saaledes grønstenkonglomeratet følgende utseende: Finbollede konglomeratzoner av etpar cm. tykkelse optrær i parallelle rækker i en tilsynladende tæt masseformet grønstenmasse. Avstanden mellem rækkerne er i almindelighet omkring $\frac{1}{2}$ m. Mot øst forsvinder konglomeratzonerne fuldstændig og bergarten gaar over i en normal masseformet grønstensbergart. Ved Borgsaasen nordøst for Levanger slynger grønstensstrøket sig halvcirkelformig omkring aasens østende. Her optrær likesom paa Tomsetaasen i Bymarkgruppens omraade kalkstensbænke av lidt vekslende mægtighet. Kalkstenen er temmelig stærkt marineret, farven er hvit til svakt gullig. En række analyser foreligger fra forskjellige brud. Fra Østborg og Storborg kalkstensfeiter har jeg av A/S Meraker Brug, A/S Vestlandske kalkbrud og eiendomskompagni, samt av hr. ingeniør R. KLINGENBERG mottat ialt over 70 forskjellige analyseresultater. Nedenfor er kun gjennemsnitsanalyser opført.

Kalksten, Østborg.

SiO ₂	1,9
Al ₂ O ₃	2,1
Fe ₂ O ₃	0,7
MgCO ₃	1,5
CaCO ₃	93,8
P ₂ O ₅	0,013
S	0,06

I almindelighet ligger gehalten av CaCO₃ mellem 98 % og 92,5 %.

Kalksten, Storborg.

CaCO ₃	97,82
-------------------------	-------

Ogsaa ved Kjønstad vest for Levanger optrær kalksten i en grønstenslignende bergart, vistnok tilhørende Østborgs og Storborgs stratigrafiske horisont. Av ingeniør KLINGENBERG har jeg mottat analyseresultater fra forskjellige dele av feltet. Nedenfor er kun oppført en gjennomsnitsanalyse for hele bruddet.

Kalksten, Kjønstad.

CaCO₃ 98,12

Trondhjemsfeltets kalkstene er kemisk meget nærbesleget.¹⁾ De er i alle formationsgrupper karakteriseret ved høi CaO-gehalt og lav MgO-gehalt. CaCO₃-gehalten ligger i almindelighet mellem 93 og 98 %, MgCO₃-gehalten mellem 1 og 4 %.

Mellem Merakerbanen og Guldalen optrær i trakten omkring Jonsvandet (Malvik—Brøttem) flere parallele grønstensstrøk av petrografisk og geologisk samme karakter. De tilhører som allerede tidligere omtalt muligens Bymarkgruppens grønstensstrøk, mest sandsynlig repræsenterer de imidlertid en og samme lavahorisont i Hovindgruppen, ved foldningsprocesser flere gange opfoldet i dagen. Paa Solemsaasen nord for Jonsvandet har jeg ogsaa iagttaget grønstenskonglomerat i den derværende grønstensbænkens øverste horisont. De samme grønstensstrøk er ogsaa synlige i veiskjæringerne mellem Heimdal og Brøttem (i nærheten av Trangfossen).

Grønstensstrøkene paa vestsiden av Glommen optrær sammen med karakteristiske Hovindgruppe-bergarter, sandstene, konglomerater og lerskifer. De er ikke sammenhengende, men danner flere helt adskilte felter. Mægtigheten er i almindelighet forholdsvis liten (100 m. eller deromkring), kun i profilet Os—Vandgrøfta naar den betragtelige dimensioner. Grønstenen er ogsaa her av samme karakter som Bymarkgruppens bergart, flere steder, saaledes i Kotberget vest for Tolgen, viser grønstenen slakkestruktur. Den er saaledes med sikkerhet en effusivbergart. Indleiringer av kvartsiitbænke er ogsaa iagttaget. BUGGE²⁾ har flere gange omtalt disse grønstensstrøk. De er av ham muldeformig forbundet med Størengruppens grønsten fra Støren over Iglefjeld til Rennebu. Feltets tektonik udelukker imidlertid en slik forbindelse. Endvidere optrær grønstenen ved Støren som grænsebergart mellem to petrografisk helt forskjelligartede formationsgrupper, Hovindgruppen og Rørosgruppen (Gulagruppen); grønstenen i Vandgrøfta optrær derimot fullstændig indleiret i sandstens- og lerskiferbergarter, tilhørende en og samme formationsgruppe, Hovindgruppen. Grønstenskonglomerat har jeg hittil ikke iagttaget i disse strøk.³⁾

¹⁾ Kalkstensanalyser fra forskjellige bænke findes i Kjerulf: Merakerprofilet, side 110.

²⁾ Bugge: Rennebu, og Lagfølgen i Trondhjemsfeltet.

³⁾ Angaaende Schoteligs saakaldte breccieskifer, se nærværende arbeide side 81.

Paa Høilandet optræder Hovindgruppen med én frá de øvrige strøk temmelig forskjelligartet udvikling. Som allerede tidligere omtalt betegner de her optrædende sedimenter (og lavabergarter) en høiere horizont i Hovindgruppen. Da den petrografiske karakter ogsaa er temmelig forskjelligartet, er Høilandsformationen av ældre forfattere blit betegnet som selvstændig formationsgruppe under navn av Høilandsgruppen. I nærværende arbeide vil vi imidlertid kun opfatte Høilandsgruppen som en underavdeling av Hovindgruppen, benævnt Høilandsavdelingen, repræsenterende en høiere horizont i denne gruppe.

De paa Høilandet mest fremtrædende bergarter er forholdsvis umetamorfte lerskifer, lersandstene og kalkstene med fossiler fra etage 5 b. Sammen med disse bergarter optræder endvidere feltspat- og hornblendeporfyrit, grønstene og grønstenskonglomerater (jaspiskonglomerater). For at kunne erholde en klar forståelse av disse bergarters genesis og indbyrdes aldersforhold har jeg opgaaet en række forskjellige profillinjer over forskjellige dele av Høilandet. I dette arbeide har student KIIL været mig behjælpelig. Høilandsavdelingens mest instruktive profillinje gaar fra Kvernaasen nord for Morsjøen (Melhusbladet) i østsydøstlig retning over Gilhaugen, Almaasaasen og Katugleaasen til Grøtaasens vestskræning ved Grøtvandets sydende. I Grøtaasen dukker Bymarkgruppen sadelformig op i dagen og adskiller den vestenfor liggende Høilandsavdeling fra den østenfor liggende normalt udviklede Hovindgruppe. Langs denne profillinje ligger Høilandsavdelingen muldeformig direkte paa Bymarkgruppen, som med sin øverste horizont, grønstenskonglomeratet, ligger med svakt SE-lig fald paa Kvernaasen i vest og med svakt NW-lig fald paa Grøtaasen i øst. De for Hovindgruppen karakteristiske bergarter, sandstene, konglomerater og sparagmiter er saaledes ikke kommet til utvikling paa Høilandet. I Hovindgruppens første periode (tiden for dannelsen av etage 5 a) har derfor Høilandet sandsynligvis ligget over hav. Alle høidedrag er langs profillinjen opbygget av porfyrit, dels feltspatporfyrit, dels hornblendeporfyrit; i forsænkningerne (dalerne) staar kalksten og lerskifer. I høidedraget mellem Bøvra (ved Estenstad) og Gjerdet staar grønsten av samme typus som Bymarkgruppens bergart, i de lavere horisonter utviklet som grønstenskonglomerat (jaspiskonglomerat, jaspisbreccie).¹⁾ Denne bergart er med sikkerhet en lavabergart, sandsynligvis en av de aller yngste dannelser paa Høilandet. De optrædende porfyritbergarter er ogsaa efter al sandsynlighet effusiver. Porfyriternes mineralselskap er væsentlig følgende: grøn hornblende (ofte med tvillingdannelse efter (100), sur plagioklas, epidotmine-

¹⁾ Se ogsaa Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen, side 23.

raler og jernerts. Accessorisk indgaar titanit. Strukturen er porfyrisk. Makroskopisk minder Høilandets feltspat- og hornblendeporfyriter meget om Kristianiafeltets essexitlavaer, henholdsvis om labrador- og augitporfyriter. Analyser foreligger desværre ikke av Høilandsporfyriterne, mineralgesellschaften taler dog for, at alle disse bergarter er kemisk meget nærbeslegtet. Høilandsporfyriterne repræsenterer saaledes efter al sandsynlighed metamorfe facies av Kristianiafeltets porfyriter, karakteriseret ved plagioklasmineralernes avkalkning og pyroxenmineralernes uralitisering. I Almaasaasens vestlige skraaning optræer sammen med den derværende feltspatporfyrit en rødlig tufflignende bergart. Brecciestruktur er ogsaa flere steder iagttaget. Porfyriterne og de normalutviklede grønstene adskiller sig fra hverandre adskillig i petrografisk udvikling og geologisk habitus, kemisk staaer de dog hverandre nok saa nær. Da grønstensbænkene med sikkerhet repræsenterer submarine lavastrømme, kan muligens den forskjelligartede teksturutformning tyde paa, at porfyriterne i modsætning til grønstenen er kommet til eruption i dagoverflaten. Herfor taler vel tildels ogsaa porfyriternes sædvanlige mangel paa pynoklastisk material. Porfyriterne er imidlertid paa de fleste steder dækket av sedimentbergarter. Hvis porfyriterne derfor repræsenterer overflatestrømme, maa landet atter være blit sænket under hav til ny sedimentationsavsætning. Spørsmålet vil vel for tiden vanskelig kunne avgjøres med sikkerhet, dog synes ihvertfald porfyriternes effusive karakter at være fastslaaet. BRØGGER,¹⁾ som i midten av 70-aarene foretog detaljerte undersøkelser paa Høilandet, har derimot opfattet porfyritbergarterne som injektionsbergarter under navn av porfyragtige dioriter. Men TÖRNEBOHM,²⁾ som arbeidet i de samme trakter adskillige aar senere, syntes at være klar over porfyriternes effusive karakter. «Dessa grønstener (dels hornblendeporfyriter, dels plagioklasporfyriter)», skriver TÖRNEBOHM,²⁾ «åtföljas stundom af tuffartade bildningar, och sådana uppträda äfven såsom inlagringar i Høilandets lagerserie..... Af allt detta synes framgå, att grønstenseruptioner pågått under Høilandsgruppens skede.»

Paa grund av sin forholdsvis store erosionsmotstand staaer disse porfyritbergarter i alle Høilandets topper og høidedrag, og deres optræden som lokalt nok saa begrænsede lavahorisonter i forbindelse med den store række dislokationsspalter har vel for en væsentlig del bidrat til utformningen av det sterkt kupert skogterræng, som i saa utpræget grad er karakteristisk for hele Høilandet.

¹⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen, se bl. a. side 26.

²⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 89.

Foruten i grønstensformationen mellem Bøvra og Gjerdet er grønstenskonglomerat (jaspiskonglomerat) ogsaa iagttaget flere andre steder paa Høilandet, saaledes ved Gaustadbakken med temmelig stor mægtighed og i strøket Høilandets kirke—Jønland med ganske ubetydelig mægtighed (kun nogle meter). Paa de to sidstnævnte steder optræder konglomeratet ikke i forbindelse med grønsten, ved Gaustadbakken optræder det sammen med en graa til rødlig lersandsten, ved Jønland sammen med en rød skifer, som ialfald tildels har en vulkansk tuffkarakter (en lignende rød skifer har jeg iagttaget i vulkanstrøket paa Stord). Efter al sandsynlighed optræder saaledes grønstenskonglomerat (jaspiskonglomerat) i flere forskellige stratigrafiske nivåaer. Denne formodning er allerede tidligere fremsat af BUGGE¹⁾ (i 1912). BRØGGER²⁾ var imidlertid under sit arbejde paa Høilandet i 70-aarene ikke opmærksom paa tilstedeværelsen af flere forskellige jaspiskonglomerater (eller jaspisbreccier). Saaledes blev Vikaasens kalkstene af ham opfattet som yngre end Katugleaaens kalkstene, da de første ligger over; de sidste under resp. jaspiskonglomerater. Det virkelige forhold er imidlertid, at det under Vikaasens kalkstene staaende jaspiskonglomerat repræsenterer Bymarkgruppens øverste horisonter og det over Katugleaaens kalkstene staaende konglomerat (j: Gaustadbakkens jaspiskonglomerat) en højere horison i Høilandsavdelingen. Begge kalkstene blir som følge derav af tilnærmet samme alder, muligens helt ekvivalente. Dette fremgaar bl. a. af følgende forhold: Grønstenen i foten av Vikaasen tilhører en fra nord mot syd fremskyttende tunge av Bymarkgruppens grønsten i Bjørsetknippen og Sagaasen, denne bergart er i marken fulgt kontinuert lig fra Vikaasen over Vennaslottet paa vestsiden av Broka til Sagaasen. Vikaasens jaspiskonglomerat tilhører saaledes med sikkerhet Bymarkgruppen. Gaustadbakkens jaspiskonglomerat ligger derimot tilsyneladende fuldstændig konkordant indleiret Høilandsavdelingens forskjellige sedimentbergarter. Da dislokationsspalter ikke er markeret i det omkringliggende terræng, kan dette konglomerat neppe tænkes at repræsentere et oppresset flak av Bymarkgruppens grønstenskonglomerat. Endvidere har Gaustadbakkens jaspiskonglomerat med sine mange kantede stene og Bymarkgruppens ordinære grønstenskonglomerat et temmelig forskjelligartet utseende. Heller ikke har jeg nogen gang iagttaget den over Gaustadbakkens jaspiskonglomerat staaende rødlige sandsten som basaldannelse i Høilandsavdelingen (eller Hovindgruppen). Denne sandsten tilhører vistnok en av avdelingens højere horisonter. Alle disse forhold synes saaledes at tyde paa, at Gaustadbakkens jaspiskonglomerat er en fra Bymarkgruppens grønstenskong-

¹⁾ Bugge: Lagfølgen i Trondhjemsfeltet, side 8.

²⁾ Brøgger l. c. side 23.

lomerat helt forskjelligartet dannelse, sandsynligvis tilhører den en stratigrafisk høiereliggende horisont.

Foruten profilet Kvernaasen—Grøtaas har jeg ogsaa opgaaet en række andre profiler paa Høilandet, saaledes profilet fra Eid (ved Aanørens sydende) i østsydøstlig retning til Broka og profilet fra Vikaas i østsydøstlig retning over Vehn (eller Ven) til Grøtaas. I den førstnævnte av disse profillinjer (tildels tidligere omtalt) ligger et mindre parti av Høilandsavdelingen traugformig indeklemt mellem to mot syd fremskytende tunger av den nordenfor liggende Bymarkgruppe. Den vestligste av disse tunger (Myraasens grønsten) trænger mot syd helt frem til Bøvra, den østligste endda lænere mot syd, over Vennabakken helt frem til Skjærsjøen. I den sidstnævnte profillinje ligger Vehns lerskiferbergarter og kalkstene (kjendt ved sine fossilforekomster) muldeformig sammenpresset mellem Vennabakkens og Grøtaasens ophvævede grønstensstrøk.¹⁾

Den østligste av de fra nord fremskytende grønstenstunger er grønstenen i Grøtaasen. Denne strækker sig som en skarpt opstikkende sadel fra Klevaammeren i sydvestlig retning over hele Sundsetkjølen. Paa nordvestsiden ligger de milde Høilandsskifere, paa sydøstsiden de kompakte sandstens- og sparagmitbergarter; begge bergartstyper direkte over Bymarkgruppens grønstenskonglomerat (jaspiskonglomerat). Om Sundsetkjølen grønstenssattel ogsaa strækker sig sydvest for hovedveien Hovind—Krokstad er endnu ukjendt. Muligens staar den i forbindelse med Bymarkgruppen i Graaammeren. Isaafald ligger hele Høilandsavdelingen traugformig indesluttet i Bymarkgruppen, den kommer saaledes ingen steder i direkte kontakt med Hovindgruppens østenforliggende sandstensavdeling (paa oversigtskartet er Sundsetkjølen grønsten ikke forbundet med grønstenen i Graaammeren, men avbrudt i trakten omkring Espaaen).

Flere av de øvrige profillinjer viser ofte en tilsyneladende gjentagelse av bergbygningen, sandsynligvis som følge av forhaandenværende forkastningslinjer. Disse forkastningslinjer gaar hovedsagelig i retningen NNE efter dype, tildels steile dalkløfter, delvis ogsaa i retningen lodret derpaa. Ved disse dislokationslinier er store dele av Høilandet blitt opspaltet i mere eller mindre rektangulære former omtrent som enkelte partier av rombeporfyromraadet i Kristianiafeltet. I Høilandets sterkt skogdækkede terræng med den rike vegetation falder imidlertid bestemmelsen av dislokations-spalterne meget vanskelig. Førend detaljkartlægningen i disse trakter (Melhusbladet) er tilendebragt, tør jeg ikke komme nærmere ind paa spalternes antal, deres forskjellige strøketninger eller de resp. spranghøider.

De forskjellige bergartstypers, mineralselskap og struktur viser,

¹⁾ Se Brøgger l. c. side 8, fig. 2.

at Hovindgruppen for den væsentlige del er utformet under de fysikalsk-kemiske forhold, der er herskende i GRUBENMANNNS¹⁾ øverste regionalzone. Klorit optræer som standard-mineral i de fleste av gruppens bergarter, i de mere metamorfe partier indgaar endvidere biotit, som i almindelighed fremtræer som omvandlingsprodukt av klorit.²⁾ I de sterkest metamorfe strøk omkring Levanger og Værdalen indgaar endvidere granat, samt undertiden nydannede kalksilikatminerale.³⁾

Hovindgruppens bergarter viser omtrent overalt sterke foldninger og krusninger. Forkastninger⁴⁾ vanskeliggjør endvidere nøiagtige mægtighetsangivelser. Av de hittil utførte undersøkelser fremgaar imidlertid med sikkerhet, at mægtigheten er sterkt vekslende paa de forskjellige steder.

I Guldalsprofilet mellem Ler og Haga fremtræer Hovindgruppen med forholdsvis stor mægtighet (se pl. 18, fig. 3). Saavel KJERULF⁵⁾ som BRØGGER⁶⁾ har fremsat beregninger over gruppens mægtighet i denne profillinje. BRØGGER, som opfatter linjen Svarttjern—Ørnåasen som en inverteret saddel, er kommet til en mægtighet paa ca. 3300 m. Ifølge den tidligere fremstillede forklaring av Guldalsprofilets tektonik optræer imidlertid Hovindgruppen langs denne strækning muldeformig med Sandaaens horisont (muldens centralakse) som yngste dannelsesled. For mægtighetsberegningen er dog dette forhold uten betydning, og BRØGGERs tal vil saaledes kunne oprettholdes. Petrografisk kan Hovindgruppen langs ovennævnte profillinje inddeles i 3 stratigrafiske avdelinger (som med overgange er forbundet md hverandre):

- c. (øverst). Mægtige konglomerater med lerskiferbergarter.
- b. Mægtige sandstensbænke.
- a. Lerskiferbergarter og tynde sandstensbænke.

Avdelingerne *a* og *b* tilhører efter KJÆR etage 5 a. Fossiler er her fremfundet saavel i sandsten som i lerskifer (se kapitlet om fossilfund i Trondhjemsfeltet). Til avdeling *c* hører bl. a. det tidligere omtalte Lyngestenskonglomerat, som sandsynligvis er yngre end KJÆRS etage 5 b (se side 80). Mellom avdelingerne *b* og *c* ligger Høilandsavdelingens dannelser. Høilandsavdelingen er saaledes ikke kommet til utvikling i Guldalsprofilet. Kalkstenene i lin-

¹⁾ Grubenmann: Die kristallinen Schiefer.

²⁾ Dette forhold har jeg iagtatt i en række mikroskopiske præparater av lerskifer-sandstensbergarter fra trakterne omkring Jonsvandet.

³⁾ Granat- og kalksilikatdannelsen foregaar under adskillig høiere temperatur- og trykværdier.

⁴⁾ Forkastningslinierne i trakten Aasen—Frosta er sterkt markeret i terrænet. Liniernes strøkretning er her NE.

⁵⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, II, side 27.

⁶⁾ Brøgger: Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen, side 21.

jen. Damtjern—Høgaasen¹⁾ er sandsynligvis ældre end trinucleus-sandstenen, de repræsenterer i profillinjen de lavere horisonter i afdeling a.

I Orkedalsprofilen mellem Kalstad og Bruholt ligger Hovindgruppens bergarter sterkt foldet, ogsaa her med en forholdsvis betydelig mægtighed. I nord hviler Kalstadkalken direkte paa Bymarkgruppens øverste horisonter. Ved Kalstad er faldet steilt N-lig og lagene saaledes inverteret. Efter BRØGGER²⁾ og KJÆR³⁾ maa Kalstadkalken paralleliseres med Høilandets kalkstene (ved Vehn, Stensæt og flere andre steder). De mægtige sandstensbænke med indleirede lerskiferbergarter mellem Meldalens kirke og Bruholt blir følgende yngre end Høilandsavdelingen. Men mangel paa fossilfund umuliggjør en nærmere aldersbestemmelse. Bergingeniør BORCHGREVINK fandt sommeren 1918 en i Trondhjemsfeltet hittil ukjendt fossilform. Fossiliet blev indsendt til professor KJÆR til bestemmelse. Paa anmodning har KJÆR herom velvilligst meddelt mig følgende: «Ingeniør BORCHGREVINKS fossil er fundet i km. vest for Øian ved Orkla i Meldalen. Det er en stor Ischadites. Vi (J: KJÆR og HOLTEDAHL) har ikke kunnet identificere den med nogen tidligere kjendt art. Slegten levet fra Ordovicium til Devon og denne form kan derfor ikke ansees som noget ledefossil.» Kalkstene av petrografisk samme karakter som Kalstadkalken danner paa en række punkter i Meldalen Hovindgruppens basalhorisonter. De optræder saavel i vest paa Reisfjeldets østskraaning som i syd i trakterne omkring Aa og omkranser saaledes halvceirkelformig Hovindgruppens sydvestlige strøk.

I Merakerprofilen fremtræder begge Hovindgruppens strøkomraader, det vestlige strøk mellem Ranheim og Floren, det østlige strøk mellem Brenna (ved Meraker station) og riksgrænsen. I begge strøk er mægtigheden meget betydelig. I det vestlige strøk, der mot nord fortsætter helt frem til Værdalen, er likesom ved Hovind de lavere horisonter mere lerskiferholdig end de høiere. Paa grund av sterk metamorfose er lerskiferhorisonterne tildels fuldstændig omvandlet til glimmerskifer. Sandstensbænkene og konglomeraterne i de høiere horisonter bærer ogsaa tildels præg av sterk omvandling. I de vakre skjæringer paa begge sider av Billedholmen tunnel mellem Hommelvik og Hell stationer fremtræder metamorfosen meget tydelig. Sterke foldninger, krusninger og smaa forkastninger bærer vidnesbyrd om, at voldsomme kræfter her har været i virksomhet.

I Aasen optræder i trakten omkring stationen lerglimmerskifer, konglomerater og kalkstene i stadig veksellagring. Længere vest-

¹⁾ Se Brøgger l. c. side 16.

²⁾ Brøgger l. c. side 20.

³⁾ Kjær: Kalstadkalken, side 8 o. v.

over indgaar endvidere forholdsvis mægtige sandstensbænke. Ved Høpla optræder det meget bekendte saakaldte Høplakonglomerat. Trondhjemsfeltets mest storbollede konglomeratdannelse. Høplakonglomeratet er af petrografisk samme karakter som Høllkonglomeraterne, mest almindelig er boller af hvidt granit og kvartsit. Konglomeratet er nøiagtig beskrevet af TÖRNEBOHM.¹⁾ Han opfatter Høplakonglomeratet som bundkonglomerat i den saakaldte Eknegruppe, hvis stratigrafiske plads i TÖRNEBOHMS system er over Høllandets gruppe. Og med Høplakonglomeratet paralleliseres efter TÖRNEBOHM saavel Høllkonglomeraterne²⁾ som Lyngestenskonglomeratet ved Lundemo. Eknegruppen, som væsentlig omfatter de graagrønne sandstensbergarter, som i profilinjen Sundalen (Frosta prestegjæld)—Eknetangen optræder svakt muldeformig, saaledes at Sundalens horisonter atter dukker op i dagen paa Ekne, synes imidlertid kun at være en høiere afdeling af Høvindgruppen. Bergarterne er overalt i disse trakter sterkt metamorfoseret³⁾ og fossiler vil her vanskelig kunne fremfindes. To forskellige profilinjer, Ronglan—Ekne og Aasen—Sundalen, viser imidlertid, at Eknegruppen mot øst gaar kontinuertlig over i normale Høvindgruppebergarter (uomvandlede graa sandstene, sorte lerglimmerskifer og finkornige til tætte kalkstene). Den af TÖRNEBOHM ved Høllm plads paapekte diskordans er en helt lokal dannelse, saavel Høplakonglomeratet som Høllkonglomeraterne er saaledes efter al sandsynlighed intraformationale konglomerater konkordant indleiret sandstens- og lerglimmerskiferbergarter. Da Høllkonglomeraterne ligger under og Høplakonglomeratet over lavahorizonten i Forbordfjeld er disse konglomerater ikke som af TÖRNEBOHM antat jevnaldrende, men af helt forskjellig alder. De geotektoniske bevægelser, som indirekte har ført til dannelsen af alle de her nævnte konglomerater (bollerne er som tidligere omtalt petrografisk identisk med de bergartstyper, som indgaar som bygningsled i Høvindgruppen), er saaledes ikke begrænset til et bestemt tidsavsnit, de synes derimot at ha paagaet til flere helt forskjellige tider i Høvindgruppens dannelsesperiode.

Den høieste metamorfosegrad naar Høvindgruppens bergarter i trakterne syd og øst for Levanger, saaledes omkring Skjøtingens store fjeldmassiv, i Højemshaugen, i Ravloberget og flere andre steder. Hele dette strøk er opfyldt af eruptivinjektioner. Da metamorfosen overalt tiltar i styrke mot eruptivgrænsen, maa omvandlingen i disse trakter efter al sandsynlighed for en væsentlig del tilskrives kontaktindvirkning fra eruptiverne.

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 90.

²⁾ Törnebohm l. c. side 90 og 91.

³⁾ Se Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 11.

I Hovindgruppens østre strøk, som fra nord til syd løper tilnærmeth parallelt riksgrensens og som optræer med sin største mægtighed i trakterne omkring Meraker, indgaar som væsentlige led sandsten og lerglimmerskiferbergarter, i almindelighed i veksellagring. Paa Kjølhaugene nord for Merakerdalen fandt GETZ i 1886 oversiluriske graptoliter, som KJÆR i sit arbejde over Norges oversilur¹⁾ har henført til etage 6 c (undersilur i moderne terminologi). Disse fossilformer, som saaledes repræsenterer Trondhjemsfeltets yngste fossilfauna, optræer i en graasort lerskiferbergart (lerglimmerskifer). Den fossilførende zone er beliggende ved et litet tjern (784 m. o. h.) straks østenfor Kjølhaugenes konglomerat- og sandstensbænke og er af GETZ opfattet som *Alagrækkens* aller øverste horizont.²⁾ Den samme opfatning er ogsaa fremsat af TÖRNEBOHM³⁾ i 1896. Jeg har ogsaa selv befaret Kjølhaugene og fulgt bergarterne i strøketning skridt for skridt ned til Merakerdalen. De paa Kjølhaugene optrædende bergarter er væsentlig udviklet som mere og mindre metamorfe konglomerater, sandstene og lerglimmerskifere (eller normale glimmerskifere). De minder i petrografisk henseende meget om Hovindgruppens karakteristiske bergartstyper. Da der ikke er iagttaget nogen diskordans mellem Kjølhaugenes horisonter og de underliggende sandstens- og lerskiferbergarter i Merakerdalen, maa Kjølhaugenes bergarter henregnes til Hovindgruppens høiere horisonter. Disse træer ikke frem i Merakerprofilen.

Hovindgruppens (og ogsaa Trondhjemsfeltets) svageste metamorfose findes paa Høilandet. De derværende sedimentbergarter optræer tildels med fuldstændig primær sedimentkarakter (kun underkastet de vanlige diagenetiske processer). Lavahorisonterne (porfyrterne) viser derimot baade uralitiserings- og saussuritiseringsprocesser. Efter vor tidligere fremstilling er Høilandets bergarter stratigrafisk henført til Høilandsavdelingen som en inden Hovindgruppen høiere liggende horizont (efter KJÆR etage 5. b).

Følgende bergartshorisonter i Trondhjemsfeltet er hiitil paavist at være yngre end Høilandsavdelingen:

- a) Lyngestenskonglomeratet ved Hovind.
- b) Sandstens- og lerskiferbænkene i Orkedalsmulden mellem Kalstad og Bruholt (med fossilet *Ischadites*) og
- c) Kjølhaugenes graptolitførende horisonter med de omkringliggende konglomerater og sandstene.

Da alle de her nævnte bergartshorisonter er petrografisk af samme karakter som Hovindgruppens bergarter i Guldalsprofilen (BUGGES Hovindgruppe, KJÆRS etage 5 a), er de i nærværende

¹⁾ Kjær: Das Obersilur im Kristianiagebiet.

²⁾ Getz: Graptolitførende skiferzoner i det trondhjemske.

³⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 191 og 102.

arbejde henregnet til Hovindgruppen. De betegner stratigrafisk gruppens høieste horisonter.

Ved avslutningen av Bymarkgruppens dannelsesperiode ophørte foreløbig vulkanismen. Den sydligere del av feltet blev sandsynligvis hævet over hav, samtidig som der i den midtre del av feltet (nord og syd for Trondhjem) foregik grundtvandsavsætninger (konglomerater og sandstene dannedes). Ingen steder findes Hovindgruppens samtlige horisonter i kontinuerlig rækkefølge, snart mangler de lavere horisonter (f. eks. paa Høilandet og i Orkedalen), snart de høiere (f. eks. i Guldalen). Dette forhold skyldes antageligvis stadige forandringer i havbundens stilling. Den sterke variation i lagenes sammensætning (veksellagring av lerskifer, sandsten og konglomerat), samt de intraformationale konglomeraters petrografiske karakter tyder likeledes paa stadige nivaaførandringer.

Et stykke ind i Hovindgruppens dannelsesperiode (tidspunktet kan ikke nøiagtig fikseres) traadte atter de vulkanske kræfter i funktion. Herom vidner lavabergarterne i strøket Værdalen—Forbordfjeld, i strøket omkring Jonsvandet og i strøket Harsjøen—Foldalen. Høilandets lavabergarter er efter al sandsynlighed yngre, vulkanismen var saaledes ikke bare begrænset til et bestemt tidspunkt i Hovindgruppens periode. (Den mulighed er dog ikke udelukket, at Holanskalken (i Forbordfjeld) er jevnaldrende med Kalstadkalken og Høilandskalkene, isaafald blir vulkanismen i Aasen og paa Høilandet begrænset til samme tidsrum). I den sidste del av Hovindgruppens dannelsesperiode ophørte atter vulkanismen. Denne tid er specielt karakteriseret ved store strand- og grundtvandsdannelser. Saa hævedes havbunden, og feltet kom over hav.

Kort tid efter blev størsteparten av Norge utsat for paavirkning av de horisontaltvirkende stresskræfter, der førte til dannelsen av den norske fjeldkjede. Hele Trondhjemsfeltet indgaar som led i denne fjeldkjede, det betegner tektonisk sammenskyvningens maksimum.

Eruptivbergarterne

I Trondhjemsfeltet optræer som overalt inden hele den norske fjeldkjede en række forskellige injektionseruptiver, dels av gabbroidal, dels av granitisk karakter med alle mulige overgange. De fleste av de geologer, der har gennemreist Trondhjemsfeltet, har leveret mere eller mindre betydningsfulde bidrag til forståelsen av disse bergarters petrografiske karakter. Men først mikroskopets indførelse som hjælpemiddel i de geologiske discipliner har aabnet for os den store rikdom paa forskjelligartede bergartstyper. Baafe strukturelt og mineralogisk opdages der stadig nye variationer, til hver nærmere definerbar bergartstype hører der saaledes en lang række varieteter.

Allerede KJERULF¹⁾ var opmærksom paa, at Trondhjemsfeltets eruptiver optræer i forskjellige tilnærmet parallelle strøk, i gangdrag eller saakaldte linier. Den vestligste av disse linier er efter KJERULF «Opdal—Støren-linjen». Imidlertid er de fleste av de til dette gangdrag hørende eruptiver (Iglefjeld, Gynnelfjeld, Vasfjeldet o. fl.) ikke injektionsbergarter, men lavabergarter tilhørende Bymarkgruppen. Længere øst strækker sig efter KJERULF den saakaldte «Kjø lens formur» fra Øiungen i syd via Meraker til Skjækerhatten i nord. Alle de paa denne linie optrædende eruptivbergarter repræsenterer virkelige injektionsbergarter, dels sure, dels basiske. De danner nogle av Trondhjemsfeltets høieste toppe (saaledes Fongen 1459 m. o. h.). Længst øst gaar efter riksgrensens den saakaldte «Kjø lens linie» fra Vigelfjeldene i syd til Store-Kluken i nord. Til denne linie hører Sylene, som danner feltets høieste top (1710 m. o. h.). Naar undtages «Kjø lens linie», som væsentlig opbygges av rød granit, og den del av «Kjø lens formur», der ligger mellem Tydalen og Merakerdalen, er imidlertid disse linier meget lidt fremtrædende i terrænet. Paa GOLDSCHMIDTS: «Übersichtskarte der kaledonischen Eruptivgesteine zwischen Stavanger und Trondhjem»,²⁾ hvor alle eruptivbergarterne er indtegnet med stor nøiagtighed, træer heller ikke disse linier (eller gangdrag) frem med tyde-

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 47 o. v.

²⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, IV.

lighet (undtagen for lavabergarternes vedkommende). Tvertimot har alle de senere undersøkelser vist, at Trondhjemsfeltet omtrent overalt er gjennomvævet av tilnærmet parallele, i almindelighet NNE-lig strykende eruptivdrag. Med størst mægtighet optrær dog disse uten tvil i «Kjølen's formur». Ogsaa TÖRNEBOHM¹⁾ har behandlet Trondhjemsfeltets eruptiver, omend noksaa kortfattet, like-saa BUGGE o. fl. andre. Først i GOLDSCHMIDTS²⁾ monografi: «Übersicht der Eruptivgesteine im kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem» er imidlertid Trondhjemsfeltets mange forskjelligartede eruptivbergarter blit underkastet en nøiagtig petrografisk behandling. Og beskrivelsen av de forskjellige typer er her saa detaljeret og uttømmende, at der for øieblikket ikke er meget nyt at tilføie.

Størst utbredelse har de gabbroidale bergarter, de optrær ofte med temmelig forskjelligartet karakter paa de forskjellige steder. Stor rolle spiller ogsaa de saakaldte hvite graniter. Mellem disse to yderled findes der tilsynladende alle mulige overgange. Jeg har selv studeret dette forhold flere steder, dog kanskje aller bedst i Skjøtingens store fjeldmassiv i nærheten av Levanger. Disse forskjellige overgangsled er imidlertid i kvantitativ henseende av mindre betydning. Overalt synes aldensfølgen at væne den samme, basisk til sur. Jeg vil nedenfor gi en kortere beskrivelse av de viktigste av de forskjellige bergarterstyper, som jeg har truffet paa mine mange vandringer rundt omkring i feltet.

Peridotiter og deres omvandlingsprodukter

Peridotitbergarter findes utbredt paa en række forskjellige steder, spesielt langs feltets vest- og østgrænser inden Rørosgrup-pens strøkomraader. Peridotitbergarterne optrær næsten altid stok-formig med forholdsvis liten flateutstrækning. De er som regel omvandlet til serpentin- eller klæberstensbergarter (talkskifere). En detaljeret opregning av de viktigste felter findes hos TÖRNEBOHM.³⁾ Ogsaa i Bymarkgruppen optrær enkelte peridotitfelter, her i almindelighet utviklet som klæberstene.⁴⁾ Spesielt i trakterne syd for Vaagevand er disse forekomster talrike. Endel av dem representerer dog efter al sandsynlighet pikritiske lavahorisonter. Saavel serpentindannelse som klæberstensdannelse er metamorfe processer.⁵⁾ Som

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavien's bergbyg-gnad, side 106 o. v. Se ogsaa note 1, side 106.

²⁾ Goldschmidt l. c.

³⁾ Törnebohm l. c. side 26 o. v.

⁴⁾ En analyse av klæbersten fra Båkaunet findes i N. G. U., nr. 44, side 24.

⁵⁾ Carstens: Norske peridotiter I, N. G. T. Bd. 5.

regel optræder de to omvandlingsbergarter, serpentiner og klæberstene i forskellige terrængstrøk. I «serpentinstrøk» vil da i almindelighed metamorfofen være svåkere end i tilsvarende «klæberstensstrøk». Ofte optræder serpentinfelter (og klæberstensfelter) i rækker efter hverandre, tilsyneladende i samme stratigrafiske nivaa. Klæberstensstrøket i Rørosgruppens lavere horisonter har KJERULF¹⁾ av den grund betegnet «vegstensnivaaet». Omvandlingen skrider altid fremover fra overflaten indover mot centralpartiet. Saaledes findes ogsaa i det forholdsvis store serpentinfelt ved Røragen—Feragen userpentiniseret peridotitbergart i kjernepartiet. Uomvandlede peridotitfelter findes i Trondhjemsfeltet forøvrig kun som sjeldenhed, saaledes som differentiationsfacies i Fongenmassivets store gabbrofelt, desuten ogsaa i Tromfjeld. Bergarten herfra er en olivinsten (harzburgit) bestaaende væsentlig av olivin. I mindre mængde indgaar hypersthen. Begge mineraler er gjennævævet av aarer av serpentin, som i de forskjellige retninger skjærer gjennem bergarten. Olivinkornene er mere og mindre avrundet. $2V = 90^\circ$ (89° med optisk karakter negativ). Makroskopisk har denne bergart et fuldstændig serpentinlignende utseende.

Gabbroidale bergarter

Der findes i Trondhjemsfeltet en række forskjellige gabbrotyper. Baade mineralselskap og struktur er sterkt vekslende. Bergarternes metamorfe facies er likeledes temmelig forskjelligartet, de omvandlede gabbrobergarter er dels uralitiseret, dels saussuritiseret, dels ogsaa utviklet som amfiboliter. Da uralit-saussurit- og amfibolitdannelsen foregaar under forskjellige fysikalsk-kemiske forhold, finder man i almindelighet de forskjellige metamorfe gabbrofacies knyttet til forskjellige terrængstrøk. Eller hvis man som GOLDSCHMIDT inndeler Trondhjemsfeltet i forskjellige NNE-lig strykende metamorfe zoner, kan forholdet uttrykkes slik, at hver zone er karakteriseret ved sine gabbroidale omvandlingsstadier. Saaledes findes de sterkt omvandlede amfiboliter i Rørosgruppens lavere horisonter langs feltets vestgrænse, tildels ogsaa i Rørosgruppens centralstrøk (gneis-zonen). De svåkere omvandlede saussuritgabbroer findes derimot for den overveiende del i Rørosgruppens østligste strøk langs riksgrensen, hvor metamorfofen er betragtelig svåkere. Uralitgabbro optræder kun i strøkomraader med minimal metamorfose. En række bergartspræparater fra svakt metamorfe felter (hvor stressindvirkningen er ubetydelig)

¹⁾ Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi, side 177.

viser uralitisation (pyroxenmineralets omdannelse til hornblende) uten saussuritisation (avkalkning av plagioklasen under nydannelse av epidot-zoisitminerale), ingen præparater viser derimot saussuritisation uten ogsaa samtidig uralitisation. Uralitisation betegner saaledes et svakere metamorfosestadium end saussuritisation. Paa de punkter, hvor stresset under fjeldkjedefoldningen ikke har indvirket, eller hvor det paa grund av forholdene er omsat til et hydrostatisk tryk av saadan størrelsesorden, at likevegten ikke er blit forstyrret, vil gabbrobergarterne optræ med primær intrusivkarakter. Dette er tilfældet paa en række forskjellige steder, saaledes bl. a. i Fongenmassivet, som i topografisk henseende tilhører centralzonen (gneiszone). Undertiden er gabbrofelternes marginale partier mere eller mindre omvandlet, medens kjernepartierne er helt upaavirket av de optrædende stresskræfter. Dette er bl. a. tilfældet i Dyrhaugens gabbrofelt i Skjækerdalen.

Hos amfiboliterne er hornblende det mest karakteristiske mineral. Den er i almindelighet mørkegrøn til helt sort, under mikroskopet viser $\alpha =$ lysegul, $\beta =$ græsgrøn, $\gamma =$ blågrøn. $2V = 86^\circ$. Den optiske karakter er negativ. Amfiboliternes hornblende staar saaledes optisk meget nær den ordinære hornblende, den er vistnok i almindelighet Al_2O_3 -førende, dannet paa bekostning av anorthitmolekylets Al_2O_3 -gehalt. Isaafald er amfibolitdannelsen efter ESKOLA¹⁾ foregaaet ved volumformindskelse. Ved siden av hornblende indgaar ogsaa i almindelighet epidot-zoisitminerale, sur plagioklas (oligoklas-albit), kvarts og ertsminerale.

Gabbrobergarternes omvandling til amfibolit repræsenterer et høiere omvandlingsstadium end saussuritisationen. Naar amfibolitbergarterne optræ i glimmerskiferbergarter, er disse meget ofte granatførende, amfiboliterne tilhører saaledes i metamorf henseende GOLDSCHMIDTS granatzone.

Saussuritgabbroernes²⁾ mineralselskap er væsentlig flg.: hornblende, sur plagioklas (oligoklas-albit), epidotminerale, kvarts, klorit og ertsminerale. Accessorisk indgaar biotit og apatit. Det nydannede hornblendemineral er i almindelighet farveløst til svakt grønlig, undertiden svakt brunlig. Zonarstruktur kan enkelte gange iagttages, kjernen er da i almindelighet farveløs, randzonen grønlig. Ved saussuritisationsprocesserne indgaar anorthitmolekylets Al_2O_3 -gehalt vistnok for den væsentlige del i epidotminerale (epidot eller klinozoisit), helt underordnet i hornblendemineralet (som vel

¹⁾ Eskola: Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvitraktens metamorfa bergarter, Bull. de la Comis. Geol. de Finlande, nr. 44.

²⁾ Analyser av saussuritgabbro fra Hestekletten og Ytterøen findes hos Hjortdahl: Mineralanalyser, Nyt-Mag. for Nat. Bd. 23, side 226.

tilmærmsesvis meget ofte har tremolitsammensætning). $2V = 80-85^\circ$. Den optiske karakter er negativ.

Uralitgabbroernes mineralselskap er væsentlig følgende: grøn hornblende, plagioklas (kanske almindeligst andesin) og biotit. Accessorisk indgaar ofte pyroxen, apatit og ertsmineraller samt ogsaa undertiden epidotmineraller. Hornblendens viser under mikroskopet i flere præparater $\alpha =$ lysegul, $\beta = \gamma =$ skiddengrøn. $2V = 80-85^\circ$. Den optiske karakter er negativ. Plagioklasen viser ofte zonarstruktur. Dens gjennemsnitssammensætning er i almindelighed 30-40 % An. En svak saussuritdannelse er undertiden tilstede.

Størstedelen av Trondhjemsfeltets gabbrobergarter synes primært at ha været udviklet som noriter. Der indgaar saaledes i omtrent alle uomvandlede gabbrotyper, som jeg har hat til undersøkelse, ved siden av plagioklas og diallag næsten altid hypersthen. Jeg skal nedenfor anføre nogle eksempler.

Mineralselskapet i uomvandet gabbrobergart fra centralt parti i Dyrhaugens gabbrofelt er følgende: plagioklas med sammensætning 56 % An (utslukningsvinkel \perp a-aksen $= 31^\circ$), hypersthen, diallag, brun hornblende, olivin, biotit, apatit og magnetkis. Plagioklasen viser tvillingdannelse efter Karlsbaderloven og albitloven. Den optrær i almindelighet med god krystalbegrænsning. Hypersthen har $2V =$ ca. 80° . Den optiske karakter er negativ. Diallag har $2V =$ ca. 65° . Den optiske karakter er positiv. Akse B viser sterk disp. $r > v$. Tvillinger efter (100) er meget almindelig utviklet. Baade hypersthen og diallag fører de vanlige interpositioner av brunrødt titanmineral. Den brune hornblende har $2V =$ ca. 85° . Den optiske karakter er negativ. Mineralet ligger indesluttet mellem hypersthenindividerne og fører de samme interpositioner som pyroxenminerallerne. Den er med sikkerhet et primært eruptivmineral. Olivin har $2V =$ ca. 90° (88° med optisk negativ karakter). Mineralet optrær i smaa avrundede individer.

Mineralselskapet i uomvandet gabbrobergart fra en mindre injeksjonsgang ved Nordauneyvold ved Holtsjøen er følgende: plagioklas, hypersthen, diallag, brun hornblende, biotit, apatit og magnetkis. Plagioklasens sammensætning er 27 % An (utslukningsvinkel \perp a-aksen $= 10^\circ$, $\beta > n$). Zonarstruktur er svakt utviklet. Hypersthen har $2V =$ ca. 70° . Den optiske karakter er negativ. Aksedisp. er temmelig sterk $r > v$. Pleochroismen er tydelig. Diallag har $2V = 55-60^\circ$. Den optiske karakter er positiv. Den brune hornblende er tildels omvokset hypersthenindividerne, tildels optrær den ogsaa som fyldmasse mellem pyroxenminerallerne. Biotit er i almindelighet brunfarvet, ogsaa undertiden grøn. Den viser altid sterk pleochroisme. I underordnet mængde optrær grøn hornblende som omvandlingsprodukt av pyroxenminerallerne. Omvandlingszonen er imidlertid meget tynd (\therefore pyroxenminerallerne

viser en paabegyndt og snart efter atter avsluttet uralitdannelse). Hornblendemineralerne i denne bergart er saaledes dels av magmatisk, dels av metamorf natur.

Mineralselskapet i en uomvandlet gabbrobergart fra Fongen er følgende: plagioklas, hypersthen, diallag, brun hornblende, olivin, apatit og magnetit (eller titanjern). Plagioklasens sammensætning er 61 % An (utslukningsvinkel \perp a-aksen = 34°). Hypersthen har $2V = \text{ca. } 70^\circ$. Den optiske karakter er negativ. Diallag har $2V = \text{ca. } 65^\circ$. Den optiske karakter er positiv. Olivin optrær i mindre mængde i smaa avrundede korn.

Mineralselskapet i en uomvandlet gabbrobergart fra kjernepartiet i Trønfjeldets gabbrofelt er følgende: plagioklas, diallag, hypersthen, olivin, brun hornblende. Plagioklasen har sammensætning 58 % An (utslukningsvinkel \perp a-aksen = 32°). Diallag har $2V = \text{ca. } 60^\circ$. Den optiske karakter er positiv. Hypersthen har $2V = 80^\circ$. Den optiske karakter er negativ. Den optrær kun i mindre mængde. Olivin har $2V = 88\text{--}89^\circ$. Den optiske karakter er negativ.

Strukturen er hos alle disse bergarter normalkornig eugranitisk, undertiden svakt ofitisk. De er alle karakteriseret ved en konstant optræden av hypersthen, gehalten av dette mineral er dog sterkt vekslende i de forskjellige felter. Hypersthenmineralets aksevinkel ligger altid mellem 70 og 80° , FeSiO_3 -gehalten er saaledes efter MRHA nogenlunde konstant.¹⁾

Ogsaa gabbrobergarten paa toppen av Åreskutan fører hypersthen. Uralitisationsprocessen er imidlertid her allerede temmelig langt fremskredet. Denne bergart staar petrografisk og geologisk meget nær Sylmassivets gabbroidale amfibolitlignende bergarter (REUSCHES dioriter). I disse bergarter er dog hypersthen endnu aldrig iagttat, vel muligens som følge av en mere gjennomgripende metamorfose.

Fra Opdal—Insets eruptivmassiv har GOLDSCHMIDT²⁾ beskrevet temmelig uomvandlede noriter. Fra et felt i en jernbaneskjæring like overfor Gissenaas foreligger ogsaa en kemisk analyse.

Efter beskrivelser av TÖRNEBOHM og GOLDSCHMIDT samt efter haandstykker, som jeg tidligere har hat anledning til at studere, findes der efter al sandsynlighed endvidere noritbergarter i Hermansnasen, i Melshogna, i Hyllingen, i Høi-Gien, i Vardesjøberg, omkring Mælsjøen, muligens ogsaa omkring Øiungen o. fl. a. steder.

¹⁾ Se MRHAS avhandling i Tscherm. Min. und Petr. Mitt. Bd. 19, side 140.

²⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, IV, side 61 o. v.

I en delvis saussuritiseret gabbrobergart fra Fagerli ved Løkkens gruber sees endel rester av diallag ($2V = \text{ca. } 65^\circ$, Akse B disp. $r > v$), muligens ogsaa rester av hypersthen. Ved siden av disse mineraler optrær grøn hornblende, plagioklas (noksaa sur, temmelig sterkt avkalket), epidot og klinozoisit.

Alle disse eksempler viser, at ialfald en stor del av Trondhjemsfeltets gabbrobergarter primært har været utviklet som normale noritbergarter, tildels som olivinnoriter. Under fjeldkjedefoldningen er imidlertid dels hele felter, dels mægtige randzoner fuldstændig omvandlet, saa at den primære karakter ofte er bliit helt utvisket.

Sammen med norit optrær der i Fongenmassivet en række mindre felter av uomvandlet peridotit. En tur fra Ramsjøen til toppen av Fongen (Stor-Fongen) gir en klar oversigt over de der-værende geologiske forholde. Overalt staar gabbroidale bergarter med svak skifrig tekstur. Strøkretningen er NW-lig, faldet SW-lig. Norit er den fremherskende bergart. Denne er paa en række steder, specielt i de lavere liggende partier, gjennemsat av en større mængde, i almindelighet kun nogle dm. mægtige, slirer av labrador-felslignende bergart. Ved siden av disse slirer optrær der, specielt i de øvre partier, større og mindre linser av peridotitiske bergarter, som petrografisk er helt identisk med Jotunheimens peridotiter. De optrær konkordant feltets skifrigheit og er i terrænget let kjendelig ved sin rødbrune forvittringshud. Fongenmassivet minder saaledes i geologisk henseende fuldstændig om Jotunheimens gabbrofelter. I Fongen er dog hittil aldrig iagttat den for Jotunheimen karakteristiske gabbrobergart, der fører navn av orthoklasgabbro eller jotun-norit. Fongenmassivets gabbrobergart er som allerede tidligere omtalt en ordinær (orthoklasfri) norit.

Ogsaa i Tronfjeld optrær sammen med norit mindre felter (differentiationsutsondringer) av olivinnorit og peridotit av petrografisk samme karakter som Fongenmassivets bergarter. Bergarterne i Tronfjeld er imidlertid delvis metamorfoseret, gabbrobergarterne viser saaledes over store strækninger uralit- og saussuritdannelse, peridotitbergarterne paa de samme steder er begyndende serpentindannelse. Uralitisations- og saussuritisationsprocesserne i gabbro synes saaledes metamorft at gaa parallelt serpentin- og eventuelt klæberstensdannelsen i peridotit.

Intermediære bergarter

Som allerede tidligere omtalt findes der mellem de normale gabbroidale typer og de sure saakaldte «hvite graniter» alle mulige overgange. Disse forskjellige overgangsled spiller dog kvantitativt

en langt mindre rolle end de basiske og sure bergartstyper. Til de intermediære led kan henføres baade dioritiske- og monzonitiske bergarter. Normale syeniter er derimot aldrig iagttat inden Trondhjemsfeltet (kun som en lidt mere basisk faciesutvikling av de røde graniter).

Fra Opdal—Insets eruptivmassiv har GOLDSCHMIDT leveret detaljerte beskrivelser av forskjellige dioritiske bergartstyper, saaledes av hypersthen-glimmer-diorit og ordinær hornblendeførende diorit. Av den første av disse typer har GOLDSCHMIDT ogsaa ladet utføre en kemisk analyse.¹⁾ Denne bergartstype adskiller sig kun ved en høiere kiselsyre- og alkali-gehalt fra de normale noritbergarter (markert bl. a. ved konstant optræden av kvarts). Dioritbergarter er ogsaa iagttat av andre forfattere paa adskillige steder i Trondhjemsfeltet. Selv har jeg paavist dioriter i Skjøtingens fjeldmassiv, flere steder i Guldalen, saaledes i nærheten av Reitstøen og etpar steder i Merakerdalen. Mineralselskapet er væsentlig følgende: plagioklas, kvarts, grøn hornblende, biotit, apatit og ertsmineraller. Plagioklasens sammensætning er gjennemsnittlig andesin-oligoklas.

Fra Opdal—Insets eruptivmassiv har GOLDSCHMIDT ogsaa beskrevet en monzonitisk bergartsvarietet under navn av opdalit. To analyser foreligger av denne bergartstype²⁾. Angaaende mineralselskapet maa henvises til GOLDSCHMIDTS arbeide. Blandt mine talrike præparater av Trondhjemsfeltets eruptivbergarter findes der imidlertid ingen helt karakteristiske opdalittyper. Efter al sandsynlighet findes dog bergarten paa adskillige steder inden feltet, med størst sikkerhet i Skjøtingens store fjeldmassiv, som i geologisk-petrografisk henseende sterkt minder om Opdal—Insetmassivet.

Sure bergarter

Næst efter de basiske gabbroidale bergarter spiller de sure bergartstyper den kvantitativt viktigste rolle blandt Trondhjemsfeltets eruptivbergarter. De repræsenterer alle forskjelligartede varieteter av de saakaldte «hvite graniter». Disse bergarters mineralselskap er væsentlig følgende: kvarts, plagioklas, biotit eller hornblende. Accessorisk optrær ofte epidotmineraller og klorit. Kalifeltspat indgaar som regel helt underordnet. Plagioklasen har i almindelighet sammensætning oligoklas-albit, zonar-

¹⁾ Goldschmidt l. c. side 67.

²⁾ Goldschmidt l. c. side 72.

struktur er undertiden utviklet. Bergarternes farve er i almindelighet lys, ofte helt hvit. Strukturen er sædvanlig eugranitisk (finkornig til normalkornig). Disse bergarter kan saaledes i petrografisk henseende ikke henregnes til de normale graniter. De blev imidlertid allerede av KJERULF, vel nærmest paa grund av farven, benævnt «hvite graniter», undertiden ogsaa oligoklas-graniter. Disse navne er i literaturen ofte blit benyttet like ned til vore dage. I 1911 optok KOLDERUP¹⁾ det amerikanske navn granodiorit som betegnelse for disse bergartstyper. Senere benyttet GOLDSCHMIDT²⁾ navnet trondhjemit om de samme bergartstyper, da de norske bergarters mineralselskap og karakter ikke helt blir dekket av den amerikanske betegnelse. For imidlertid ikke at tilføre petrografien et for stort antal stedsnavne i karakterbetegnelsen opretholdt jeg i mit arbeide over Trondhjems omegns geologi³⁾ det amerikanske navn granodiorit efter KOLDERUPS definition paa de norske typer (efter den amerikanske definition er granodioriterne mere kaliholdig end de vanlige trondhjemiter). I nærværende arbeide har jeg benyttet navnet «hvit granit» som fællesbetegnelse for alle Trondhjemsfeltets sure og lyse bergarter med granitisk karakter og vekslende alkalisammensætning.

Trondhjemiterne er i GOLDSCHMIDTS monografi over fjeldkjedens eruptiver underkastet en meget detaljeret beskrivelse. «Ich definiere», skriver GOLDSCHMIDT,⁴⁾ «die Trondhjemite als leukokrate saure Tiefengesteine, deren wesentlichste helle Bestandteile ein natronreicher Plagioklas (der Oligoklas- oder Andesin-Reihe) und Quarz sind, während Kalifeldspat entweder fast ganz fehlt oder doch eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Unter den meist spärlichen, oft sehr spärlichen, dunklen Mineralen ist Biotit das wichtigste, zum kleineren Teil manchmal ersetzt durch Amphibol (selten), oder noch seltener durch einen diopsidischen Pyroxen.» I GOLDSCHMIDTS arbeide foreligger der ogsaa et større antal analyser av en række forskjellige trondhjemittyper fra helt forskjelligartede lokaliteter.⁵⁾ Til GOLDSCHMIDTS uttømmende beskrivelse har jeg for tiden ikke meget nyt at tilføie.⁶⁾ Kun kan jeg nævne, at de hvite graniter (deri indbefattet trondhjemiter, granodioriter og kalirikere varieteter, dog for den væsentlige del trondhjemiter) ogsaa har stor utbredelse nordenfor Merakerdalen (nordenfor det av GOLDSCHMIDT behandlede omraade). De overskjærer jernbanelinjen paa en række forskjellige steder, i størst antal mellem Gudaa

¹⁾ Kolderup: Sogneskollens og Bremangerlandets granodioriter, Bergens museums aarbok 1911.

²⁾ Goldschmidt l. c. side 75—77.

³⁾ Carstens: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn, side 33.

⁴⁾ Goldschmidt l. c. side 77.

⁵⁾ Analyserne findes paa side 79, 80, 81, 83 og 90.

⁶⁾ Av hvit granit findes der endvidere analyser hos Kjerulf: Merakerprofilet, Anhaug I, side 110 og hos Carstens: l. c. side 36.

og Meraker stationer som en fortsættelse av de to mægtige drag paa begge sider av Fondfjeld-Mandfjeldryggen¹⁾. De optrær med karakteristisk utvikling i Skjøtingen og fremtrær atter i stort antal i Jemtlandsprofilen mellem Garnes og Suul. I Dyrhaugen optrær hvite graniter sammen med de derværende gabbroidale bergarter. Og efter HOLMSENS beskrivelse²⁾ optrær de ogsaa i stort antal i Malsaadalen og i trakten øst for Lustadvandet. I Malmo vest for Stenkjær er hvite graniter likeledes almindelig utbredt. Fosdalens magnetitforekomster er genetisk knyttet til disse bergarter. De hvite graniter findes saaledes i større og mindre gangdrag eller felter rundt omkring i Trondhjemsfeltet.

Som allerede tidligere omtalt fører størsteparten av de hvite graniter, de saakaldte trondhjemiten, en helt ubetydelig gehalt av kalifeltspat. Imidlertid findes der, kanske mest undtagelsesvis, hvite graniter, hvor gehalten av kalifeltspat er helt jevnbyrdig med plagioklasgehalten. En slik bergart har jeg bl. a. iagtatt i Guldaalen i nærheten av Eidet station. Og i Merakerdalen mellem Hegre og Floren stationer har jeg enddog fundet en pegmatitisk faciesutvikling av hvit granit med kvarts, orthoklas og muscovit uten spor av plagioklas.³⁾ Men disse adamellitiske og normal-granitiske typer av de hvite graniter synes at være temmelig sjelden. Kvantitativt helt overlegen er den kalifeltspatfattige type, GOLDSCHMIDTS karakteristiske trondhjemitbergart. For hele denne række av bergartstyper, som baade morfologisk, strukturelt og tekturelt har granitisk karakter, og som i Trondhjemsfeltet efter den forangaaende beskrivelse væsentlig er repræsenteret av trondhjemiten, vil det for feltgeologen ligge nær at benytte det gamle navn «hvit granit». «Hvit granit» omfatter saaledes i nærstående arbeide alle Trondhjemsfeltets hvite sure plagioklas- og orthoklasførende bergarter i rækken trondhjemit-granodiorit-adamellit (-granit).

Trondhjemsfeltets hvite graniter optrær i mindst 2 generationer. Den ældste generation, hvortil hører den saakaldte protogingranit, som bl. a. findes i Trondhjems Bymark, er injiceret i Bymarkgruppens dannelsesetid, den findes som boller i Bymarkgruppens grønstenskonglomerat (og i Hovindgruppens intraformationale konglomerater). Den yngste generation, hvortil bl. a. hører Støren—Eidet-graniten samt de fleste av de større granitfelter, er antageligvis injiceret under den sidste fjeldkjedefoldningen, efter Hovindgruppens dannelsesetid. Den skjærer saaledes flere steder gjennem Hovindgruppens bergartshorisonter.

¹⁾ Se herom senere. Flere av Merakertraktens største kisforekomster er genetisk knyttet til disse gangdrag.

²⁾ Holmsen: Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisdrag mot nord.

³⁾ Det store antal av hvite granitiske pegmatitgange mellem Orkedalsøren og Børsen er kun plagioklasførende.

Til Trondhjemsfeltets sure eruptivbergarter bør ogsaa rettelig henføres de røde normalkornig eugranitiske og porfyriske, mere og mindre skifrige, granitbergarter, som optræer i Rørosgruppens lavere horisonter langs Vestranden og riksgænsen, desuten ogsaa nord for Helgeaaen. Da imidlertid disse bergarter specielt er karakteristisk for de omgivende prekambriske trakter, er de blit behandlet i et tidligere kapitel under navn av «ældre graniter». De optræer ingen steder sammen med de hvite graniter, og noget aldersforhold kan som følge derav ikke utledes mellem disse 2 i petrografisk henseende helt forskjelligartede bergartstyper. Da de røde graniter imidlertid for den væsentlige del er knyttet til grundfjeldet (Vestrandens graa gneis) og kun undtagelsesvis optræer som injektioner i Rørosgruppens lavere horisonter, synes de at være ældre end de hvite graniter, sandsynligvis ogsaa ældre end de hvite graniters første generation (protogingraniten i Trondhjems Bymark). Eruptivvirksomheten i Trondhjemsfeltet har saaledes muligens begyndt med de røde graniters injektion.

Fremtidige undersøkelser, specielt i Jemtland, kan dog tænkes at føre til et andet resultat. Mullfjällets granitporfyr er som før nævnt petrografisk helt identisk med granitporfyren omkring Nedalen. Denne sidste er med sikkerhet yngre end Rørosgruppens lavere horisonter. Imidlertid er Mullfjällets granitporfyr, som av TÖRNEBOHM blev opfattet som grundfjeldsbergart, efter mine sidste undersøkelser sommerene 1918 og 19, det sidste aar paa en studenterekskursion, en injektionsbergart i Hovindgruppen (fossilførende lerskiferbergarter og kalkstene tilhørende øvre ordovicium). Herpaa tyder bl. a. følgende forhold: Eruptivmassivets absolute grænsefacies har en mere utpræget porfyrisk utvikling end centralpartierne, som i almindelighet er finkornig eugranitisk, endvidere ligger de omgivende sedimentbergarter, lerglimmerskifere og kalkstene, op til granitporfyren med en paa de forskjellige steder forskjellig stratigrafisk horisont. Basalkonglomerat er ikke iagttat.

Efter forangaaende utvikling foreligger altsaa den mulighed, at ogsaa Nedalens graniter og granitporfyrer og dermed vel ogsaa Vestrandens røde graniter (samt Hærvolagraniten) er yngre end Hovindgruppen. Imidlertid er de røde graniter aldrig iagttat som gange i Hovindgruppens bergarter paa norsk side av feltet,¹⁾ heller ikke er identiteten mellem Mullfjällets granitporfyr og Sylmassivets granit helt ut bevist. Men forholdene i Jemtland synes allikevel at tyde paa, at ogsaa de røde graniter tilhører den store foldningsproces. Muligens danner derfor de røde graniter som de sureste led i eruptionsprovinzen eruptivperiodens avslutning.

¹⁾ Saakaldte granitiske «pseudopegmatiter» har jeg dog iagttat paa forskjellige steder.

Som allerede før nævnt tilhører en mindre del av de hvite graniter, bl. a. den saakaldte protogingranit, Bymarkgruppens dannelsesetid. Disse ældste graniter bærer tydelig præg av sterk mekanisk metamorfose, de har desuten ogsaa været underkastet en temmelig vidtgaaende saussuritisationsproces. Langt mindre mekanisk og kemisk omvandling viser det store flertal av de hvite graniter. Disse findes i alle Trondhjemsfeltets formationsgrupper, de optrår ofte teksturelt helt masseformet og synes sammen med størsteparten av de intermediære eruptivbergarter at tilhøre eruptionsperiodens avslutning. De viser ofte god bænknning og er paa mange steder fortrinlig skikket til bygningssten (større brud i hvit granit findes flere steder baade i Merakerdalen og Guldalen).

Ældre end de hvite graniters 2den generation er de gabbroidale bergarter. Overalt hvor gabbroidale bergarter optrår i kontakt med de hvite graniter, er de hvite graniter yngst. Gjennemsnittlig viser de gabbroidale bergarter ogsaa langt sterkere baade mekanisk og kemisk omvandling (skiffrighet, uralitisation og saussuritisation) end de hvite graniter. De optrår saavel i store som i ganske smaa felter inden alle Trondhjemsfeltets formationer. Som regel er de mindre felter sterkere metamorfoseret end de større, ogsaa ofte er det motsatte tilfældet, nogen lovmæssighet er her ikke tilstede. Omvandlingen synes som tidligere berørt kun at være en funktion av de under metamorfosen forhaandenværende fysikalsk-kemiske forhold.

Det har hittil ikke lykkedes med sikkerhet at kunne fikse forskjellige generationer av gabbroidale bergarter (injeksjoner). I Hummelfjeld har imidlertid SCHETELIG¹⁾ iagttat gange av diabasporfyrit, petrografisk identisk med gabbrofacies i Tronfjeld, i den derværende mægtige amfibolitinjektion. Ogsaa A. BUGGE²⁾ omtaler i sin «Beskrivelse over Malsaadalens kisdrag» ældre og yngre gabbrogange uten dog at komme nærmere ind paa dette forhold. Og i Hovindgruppens intraformationale konglomerater har jeg selv undertiden iagttat boller av amfibolitlignende bergarter, saaledes i Stjørdalen og paa Vangsaasen vest for Tolgen. Sandsynligvis falder vel derfor injeksjonen av enkelte av Trondhjemsfeltets amfibolitbergarter paa et forholdsvis tidlig stadium i feltets eruptionshistorie, muligens samtidig med de hvite graniters 1ste generation (i omtrent samtidig med vulkanismen). Endel av Trondhjemsfeltets amfiboliter er imidlertid med sikkerhet av yngre datum, saaledes de mægtige amfibolitinjektioner i Hovindgruppens strøkraader i trakten øst for Levanger.

Den store masse av gabbroidale (og amfibolitiske) bergarter er efter al sandsynlighet injiceret, førend den sidste fjeld-

¹⁾ Mundtlig meddelelse.

²⁾ Holmsen: Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisdrag mot nord, side 174 o. v.

kjedefoldning var helt avsluttet. Herpaa tyder de sterke spor av metamorfofen. Men da de gabbroidale bergarter omtrent overalt optrær i umiddelbar forbindelse med de hvite graniter, danner de sandsynligvis indledningen til den betydelige eruptionsvirksomhet, som førte til dannelse av Trondhjemsfeltets store række eruptiver, og som avsluttedes med de hvite graniters yngste generation.

Tilsyneladende helt isoleret og uten nogen forbindelse med Trondhjemsfeltets øvrige eruptivbergarter optrær de smaa felter av omvandlede peridotitiske bergarter, serpentin og klæberstene, som for den væsentlige del findes utbredt inden Rørosgruppens lavere horisonter. Imidlertid optrær ogsaa disse bergarter flere steder sammen med uralitiserte og saussunitiserte gabbrobergarter, saaledes f. eks. i et felt nord for Essandsjøen, i Storhøgda vest for Røragen og etpar steder vest for Glommen. Den umiddelbare kontaktlinie mellem peridotit og gabbro har jeg hittil ikke fundet blottet paa nogen av de her nævnte steder. Men sandsynligheten taler vel for, at disse omvandlede peridotitbergarter er genetisk forbundet med de omkringstaaende gabbroidale typer.

Peridotiter og deres omvandlingsprodukter er hittil kun iagttatt inden Rørosgruppens og Bymarkgruppens omraader. Den mulighet er derfor ikke udelukket, at den store række av mindre tilsyneladende isolertstaaende serpentin- og klæberstensfelter er av høiere alder end de fleste gabbroidale injeksjoner, saaledes kanskje jevnaldrende med de hvite graniters første generation. Fongenmassivets og Tronfjeldets omvandlede peridotiter (olivinstene) er imidlertid likesom de derværende gabbrobergarter sikkert av yngre alder. Det samme er efter al sandsynlighet ogsaa tilfældet med de ovennævnte serpentin- og klæberstensfelter, som staar i genetisk avhengighetsforhold til gabbroidale bergarter. Og da endvidere peridotitbergarter og deres forskjellige omvandlingsprodukter aldrig er iagttatt som boller i Hovindgruppens konglomeratbænke, bør vistnok samtlige peridotitinjektioner opfattes som yngre dannelser jevnaldrende med det store flertal av Trondhjemsfeltets eruptivbergarter.

GOLDSCHMIDT¹⁾ henfører i sit arbeide over fjeldkjedens eruptivbergarter mellem Stavanger og Trondhjem de grønne lavabergarter samt endel med disse nærbeslegtede injeksjonsbergarter (vel væsentlig de normale saussunitgabbroer) til en fra feltets øvrige eruptivbergarter (trondhjemit, dioriter, opdaliter, noriter og peridotiter) helt forskjellig eruptivstamme. Lavabergarterne og de nærbeslegtede gabbroidale typer²⁾ blir av GOLDSCHMIDT henført til «de

¹⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, IV, side 7 o. v.

²⁾ De fleste av Trondhjemsfeltets magmatiske kisforekomster er efter Goldschmidt genetisk tilknyttet disse bergarter:

grønne lavabergarters og intrusivbergarters stamme», feltets øvrige bergarter blir henført til den saakaldte «opdalit-trondhjemit-stamme». De sidste aars undersøkelser har imidlertid ført mig til den opfatning, at disse 2 stammer, som begge har stor utbredelse i Trondhjemsfeltet, er genetisk forbundet med hverandre. GOLDSCHMIDT har ogsaa været opmerksom paa dette forhold og angir i sit ovenomtalte arbeide sterke beviser paa stammernes fælles genesis.¹⁾ Som yderligere bevis kan her anføres, at pentlandit-magnetkiskeførende noriter (av «opdalit-trondhjemit-stammen») lokalt er utviklet som typiske saussuritgabbrobergarter av petrografisk (og vel ogsaa kemisk) samme karakter som Rørosfeltets kiskeførende gabbrobergarter (som efter GOLDSCHMIDT tilhører «de grønne lavabergarters og intrusivbergarters stamme»). Dette forhold har jeg bl. a. iagttatt i Dyrhaugen i Skjækerdalen, i Skjøtingen og paa fjeldstrøket mellem Tydalen og Guldalen. Og omvendt er gabbrobergarter av «de grønne lavabergarters og intrusivbergarters stamme» paa forskjellige steder i «Kjølens formur» petrografisk helt identisk med «opdalit-trondhjemit-stammens» karakteristiske noritbergarter. Flere steder, saaledes i Meinadalen vest for Kjøligrube, er disse noriter utviklet som pentlandit-magnetkiskeførende olivinnoriter.²⁾ De 2 stammers gabbroidale typer synes saaledes baade petrografisk og malmgeologisk kun at repræsentere forskjellige facies av samme stammagma. Endvidere taler vel ogsaa injektionen av de hvite graniters 1ste generation i Bymarkgruppen samtidig med grønstenslavaens utstrømning for et nært slegtsskapsforhold mellem disse 2 bergarter (j: mellem «de grønne lavabergarters og intrusivbergarters stamme» og «opdalit-trondhjemit-stammen»).

De mest karakteristiske repræsentanter for GOLDSCHMIDTS «Bergen—Jotunbergarternes stamme», labradorfels, jotun-norit, mangerit, hypersthensyenit og hypersthengranit, findes ikke utbredt i Trondhjemsfeltet. Om denne stammes genetiske forhold til de 2 tidligere omtalte stammer gir derfor Trondhjemsfeltet ingen oplysning.

Følgende skema, hvor de forskjellige eruptivbergarters alder er anført, gir ogsaa samtidig en oversigt over de forskjellige bergarters genetiske avhengighetsforhold:

Ældre Ordovicium.

Bymarkgruppens lavabergarter, de hvite graniters 1ste generation, muligens ogsaa endel av Rørosgruppens amfiboliter (og peridotiter).

Yngre Ordovicium.

Hovindgruppens lavabergarter.

¹⁾ Goldschmidt l. c. side 126.

²⁾ Se Goldschmidt l. c. side 8, 9 og 66.

Yngre Silur.¹⁾

De hvite graniters 2den generation og de med disse bergarter genetisk forbundne intermediære og basiske differentiationsfacies (= det store flertal av Trondhjemsfeltets injektionsbergarter).

Eruptivbergarternes kontaktmetamorfoserende indvirkning har altid været gjenstand for indgaaende undersøkelser. Typiske kontaktzoner med karakteristiske kontaktmineraller er imidlertid forholdsvis sjelden. Men da de sterkest metamorfe strøk med væsentlig regionalmetamorf utvikling optrær omkring de største og talrikeste eruptivinjeksjoner, har flere forskere allerede tidlig hældet til den anskuelse, at metamorfosen ialfald for en væsentlig del skyldes eruptivernes indvirkning (TÖRNEBOHM²⁾, GOLDSCHMIDT³⁾). Denne antagelse synes ogsaa at bekræftes ved de senere undersøkelser.

Skiferbergarternes høieste metamorfosegrad naaes i den sydlige del av feltet (syd for Merakerbanen) i Rørosgruppens ophvælvende centralstrøk. Dette metamorfe parti svarer til den zone, som efter GOLDSCHMIDT fører kalksilikatgneise og kalksilikatglimmerskifere. Ingen steder er imidlertid eruptivinjeksjonerne saa talrike som netop i dette strøk. Man faar et klart indblik i dette forhold i Merakerprofilet mellem Floren og Meraker stationer, og paa fjeldstrøket mellem Tydalen og Guldalen. Ogsaa i Rørosgruppens vestlige grænsestrøk nær Vestranden er metamorfosen temmelig sterk (= GOLDSCHMIDTS granatzone). Overalt her optrær talrike injeksjoner av amfibolit og hvit granit, tildels i saa stor mængde, at glimmerskiferbergarten i kvantitativ hensende blir av helt underordnet betydning. Tydeligst fremtrær imidlertid metamorfosens forhold til eruptivinjeksjonerne i trækten omkring Skjøtingen. Som allerede tidligere omtalt opbygges dette strøk av Hovindgruppens bergarter, væsentlig av glimmerskifere, lerglimmerskifere og kalkstene. Omkring alle de derværende større eruptivmassiver naar disse sedimentbergarter sit høieste metamorfosestadium, saaledes omkring selve Skjøtingens massiv, endvidere omkring Højemshaugen og Ravloberget, hvor likeledes store og mægtige intrusivmasser optrær. Og med stigende avstand fra eruptivgrænsen, blir metamorfosen gradvis svakere. Kontaktmineraller har jeg imidlertid ikke iagttaa i disse strøk, skiferbergarterne har overalt ved eruptivgrænsen en typisk regionalmetamorf utvikling.⁴⁾

¹⁾ Injektionen foregik efter al sandsynlighet omtrent samtidig med den sidste fjeldkjedefoldning, se herom senere.

²⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinavien bergbyggnad, side 108.

³⁾ Goldschmidt: Geol.-petr. Studien im Hochgeb. d. südl. Norwegens, III, side 35.

⁴⁾ Jeg har for tiden under utarbeidelse et arbeide over mineralselskap og kemisk sammensætning hos lerskifersedimenter i forskjellig avstand fra

Den i Trondhjemsfeltet sterke og meget forskjelligartede metamorfose skyldes vistnok saaledes samspillet av fjeldkjedefoldning og eruptivinjektion. Derved føres vi ogsaa videre over til den antagelse, at disse to processer er sammenhørende og samtidige.

Fra Kristianiafeltet kjender man efter GOLDSCHMIDTS¹⁾ undersøkelser eruptivbergarternes metamorfoserende indvirkning i strøk, som kun meget svakt er berørt av fjeldkjedefoldning. Trondhjemsfeltet vil muligens kunne gi svar paa følgende spørsmaal: Hvorledes er fjeldkjedefoldningens (stresskræfternes) metamorfoserende indvirkning i strøk, som kun sparsomt (eller ikke) er paavirket av eruptivinjektioner?

Det mindst metamorfe strøk i Trondhjemsfeltet er Høilandet. Her optrær bergarterne overalt med primær karakter som lerskifer, lersandsten og kalksten. Som følge av denne svake metamorfose er ogsaa Høilandet det fossilrikkeste strøk i hele feltet. Under forutsætning av at Høilandets feltspatporfyrer og hornblendeporfyrer er lavastømme, er injektionsbergarter ikke iagtatt i disse trakter. Men bergarterne er flere steder sterkt foldet og bøiet og viser saaledes paavirkning av fjeldkjedefoldningens stresskræfter. I andre strøk, hvor metamorfosen likeledes er forholdsvis svak, saaledes i Guldalen mellem Lundemo og Hovind stationer, optrær ingen eruptivinjektioner. Ogsaa hér er imidlertid bergarterne sterkt foldet og bøiet.

Begge de her nævnte omraader har saaledes været underkastet fjeldkjedefoldning, uten at bergarterne samtidig har faaet nogen merkbar regionalmetamorf karakter. Da vi endvidere er kommet til erkjendelse av, at de sterkeste metamorfe strøk grupperer sig omkring eruptivinjektionerne, er den mulighet ikke udelukket, at bergarternes høieste metamorfosegrad kun kan komme til utvikling under samtidig indvirkning av stresskræfter og eruptivinjektioner. Væsentlig paa grund av vort ringe kjendskap til eruptivernes forhold i dypet vil imidlertid dette spørsmaal vanskelig kunne besvares med sikkerhet.

eruptivkontakten. Det foreliggende prøvematerial er imidlertid endnu ikke komplet.

¹⁾ Goldschmidt: Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Kr. ania vid.selskaps skrifter, 1911.

Ertsforekomsterne

I tilknytning til beskrivelsen av Trondhjemsfeltets eruptivbergarter er i nærværende kapitel behandlet feltets ertsforekomster. Den aller største del av disse er i genetisk henseende forbundet med eruptiverne.

Jeg har paa mine vandringer omkring i Trondhjemsfeltet besøkt de fleste av Trøndelagens gruber og skjærp fra Snaasenvand i nord til Foldalen i syd. Det vilde imidlertid føre for vidt at gi en geologisk beskrivelse av alle disse forekomster. Jeg har derfor indskrænket mig til under gjennemgaaelsen av de forskjellige ertstyper at referere de mest karakteristiske eksempler.

Trondhjemsfeltets bergverksdrift er karakteriseret ved kisdriften (kobberkis og svovlkis). Ved siden av den findes der kun en ubetydelig drift paa magnetit og kromjernsten. Da de senere undersøkelser over Trondhjemsfeltets kromjernstensforekomster ikke har frembragt nye resultater, vil kromjernstensforekomsternes geologi ikke bli behandlet i nærværende arbeide. Feltets magnetitforekomster er alle i genetisk henseende nøie forbundet med kisforekomsterne. Beskrivelsen av Trondhjemsfeltets ertsforekomster vil saaledes indskrænkes til kun at omfatte kisforekomsternes (og de nærbeslegtede magnetitforekomsters) geologi.

Den første indgaaende og systematiske behandling av Trondhjemsfeltets ertsforekomster (væsentlig kisforekomster) skyldes KJERULF¹⁾ i 1871. Med sit klare blik var KJERULF allerede paa den tid opmerksom paa ertsforekomsternes forhold til eruptiverne. «At disse nordenfjeldske ertsforekomster», skriver KJERULF²⁾, «ligesom så mange andre i Norge ere knyttede til eruptivernes linier, kan således neppe omtvivles». Og længere frem: «Navnlig sees, at de trondhjemske kis-masser vise sig på en eller anden måde knyttede til de yngre eruptiver». Kisforekomsternes avhengighetsforhold til eruptiverne blev saaledes allerede fastslaaet for ca. et halvt aarhundrede siden. «Men», skriver KJERULF videre, «forinden man bliver stående ved at slutte til et direkte årsagsforhold mellem eruptivernes grændser eller strøg»: «linier» og

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi, side 56—70.

²⁾ Kjerulf l. c. side 68—69.

ertsmasserne, må vi vistnok gjøre os det klart, at forbindelsen også kan være en mindre direkte.» I sit andet arbeide om Trondhjemsfeltets geologi, som utkom i 1875, behandler imidlertid KJERULF dette spørsmål med større sikkerhet. «Eruptivene», skriver han her,¹⁾ «bryder gjennom forskjellige afdelinger, lagrækker fra forskjellig tid, og ertsforekomsterne, som har afstand i geologisk. horisont af snart hundreder snart tusinder fod, tilhøre altså ikke samme tid som lagenes afleiningstid, men viser sig afhængige af eruptivernes frembrud. Forbindelsen er altså en direkte γ ; det hele eller en del af hine de gamle anskuelsers ertsleier, vore ertsårer, skyldes emanationer, som fulgte med og efter eruptivernes frembrud. Efter at have vundet frem over større strækninger end tidligere og dermed også til større tryghed må undersøgelsen fastholde som sin erfarings resultat, at hine nævnte ældre, fra bergmester H. C. Strøms tid nedarvede tre hovedsætninger ikke længer er holdbare, idet nemlig disse ertsforekomster 1) ikke er leier, 2) ikke findes kun i visse skifere, og 3) ikke er enstidige indbyrdes og enstidige med lagene; men de viser sig, følgende de yngre eruptivers linier i forskjellige horisonter som indstukne ertsårer, der gafler sig og udgrenes fingerformigt.» Efter KJERULFS egne uttalelser tilkommer der direktør HANSTEEN en stor del av æren for denne opfatning. A. BACHKE, som dengang var direktør ved Ytterøens gruber, har sikkert ogsaa øvet en betydelig indflydelse paa KJERULFS forstaaelse av kiskeforekomsternes genesis.

Hypothesen om kiskeforekomsternes eruptive oprindelse blev først fremsat av den franske geologiske skole; kiskeforekomsterne paa Røros blev saaledes allerede i midten av aarhundredet av DUROCHER²⁾ antat for eruptive dannelser. Men beviset for hypothesens rigtighed for det store flertal av Trondhjemsfeltets kiskeforekomster skyldes KJERULF. Hans indgaaende kjendskap til hele feltets geologiske bygning, til straternes og eruptivernes drag har uten tvil hjulpet ham til en helt korrekt opfatning.

Imidlertid blev spørsmålet om kiskeforekomsternes genesis ogsaa behandlet av andre forskere, rigtignok ut fra et helt forskjelligartet synspunkt. I 1873 utkom saaledes HELLANDS store arbeide: «Forekomster af Kise i visse Skifere i Norge», som meget sterkt hævdede kiskeforekomsternes sedimentære natur.

Sedimentationstheorien blev ogsaa antat av J. H. L. VOGT,³⁾ som dog allerede tidlig var opmerksom paa kiskeforekomsternes topo-

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi II, side 74—75.

²⁾ Durocher: Observations sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norvège et de la Finlande, Annales des mines (4), t. XV, 1849.

³⁾ Vogt: Om malmforekomster i Jemtland och Herjedalen, S. G. U. serie C. nr. 89, Varaldsøen kiskefelt, Norske ertsforekomster VI, Archiv for Matematik og Naturvidenskab, Bd. 12, Foldalens kiskefelt, Norske ertsforekomster VII, og Salten og Ranen, N. G. U. nr. 3.

grafiske tilknytning til de saakaldte saussuritgabbrobergarter. I et arbejde over en række norske kisforekomster (væsentlig trondhjemske) resumerer VOGT sine iagttagelser paa følgende maate¹⁾: «Kisen ved den foreliggende ertsgruppe maa opfattes som et sediment, hjemmehørende i sedimentære skifere; og bundfældningen af kisen fandt i regelen sted samtidig med submarinē udbrud af en basisk eruptiv, gabbro.» Efter et fornyet studium av de norske kisforekomster gik imidlertid VOGT snart over til KJERULFS gamle standpunkt. I 1894 skriver han saaledes²⁾: «wie auch inbetreff der norwegischen Vorkommen früher namentlich von KJERULF und vor ihm auch von den französischen Forschern DUROCHER und DYCHANOY hervorgehoben worden ist, müssen wir die Kiese als später eingedrungene Massen auffassen und zwar müssen wir die Bildungsweise der Kiese in unmittelbare genetische Verbindung mit eruptiven Processen stellen: die stoffliche Zufuhr der Kiesvorkommen ist ein Product der eruptiven Thätigkeit.» 6 aar. senere, i december 1900, skriver VOGT under gennemgaaelsen av ertsforekomsternes geologi³⁾: «As an appendix to the foregoing contactdeposits (Ore-Deposits of Contact-Metamorphic Origin) I mention the pyritic deposits typically represented at Vignäs, Rörös, Sulitelma, etc., in Norway..... The detailed explanation of the magmatic extraction forming the pyritic deposits is an entirely open question, but we may conceive it to be the combined action of water with a sulphur-compound.» I VOGTS arbejde «Om nikkel»⁴⁾ (foredrag avholdt i januar og februar 1901) behandles ogsaa kisforekomsternes geologi. «Både nikkelmalmforekomsterne (Erteli, Romsås, Evje osv.)», skriver VOGT⁵⁾ i dette arbejde, «og kis- og kobbermalmforekomsterne (Rörös, Sulitelma, Vignæs osv.) stammer, som jeg i tidligere arbejder har udredet, fra gabbromagmaerne. De første er efter den af mig udviklede teori dannede ved en magmatisk differentiations- eller koncentrationsprocess, de sidste må efter min opfatning ligeledes være ekstraherede af den endnu smeltende gabbro, men ved noget andre processer end ved nikkelmagnetkis-forekomsterne, idet resultatet i kemisk og mineralogisk henseende er bleven forskjelligt.»

Gjennem et detaljeret og indgaaende studium av en række av vort lands kisforekomster, specielt av Trondhjemsfeltets mange og

¹⁾ Vogt: Salten og Ranen, side 178.

²⁾ Vogt: Über die Kieslagerstätten vom Typus Rörös, Vignäs, Sulitelma in Norwegen und Rammelsberg in Deutschland, Zeitschrift für praktische Geologie, 1894.

³⁾ Vogt: Problems in the Geology of Ore-Deposits, Transactions of the American Institute of Mining Engineers, Vol. 31, side 16–18.

⁴⁾ Vogt: Om nikkel, Teknisk Ugeblad 1901 og 1902.

⁵⁾ Vogt l. c. side 14, note.

forskjelligartede gruber og skjærp, vandt VOGT frem til ovenstaaende resultat med hensyn til disse forekomsters genesis.

Men det blev allikevel BRØGGER, som førte det genetiske discussionsproblem til en helt ut tilfredsstillende løsning. Paa et møde i Kristiania videnskapselskap september 1901 blev kisleforekomsternes dannelse av BRØGGER¹⁾ henført under den i geologien allerede tidligere kjendte (og ogsaa av VOGT omtalte) proces, der fører navn av magmatisk differentiation. Efter den magmatiske differentiationstheori er kisleforekomsterne likesom nikkelmagnetkisleforekomsterne utskildt av det gabbroidale magma i flytende aggregattilstand og derpaa injiceret gangformig i de omgivende skiferbergarter.

Senere er differentiationstheorien antat av omtrent alle norske geologer og bergmænd og med mere eller mindre berettigelse anvendt paa den aller største del av vort lands mange og høist forskjelligartede kisleforekomster. Specielt har VOGTS store række av malmgeologiske arbeider været av væsentlig betydning for forståelsen av kisleforekomsternes natur, deres optræden og genesis.

I Trondhjemsfeltet kan kisleforekomsterne i morfologisk og genetisk henseende henføres til flere helt forskjelligartede typer. De vigtigste av disse typer er:

A. Rørostypen

Kisleforekomster av denne type er allerede tidligere i litteraturen flere gange beskrevet av BRØGGER og VOGT, de har hittil været anseet som de mest karakteristiske og mest utbredte kisleforekomster. De ved denne type optrædende kisleminerale er svovlkis eller magnetkis med en større eller mindre tilblending av kobberkis. Svovlkisens struktur er i almindelighet normalkornig. Kvarts er det almindeligste gangmineral. Kisleanrikningen, som ved denne type er genetisk knyttet til større eller mindre gabbromassiver, optrær altid i den omgivende bergart²⁾ (sidensten), i almindelighet i en avstand av nogle dm. til flere hundrede m. fra gabbromassivets saale. Kisleens moderbergart, gabbrobergarten (i mange tilfælder en norit), er altid langs eruptivgrænsen mere eller mindre saussuritiseret og teksturelt ofte forskifret, den er saaledes sandsynligvis paavirket av de samme kræfter, der førte til kisleens utpresning av det fælles magma.

Kisleforekomster av Rørostypen er mest karakteristisk utviklet ved Røros kobberværks gruber, nord for Røros. Herfra er

¹⁾ Se ref. av Brøggers foredrag i Kr. V. S. F. 1901.

²⁾ Undtagelsesvis optrær ogsaa kisleinjeksjoner inde i gabbro.

typen ogsaa først blit beskrevet. Ved alle disse forekomster optræder gabbrobergarten stokformig injiceret i svakt faldende skiferhorizonte tilhørende Rørosgruppen. I en afstand av i almindelighed 10—100 m. under gabbrobergartens saale er kisen anrikt. Den fra Kongens grube flere gange beskrevne «haardart»⁴⁾ er med sikkerhet kun en metamorf facies av den optrædende skiferbergart (ikke som av flere forskere antat en intrusiv gabbroidal bergart). Den viser saaledes i dagen paa mange steder en kontinuerlig overgang til granatførende glimmerskifer. Jeg har ogsaa iagttaget denne bergart flere steder utenfor Rørosfeltet. — Foruten i trakterne omkring Røros er kisforekomster av Rørostoppen ogsaa kjendt fra Storhusmandsbergets gruber, Meraker. I Storhusmandsberget optræder i W-lig middelssteilt faldende skiferhorizonte en række mindre gabbroidale linser. I almindelighed er kisen anrikt i umiddelbar nærhet av gabbrolinernes undre kontaktlinie.

B. Skjækerdalstypen

De ved denne type optrædende kismineraller er for den væsentlige del magnetkis og kobberkis. Magnetkisen er ofte mekanisk tilblandet en mindre pentlandit-gehalt. Undertiden indgaar ogsaa svovlkis istedetfor magnetkis. Kisanrikningen, som ogsaa ved denne type er genetisk knyttet til større eller mindre gabbromassiver, optræder altid inde i gabbrobergarten, ofte temmelig langt fra eruptivgrænsen. Kisanrikningen er i almindelighed ved overgangsled forbundet med kiskfri bergart. Disse overgangsled fører ofte navn av pyrrhotin-gabbro. Gabbrobergarten (vel i almindelighed en norit) er som regel i og omkring de kisføende partier temmelig svakt paavirket av de metamorfoserende kræfter.

I Trondhjemsfeltet er denne kistype mest karakteristisk utviklet i Dyrhaugen i Skjækerdalen (derav navnet Skjækerdalstypen). Her indgaar i magnetkisen en mindre pentlandit-gehalt. Foruten i Dyrhaugen optræder den samme pentlanditføende type paa Rødkollen, ved Skavhaug o. fl. a. steder. Kisens moderbergart er paa alle de her nævnte steder en olivinnorit, som lokalt er sterkt uralitiseret, tildels ogsaa saussuritiseret. — Esna grubes kisforekomst tilhører likeledes baade i morfologisk og genetisk henseende Skjækerdalstypen. Kisanrikningen optræder her inde i en amfibolitlignende bergart (av typus Sylene—Åreskutan), de optrædende kismineraller er magnetkis og kobberkis. Magnetkisen er ikke (eller i allefald kun svakt) pent-

⁴⁾ Se bl. a. Chr. Falck-Ytter: Stenarten i Kongens grube ved Røros, Tidsskrift for Bergvæsen, nr. 10, 1918, hvori er meddelt en analyse av «haardarten».

landitførende. — Endvidere har jeg iagttat kisleforekomster av denne type paa etpar steder i strøket mellem Tydalen og Guldalen, bergmandsmæssig er imidlertid disse forekomster helt uten betydning.

C. Lillefjeldtypen

De ved denne type optrædende kisleminerale er svovlkis eller magnetkis med en større eller mindre tilblending av kobberkis. Svovlkisens struktur er i almindelighet normalkornig (til finkornig). Kisleanrikningen, som ved denne type er genetisk knyttet til gabbro og gange (av forholdsvis mindre mægtighet), optrær i almindelighet paa grænsen mellem gabbrobergarten og sidestenen (glimmerskifer), dels i gabbro, dels ogsaa i skiferen. Gabbrobergarten er som regel uralitiseret og saussuritiseret, undertiden ogsaa utviklet som amfibolit. Gangenes utstrækning i felt er i almindelighet forholdsvis liten.

Kisleforekomster av Lillefjeldtypen er bl. a. kjendt fra Lillefjeldgrube, Meraker og fra flere andre steder i de tilliggende trakter. Da jeg ved direktør BLOMS imøtekommenhet først fikk anledning til at studere denne type i Lillefjeldgrube, har jeg benyttet navnet Lillefjeldtypen for kisleforekomster av ovennævnte karakter. — Kisleforekomsterne ved Røddalensgruber og Skjærp (nord for Foldalen) er for den væsentlige del morfologisk (og vel ogsaa genetisk) av samme karakter som kisleforekomsterne ved Lillefjeld. Kisleens moderbergart, gangbergarten, er her utviklet som amfibolit; amfibolitgangenes mægtighet er i almindelighet 2 à 3 m. Kisleanrikningen optrær for den væsentlige del som imprægnering i skifer i eruptivkontaktens umiddelbare nærhet. De optrædende kisleminerale er magnetkis og kobberkis, magnetkisen er ikke (eller kun svakt) pentlanditførende. I enkelte felter inden Røddalensgrubeomraade er kisleanrikningen utviklet som svovlkisførende gange (injeksionsgange) i skifer, ofte langt fra eruptivkontakten. Forbindelsen mellom disse gange og de amfibolitiske gangbergarter kan imidlertid ikke paavises i dagen, driften i dypet er ved disse felter utilgjengelig. Muligens staar de svovlkisførende gange i genetisk avhengighetsforhold til de i feltet optrædende hvite graniter. — Til Lillefjeldtypen maa ogsaa henføres kisleforekomsterne ved Grønskargrube, som dog lokalt er sterkt magnetitførende.

D. Rødhammertypen

Ved kisleforekomster av Rødhammertypen er svovlkis det viktigste kislemineral. Kobberkis optrær i almindelighet i underordnet mængde. Zinkblende er næsten altid tilstede. Kisleanrikningen,

som ved denne type er genetisk knyttet til hvite granitgange (trondhemiter og nærbeslegtede bergarter), optræder i almindelighed paa kontakten mellem de hvite graniter og sidestenen, ogsaa ofte inde i de hvite graniter. Som gangmineraller ved siden af kvarts optræder i mange tilfælder flere af granitbergarternes karakteristiske mineraller (saaledes grøn hornblende og feltspat). De største kisleforekomster er som regel genetisk tilknyttet gange av ubetydelig mægtighed. Dette forhold fremtræder meget tydelig i Trondhjems Bymark, hvor de fleste kisleforekomster er anriket omkring apofyser fra «protogingranitens» mægtige intrusivmassiv.

Denne kistypes genetiske tilknytning til de hvite graniter fremtræder muligens klarest ved Rødhammeren grube i Holtaalen. Rødhammeren grubedistrikt er opbygget av gabbroidale bergarter, som er gjennemsat av et stort antal hvite granitgange av i almindelighed etpar meters mægtighed. Kisanrikningerne optræder overalt paa grænsen av de hvite graniter og de omgivende gabbrobergarter (tildels ogsaa inde i de hvite granitgange). De gabbroidale bergarter har graasort farve, deres kislegehalt er helt minimal. De hvite granitgange er derimot overalt, ogsaa utenfor grubedistriktet, sterkt kisseprængt. De optræder som følge derav med rødlig forvittringshud (derav navnet Rødhammeren). Det fremgaar saaledes med tydelighet, at kisanrikningen i Rødhammeren grubedistrikt hitrører fra de hvite graniter. — Den samme kistype optræder ogsaa i Meraker paa grænsen av de derværende hvite granitgange og Fondfjeldets gabbro. Merakertraktens granitiske gangdrag strækker sig buelformig fra Fondfjeldets grube i nord via Mandfjeld og Torsbjørk gruber over Tofjeldets østskraaning til Selbygljerne i syd. Langs hele dette strøk findes en række større og mindre gruber og skjærp. Gangdragets fortsættelse mot nord kan følges fra jernbanelinjen mellem Gudaa og Meraker stationer over Fundsjøen frem til Færen. Nordenfor Merakerdalen er imidlertid terrænet sterkt overdækket, langs dette strøk findes kun et faatal av skjærp. — Endvidere optræder kisleforekomster av Rødhammertypen ved Gresli grube i Tydalen og ved Vingelen grube vest for Tolgen, paa begge disse steder paa grænsen mellem hvite granitgange og glimmerskiferbergarter (tildels ogsaa inde i de hvite graniter). — Fra Trondhjems Bymark har jeg allerede tidligere beskrevet kisleforekomster av denne type.¹⁾ Kisanrikningen optræder her paa grænsen mellem hvite graniter og grønsten (omvandlet basalt). — Til Rødhammertypen maa baade i morfologisk og genetisk henseende henregnes de svovlksiførende magnetitforekomster ved Malmo i Beitstaden. Magnetitanrikningen optræder her dels inde i de hvite granitgange, dels paa grænsen av disse gange og sidestenen. Mikroskopiske præparater viser

¹⁾ Se Carstens: Kisleforekomster i Trondhjems Bymark.

overalt jevn overgang mellem normal trondhjemit og silikatfri magnetitanrikning.

Hos de aller fleste av Rødhammertypens kisleforekomster er kvarts det almindeligste gangmineral. Ofte indgaar der ved de større kisanrikninger volumetrisk omtrent like meget kvarts som kis. Undertiden er kismineralet (svovlkisen) i disse sterkt kvartsførende kisle gange forvitret indtil et dyp av flere meter fra dagoverflaten. Derved er paa mange steder fremkommet et saakaldt «kvartsskelet»; specielt pragtfuldt utviklet ved Rødhammeren og Gresli gruber.

Da de her omtalte kisleforekomster i alle retninger er mest karakteristisk utviklet ved Rødhammeren, har jeg benyttet navnet Rødhammertypen for kisleforekomster av ovenfor beskrevne karakter.

Ældre forskere har ogsaa været opmerksomme paa de hvite graniters kisleføring, saaledes allerede HØRBYE, HAUAN og KJERULF. «At der har fulgt svovlmetaller ogsaa med granitens injektion», skriver KJERULF¹⁾ under gjennomgaelsen av Dovres, Orkedalens og Guldalens hvite graniter, «ligesom forholdet er ved grønstone og gabbro, fremgaar ligeledes allerede af J. Hørbyes iagttagelser. «Glimmerskiferen er faldbåndagtig, naar den ligger mellem granitleierne.» Og K. HAUAN: Skiferne er i nærheten af graniten (Mortenfeld, Singsås) kisseprængt, og overfladen viser stærk rustfarve.» Ogsaa HOLMSEN og A. BUGGE har iagttagt kisanrikninger omkring de saakaldte granuliter (j: de hvite graniter) paa forskjellige steder inden Trondhjemsfeltet. Men begge disse forskere oppfatter feltets gabbroidale bergart som kises moderbergart. Saaledes skriver A. BUGGE i HOLMSENS²⁾ nylig utkomne arbeide over Nord-Trøndelagens kisleforekomster: «Som nævnt har kisen fulgt gabbrogangene og den har lettest fundet sin vei langs de haarde granuliter. Særlig i Malsaadalen er dette forhold klart og som nærmere blir omtalt ved gjennomgaelsen av de enkelte forekomster; sees kisen at optræe anrikt rundt granuliten, som ofte er opbrutt til store linser, der ofte er omvandlet til en flinthaard kvartsitisk utseende bergart. I Malsaadalen har tydeligvis bergarterne og kisleforekomsterne været utsat for langt større tryk og omvandling end længer syd, og man finder derfor kun utvalgte imprægnationsforekomster, hvis praktiske utnyttelse er meget vanskelig. — Længer syd, f. eks. ved Vingelen, synes ikke at ha været saa stort tryk og saa sterk omvandling som i Malsaadalen, og man finder her kisen langs sorte amfiboliter og ofte som en imprægnation i granuliten, som ogsaa her er den bergart, langs hvilken gab-

¹⁾ Kjerulf: Om Trondhjems Stifts geologi II, side 88.

²⁾ Holmsen: Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisle drag mot nord, side 177.

broen findes. — Impregnationen i granuliten kan undertiden bli saa rik, at man faar malm med over 30 % svovl, og man finder ogsaa rene kisansamlinger.» Efter de undersøkelser, som jeg i malmgeologisk retning har foretaget paa en række forskjellige steder inden Trondhjemsfeltet, er imidlertid kisanrikningerne baade i Malsaa-dalen og ved Vingelen genetisk knyttet til de hvite granitgange. Paa HOLMSENS geologiske detaljkart over Malsaa grubefelt¹⁾ er kisanrikningernes avhængighetsforhold til kvartsporfyrit (hvit granit) saa sterkt iøinefaldende, at jeg finder det mærkværdig, at den tanke ikke tidligere har vundet frem.

E. Leksdalstypen

De ved denne type optrædende kismineraler er i almindelighed svovlkis og magnetkis. Kobberkis indgaar i helt ubetydelige mængder. Magnetit er næsten altid tilstede. Kisens struktur er tæt. Kisanrikningerne ved Leksdalstypens kiskeforekomster er topografisk forbundet med basiske lavabergarter (grønsten), de er saaledes for den væsentlige del knyttet til Bymarkgruppen. Kisanrikningerne optræder som sedimentationslag av større og mindre mægtighed inde i grønstensstrøkene, adskildt fra hverandre dels ved skiferhorizontter, dels ved grønstensderivater og tufflag. Kislagenes kisgehalt er sterkt varierende, albitfeltspat er det almindeligste silikatmineral (gangmineral). Lagenes mægtighed er i almindelighed ubetydelig, den ligger som regel mellem 1 mm. og nogle cm. Undertiden er ogsaa de enkelte kislags mægtighed større, lokalt naar saaledes mægtigheden op til 1 m. eller derover. Kislagene optræder sædvanligvis sammen i stort antal, i veksellagring med mellemliggende bergartshorizontter. Den samlede kismægtighed gaar saaledes ofte op til flere m.

Jaspislag av adskillige m. mægtighed optræder undertiden i kishorizonternes hæng- eller liggzoner, tildels ogsaa inde i disse i veksellagring med de forskjellige kislags, saaledes f. eks. ved en række av Meldalsskogens kiskeforekomster.

Ved mange av Leksdalstypens kiskeforekomster optræder en eieudommelig bergart, som ved gruberne i almindelighed benævnes «Svartfjeld». Denne bergart optræder dels som overgangsbergart mellem kislags og grønstenslignende bergarter, dels ogsaa som selvstændig optrædende lag. «Svartfjeldet» er væsentlig sammensat av magnetit, klorit og hornblende (aktinolit), det synes efter sin geologiske optræden og petrografiske karakter i genetisk henseende at repræsentere et omvandlet jernrikt tuffsediment, muligens ogsaa undertiden en omvandlet basaltvarietet.

¹⁾ Holmsen l. c. side 159.

Ogsaa FALKENBERG¹⁾ omtaler i sit arbeide over de sydnorske kisleforekomster «svartfjeld» (Schwarzfels) fra Meldalsfeltet. «Eine weitere Varietät des Grünsteins», skriver FALKENBERG,²⁾ «ist ein eigentümliches Gestein, welches ich als «S c h w a r z f e l s» bezeichnen möchte. Seinem Aussehen nach könnte man es auch «schwarze Hälleflinta» nennen. Das Gestein hat einen muscheligen Bruch, eine grosse Härte, ist äusserst feinkörnig und ohne irgendwelche gröbere Mineralkörner..... In Lökken ist der Schwarzfels besonders weit verbreitet. Er findet sich hier hauptsächlich im Liegenden der Kiesgänge, wo er allmählich in das gewöhnliche Nebengestein übergeht». Fra Lillebø kisleforekomster paa Stord, som i morfologisk (og vel ogsaa i genetisk henseende) tilhører Trondhjemsfeltets Leksdalstype, beskrives i ovennævnte arbeide en aktinolitfels med petrografisk samme karakter som Meldalsfeltets «svartfjeld». «Svartfjeldet» er saaledes en karakteristisk bergart ved alle Leksdalstypens kisleforekomster.

Paa mange steder er kishorizonterne (baade de kisleførende lag og de mellemliggende bergartshorizonte) gjenemsat av sekundære kisaarer. Disse aarer gjennemvæver bergarterne i forskjellige retninger, strukturen er i almindelighet finkörnig (hos kislelagene er derimot strukturen tæt).

Da jeg først har studeret den ovenfor beskrevne kistype i Leksdalen, har jeg benyttet navnet Leksdalstypen for kisleforekomster av denne karakter. — Foruten i Leksdalen optrær den samme kistype i strøket omkring Vennafjeld nord for Selbusjøen og endvidere som allerede omtalt paa en række forskjellige steder i Meldalskogen (ved Skjødskift o. fl. a. steder, muligens ogsaa ved Lökken, se herom senere).

F. Imprægneringstypen

Ved kisleforekomster av imprægneringstypen er svovl-kis det viktigste kislemineral. Magnetkis og kobberkis optrær i almindelighet i underordnet mængde. Kises struktur er normal-körnig. Kisen optrær som imprægnering i glimmerskiferbergarter av lidt vekslende sammensætning uten topografisk (eller genetisk) tilknytning til eruptivbergarter. Imprægneringszonernes almindeligste silkatminerale (gangminerale) er kvarts og glimmerminerale.

¹⁾ Falkenberg: Geologisch-petrographische Beschreibung einiger südnorwegischer Schwefelkiesvorkommen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Genesis.

²⁾ Falkenberg l. c. side 110.

Kisforekomster av *imprægnationstypen* (kisimprægnation i skiferbergarter) optrær paa forskjellige steder inden Rørosgruppens strøkomraader, tildels ogsaa i Hovindgruppens lerskiferhorisonter. En række skjærpningsarbeider er paa mange steder utført i disse imprægnationszoner, regulær grubedrift er dog hittil aldrig igangsatt.

Kiskoncentrationen ved *gabbromassiver* har efter BRØGGER og VOGT fundet sted ved saakaldte magmatiske differentiationsprosesser. Ved kisforekomster av *Rødhammertypen* har derimot kisanrikningen vistnok for den væsentlige del foregaaet ved pneumato-hydatogene prosesser. De samme prosesser har muligens ogsaa delvis været medvirkende ved kisdannelser av *Lillefjeldtypens* karakter. Derpaa tyder den ved disse forekomster almindelig optrædende kisimprægnation langs gabbrogangenes kontaktlinier (karakteristisk utviklet ved Røddalens gruber og skjærp).

Ved kisforekomster av *Leksdalstypen* er kisdannelsen ogsaa efter al sandsynlighet til en viss grad av pneumatolytisk karakter. Gjennem submarine vulkanspalter har der sandsynligvis i Bymarkgruppens dannelsesetid foregaaet utstrømning av metallrike gaser, der dels har reageret indbyrdes, dels med havvandet, og saaledes ført til jernsulfidernes utfældning. Den sterke vekslning av kisleørende lag, lerskiferhorisonter, tufflag, grønstensderivater og tilsyneladende effusivstrømme i forbindelse med de enkelte lags betydelige arealutbredelse viser imidlertid, at kisdannelsen ved forekomster av *Leksdalstypens* karakter i sidste stadium er sedimentationsdannelser (egentlige præcipitattannelser).

Ved *Worse* (vistnok oprindelig *Worsøe*) grube i Leksdalen er saaledes den kisleørende bergart for en væsentlig del petrografisk utviklet som *kalksandsten* med følgende mineralseskap: svovlkis, kvarts, kalkspat, klorit, granat og albit med individualiserte mineralinterpositioner (væsentlig av kvarts). Kiskornene er i almindelighet sammenvokset i tavleformige aggregater parallelorienteret bergartens lagningsflate (se mikrofotografi). Kisens struktur er tæt (kornstørrelsen er 0,05 mm. eller derunder). — Ved *Jordhusbækskjærp* i Meldalsskogen er den kisleørende bergart utviklet som et *grønstensderivat* av følgende sammensætning: svovlkis, albit, biotit, muscovit, klorit og titanit. Mikropegmatitisk sammenvokning av feltspat (oligoklas-albit) og kvarts optrær omkring og mellom de forskjellige mineral Korn. Jeg har iagttatt denne utvikling i prøvestuff fra dagen og i borkjerneprøver 50—100 m. under dagoverflaten. Da mikropegmatitdannelser op-

trær i grønstenshorizonte av utvilsom sedimentær karakter (desuten muligens ogsaa i effusivstrømme), maa disse dannelser nødvendigvis opfattes som sekundærprodukter av anden karakter end de hvite granitganges mikropegmatitdannelser, som vel med sikkerhet repræsenterer primære krystallisationsprodukter.

Kislag av Leksdalstypens karakter optrær overalt (ogsaa utenfor Trondhjemsfeltet) i veksellagring med sedimentbergarter indleiret i grønsten (for den overveiende del stratigrafisk tilhørende Bymarkgruppen). Selve kislagen (de mere eller mindre kispregnede bergartshorizonte) fremtrær teksturelt som typiske sedimentationslag, deres konstante optræden i submarine lavahorizonte betinger dog med sikkerhet en indirekte genetisk tilknytning til vulkanismen.

Kisforekomsterne ved Lillebø gruber paa Stord, som i morfologisk henseende er identisk med Leksdalstypens kisforekomster, er imidlertid av FALKENBERG¹⁾ opfattet som *hydato gene* dannelser. Kismasserne ved Lillebø optrær som regel i veksellagring med bergarter av helt sedimentær karakter, dels sammen med alunskiferagtige lerglimmerskiferbergarter, dels sammen med jaspislag. Men mellem de forskjellige kishorizonte staar grønstenbænke av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens effusivstrømme ved Trondhjem. Kisen ved Lillebø gruber synes saaledes at være av sedimentær natur, dannet i vulkanismens periode i pauserne mellem de forskjellige submarine vulkanutbrud 3: i genetisk henseende helt analog Leksdalstypens kisforekomster i Trondhjemsfeltet.

Kisforekomsterne ved Løkken grube i Meldalsskogen er derimot av FALKENBERG²⁾ opfattet som *intrusiv dannelser*. Kisanrikningen ved Løkken optrær likesom Leksdalens, Skjødskifts og Stords kisforekomster i grønsten, tildels sammen med jaspislag. Kismasserne er imidlertid ved Løkken teksturelt og kemisk av en lidt anden karakter end Leksdalstypens kislag, saaledes bl. a. karakteriseret ved finkornig struktur og lokale anrikninger paa kobberkis. I strøket vest for Løkken hovedgrube, i trakterne omkring Fagerli, optrær forholdsvis større gabbroidale injeksjoner, gabbro er ogsaa paavist i borchul ved Fagerli i kisans umiddelbare nærhet. Den mulighet er derfor ikke udelukket, at kisanrikningen ved Løkken er genetisk tilknyttet den gabbroidale bergart. Herpaa tyder ogsaa den fra Løkken grube meget bekjendte kisbreccie, hvis dannelse betinger injeksjon av epigenetisk kismagma. Kisanrikningen omkring jaspislagene repræsenterer isaafald injeksjons gange, og kisforekomsterne ved Løkken, som morfologisk minder om Leksdalstypen, maa saaledes genetisk henføres til Rørostypen. Av

¹⁾ Falkenberg l. c. side 145.

²⁾ Falkenberg l. c. side 119.

mangel paa tilstrækkelige detaljundersøkelser vil dog spørsmålet om Løkkenforekomsternes genesis endnu ikke kunne besvares med sikkerhet. Ved de øvrige av Meldalsfeltets ældre gruber, Dragset, Høidal, Aamot o. fl. a. har jeg hittil ikke faaet anledning til malingeologiske undersøkelser.

Av de tidligere beskrevne kistyper er den alt overveiende del genetisk knyttet til eruptivbergarter (A-E). Alene imprægnationstypen (F) synes at være av helt sedimentær natur. Primær kisimprægnation i skiferbergarter er imidlertid et temmelig almindelig forekommende fænomen. Kisutfældningen skyldes ved disse forekomster vistnok som regel havvandets forraadningsgaser.

Typerne A—D er genetisk tilknyttet abyssiske og hypabyssiske eruptiver, type E er genetisk udelukkende tilknyttet effusiver. Saa vel i mineralogisk og kemisk henseende som ogsaa bergmandsmæssig kan typerne A, C og D sammenfattes til én gruppe (forskjellig fra B). De 3 førstnævnte typer tilhører efter VOGT¹⁾ den saakaldte «kisgruppe», kisanrikningen, væsentlig svovlkis, kobberkis og magnetkis uten tilblending av pentlandit, er her genetisk tilknyttet gabbromassiver og deres gangfølge (gabbrogange og hvite granitgange). Disse typer optrær kun inden fjeldkjeden. Type B er som regel karakteriseret ved pentlanditførende magnetkis; undtagelser fra denne regel er imidlertid ingen sjeldenhet, flere av Trondhjemsfeltets nikkelfri kiskeforekomster maa saaledes morfologisk henføres til type B. Denne kistype optrær saavel inden fjeldkjeden som i det omkringliggende grundfjeld. Den ved type A optrædende gabbrobergart er primært tilsyneladende overalt av samme petrografiske karakter som B-typens moderbergart, kun viser altid A-typens gabbrobergart en sterkere baade mekanisk og kemisk omvandling. I Trondhjemsfeltet er begge disse gabbrotyper av samme alder, de tilhører med sikkerhet den sidste eruptionsphase (foldningen).

Dannelsen av de 2 forskjellige kistyper (A og B) kan derfor kun forklares paa følgende maate: Det primære gabbromagmas gehalt av svovlkis med større eller mindre tilblending av kobberkis og magnetkis blev utdifferenteret i stort dyp. Det av denne differentiationsproces berørte gabbromagma, som efter sin injeksjon i høiere liggende horisonter fremdeles var kiskeførende (kobberkis, magnetkis, eventuelt ogsaa pentlandit), gav ved sin krystallisation anledning til dannelsen av de saakaldte nikkelmagnetkiskeforekomster. Ved en eventuel senere indtrædende fjeldkjedefoldning blev følgen en oppresning av det i dypet utdifferentierte kismagma. Dette fulgte *a priori* de allerede forhaandenværende «tektoniske linier»: kisen blev anriket omkring eller i nærheten av allerede eksisterende gabbromassiver. — Denne proces forklarer den uregelmæs-

¹⁾ Beyschlag, Krusch, Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, Stuttgart 1910, side 298.

sighet (vekslende avstand), hvormed kisanrikningen optrær i forhold til gabbromassiverne, endvidere enkelte kiskeforekomsters isolerte optræden (uten forbindelse med gabbromassiver eller andre eruptivbergarter), endelig ogsaa disse forekomsters undtagelsesvis gangformige optræden inde i gabbrobergarter (Dronningens grube, Meraker). Aldersforskjellen mellem de 2 kistyper er for Trondhjemsfeltets vedkommende helt ubetydelig, injeksjonen av kismagmaet fandt efter al sandsynlighet sted umiddelbart i tilknytning til de gabbroidale injeksjoner.

Størsteparten av Trondhjemsfeltets kiskeforekomster ligger i eller omkring det store eruptivdrag, der strækker sig fra Lustadvandet i nord over Meraker, Fongen og Rørosfjeldene til Lilleelvedalen i syd. Samtlige disse forekomster er av tilnærmet samme alder, yngre end Hovindgruppen, ældre end fjeldkjedefoldningens avslutning. Da de hvite graniter overalt representerer de absolut yngste bergartsfacies, blir som følge derav Rødhammertypens kiskeforekomster en ubetydelighet yngre end de gabbroidale kistyper. Adskillig ældre end disse kistyper er Leksdalstypens kiskeforekomster, som for den aller væsentlige del tilhører Bymarkgruppen. Omtrent jevnaldrere med Leksdalstypens kiskeforekomster i Bymarkgruppen er kiskeforekomsterne i Trondhjems Bymark. Disse forekomster er genetisk knyttet til de hvite graniters 1ste generation (protogingraniten). Ældst av alle Trondhjemsfeltets kiskeforekomster er de sedimentære kisismpregnationer i Rørosgruppens glimmerskiferbergarter.

Trondhjemsfeltets kiskeforekomster kan topografisk henføres til et «sterkt» østlig drag, der strækker sig langs det ovenfor omtalte eruptivfelt fra Lustadvandet i nord til Tronfjeld i syd, et «svakt» centraldrag, der kun har utbredelse i den aller sydligste del av feltet mellom Undal—Inset i nord og Grimsdalen i syd og et «svakt» vestlig drag, der likeledes har en begrenset utbredelse i feltets midtparti mellom Leksdalen i nord (nordøst) og Meldalsskogen i syd (sydvest). Disse kisdrag fremtrær forholdsvis tydelig paa HOLMSENS¹⁾ geologiske oversigtskart.

Kiskeforekomsterne i det østlige drag er dels genetisk tilknyttet sure, dels basiske dyperuptiver (eller gangbergarter), de gjennomskjærer for den aller væsentligste del Rørosgruppens østlige grænsestrøk, for en helt ubetydelig del Hovindgruppen og Rørosgruppens centralparti (KJERULFS og BUGGES Gulagruppe). Kiskeforekomsterne i centraldraget er likeledes knyttet til sure og basiske dyperuptiver eller gange, de optrær kun i Rørosgruppens centralparti. Kiskeforekomsterne i det vestlige drag tilhører for den væsentlige del Leksdalstypen, de følger saaledes Bymarkgruppens forskjellige strøkzoner.

¹⁾ Holmsen: Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisdrag mot nord, side 171.

De fleste av de geologer, som efter KJERULFS tid har besøkt Trondhjemsfeltet, har været opmærksom paa de forholdsvis ubetydelige kisansamlinger i Rørosgruppens centralparti (Gulagruppen). I sit arbeide over Nord-Trondelagens kisforekomster skriver saaledes HOLMSEN¹⁾: «Skal man kunne trække nogen slutning av Gulaskifrenes fattigdom paa kisleier maa det være den, at kisen er ældre end denne gruppes bergarter.» Som vi imidlertid har seet er Gulaskiferne identiske med Rørosgruppens ophvælvende centralparti og kisforekomsterne med de tilhørende eruptiver samtlige yngre end disse. Kisforekomsternes ophør i den nordlige del av feltet tyder HOLMSEN²⁾ som et tektonisk utvalsningssfænomen i forbindelse med metamorfosen. Efter vort kjendskap til kisforekomsternes genesis er kisforekomsternes optræden kun avhængig av eruptiverne — hvor eruptiverne ophører, der ophører ogsaa kisansamlingerne.

¹⁾ Holmsen l. c. side 184.

²⁾ Holmsen l. c. side 183 og 184.

Foldninger og overskyvninger

I den store grundfjeldsmulde, som med NNE-lig strøk strækker sig over størstedelen av Trøndelagen, ligger Trondhjemsfeltets forskjellige formationsgrupper sterkt foldet med en uendelig række av stadig vekslende sadler og mulder. Feltets strøkreretning er for den helt overveiende del NNE-lig, den falder saaledes sammen med den kaledoniske fjeldkjedes hovedstrøkreretning. Ogsaa i de nuværende lavlandsdistrikter er foldningen et sterkt fremtrædende træk i feltets bergbygning. Den norske fjeldkjede er imidlertid av høi alder, selv de høiest oprakende toppe med alpin karakter representerer kun et svakt speilbillede av fjeldkjedens primære dimensioner.

Saddel- og muldelinjer gaar over størstedelen av feltet med stor regelmæssighet og parallelitet, kun enkelte steder optrær saakaldte tverfoldninger med varierende strøkreretning. Denne avvigelse i hovedstrøkreretningen kan bedst iagttages omkring de større og isolerte injeksjonsruptiver, saaledes fremtrær den kanskje aller klarest omkring Skjøtingens tilnærmet sirkelrunde eruptivfelt, hvor strøkreretningen gaar koncentrisk eruptivgrænsen. Eruptivmassiverne har under fjeldkjedefoldningen til en viss grad motstaaet stresskræfternes indvirkning; følgen av dette forhold er, at kjennepartierne i de større eruptivfelter ofte er helt upaavirket av de regionalmetamorfe kræfter samtidig som randzonerne er sterkt forskifret.

Efter TÖRNEBOHM¹⁾ optrær ogsaa avvigelser i hovedstrøkreretningen omkring Singsaas' mægtige granitmassiv. Forholdene langs eruptivgrænsen kan her lettest studeres i Guldalens jernbaneprofil. Likesom ved Skjøtingen slynger skiferbergarterne sig linseformig omkring eruptivmassivet, som utenfor randzonerne er helt upaavirket av fjeldkjedefoldningen.

Overalt i Trondhjemsfeltet synes uregelmæssigheter i strøkets hovedretning, tverfoldninger, at skyldes forhaandenværende eruptivmassiver. Baade TÖRNEBOHM²⁾ og BJØRLYKKE³⁾ omtaler imidlertid i sine arbeider over det centrale Norges bergbygning 2 fjeldkje-

¹⁾ Törnebohm: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbygning, side 125—126.

²⁾ Törnebohm l. c.

³⁾ Bjørlykke: Det centrale Norges fjeldbygning, side 559.

desystemer, som begge har været af betydning ved formationernes utformning, et NNE-lig saakaldt «kaledonisk» system og et ældre WNW-lig saakaldt «Gudbrandsdalsk» system (BJØRLYKKES betegnelse, efter TÖRNEBOHM er det WNW-lige system det yngste). I Trondhjemsfeltet kan derimot foldningen overalt henføres til det NNE-lig strykende fjeldkjedesystem, de uregelmæssigheder i hovedstrøkrætningen, som lokalt er tilstede, kan altid henføres til forhold inden feltets bergbygning (optræden af eruptivmassiver, dyperuptiver eller effusiver), ingen steder kan der med sikkerhed iagttages paavirkning af et ældre (eller yngre) tværgaaende stræknings- eller fjeldkjedesystem. (Jeg skylder her at oplyse, at mine undersøkelser i trakterne syd for Foldalen er faatallige og spredte, den ovenfor fremsatte paastand er derfor ugyldig i feltets sydlige del). Paa tverfoldningerne i Stjordalen har TÖRNEBOHM specielt fæstet sin opmærksomhed. Men ogsaa de derværende uregelmæssigheder skyldes efter al sandsynlighed Forbordfjelds mægtige lavabænke og injektionseruptiver. Forøvrig er overalt lavabænkens strøkrætning af væsentlig betydning for de omgivende skiferbergarters strøkrætning, lavabergarternes oprindelige mægtighed og arealutbredelse er saaledes en vigtig faktor ved strøkliniernes utformning.

Det WNW-lig strykende foldningssystem (det Gudbrandsdalske) er mest fremtrædende paa Vestlandet,¹⁾ her paa mange steder enddog sterkt iøinefaldende. Da det imidlertid ikke kan paavises i Trondhjemsfeltet, synes det Gudbrandsdalske foldningsomraade at være temmelig begrænset. Den mulighed er dog ikke udelukket, at foldningen ogsaa kan ha naaet Trøndelagen, isaafald er dens spor utvasket af den yngre (kaledoniske) fjeldkjedefoldning, der førte til feltets tektoniske utformning.

De geologiske detaljstudier har imidlertid vist, at der i Trondhjemsfeltet har foregaaet tektoniske forstyrrelser (ø: mindre jordskorpebevægelser) ved avslutningen af Bymarkgruppens dannelsesetid (svarende omtrent til tiden for den Gudbrandsdalske fjeldkjedefoldning). De submarine lavastrømme er i dette tidsrum blit hævet over hav, derefter er de mægtige grønstenskonglomerater kommet til avsætning. Efter al sandsynlighed staar disse tektoniske bevægelser i forbindelse med vulkanismen. Og Hovindgruppens mange intraformationale konglomerater taler likeledes for, at disse bevægelser ogsaa har fortsat ind i Hovindgruppens dannelsesetid. Men om de tektoniske bevægelser i Trondhjemsfeltet i dette tidsrum har artet sig som virkelige foldningsprocesser vil med vort nuværende undersøgelsesmateriale neppe kunne bevises. Hovindgruppens bergarter viser imidlertid omtrent overalt en gennemgaaende svakere metamorfosegrad end de petrografisk analoge skiferbergarter i Rørosgruppen.

¹⁾ Se Reusch: Konglomerat-Sandstenfelterne i Nordfjord, Søndfjord og Sogn, Nyt Mag. for Nat. Bd. 26, side 158.

Dette forhold tyder saaledes muligens paa en foldningsproces allerede i Bymarkgruppens dannelsesetid (sandsynligvis ved dens avslutning).

GOLDSCHMIDT¹⁾ har i en diskussion om Trondhjemsfeltets geologi uttalt sandsynligheden av en foldningsproces i tiden førend Hovindgruppens dannelsesperiode. Denne uttalelse er for en væsentlig del baseret paa den antagelse, at Hovindgruppens konglomeratboller viser en sterkere metamorfosegrad end konglomeratgrundmassen. Jeg har imidlertid som allerede tidligere omtalt gjennomgaaet en række mikroskopiske præparater av forskjellige konglomerathorizonter boller og grundmasse. Nogen væsensforskjel i metamorfosegrad har jeg dog i det store og hele ikke kunnet iagttå.

Tektoniske bevægelser i ordovicium er forøvrig kjendt fra forskjellige steder i fjeldkjeden, bl. a. baade fra Finmarken og Skotland. Disse bevægelser har saaledes i dette tidsrum virket over et større omraade. Lokalt er de tektoniske bevægelser omsat i horisontaltvirkende kræfter, saaledes som allerede omtalt paa Vestlandet. I Trondhjemsfeltet er som ovenfor antydnet hittil med sikkerhet kun paavist vertikalforskyvninger, forskjellige forhold taler dog for, at de horisontaltvirkende stresskræfter i ordovicium ogsaa har berørt Trøndelagen.

Tiden for Trondhjemsfeltets kaledoniske foldning kan ikke bestemmes med fuld noiagtighet. Da Hovindgruppen overalt er foldet, er foldningen yngre end etage 6 c. Og da endvidere Vestlandets og Røragens devonfelter ikke er berørt av egentlige foldningsprøcesser, er foldningen ældre end underdevon. Paa Hitteren har REUSCH²⁾ i 1913 fundet fossilet *Dictyocaris* i de derværende konglomerat- og sandstensfelter. Disse felter, som efter samme forfatter opfattes som en fortsættelse mot nord av Vestlandets devoniske sandstensfelter, synes efter de foreliggende undersøkelser ikke at ha deltat i foldningsprocessen. Da KJÆR efter fundet av *Dictyocaris* henfører Hitterens konglomerat- og sandstensformation til downtonian (eller ludlow) har foldningen derfor efter al sandsynlighet fundet sted i silurtiden. *Dictyocaris* er imidlertid intet ledefossil for downtonian (eller ludlow), den forekommer ogsaa i andre stratigrafiske horisonter. Men sandsynligheden taler vel for, at Hitterens konglomerat- og sandstensformation tilhører avslutningen av silurtiden eller begyndelsen av devontiden. Isaafald falder den kaledoniske foldningsproces for Trøndelagens vedkommende i silurtidens sidste halvdel.

Under den sterke ophvælvning av feltets centralparti har de

¹⁾ I møte i N. G. F. 9. mars 1918.

²⁾ Reusch: Nogen bidrag til Hitterens og Smølns geologi, side 8 og 9.

prekambriske formationslede saddellinjer aldrig naaet dagoverflaten. Men av undersøkelserne langs feltets vest- og østgrænser, hvor saavel sparagmitformationen som grundfjeldsgneisen viser en nedfoldning konkordant Rørosgruppens basalskifere, fremgaar dog med sikkerhet, at fjeldkjedefoldningen ogsaa har omfattet disse formationer. Hvorvidt den kontinuerlige nedhvelvning av grundfjeldet lokalt er brudt ved forkastninger, er det hittil ikke lykkedes at fastslaa. Paa Eknetangen staar imidlertid Hovindgruppens sandstensformation diskordant i forhold til den nærliggende grundfjeldsgneis i Leksviken. Den mulighed er derfor ikke udelukket, at fjorddypt nordenfor Frostahelvøen markerer en NE-lig strykende forkastningslinie. I de omkring liggende trakter er det dog ikke lykkedes at paavise rivningsbreccie eller andre forhold, der kan være til støtte for en slik hypothese.

Efterat TÖRNEBOHM i 1888 fremla sin overskyvningshypothese,¹⁾ efter hvilken der langs fjeldkjedens randzoner paa en række steder har foregaaet forskyvninger av ældre formationer over yngre, har denne hypothese været gjenstand for behandling av de fleste skandinaviske fjeldgeologer. Men medens overskyvningshypotesen fremdeles er den «officielle» teori i de svenske geologiske kredse, er den ialt væsentlig forladt av de norske geologer.

Overskyvningshypotesen er oprindelig for en væsentlig del baseret paa profilet fra Levanger over riksgrensen til Åreskutan i Jemtland. De krystallinske skifere i Åreskutan, de saakaldte Åreskifere, som ved foten av fjeldet overleirer umetamorfte fossilførende siluriske skiferbergarter, blev av TÖRNEBOHM paralleliseret med de krystallinske skifere paa begge sider av Trondhjemsfjorden. I Trondhjemsfeltet danner imidlertid disse krystallinske skifere underlaget for feltets kambro-siluriske formationer. Åreskiferernes lagstilling i Åreskutan blev derfor av TÖRNEBOHM antat at være «abnorm»; en følge av overskyvning fra vest mot øst. Senere blev Åreskiferne stratigrafisk parallelstillet sparagmitformationen som en krystallinsk facies av denne, baade Åreskiferne og sparagmitformationen blev da samtidig henført til den saakaldte Sevegruppe.²⁾

Paa en række steder langs Trondhjemsfeltets østgrænse paaviste TÖRNEBOHM i de efterfølgende sommere Åreskifer, saaledes ogsaa paa strækningen øst for Glommen mellem Haadalen i nord og Lillelvedalen i syd. Da de derværende skifere overleirer sparagmitformationen i syd, antok TÖRNEBOHM, at overskyvninger ogsaa hadde fundet sted langs denne strækning. Men TÖRNEBOHMS

¹⁾ Törnebohm: Om fjällproblemet.

²⁾ Törnebohm: Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet.

«Åreskiffrar» er i disse trakter helt identisk med Rørosgruppens glimmerskiferbergarter og med de for denne gruppes lavere horisonter saa karakteristiske amfibolitbergarter. Disse bergarters stratigrafiske stilling er saaledes helt normal.

Paa flere forskjellige steder, saaledes ogsaa i trakterne øst for Aursundsjø, er TÖRNEBOHMS overskyvninger baseret udelukkende paa øiegneisens tilsyneladende «abnorme» optræden inde i Sevegruppens eller Rørosgruppens skiferbergarter (sparagmiter). Øiegneisen er imidlertid ikke som av TÖRNEBOHM antat en grundfjeldsbergart med uforanderlig stratigrafisk horisont, den optræder imot som allerede tidligere omtalt som injektionsbergart i forskjellige stratigrafiske nivaaer, dels inde i sparagmitformationen, dels inde i Rørosgruppen, dels ogsaa paa grænsen mellem begge disse formationer.

Ogsaa langs Trondhjemsfeltets vestgrænse optræder efter TÖRNEBOHM¹⁾ lokalt flere overskyvninger, i disse trakter med overskyvningsretning mot vest, saaledes nord for Aalbu i Drivdalen og længere syd, nordenfor Drivstuen. Paa begge disse steder er overskyvningerne baseret paa øiegneisens optræden i henholdsvis Rørosgruppens og Sevegruppens glimmerskiferbergarter.

Den av TÖRNEBOHM i «Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad» side 126 omtalte overskyvning sydvest for Malmo med overskyvningsretning mot SW²⁾ lar sig efter de senere undersøkelser heller ikke opretholde. Den her optrædende granitbergart, som i syd overleier de palæozoiske formationer, blev av TÖRNEBOHM henført til grundfjeldet, bergarten er imidlertid en lidt skifrig varietet av feltets hvite graniter.

De av TÖRNEBOHM omtalte overskyvninger i Trondhjemsfeltet har saaledes vist sig at være baseret paa geologiske og petrografiske feilbestemmelser. Men da overskyvninger av ældre formationer over yngre er et velkjendt geologisk fænomen saavel i Skandinaviens som i utenlandske fjeldkjeder, har jeg med særlig henblik paa overskyvningsfænomenet befaret store strækninger av feltets grænsetrakter, ogsaa utenfor de av TÖRNEBOHM beskrevne omraader. Det har imidlertid hittil ikke lykkedes mig paa noget punkt at kunne paavise overskyvninger.

Forskyvninger av yngre formationer over ældre er dog mange steder et velkjendt fænomen, saaledes ved Stenfjeldet vest for Storlien paa grænsen mellem Norge og Sverige. Stenfjeldet opbygges av Hovindgruppens bergarter, fylliter og sandstenslag i stadig veksellagring. I foten av fjeldet staar Rørosgruppens glim-

¹⁾ Overskyvningerne langs feltets øst- og vestgrænser staar omtalt utførlig i T ö r n e b o h m : Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, side 127 o. v.

²⁾ Se ogsaa T ö r n e b o h m : Om den skandinaviske fjällkedjans sydvestände, G. F. F. Bd. 25.

merskiferbergarter med ubetydelig mægtighet, disse overleirer sparagmitformationens kvartsiter. I de laveste horisonter nærmest Rørosgruppen er Hovindgruppens bergarter sterkt foldet og pres-set. Da Rørosgruppen overalt synes sterkt utvalset, har glidninger efter al sandsynlighet fundet sted paa grænsen mellem sparagmitformationen og de overliggende formationsgrupper. Forskyvningsretningen er med sikkerhet E-lig. Herpaa tyder ogsaa en høi lodretstaaende «glint», som paa Stenfjeldets østre side avskjærer Hovindgruppens og Rørosgruppens fortsættelse mot øst.

Areskutan i Jemtland er overskyvningshypotesens klas-siske fjeldomraade og arnestedet for «fjeldproblemet»¹⁾. Efterat overskyvningshypotesen maatte avvises for Trondhjemsfeltets vedkommende, syntes imidlertid en kritisk gjennomgaaelse av de geologiske forhold i Areskutan og nærliggende fjeldtrakter at være av stor interesse. Jeg har derfor i anledning utførelsen av dette arbeide opholdt mig de to sidste sommere en kortere tid i Jemtland i strøket mellem Storlien og Hålland (straks østenfor Åre).

Min opfatning av Areskutans bergbygning svarer i alt væsentlig til REUSCHES²⁾ av 1891. I foten av fjeldet optrær glimmerskifer og kvartsiter gjennomvævet av gabbroidale bergarter, tildels med amfibolitisk karakter, og hvite graniter. Høiere oppe er eruptiverne, de mest fremtrædende bergarter, dels hersker her hvite graniter, dels gabbrobergarter. Selve toppen er opbygget av en normalkor-nig, eugranitisk, temmelig masseformet noritbergart med følgende mineral-selskap: diallag, hypersthen, metamorf grønbrun horn-blende, plagioklas (av intermedier sammensætning) og magnetkis. Pyroxenmineralerne er i almindelighet paa overflaten omvandlet til hornblende. Bergarternes fald er overalt i Areskutan indadvendt, strøklinierne optrær som følge derav som sluttete koncentriske linier.

Under Areskutans mægtige fjeldmassiv ligger i vest ved Ullån og i øst ved Undersåker umetamorf fossilførende silurisk lerskifer. Men den skarpe grænse mellem de metamorfe og umetamorfe bergarter, som baade TÖRNEBOHM og HÖGBOM paapeker, og som efter disse forskere betegner forskyvningsplanet, har jeg ingen steder kunnet iagttå. Der synes derimot overalt at være en tem-melig kontinuerlig overgang fra lerskifer gjennom fyllitisk bergart til glimmerskifer.

Den samme opfatning deles ogsaa av VOGT, som efter opdrag av S. G. U. besøkte Areskutan i 1883. «Det resultat, vi här hafva kommit till», skriver VOGT,³⁾ «nemligen att från petrografisk syn-

¹⁾ Se Bjørlykke: «Fjeldproblemets» stilling i Norge og Sverige ved utgangen av 1909, N. G. T. Bd. 2.

²⁾ Reusch: En dag paa Areskutan, N. G. U. nr. 1.

³⁾ Vogt: Om malmförekomster i Jemtland och Herjedalen; S. G. U. serie C, nr. 89, side 4.

punkt taget öfvergång förefinnes från siluren till sevegruppen, leder till den slutsats, att intet afbrott eller diskontinuitet inträdt under aflagringen.»

Vest for Mullfjället (beliggende straks vestenfor Åreskutan) optrær efter HÖGBOM¹⁾ Åreskifer med helt ubetydelig mægtighet, et efter HÖGBOMS eget utsagn svakt punkt i overskyvningshypotesen. (cf. Åreskiferens voldsomme mægtighet nogle km. længere øst, paa andre siden av Mullfjället). Efter de undersøkelser, som jeg i sommer har utført, synes imidlertid en parallelisering av Åreskiferne og de ved Nordhallen nord for Dufved optrædende bergarter at være forholdsvis usikker. Disse bergarter har derimot langt større likhet med de vestenfor liggende fyllitbergarter. Åreskiferne mangler derfor efter al sandsynlighed vest for Mullfjället. Isaafald er ogsaa traktens tektonik anderledes end officielt fremstillet.

Jeg har sidstleden sommer ogsaa besøkt forskyvningsplanets mest «klassiske» punkt, fossen i Tvårån ca. 500 m. øst for aaens udløb i Ullån. Forholdene her er imidlertid følgende: Lerglimmerskifer med E-lig fald fører indleiringer av flere konkordant optrædende gneislignende bergartsbænke av temmelig sikker eruptiv natur. I en av disse gneisbænke optrær en saakaldt «skjøl», et glideplan, efter hvilket der med sikkerhet har foregaaet en mindre forskyvning. Men baade over og under dette glideplan er lerglimmerskiferens petrografiske karakter nøiagtig den samme. Først i en betragtelig større høide viser lerglimmerskiferen en sterkere metamorfosegrad, samtidig som eruptivbergarter optrær i større mængde. Åreskiferens sterke metamorfose synes saaledes overalt at være en væsentlig følge av de store eruptivmassers indvirkning. En fuldstændig parallel til dette forhold er tidligere omtalt fra Skjøtingen, hvor Hovindgruppens bergarter viser en sterk metamorfose omkring de der optrædende injektionseruptiver.²⁾

Alle de ovennævnte forhold taler sterkt mot en overskyvning av Åreskutans mægtige fjeldparti. Bergarterne synes efter de undersøkelser, som jeg hittil har foretat, at ligge nogenlunde *in situ*, forskyvninger har dog muligens fundet sted i mindre maalestok.

¹⁾ H ö g b o m : Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län, S. G. U., nr. 140 og Studies in the post-Silurian thrust region of Jämtland, G. F. F. Bd. 31.

²⁾ Min opfatning av Åreskiferens dannelse i Jemtland (og Trondhjemsfeltet) er saaledes til en viss grad overensstemmende med Gavelins og Quensels opfatning av «sevens» dannelse i svensk Lapmarken, se G. F. F. Bd. 41 og de derværende literaturhenvisninger.

Formationsgruppernes stratigrafiske stilling i forhold til høifjeldsformationerne i syd

For om mulig at kunne parallelisere Trondhjemsfeltets formationsgrupper med høifjeldsformationerne i det centrale Norge har jeg sidstleden sommet foretaget endel undersøkelser i Gudbrandsdalen mellem Lesje og Otta samt i trakterne syd for Vaagevand mellem Garmo og Randsverk (over til Sjoa).

Et av de mest instruktive profiler i disse trakter er profilet fra Hestehagen ved Vaagevand over Bjørnlisæter til toppen av Kopfjeld. Dette profil er tidligere omtalt av TÖRNEBOHM,¹⁾ BRØGGER²⁾ og BJØRLYKKE.³⁾ Den av mig undersøkte profil-linje stemmer i alt væsentlig med BJØRLYKKEs profiltegning.⁴⁾ Lomskollens graa gneis er petrografisk overensstemmende med Veststrandens grundfjeldsgneis, den tilhører med sikkerhet grundfjeldet. Lomskollens bergart overleires av sparagmitlignende og glimmerskiferlignende bergarter, som vel efter al sandsynlighet tilhører sparagmitformationen. Over disse bergarter ligger BJØRLYKKEs saakaldte «grønne skifer», som petrografisk er helt identisk med Bymarkgruppens grønstensbergart. Gjennem en graagrøn glimmerskifervarietet gaar grønstenen høiere oppe over i lyse (hvite) sparagmit- og kvartsitlignende bergarter, som et stykke ovenfor Bjørnlisæter atter overleires av gabbro. De lyse (hvite) sparagmit- og kvartsitlignende bergarter indtar saaledes med sikkerhet høifjeldskvartsens stratigrafiske plads. Jeg har forsøkt at følge BJØRLYKKEs grønne skifer (Bymarkgruppen) mot sydøst til trakterne omkring Lemonsjøen. Her optrær imidlertid i gruppens stratigrafiske nivaa en række nye bergarter, saaledes glimmerskiferfylliter, pikriter og serpentinkonglomerater samtidig som grønstenen omtrent forsvinder. Ved sydenden av Lemonsjøen er glimmerskiferfylliter de fremherskende bergarter, baade pikriter og serpentinkonglomerater er her helt forsvundet. I Graahø øst for Lemonsjøen hvælver sparagmitformationen sig saddelformig op,

¹⁾ Törnebohm: Til frågan om högfjällskvartsiten och fjällens s.k. yngre gneis, side 37.

²⁾ Brøgger: Lagfølgen paa Hardangervidda, side 75.

³⁾ Bjørlykke: Det centrale Norges fjeldbygning, side 408—410 og 418—421.

⁴⁾ Bjørlykkes fortolkning av profilet er imidlertid nu forældet, se forevrig l. c. side 420.

den overleires i disse trakter direkte av de ovenfor omtalte glimmerskiferbergarter og fylliter, som i de stratigrafisk lavest liggende horisonter nær toppen er utviklet som alunskiferlignende bergarter.¹⁾ Denne bergartsserie falder overalt ind under Trollhø og overleires her i hoiden av kvartsitiske bergarter. Disse er paa en række steder dækket av den normale Jotunheimsgabbro, de indtar derfor likesom sparagmiterne under Kopfjeld høifjeldskvartsens stratigrafiske plads.

Trakterne omkring Lemonsjøen, i strøket fra Tessanden til Randsverk, viser os saaledes Bymarkgruppens overgang i det centrale Norges saakaldte fyllitformation. Overgangen synes overalt at være temmelig jevn. I retningen fra nord til syd indgaar der i formationsgruppen gradvis mere sedimentmateriel, samtidig som lavabænkenes antal formindskes. Istedetfor grønstensbænke optrær i begyndelsen klæberstenslag med overliggende serpentinkonglomerater. Jeg har ikke personlig studert disse klæberstenslag, endel muligens injektionsruptiver, endel vistnok ogsaa med sikkerhet effusivbergarter. Petrografisk maa disse klæberstensbergarter karakteriseres som metamorfoserte pikriter.⁴⁾ Længere mot syd forsvinder ogsaa disse bergarter og Bymarkgruppens eneste bergartstype blir den glimmerskiferlignende fyllitbergart: Formationsgruppens overgang i fyllitformationen er fuldbyrdet.

Trondhjemfeltets Bymarkgruppe tilhører undre ordovicium (de gamle siluriske etager 3 og 4, den er yngre end etage 2 e, ældre end etage 5 a). Fossiler er endnu ingen steder fremfundet. I Ottatraktens serpentinkonglomerater, som efter undersøkelserne ved Lemonsjøen stratigrafisk maa paralleliseres med Bymarkgruppens grønstensbænke, fandtes imidlertid for en række aar siden en gastropod.²⁾ Om dennes alder har professor KJÆR velvilligst tilskrevet mig følgende: «Gastropoden fra serpentinkonglomeratet blev for mange aar siden sendt til professor Koken til bearbejdelse sammen med andre norske gastropoder. Koken fik ikke før sin død utgit den planlagte monografi, men kun et foreløbig arbeide; heri omtales denne form ikke. Materialet kom derpaa til professor Perner i Prag, som overtok den endelige bearbejdelse. Saavidt vides er dette arbeide endnu ikke publiceret. Materialet har vi imidlertid faat tilbage. Den nævnte form har i manuskriptet faat navnet *Lesueurilla rudis* Koken—Perner (manuskript). Slegten er opstillet av Koken i et litet opsats i 1898 (Neues Jahrbuch 1898, Bd. I, pag. 22) og staar midt mellem *Maclurea* og *Raphistoma*. Saavidt jeg kan se er *L. rudis* kun kjendt fra Ottadalen; men da de andre former av slegten *Lesueurilla* er fra undre Ordovicium i Estland og N. Amerika, synes denne form (*L. rudis*) ikke at

¹⁾ Se Bjørlykkes tegning, l. c. side 418, endvidere Goldschmidts indlæg i disk. i møte i N. G. F. 21. november 1914. N. G. T. Bd. 3:

²⁾ Bjørlykke l. c. side 280.

peke paa øvre Ordovicium, som antat av Brøgger efter en ældre udtalelse av G. Lindström, men paa ældre Ordovicium — orthoceralkalken og noget ældre og yngre lag.»

Det centrale Norges fyllitformation tilhører efter en række forskellige fossilfund likeledes undre ordovicium (etager 3 og 4).¹⁾ De palæontologiske undersøkelser bekræfter saaledes riktigheden av den ovenfor skisserte parallelisering av Bymarkgruppen og Centralnorges fyllitformation.

Bymarkgruppens overgangsfacies mot den underliggende sparagmitformation er paa de steder, hvor den umiddelbare kontakt er iagttaget, utviklet som en sort alunskiferlignende bergart. I profilet paa vestsiden av Gudbrandsdalen fra Sells kirke til Otta station danner likeledes den samme bergartstype, her med konkordant optrædende blaakvartslag, underlaget for den derværende Bymarkgruppe. Bergarterne ligger her overalt med S-lig fald,²⁾ de overlærer ved gaarden Hullet den underliggende sparagmitformation. Denne alunskiferlignende horisont, delvis utviklet med blaakvartslag, maa geologisk-petrografisk paralleliseres med Valdres' saakaldte blaakvartsetage,³⁾ hvis stratigrafiske stilling er over grundfjeldet, under fyllitformationen. Den indtar saaledes i trakterne syd for Gudbrandsdalen Rørosgruppens stratigrafiske plads. Baade blaakvartsetagen og Rørosgruppen er palæontologisk karakteriseret ved fossilet *Dictyograptus flabelliformis*, de maa derfor med fuld sikkerhet kunne karakteriseres som sideordnede, jevnaldrende formationsgrupper.

Vanskeligere falder en parallelisering av Trondhjemsfeltets og høifjeldets yngste formationsgrupper, henholdsvis Hovindgruppen og høifjeldskvartsen. Allerede GOLDSCHMIDT⁴⁾ har paapekt muligheden av en stratigrafisk sammenstilling av disse to grupper. Baade geologisk og petrografisk taler meget for berettigelsen herav.⁵⁾ Begge formationsgrupper ligger tilsyneladende konkordant over de jevnaldrende formationer Bymarkgruppen og fyllitformationen. Begge er petrografisk karakteriseret ved sandstene (eller kvartsiter), sparagmiter og konglomerater. Lerskiferbergarter og kalkstene, som er karakteristiske bergartstyper for Hovindgruppen, indgaar imidlertid i meget liten utstrækning i høifjeldskvartsen. Da Trondhjemsfeltets Hovindgruppe i syd allerede kiler ut lidt vestenfor Lilleelvedal, kommer de to formationsgrupper ingen steder i kontakt. Og da fossiler hittil ikke er fundet i høifjeldskvartsen, vil en stratigrafisk parallelisering av de to grupper for tiden ikke kunne

¹⁾ Se Bjørlykke l. c., side 57 o. a. steder. Her findes ogsaa ældre literaturangivelser.

²⁾ Se profiltægning hos Bjørlykke l. c. side 270.

³⁾ Se Bjørlykke l. c. side 52 og 53 o. a. steder.

⁴⁾ Goldschmidt i disk. i møte i N. G. F. 9, mars 1918.

⁵⁾ Se Goldschmidt: Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen, N. G. U. nr. 77, samt den derværende literaturoversigt.

bevises. Baade i Trondhjemsfeltet og i høifjeldet betegner imidlertid begge disse formationsgrupper sedimentationens avslutning, begge steder er de gjennemvævet av eruptivbergarter, der er ældre eller samtidig med den kaledoniske fjeldkjedefoldning. Da denne foldning efter al sandsynlighed foregik i silurtidens sidste halvdel, vil under ingen omstændigheder aldersforskjellen mellem de to grupper være av nogen væsentlig betydning. Vi vil derfor i det efterfølgende betragte Hovindgruppen og høifjeldskvartsen som jevnaldrende formationsgrupper.

Nedenstaaende skema gir en oversigt over Trondhjemsfeltets formationsgruppers stratigrafiske stilling i forhold til høifjeldsformationerne:

Trondhjemsfeltet.	Høifjeldet.
Hovindgruppen.	Høifjeldskvartsen.
Bymarkgruppen.	Fyllitformationen.
Rørosgruppen.	Blaakvartsetagen.

Langs Trondhjemsfeltets østgrænse er som allerede tidligere omtalt Bymarkgruppen ikke kommet til utvikling. Her ligger Hovindgruppen direkte over Rørosgruppen, nogen petrografisk parallel til fyllitformationen er heller ikke iagttaaet. I underordovicisk tid laa derfor efter al sandsynlighet Trondhjemsfeltets østlige del over hav.¹⁾ Størsteparten av feltet var imidlertid nedsænket, paa hunden av det derværende hav foregik i lang tid stadige vulkanske utbrud. Samtidig var ogsaa det centrale Norge nedsænket under hav, her foregik i hele dette tidsrum en sterk sedimentation, ikke avbrudt av vulkanske processer, fyllitformationen dannedes. Det sydligste punkt, lavabergarterne har naaet, ligger muligens lidt nordenfor Randsverk; BJØRLYKKE omtaler imidlertid ogsaa grøn skifer fra Ridderspranget,²⁾ syd for Rindhovde. Denne skiferbergart har jeg ikke haat anledning til at studere, det er vel ikke helt udelukket, at denne bergart er et sediment (eventuelt et grønstensderivat).

Saaavel i Rørosgruppens som i Hovindgruppens tidsperiode var forholdene i Trondhjemsfeltet og i høifjeldet nogenlunde ensartede. Men medens Bymarkgruppens periode i Trondhjemsfeltet var karakteriseret ved sterk vulkanisme, foregik der i denne periode i høifjeldet en rolig sedimentation.

¹⁾ Ved studium av de kvartsitiske facies av Jemtlands undersilur (gammel terminologi) er Wiman kommet til et lignende resultat (Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland, Bulletin of the geological institution of the university of Upsala, nr. 5, side 300).

²⁾ Bjørlykke l. c. side 432.

Formationsgruppernes stratigrafiske stilling i forhold til den norske fjeldkjedes øvrige palæozoiske dannelser

Som allerede tidligere omtalt har HOLTEDAHL¹⁾ i sit arbejde over Finmarkens geologi paralleliseret Raipasavdelingen med Bymarkgruppen. Endvidere er der efter samme forfatter mulighed for en parallelisering av Finmarkens yngre tillitførende sandstensrække og Hovindgruppen. Dannelsesforholdene for de to grupper synes dog at være temmelig forskjelligartede. Tillitformationen henføres av HOLTEDAHL til midtre eller øvre ordovicium, i den sidste del av dette tidsrum falder ogsaa for en væsentlig del Hovindgruppens dannelse.

I Rørosgruppens dannelsesetid var forholdene i Finmarken helt anderledes end i Trondhjemsfeltet, idet det førstnævnte sted tilhørte det amerikansk-arktiske, det sidstnævnte sted det atlantisk-europæiske havomraade.²⁾ Nogen sammenligning av Trondhjemsfeltets og Finmarkens dannelser fra overgangstiden kambrium-ordovicium vil derfor vanskelig kunne gennemføres paa petrografisk basis.

Ifølge en række forskjellige geologiske beskrivelser av Vestlandsformationerne nord og syd for Bergen³⁾ synes der paa mange punkter at herske stor overensstemmelse med Trondhjemsfeltets stratigrafiske bygning. For om mulig at kunne gennemføre en parallelisering av de to felters forskjellige formationsgrupper foretok jeg vaaren 1919 en studiereise til Bergensbuerne og trakterne sydover til Karmøen. Bergarterne paa disse steder minder i alt væsentlig om Trondhjemsfeltets forskjellige typer. Fra et geologisk standpunkt betragtet hadde jeg omtrent overalt følelsen av at vandre omkring i Trondhjemsfeltet.

Mine første undersøkelser blev foretat i den sydlige del av Bergens halvø i strøket mellem Lysekloster kapel i nord og Osøren i syd. Over disse trakter foreligger der et geologisk detaljkart av REUSCH,⁴⁾ utarbeidet allerede 1881. I dette kartom-

¹⁾ Holvedahl: Bidrag til Finmarkens geologi.

²⁾ Holvedahl: Om fordelingen av land og hav i det nordatlantisk-arktiske omraade i jordens oldtid, Naturen, 1919.

³⁾ Av Hjortdahl, Irgens, Reusch, Rekstad og Kolderup.

⁴⁾ Reusch: Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergensskifrene, Universitetsprogram 1883.

raade tror jeg med nogenlunde sikkerhet at kunne foreta følgende stratigrafiske parallelisering med Trondhjemsfeltet:

Lyseklosterskifrene	}	Rørosgruppen
Kvartsførende talkglimmerskifer		
Dioritskifer (og nærstaaende bergarter)	}	Bymarkgruppen
Konglomerat (med forskjelligartede rullestene)		
Lerglimmerskifer	}	Hovindgruppen
Kalklag		
Kloritrik sparagmit		
Kvartsitisk sandsten		

Denne sammenstilling er baseret dels paa bergarternes petrografiske karakter, dels ogsaa paa de forhaandenværende fossilfund. Bergarterne danner saaledes efter den paa kartet (REUSCHES kart) optrukne profillinje en sterkt sammenpresset mulde. Muldens centralparti er gjennemvævet av basiske eruptivbergarter med gabroidal karakter, randzonerne av lyse sure bergarter, der tildels har en fra Trondhjemsfeltets hvite graniter forskjelligartet strukturel utvikling.

Bergartsformationerne mellem Lysekloster og Osøren tilhører den saakaldte ytre Bergensbue. Metamorfosen i denne bue tiltar gradvis nordover, samtidig som ogsaa fossilfundene blir sjeldnere. Det var derfor av interesse at foreta en undersøkelse av de samme bergartsformationer efter en nordligere beliggende profillinje. Som saadan blev valgt profillinjen Vaksdal—Tregereid, som er geologisk detaljbehandlet av KOLDERUP.¹⁾ Over trakterne syd for profillinjen, mellem Sørfjorden i nord og Samnangerfjorden i syd findes av samme forfatter et geologisk detaljkart. Bergarterne viser overalt i dette strøk adskillig sterkere metamorfose end i strøket Lysekloster—Osøren. Omvandlingen er lokalt saa voldsom, at bergarternes primære karakter tildels er helt forsvundet. Allikevel vil en parallelisering med Trondhjemsfeltets formationsgrupper til en viss grad kunne gjennomføres:

Fyllit — Rørosgruppen

Grøn gneis²⁾ }
Konglomerat } Bymarkgruppen

Marmor med fyllit — Hovindgruppen

Lagene er under paavirkning av de sterke stresskræfter delvis kastet om hverandre, og den normale aldersfølge, som kunde utle-

¹⁾ Kolderup: Fjeldbygningen i strøket mellem Sørfjorden og Samnangerfjorden i Bergensfeltet, Bergens museums aarbok 1914—15.

²⁾ Den grønne gneis representerer petrografisk (likesom dioritskiferen) en sterkt metamorfoseret basalt (grønsten).

des direkte av profillinjen Lysekloster—Osøren, er her skjult ved en række forkastninger. De forskjellige lags alderstrin kan kun bestemmes ved en stratigrafisk parallelisering med Trondhjemsfeltets eller Ostraktens formationsgrupper paa petrografisk og palæontologisk basis. Ogsaa i strøket Sørfjorden—Samnangerfjorden er lagene gjennævvet av basiske og sure eruptiver, som dels har gabbroidal, dels ogsaa trondhjemitisk karakter.

Den indre Bergensbue er over hele sin strøkretning sterkt metamorfoseret. Men ogsaa her kan paa mange steder paa-vises bergartshorisonter av petrografisk samme karakter som Trondhjemsfeltets formationsgrupper.

Klarest fremtrær Vestlandsformationernes (Vestlandsbuernes) stratigrafiske stilling paa Stord. Stord og omkringliggende øer blev geologisk detaljkartlagt av REUSCH¹⁾ allerede i 80-aarene. Og i et større arbeide over de derværende trakter findes en meget fuldstændig beskrivelse av de optrædende bergartsformationer. I grubedistriktet staar grønsten av petrografisk samme karakter som Bymarkgruppens bergart. Konkordant indleiret i grønstenen (som i almindelighet optrær med svakt skifrig tekstur) forekommer likesom i Meldalsskogens grønstensbergart en række forskjellige jaspislag. I holderne vestenfor grubedistriktet optrær grønstenskonglomerat med jaspisboller av fuldstændig samme utseende som Trondhjemsfeltets forskjellige jaspisførende grønstenskonglomerater (fra Bymarkgruppens høieste horisonter). Lagstillingen er væsentlig steil. Vestenfor konglomeratbænkene, tildels ogsaa indpresset mellem disse, optrær ved Vikenæs syd for Dyviken fossilførende lerskifere og kalkstene, som av REUSCH er henført til etage 5. Mot vest er disse sedimentbergarter bratt avskaaret av de der optrædende eruptivbergarter (basiske og sure). Denne sedimentformation maa saaledes baade petrografisk og palæontologisk paralleliseres med Hovindgruppen. Det fremgaar direkte av de geologiske detaljstudier, at grønstenskonglomeratet er yngre end grønstenen. De umiddelbart over (vestenfor) konglomerat-zonen optrædende lerskiferbergarter er grønstensderivater, tildels av tufflignende karakter, disse er saaledes atter yngre end grønstensformationen γ : denne formation er ældre end Hovindgruppen. Østenfor grubedistriktet mellem gruberne og Lervik optrær lerglimmerskifere og kvartsiter med stor mægtighet, med E-lig, dels ogsaa med W-lig fald. I dette strøk er fossiler endnu ikke fremfundet. Denne sedimentformation er imidlertid stratigrafisk ældre end grønstensformationen, ogsaa i petrografisk henseende er den en parallel til Trondhjemsfeltets Rørosgruppe.

Stords forskjellige formationsgrupper kan saaledes direkte paralleliseres med Trondhjemsfeltets forskjellige formationer; den aldersfølge, som i Trøndelagen er utledet for disse formationer, kan

¹⁾ Reusch: Bømmeløen og Karmøen med omgivelser.

ogsaa opstilles paa Stord uavhengig av undersøkelseerne i Trondhjemfeltet.

Paa Bømmeløen, Karmøen og i trakterne sydover like til Stavangerhalvøen synes den stratigrafiske bygning overalt at være i overensstemmelse med Trondhjemfeltets opbygning, detaljstudier har jeg dog ikke utført søndenfor Haugesund.

Av ovenstaaende undersøkelser fremgaar, at de geologiske forhold i den gammelpalæozoiske tidsperiode (kambrium, ordovicium, ældre silur) har været temmelig ensartet over helt forskjellige strøk i den norske fjeldkjede. Karakteristisk for hele fjeldkjeden er den store række av vulkanske utbrud, som fandt sted i undre ordovicium. De ordoviciske lavbergarter kan følges med enkelte mindre avbrytelser like fra Nordlands amt til Stavanger, de er endvidere kjendt fra Finmarken. De synes fortrinsvis at optræ nær den nuværende kystline, de er saaledes paa etpar undtagelser nær ikke iagttat i det indre av Trondhjemfeltet, heller ikke i det centrale Norge. De ordoviciske vulkanutbrud er helt overveiende submarine, utbruddene har sandsynligvis foregaaet paa bunden av et forholdsvis grundt opvarmet havbækken. Lavbergarternes petrografiske karakter er temmelig ensartet, grønsten (omvandlet basalt) er den ordinære type.

I Trondhjemfeltet er sure lavbergarter aldrig iagttat, slike bergarter er dog beskrevet av REUSCH fra Bømmeløen. Jeg besøkte i den anledning sidstleden sommer det guldførende distrikt nord for Nøklingsfjord, hvor disse bergarter er almindelig utbredt. Den derværende kvartsporfyrit var imidlertid en for mig helt ukjendt bergartstype, som med sikkerhet har en inden fjeldkjeden sterkt begrænset utbredelse.

De ordoviciske vulkanutbrud er som allerede tidligere omtalt ikke bare begrænset til vort land, de er ogsaa kjendt fra forskjellige steder paa de britiske øer. Vulkanismen synes saaledes at ha været et almindelig træk over store dele av det strøk, som senere blev berørt av den saakaldte kaledoniske fjeldkjedefoldning.

I Kristianiafeltet, som kun lokalt er berørt av foldningsprocesserne, og som hverken topografisk eller geologisk tilhører fjeldkjeden, er ordoviciske lavbergarter ukjendt. I undre og mellemste ordovicium er de geologiske forhold i Kristianiafeltet i nær overensstemmelse med forholdene i Centralnorge, begge steder er i dette tidsrum karakteriseret ved en rolig sedimentation.

I Nordland, hvor mangel paa fossilfund længe har vanskeliggjort en sikker stratigrafisk formationsinddeling, representerer efter HOLTEDAHL¹⁾ bergarterne fra overgangstiden kambrium-

¹⁾ Se de palæogeografiske karter hos HOLTEDAHL: Om fordelingen av land og hav i det nordatlantisk-arktiske omraade i jordens oldtid, side 82 og 85, endvidere HOLTEDAHLs arbeide: On the paleozoic series of Bear Island, especially on the Hecla-hook system, N. G. T. Bd. 5, side 138.

ordovicium op til mellem-ordovicium en amerikansk-arktisk faciesutvikling. En parallelisering av disse perioders formationsgrupper med den sydligere fjeldkjedes kambrisk-underordoviciske formationer vil derfor vanskelig kunne gjennomføres i petrografisk henseende. Nordlands geologiske historie i overordovicisk og silurisk tid er hittil indhyllet i mørke; hverken petrografisk eller palæontologisk er der saaledes iagttat nogen parallel til Hovindgruppen eller det centrale Norges høifjeldskvarts.

Som allerede omtalt i indledningen til nærværende arbeide er vort kjendskap til Trondhjemsfeltets geologiske bygning endnu paa mange punkter mangelfuldt. Men efterhvert som vore kundskaper utvides og undersøkelserne i nord og syd skrider frem, vil Trondhjemsfeltets geologiske løsning bidra til en fastere sammenknytning av det nordlige Norges og det sydlige Norges geologiske historie. I denne opgave ser jeg maalet for Trondhjemsfeltets geologiske utforskning.

Literaturfortegnelse

Nedenforstaaende literaturfortegnelse omfatter geologiske publikationer, som helt eller delvis behandler Trondhjemsfeltets geologiske bygning. Publikationer, som kun omhandler malingeologiske eller grubetekniske emner, er ikke medtaget i nærværende fortegnelse.

Forkortelser: N. G. U. Norges geologiske Undersøkelse. N. G. F. Norsk geologisk Forening. N. G. T. Norsk geologisk Tidsskrift. Kgl. N. V. S. S. Kgl. norske Videnskabers Selskabs Skrifter, Trondhjem. Kr. V. S. S. Skrifter udgivne af Videnskabsselskabet i Christiania. Kr. V. S. F. Forhandlinger i Videnskabsselskabet i Christiania. Nyt Mag. for Nat. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. S. G. U. Sveriges geologiska Undersökning. G. F. F. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Kgl. S. V. A. H. Kgl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar.

BEDEMAR, V.

Reise nach dem hohen Norden, Frankfurt a. M. 1819.

BJØRLYKKE, K. O.

Det centrale Norges fjeldbygning, N. G. U. nr. 39.

BRØGGER, W. C.

Fossiler fra det Trondhjemske, Nyt Mag. for Nat. Bd. 21.

Om Trondhjemsfeltets midlere Afdeling mellem Guldalen og Meldalen, Kr. V. S. F. 1877.

Norges geologi, Norge i det nittende aarhundrede og Norge 1814—1914, Kristiania.

v. BUCH, L.

Reise durch Norwegen und Lappland, Berlin 1810.

BUGGE, C.

Bergarter fra Trondhjemsfeltet, foredrag i N. G. F. 5. december 1908. Ref. av disk. i N. G. T. Bd. 1.

Rennebu, N. G. U. nr. 56.

Lagfølgen i Trondhjemsfeltet, N. G. U., nr. 61.

BÄCKSTRÖM, H.

Om «kvartskagelagren» vid Gudå, Norge, G. F. F. Bd. 12.

CARSTENS, C. W.

Kisforekomster i Trondhjems Bymark, Tidsskrift for Bergvæsen, 1917.

Vulkaner omkring Trondhjem i den geologiske oldtid, Trondhjem's Adresseavis, 2. december 1917.

Om Trondhjemsfeltets geologi, foredrag i N. G. F. 9. mars 1918.
Geologiske undersøkelser i Trondhjem's omegn, N. G. U., nr. 83.
DUROCHER.

Voyages en Scandinavie, en Laponie etc. pendant les années 1838—40, Paris (publiés par ordre du Gouvernement sous la direction de M. PAUL GAIMARD).

ESMARK, J.

Reise fra Christiania til Trondhjem, Christiania 1829.

EVEREST, R.

A Journey through Norway, Lapland and part of Sweden, London 1829.

FALKENBERG, O.

Geologisch-petrographische Beschreibung einiger süd-norwegischen Schwefelkiesvorkommen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Genesis, Zeitschrift für praktische Geologie, 1914.

GETZ, A.

Graptolitførende skiferzoner i det trondhjemske, Nyt Mag. for Nat. Bd. 31.

GOLDSCHMIDT, V. M.

Om et devonfelt ved Røragen nær Røros, N. G. T. Bd. 2.

Das Devongebiet am Røragen bei Røros. Mit einem paläobotanischen Beitrag: Die Pflanzenreste der Røragen-Ablagerung von G. A. NATHORST, Kr. V. S. S. 1913.

Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens, III, Die Kalksilikatgneise und Kalksilikatglimmerschiefer des Trondhjem-Gebiets, Kr. V. S. S. 1915 og IV, Übersicht der Eruptivgesteine im kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem, Kr. V. S. S. 1916.

GUMÆLIUS, O.

Också ett bidrag till historiken öfver de geologiska undersökningarna i Sveriges fjälltrakter, G. F. F. Bd. 8.

HAGEN, O. N.

Reise i Meraker i 1881 og 1882, Nyt Mag. for Nat. Bd. 28.

HANSTEEN, H.

Om Storvarts Grubes Ertseleies Udstrækning i Felt, Nyt Mag. for Nat. Bd. 10.

HAUSMANN, J. F. L.

Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807, Göttingen 1811—1818.

HELLAND, A.

Om Kromjernsten i Serpentin, Kr. V. S. F. 1873.

Forekomster af Kise i visse Skifere i Norge, Universitetsprogram 1873.

De mægtigste og ædleste kismasser i Norge, Polyteknisk Tidsskrift, 1873, Christiania.

Tagskifere, heller og vekstene, N. G. U. nr. 10.

Norges land og folk. Topografisk-statistisk beskrivelse over Søndre Trondhjems amt, 1898 og Topografisk-statistisk beskrivelse over Nordre Trondhjems amt 1909, Kristiania.

HISINGER, W.

Anteckningar i Physik och Geognosie under Resor uti Sverige och Norrige, Upsala och Stockholm, 1819—1840.

HÖLMQUIST, P. J.

Bidrag till diskussionen om den skandinaviska fjällkedjans tektonik, G. F. F. Bd. 23.

HOLMSEN, G.

Tekst til geologisk oversigtskart over Østerdalen—Fæmunds-Stroket, N. G. U. nr. 74.

Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisdrag mot nord, N. G. T. Bd. 5.

HOLTEDAHL, O.

Fossiler fra Smølen, N. G. U. nr. 69.

HOMAN, C. H.

Selbu, N. G. U. nr. 2.

HÖGBOM, A. G.

Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län, S. G. U. Serie C, nr. 140.

HØRBYE, J. C.

Et Strøg af Rigsgrænsen, Nyt Mag. for Nat. Bd. 8 og 11.

Notitser om Thydalen, Nyt Mag. for Nat. Bd. 11.

KEILHAU, B. M.

Reise i Jemtland og Nordre Trondhjems Amt i Sommeren 1831, Mag. for Nat. Anden Række, Bd. 1.

Gæa Norvegica; Christiania 1850.

KJERULF, TH.

Om Profilet fra Mjøsen til Dovre, Forhandlinger ved det skandinaviske Naturforsker møde i Christiania 1856.

Über die Geologie des südlichen Norwegens mit Beihang von T. DAHL, Nyt Mag. for Nat. Bd. 9.

Bemærkninger til det fremlagte geologiske Kort over en Deel av Norge, Forhandlinger ved de skandinaviske Naturforskeres ottende Møde i Kjøbenhavn 1860.

Om Fossiler fundne i Kalksten, Kr. V. S. F. 1864.

Om Conglomerater i det Trondhjemske Skifer-Felt og deres Vidnesbyrd ligeoverfor Omvandlings-Theorierne, Kr. V. S. F. 1867.

Om skuringsmærker, glacialformationen og terrasser samt om grundfjeldets mægtighed i Norge, I, Grundfjeldet, Universitetsprogram 1870.

Om Trondhjems Stifts geologi, Nyt Mag. for Nat. Bd. 18 og 21.

- Et Stykke Geografi i Norge, Kr. V. S. F. 1876.
 Om stratifikationens spor, Christiania Universitets festskrift i anledning af Upsala Universitets jubilæum 1877.
 Det sydlige Norges fjeldbygning, Stenriget og fjeldlæren, 3die udgave, Christiania 1878.
 Udsigt over det sydlige Norges geologi, Christiania 1879.
 Fortsatte bemærkninger om reliefforholdene, Kr. V. S. F. 1881.
 Merakerprofilet, Kgl. N. V. S. S. 1882.
 Beskrivelse af en række norske bergarter (udgivet af TH. HJORTDAHL, H. REUSCH og J. H. L. VOGT), Universitetsprogram 1891.
- KJÆR, J.
 Das Obersilur im Kristianiagebiet, Kr. V. S. S. 1906.
 Kalstadkalken, N. G. T. Bd. 1.
- KRAFT, J. E.
 Topographisk-statistisk Beskrivelse over Kongeriget Norge, Bd. 5 og 6, Christiania 1832 og 1835.
- MÖHL, H.
 Die Eruptivgesteine Norwegens, Nyt Mag. for Nat., Bd. 23.
- NAUMANN, C. F.
 Beyträge zur Kenntniz Norwegens, Leipzig 1824.
- OXAAL, J.
 Norsk granit. N. G. U. nr. 76.
- REUSCH, H.
 Nogle af Merakerprofilets bergarter, Kgl. N. V. S. S. 1882.
 Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift, Kr. V. S. F. 1890.
 Geologiske iagttagelser fra strøget nord for Fæmundsjøen, Kr. V. S. F. 1896.
- Oplysninger til Blakstads jordbundskort over Trondhjems omegn, N. G. U. nr. 32.
 Norges geologi, N. G. U. nr. 50.
- Bidrag til Hitterens og Smødens geologi, foredrag i N. G. F. 13. mai 1914. Ref. av disk. i N. G. T. Bd. 3
 Nogen bidrag til Hitterens og Smødens geologi, N. G. U. nr. 69.
- SCHEI, P.
 Et vulkansk nivaa fælles for det bergenske og det trondhjemske silurfelt, foredrag i N. G. F. 25. mars 1905. Ref. mangler.
- SCHETELIG, J.
 De geologiske forhold i Nordre Østerdalen, foredrag i N. G. F. 29. februar 1908. Ref. av disk. i N. G. T. Bd. 1.
 Hitteren og Smølen, N. G. T. Bd. 2.
 Hitteren og Smølen, foredrag i N. G. F. 1. mars 1913. Ref. av disk. i N. G. T. Bd. 3.
- SINDING, M. W.
 Marmoranvisninger nordenfjelds, Bergmanden 1847, nr. 3.

STRØM, H. C.

Beretning om Qværnestensbruddene i Sælboe, Budstikken 1820, nr. 59—62, 65—66.

Geognostiske Bemærkninger over Egnen omkring Værkerne i det nordenfjeldske Bergværksdistrikt, Mag. for Nat. Bd. 5—7.

Techniske og geognostiske Bemærkninger under Reiser i Trondhjems og i en Deel af Nordlands Amt i 1824 og 1827, Mag. for Nat. Bd. 9.

SVENONIUS, F.

Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde, G. F. F. Bd. 7.

TORELL, O.

Aflagringerne på ömse sidor om riksgränsen i Skandinaviens sydligare fjelltrakter, med tilläg af G. HOLM, G. F. F. Bd. 10.

TÖRNEBOHM, A. E.

En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjälryggen mellan Östersund och Levanger, S. G. U. serie C, nr. 6.

Über die Geognosie der schwedischen Hochgebirge, Bih. Kgl. S. V. A. H. Bd. 1.

Om förekomster af serpentin i Jemtland. G. F. F. Bd. 1.

Om de geologiska svårigheterna kring riksgränsen, G. F. F. Bd. 7.

Om fjällproblemet, G. F. F. Bd. 10.

Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet, G. F. F. Bd. 14.

Til frågan om högfjällskvartsiten och fjällens s. k. yngre gneis, G. F. F. Bd. 16.

Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad, Kgl. S. V. A. H. Bd. 28.

Till frågan om lagerföljden inom Trondhjemsfältet, G. F. F. Bd. 32.

VOGT, J. H. L.

Foldalens kisleit, Norske ertsforekomster, VII, Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, Bd. 13.

Über die Kieslagerstätten vom Typus Röros, Vignäs und Sulitelma in Norwegen und Rammelsberg in Deutschland, Zeitschrift für praktische Geologie 1894.

WERENSKJOLD, W.

Tekst til geologisk oversigtskart over det sydlige Norge N. G. U. nr. 70.

Ovenstaaende arbeider har alle været av mere eller mindre betydning for utarbeidelsen av nærværende avhandling. Fortegnelsen er dog ikke helt komplet. Jeg har saaledes ikke medtat skrifter, som kun refererende omhandler Trondhjemsfeltets bergbygning, heller ikke foredrags- og diskussionsreferater utenfor Norsk geologisk Forening. Endvidere findes der i Norges geo-

logiske Undersøkelles arkiv opbevaret en række forskellige dagbøger, som har været mig til stor hjælp i mit arbeide.

I tilknytning til omstaaende literaturliste er nedenfor opført geologiske rektangelkarter, som helt eller delvis omfatter Trondhjemsfeltet. Samtlige karter er utgit av N. G. U. Trondhem 1879, Melhus 1879, Rindalen, Stjørdalen 1881, Levanger 1881, Skjørn 1881, Meraker 1882, Terningen 1882, Stenkjær 1883, Selbu 1891, Rennebu 1910.

Forklaring til plancherne

Bemærkninger til fotografier og profiler.

Forstørrelsen av de mikroskopiske bilder er ca. 40.

- Pl. 1, Fig. 1. Smuldrende alunskiferlignende lerglimmerskifer fra Rørosgruppen. Fossilfindestedet, Nordaunevold.
- Pl. 1, Fig. 2. Strekt kruset fyllit fra Rørosgruppen. Lidt øst for Floren st.
- Pl. 2, Fig. 1. Fjeldformationer av grønsten fra Bymarkgruppen. Buviken.
- Pl. 2, Fig. 2. Stavsjøfjeldets konglomerater og sandstensbergarter (i bakgrunden), som tilsyneladende diskordant overleirer det flate forlands lerglimmerskiferne. Hovindgruppens bergarter, Hommelvik.
- Pl. 3, Fig. 1. Kalkstensvæg, kalkstensfelt fra Hovindgruppen. Fossilfindestedet, Hellem i Aasen.
- Pl. 3, Fig. 2. Fjeldformationer av sandsten fra Hovindgruppen, Sundalen i Aasen.
- Pl. 4, Fig. 1. Hvite eruptivgneise med indeslutninger av amfibolit, Areskutan i Jemtland.
- Pl. 4, Fig. 2. Sedimentære kislag (de lyse partier) i veksellagring med lerskifer og sandsten (de mørke partier). Kisprøve fra Leksdalen (poleret plate). $\times 2$.
- Pl. 5, Fig. 1. Sammenvoksnings av staurolit (det lyse mineral) og hornblende (det mørke mineral). Mineralernes c-akser er parallelorienteret. Kværnstenshorizontene, Selbu.
- Pl. 5, Fig. 2. Stuedalsskifer med biotit (det mørke mineral) som porfyroblastmineral. Tydalen.
- Pl. 6, Fig. 1. Paragneis med hornblende og biotit. Singasaas.
- Pl. 6, Fig. 2. Paragneis med diopsid. Singasaas.
- Pl. 7, Fig. 1. Vifteformig epidotroset i grønsten. Trolla.
- Pl. 7, Fig. 2. Grønsten med lange hornblendenaale, saakaldt «naalesten». Skogn.

- Pl. 8, Fig. 1. Rød finkornig skifer fra Hovindgruppen (det lyse mineral er kvarts). Krokstad, Høilandet.
- Pl. 8, Fig. 2. Jaspisbreccie (grønstenskonglomerat) fra Hovindgruppen (det lyse mineral er kvarts). Gaustadbakken, Høilandet.
- Pl. 9, Fig. 1. Feltspatporfyrin fra Hovindgruppen, Almaasaas, Høilandet.
- Pl. 9, Fig. 2. Saussuritgabbro, Skjøtingen.
- Pl. 10, Fig. 1. Saussuritgabbro (det lyse mineral er klinozoisit, det stængelige mineral i centrum er grøn hornblende). Forbordfjeld.
- Pl. 10, Fig. 2. Saussuritgabbro (det mørke parti i centrum er en epidotknute). Aalen.
- Pl. 11, Fig. 1. Olivinnorit (det lyse mineral er plagioklas, forøvrig optrær væsentlig olivin og lidt hypersthen). Nordaunevold.
- Pl. 11, Fig. 2. Gabbro (hornblendeførende). Reitstøen.
- Pl. 12, Fig. 1. Gabbro (lidt saussuritiseret) anrikt paa apatit (de smaa korn). Skjækerdalen.
- Pl. 12, Fig. 2. Saussuritgabbro med tremolit omkranset av magnetit. Skjækerdalen.
- Pl. 13, Fig. 1. Olivinnorit med magnetkis og kobberkis. Skjækerdalen.
- Pl. 13, Fig. 2. Sterkt kisleerende norit (med tydelig idiomorf hypersthen). Skjækerdalen.
- Pl. 14, Fig. 1. Magnetkis og kobberkis med idiomorfe plagioklas-krytaller. Drifterne, Skjækerdalen.
- Pl. 14, Fig. 2. Amfibolit med magnetkis og kobberkis. Esna grube.
- Pl. 15, Fig. 1. Hvit granit (trondhjemit) med saussuritiseret feltspat. Folstad, Støren.
- Pl. 15, Fig. 2. Mikropegmatitisk sammenvoksning av kvarts og sur plagioklas omkring albit (og andre mineraler) i sedimentære kishorizonte. Skjødskiift.
- Pl. 16, Fig. 1. Kisleerende kalksandsten (de store lyse korn er albit). Leksdalen.
- Pl. 16, Fig. 2. Kislag (de mørke partier) i veksellagring med grønstenderivater og lerskiferbergarter. Skjødskiift.

- Pl. 17, Fig. 1. Norit, Åreskutan.
 Pl. 17, Fig. 2. Pyroxenførende eruptivgneis. Åreskutan.
- Pl. 18, Fig. 1. Skematisk profil fra Orkedalsøren til Storlien.
 0 = Sparagmitformationen
 1 = Rørosgruppen
 2 = Bymarkgruppen
 3 = Hovindgruppen
 Krydsene betegner eruptivfelter.
- Pl. 18, Fig. 2. Skematisk profil fra Levanger til riksgænsen. Samme gruppebetegnelse.
- Pl. 18, Fig. 3. Skematisk profil fra Heimdal via Holtaalen til Rien. De store prikker betegner Bymarkgruppens grønstenskonglomerat, forøvrig samme gruppebetegnelse.
- Pl. 19, Fig. 1. Skematisk fremstilling av Merakerprofillet umiddelbart før den kaledoniske fjeldkjedefoldning under forudsætning av mellemordoviciske (underordoviciske) foldningsprocesser. Samme gruppebetegnelse.
- Pl. 19, Fig. 2. Skematisk profil fra Fiskaalen til nordre Syltop.
- Pl. 19, Fig. 3. Skematisk profil fra Grøna elv via Hol til Birkaaker. Samme gruppebetegnelse.
- Pl. 19, Fig. 4. Skematisk profil fra Aasen station til Markabygden. De smaa prikker betegner lavahorizont i Hovindgruppen. De store prikker betegner Stokvolabreccien.
- Pl. 19, Fig. 5. Skematisk profil fra Myraas til Hørg.
 2 = Bymarkgruppen.
 3 a = Hovindgruppen, etage 5 a.
 3 b = Hovindgruppen, etage 5 b (Høilandsavdelingen).
 p = lavahorizont (porfyrit) i Høilandsavdelingen.
 De store prikker betegner Bymarkgruppens grønstenskonglomerat.

Bemærkninger til det geologiske oversigtskart.

Bymarkgruppens utbredelse nord for Værdalen er kun løselig antydnet, da terrænet her er sterkt overdækket. Fra Vuku stryker Bymarkgruppen mot WNW over til Trones. Omkring Værdalsøren ligger saaledes Hovindgruppens bergarter muldeførmig sammenpresset. — Da Sylenes gabbrofelt endnu ikke er detaljkartlagt, er det likesom de fleste øvrige palæozoiske eruptivfelter ikke avmerket paa det geologiske oversigtskart.

Maalestokken er 1 : 1,000,000.

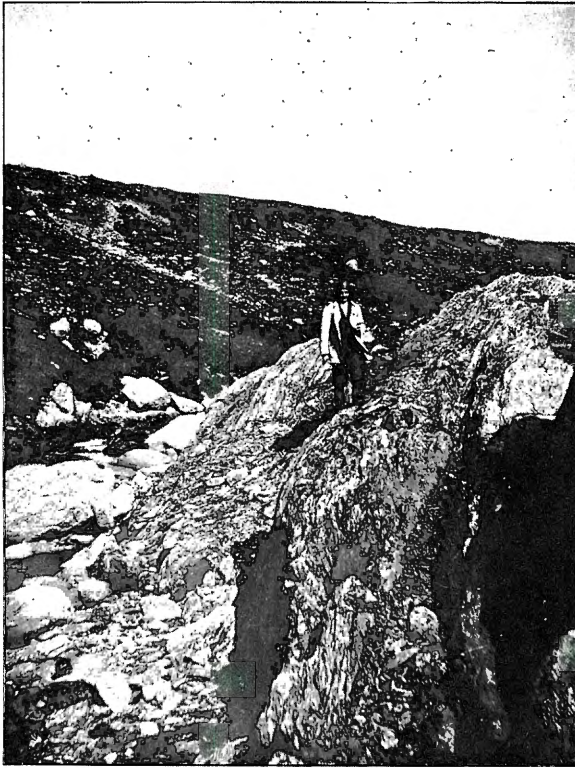


Fig. 1

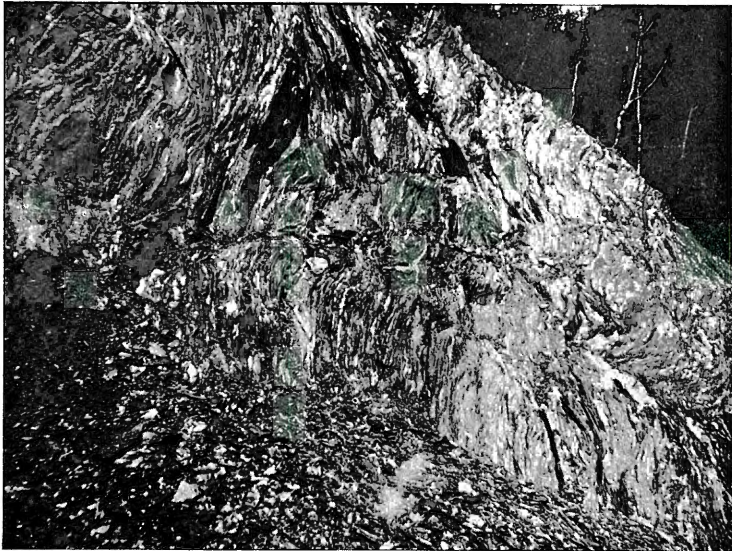
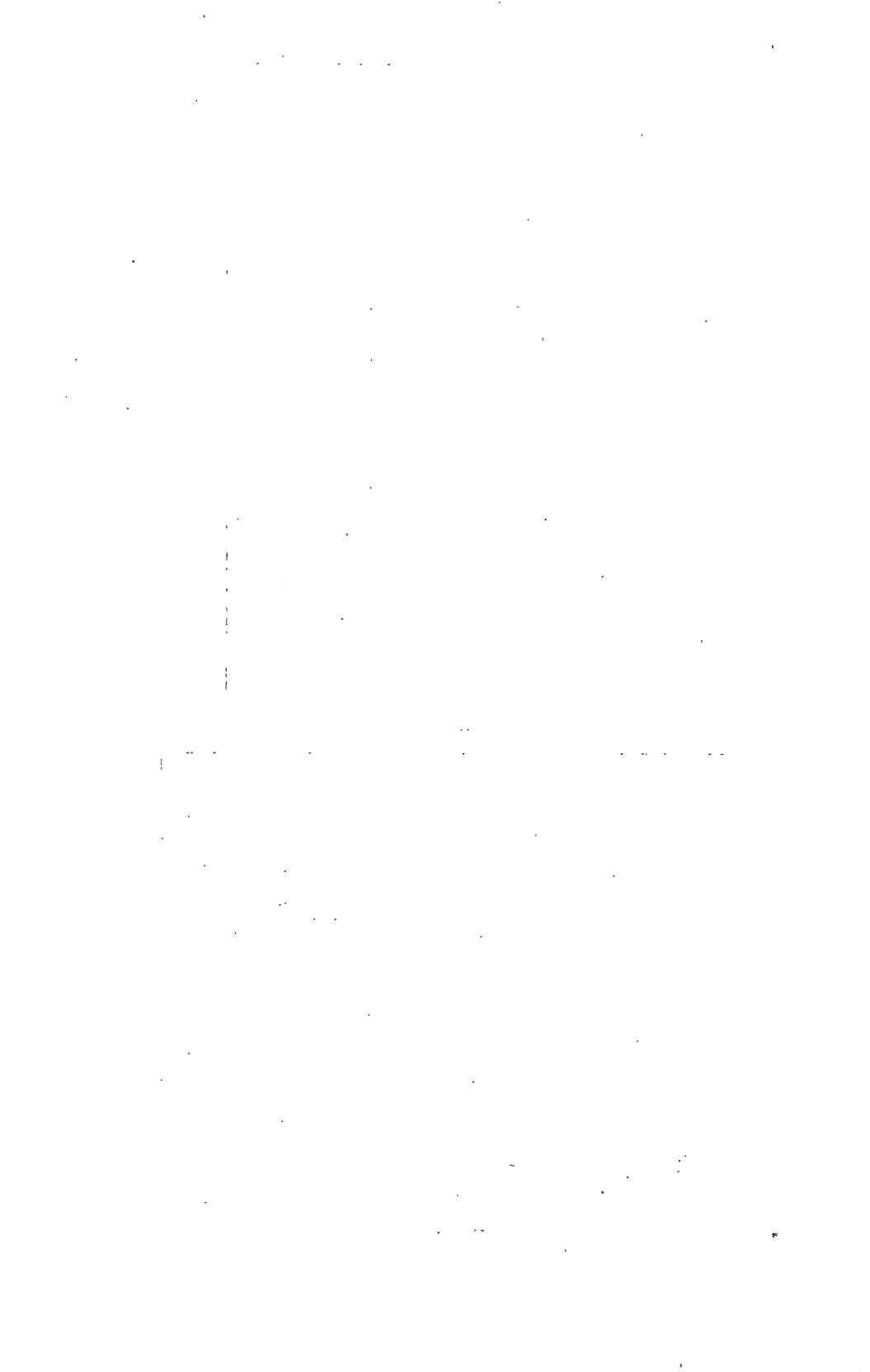


Fig. 2



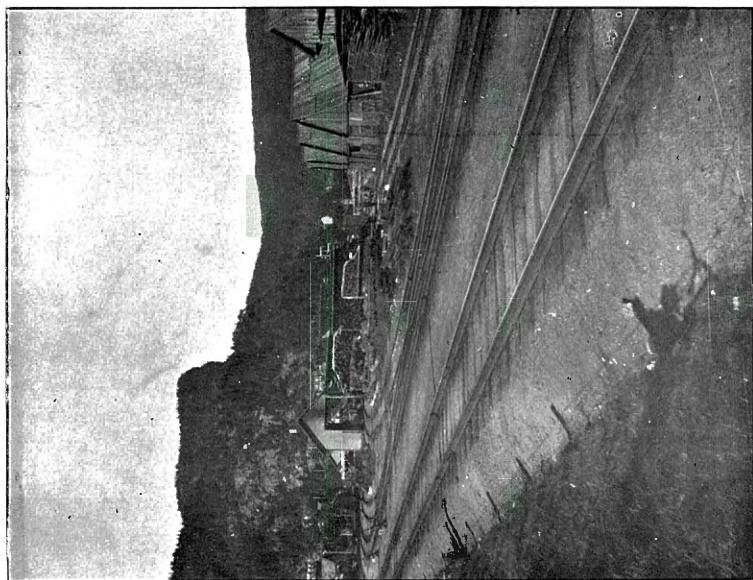


Fig. 2

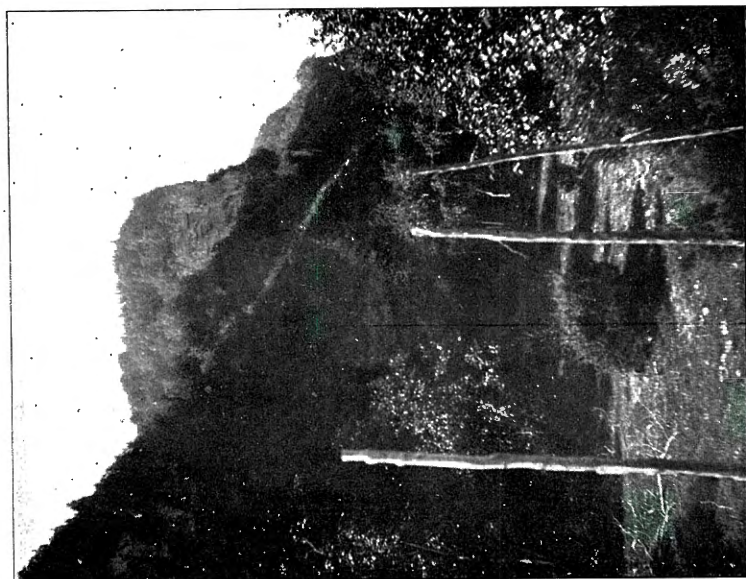


Fig. 1



Fig. 1



Fig. 2

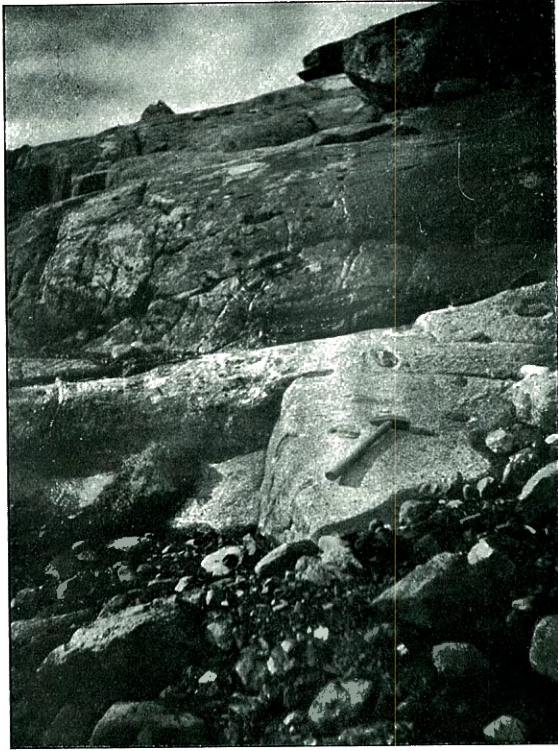


Fig. 1

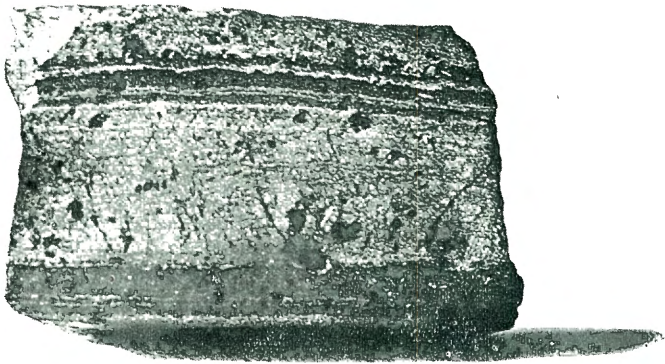


Fig. 2



Fig. 1 (+ N)

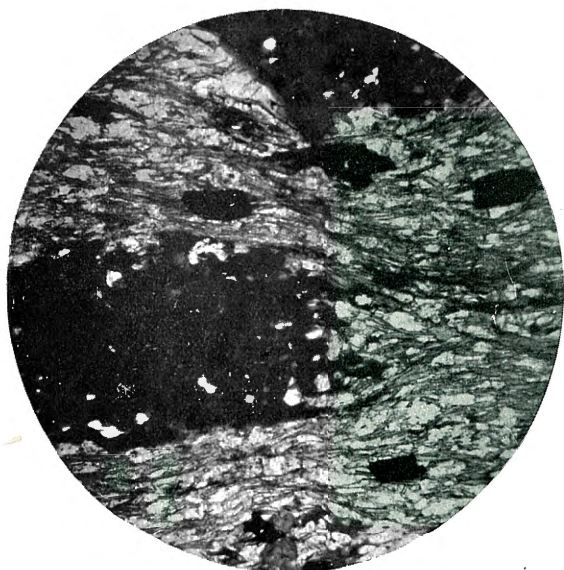


Fig. 2



Fig. 1

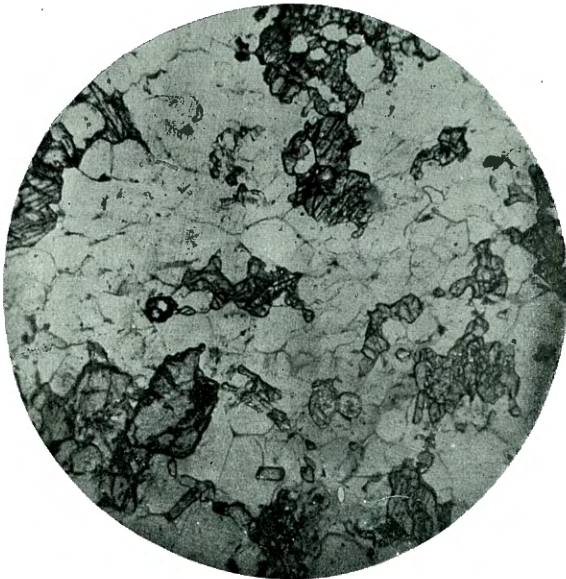


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

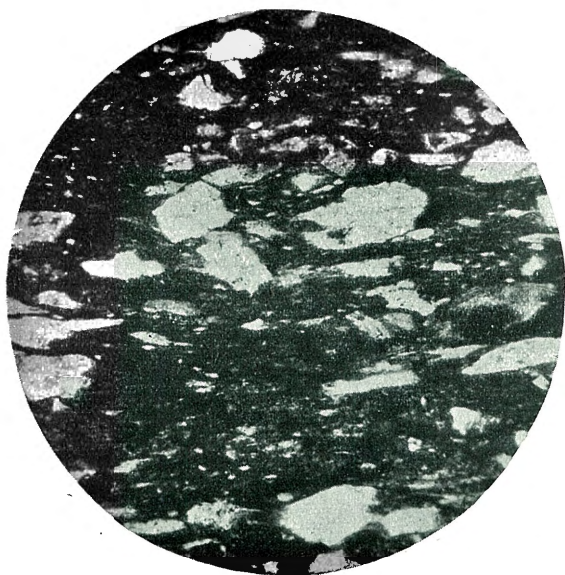


Fig. 1



Fig. 2

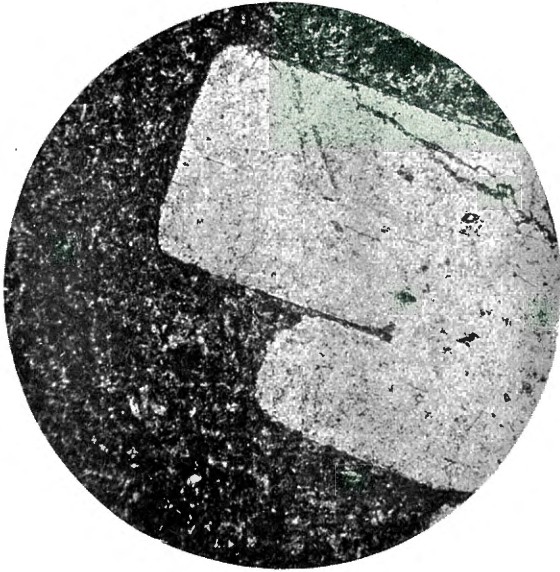


Fig. 1

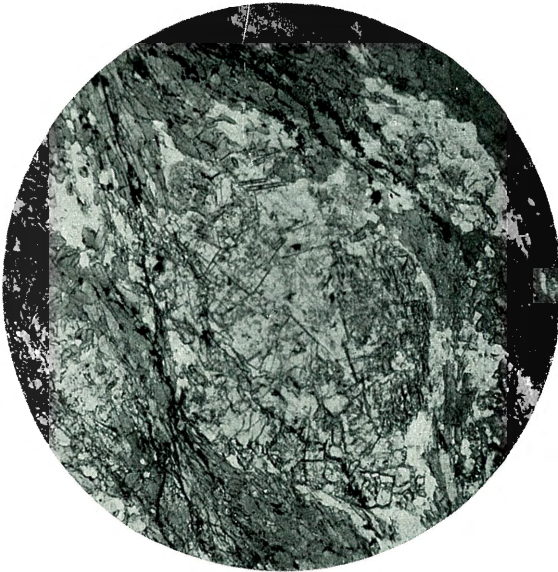


Fig. 2

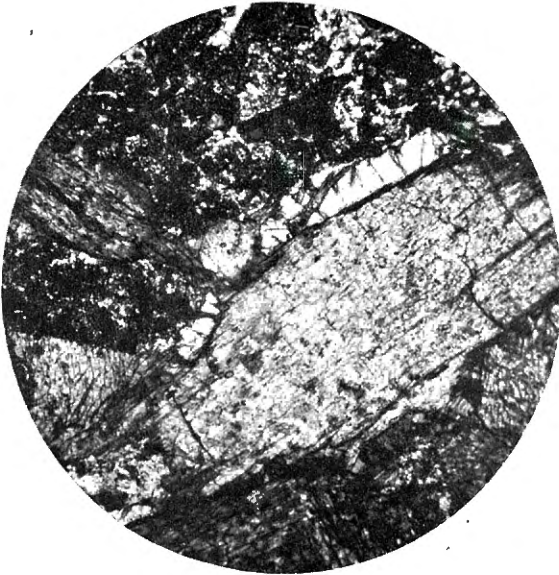


Fig. 1



Fig. 2

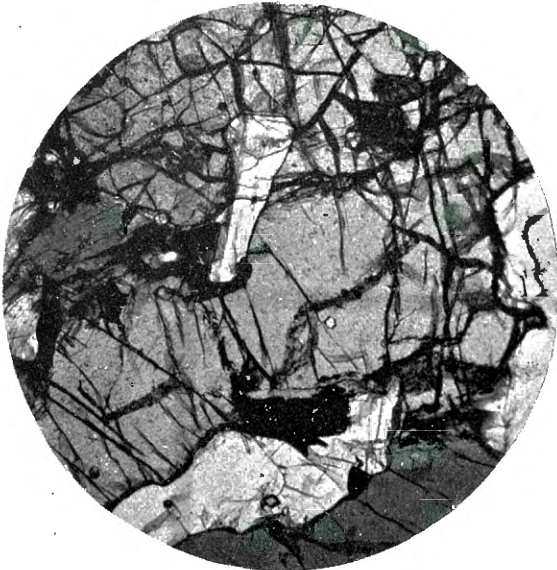


Fig. 1

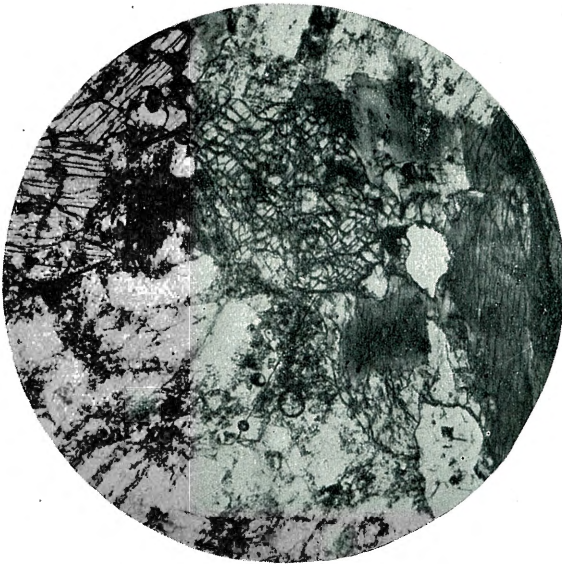


Fig. 2



Fig. 1

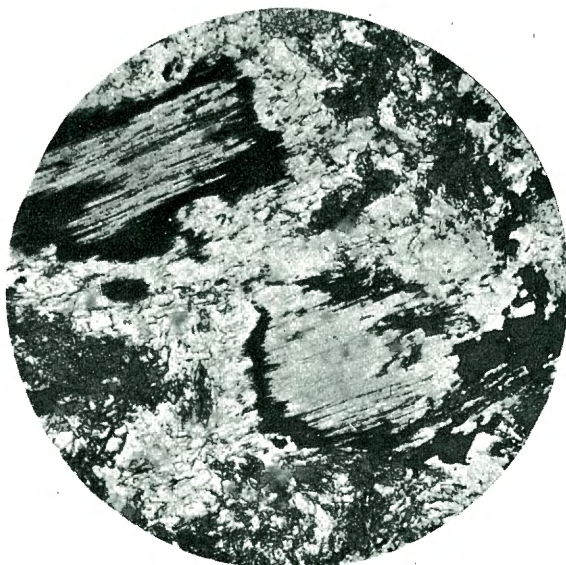


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 1

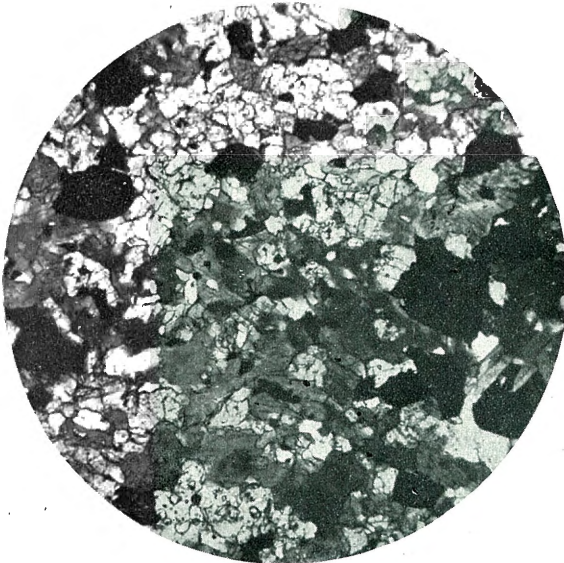


Fig. 2. $\times 25$

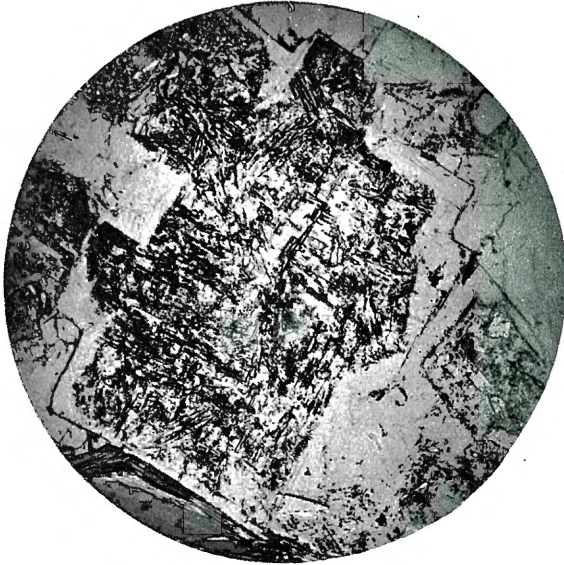


Fig. 1

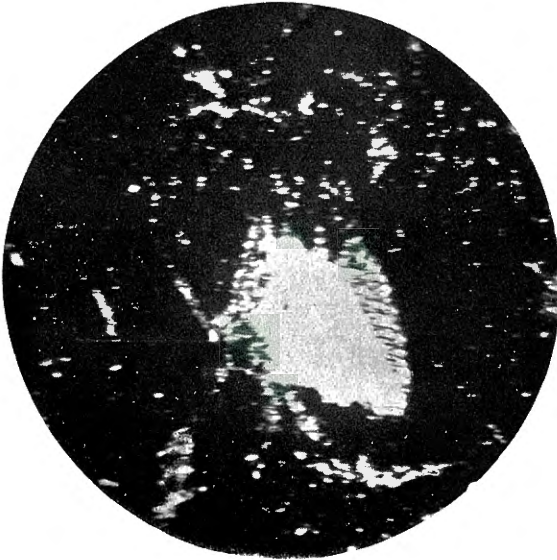


Fig. 2

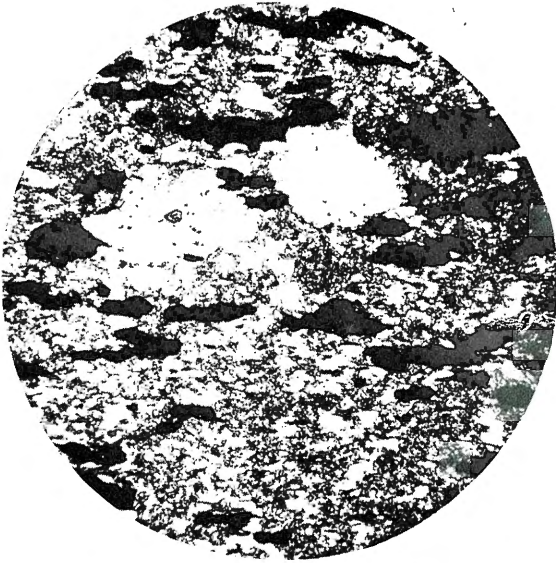


Fig. 1



Fig. 2

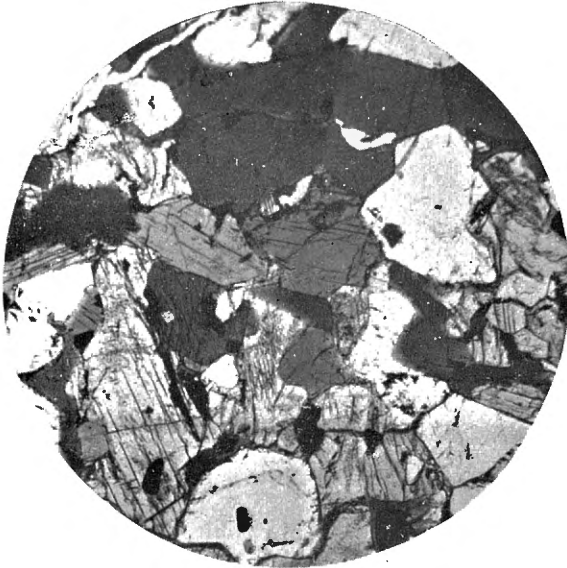


Fig. 1

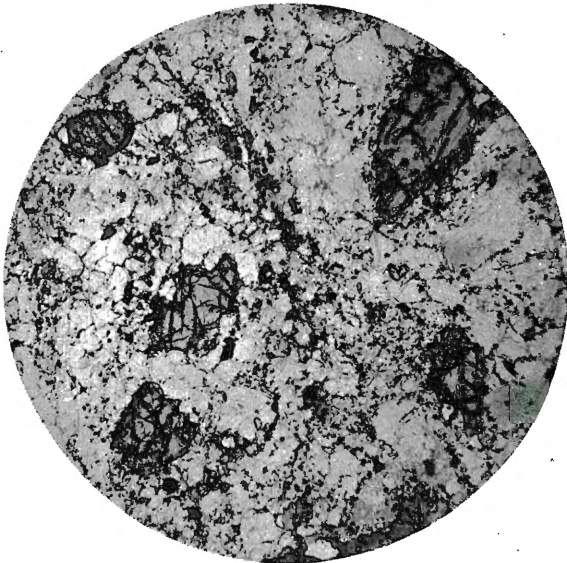


Fig. 2

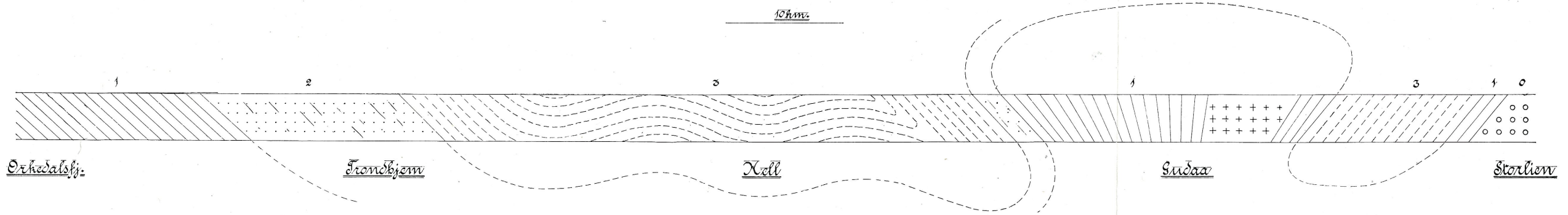


Fig. 1

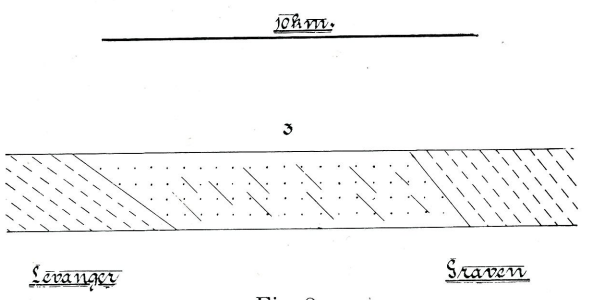


Fig. 2 a

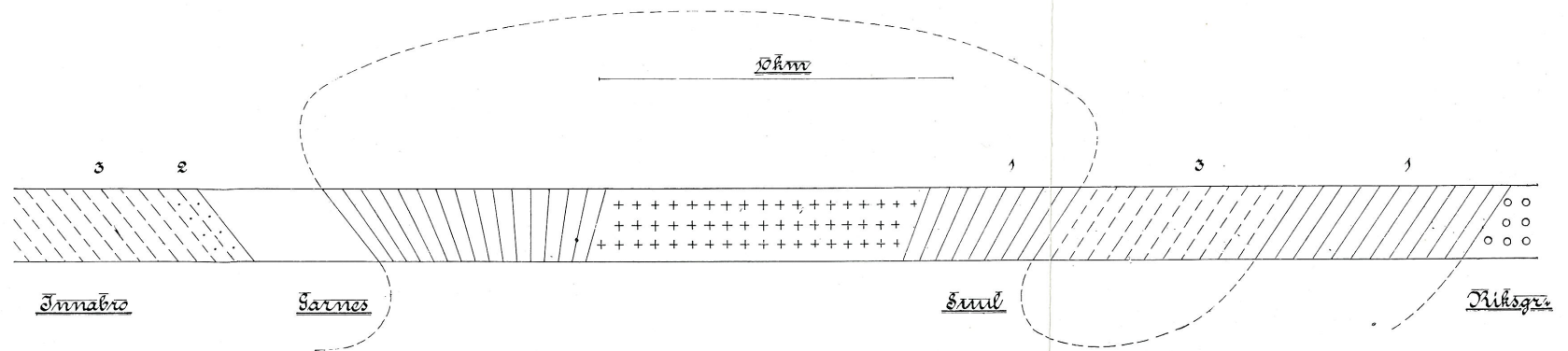


Fig. 2 b

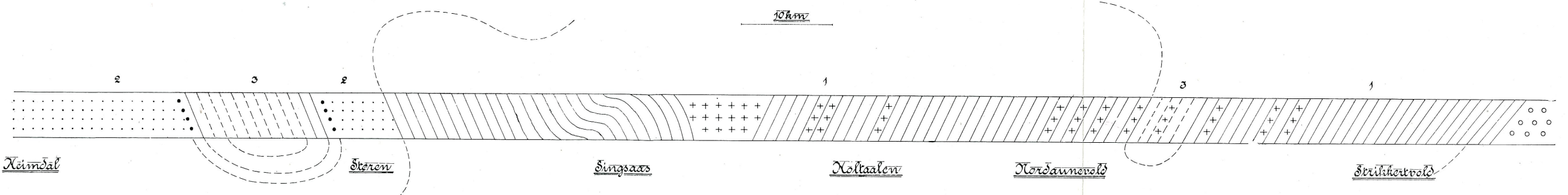


Fig. 3

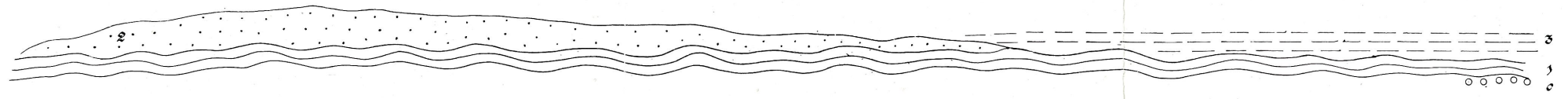


Fig. 1

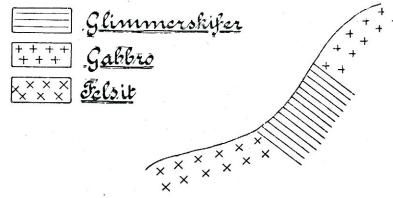


Fig. 2

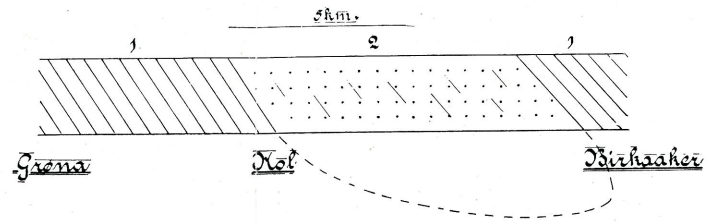


Fig. 3

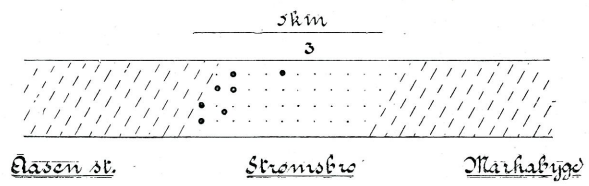


Fig. 4

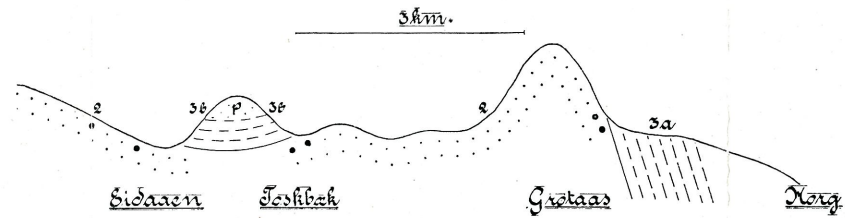
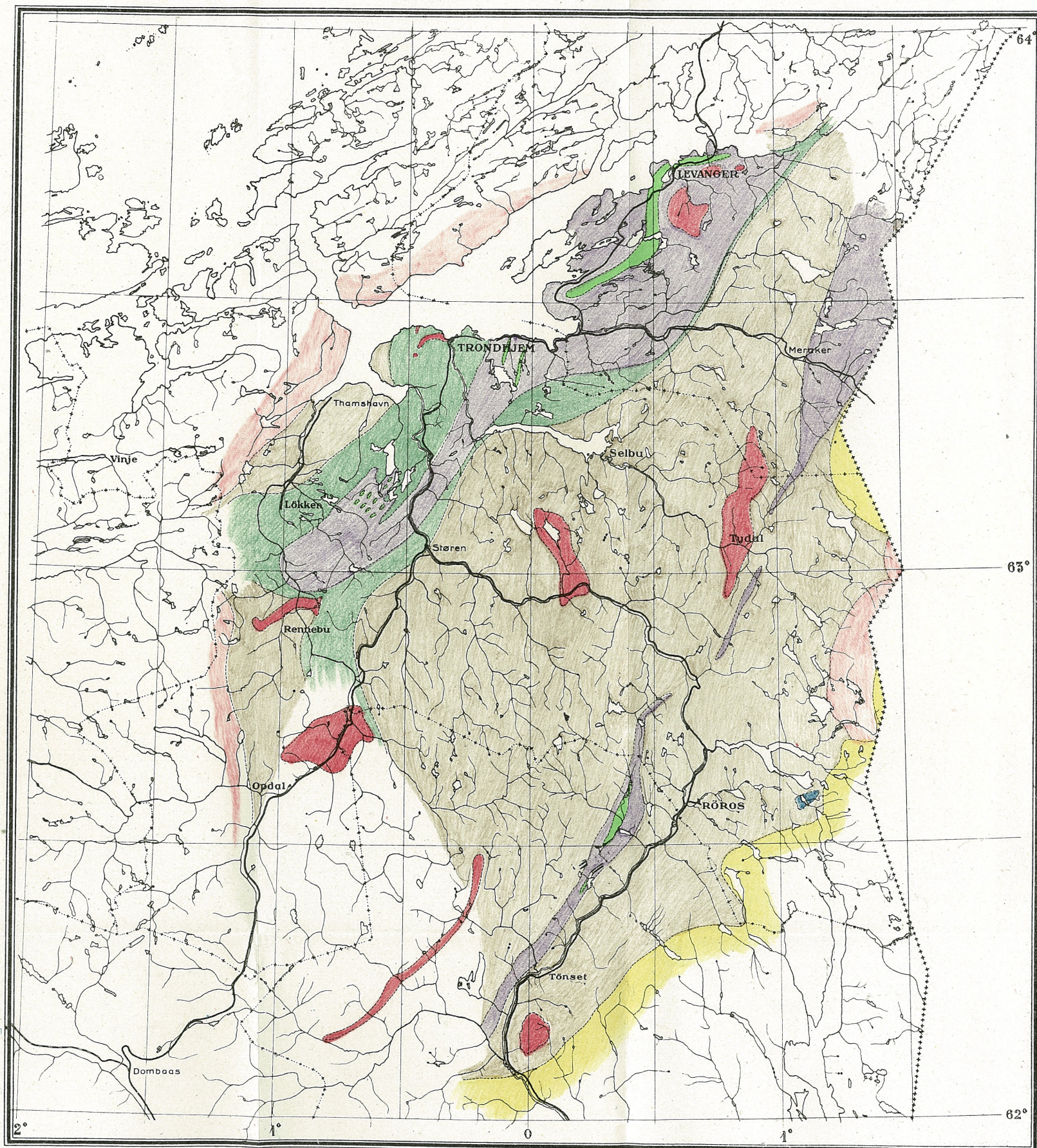


Fig. 5









Trondhjemsfeltets stratigrafiske bygning

(lidt skematiseret).

Utarbeidet av C. W. Carstens.



TEGNFORKLARING:

-  DEVONFORMATION
-  EFFUSIVER
-  HOVINDGRUPPEN
SEDIMENTER
-  BYMARKGRUPPEN
VÆS. EFFUSIVER
-  RØROSGRUPPEN
VÆS. SEDIMENTER
-  SPARAGMITFORMATION
-  PALÆOZOISKE ERUPTIVER
(kun de største felter indtegnet)
-  RØDE GRANITER
OG GRUNDFJELD
(alder ubestemt)

10 5 0 10 20 30 40 50 km