



Norges Geologiske
Undersøkelse

Nr. 82

KONGSBERGFELTETS GEOLOGI

VED

CARL BUGGE

MED ENGLISH SUMMARY OG 12 PLANCHER

(Desuten 1 stort kart og 7 plancher i særskilt konvolut)



KRISTIANIA 1917

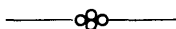
I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Nr. 82

KONGSBERGFELTETS GEOLOGI

VED
CARL BUGGE

MED ENGLISH SUMMARY OG 12 PLANCHER
(Desuten 1 stort kart og 7 plancher i særskilt konvolut)



KRISTIANIA 1917
I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.
A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

Indholdsfortegnelse.

	Side
I. Geologisk-petrografisk beskrivelse av Kongsbergfeltet.	
Indledning	5
A. Knuteformationen	12
a. Aldersforhold i Knuteformationen	15
b. Barlinddalsgruppens lyse gneis	16
c. Oldenborggruppens amfibolit	18
1. Finkornig til tæt varietet	19
2. Porfyritisk varietet	20
d. Knuteformationens skifre	23
e. Kemiske analyser av bergarter i Knuteformationen (Mineral- beregning)	28
B. Abyssiske og hypabyssiske bergarter	30
a. Gabbrodiorit-kvartsdioritserien	30
b. Vinordiabas	44
c. Kongsberggranit	53
d. Telemarkgranit	55
e. Kemiske analyser av dypbergarterne og gangbergarterne i Kongs- bergfeltet. (Mineralberegning)	57
f. Geologisk optræden av dypbergarter og gangbergarter i Kongs- bergfeltet	71
C. Haavgruppen	79
D. Baand og fahlbaand	87
a. Baand	87
b. Fahlbaand	91
E. Kongsbergdiabas	102
II. Gangformationerne.	
Indledning	106
A. Ganger av 1ste generation	113

	Side
B. Ganger av 2den generation	133
a. Sølvføringen	134
b. Hovedganger	139
c. Raataganger	159
d. Skiktningsganger	163
e. Normale kalkspatganger	165
1. Enkle kalkspatganger	168
2. Gangdrag	168
Justitstypen	169
Gottes Hülfe typen	172
f. Tungspatganger	177
g. Om utbredelsen av gangene av 2den generation	179
C. Fahlbaandenes betydning for dannelsen av sølvforekomsterne ..	183
D. Ertsgangenes relation til de postsiluriske diabasganger (Kongsbergdiabas)	197
E. Kristianiafeltet. Sølvforekomster i dette felt og det omkringliggende grundfjeld	200
F. Kongsbergganges genesis	209
G. Analoge forekomster	212
 III. Bilag.	
A. Kongsbergfeltets viktigste baandzoner	215
B. Oversigt over søndre Vinorens geologi. Nordre Vinoren	226
C. Historie	231
D. Den praktiske anvendelse av de for Kongsberg sølvverk utførte geologiske karter	233
E. Literatur	240
Tabeller 1—12, mineralberegning	245
English Summary	257
Forklaring til fotografierne	267
Tilføielser	269
Trykfeil	272

Forord.

Det har paa Kongsberg længe været et ønske at faa sølvverkets grubefelt nøiagtig geologisk undersøkt. Kjerulfs og Dahls kart fra 1859 med beskrivelse fra 1861 viste sig at være for litet omfattende og andre karter forelaa ikke.

Sølvverkskomiteen av 1903 skriver i sin indstilling av 1905 pag. 18 og 19 at grubefeltet bør undersøkes geologisk og at der i fremtiden ved verket altid bør være en videnskabelig utdannet praktisk bergmand, som kan beskjæftige sig med dette for verkets fremtid yderst vigtige arbeide.

Komiteen skriver bl. a.:

„Man er endnu ikke naaet saa langt, at der kan opstilles nogensomhelst regel for, at man under opfaringen vil støte paa sølvførende partier. Driften maa derfor fremdeles vedblive at være famlende, og man maa holde sig til den fra verkets første tid opstillede regel „uten fahl og kryds intet sølv.“ Men fahlbaandene er rene kamæleoner, og intet tilforladelig vites om den karakter et baand maa ha, forat gangen der gaar gjennom det skal være sølvførende. Der har vistnok været skrevet en del herom, men intet der kan være til veiledning for den praktiske bergmand. Likesaalitt

kan man opstille nogen karakteristik for hvilke gange er sølvførende og hvilke ikke. Man er fremdeles henvist til møisommelig utlæknings- og tverslagsdrift i haab om at man skal støte paa partier, hvis drift vil vise sig lønnende.“

Bergmester *P. Mortenson* skriver¹:

„Skal de geologiske undersøkelser nyde tilbørlig fremgang, bør de efter min mening nu optages som et eget led av arbeidet og fremmes uavhengig av det øvrige verksarbeide under ledelse av en hertil engagert geolog, f. eks. en av universitetets professorer i bergfagene. Jeg finder at en aarlig bevilgning av f. eks. kr. 5000 i nogle aar hertil vil være vel anvendte penge.“

Direktør *Roscher*² har ogsaa sterkt fremhævet ønskeligheten av at faa nøiagtige geologiske karter.

Bergmester *Riiber* har bidrat meget til at fremme kartlægningen. Det var paa hans forslag at ingeniør *Arne Bugge* fra 1ste november 1909 blev ansat ved sølvverket som geologisk kartlægger.

Sølvverkets nuværende bergmester, *A. Holter*, har altid vist stor interesse for den geologiske kartlægning, og som hans fortjeneste vil jeg navnlig fremhæve, at han virkelig har benyttet de utførte karter og vist at de er av nytte for grubedriften.

Det kongelige Finansdepartement og Stortinget har altid stillet sig imøtekommende til de krav, som er fremsat om bevilgning til geologisk undersøkelse av grubefeltet.

Jeg tillater mig at nævne, at statsminister *Gunnar Knudsen*, statsraaderne *Berge*, *Fr. Konow* og *Omholdt* altid har stillet sig meget velvillig til vort arbeide.

¹ Komiteindstillingen av 1903 (trykt 1905) pag. 54.

² St. prp. nr. 1, hovedpost X 1908, pag. 50.

Ekspeditionschef *O. Bødtker* og bureauchef *K. Rasch* har særlig indlagt sig stor fortjeneste ved deres arbeide for at skaffe de nødvendige penger, og uten disse herrers hjelp vilde av sølvverkets grubefelt ikke meget være kartlagt.

Professorerne dr. *W. C. Brøgger*, dr. *V. M. Goldschmidt*, *A. Helland*, dr. *J. H. L. Vogt* og direktør dr. *Reusch* samt amanuensis *Schetelig*, assistenterne *E. Berner* og frk. cand. min. *M. Johnson* har ved raad og daad bidrat til at fremme arbeidet.

Professor *Brøgger* omtalte saken paa Stortinget i 1907 og opnaadde da den første bevilgning.

Under arbeidets gang har jeg bearbeidet mit indsamlede materiale hos *Brøgger* og *Goldschmidt*, som altid meget velvillig har stillet arbeidsplads og apparater til min raadighet, og i tidens løp har de to herrer ofret mig meget av sin tid. I anledning av mit Kongsbergarbeide har jeg ialt arbeidet over to maaneder hos professor *Goldschmidt*. Han har vist mig de nyeste og bedste arbeidsmetoder og har navnlig ved de mikroskopiske undersøkelser henledet min opmerksomhet paa flere vigtige fænomener.

Jeg tillater mig her at bringe professorerne *Brøgger* og *Goldschmidt* min hjerteligste tak. Ogsaa alle andre som har bidrat til arbeidets fremme tillater jeg mig herved at takke.

Ingeniør *A. Bugge* har ofret flere aar paa undersøkelsen av Kongsbergfeltet. Han har kartlagt bergarter og ertsganger.

Jeg vil særlig fremhæve hans kartlægning av Vinordiabasgangene, hvilket var et møisommelig arbeide. Av grubekarter har han levert henimot 50 forskjellige eksemplarer.

Jeg har selv ofte været bundet av min gjerning ved mynten og kunde ikke alene magte det store arbeide at kartlægge Kongsbergfeltet. Hadde jeg ikke hat *A. Bugge* som medarbeider, saa vilde der endnu gjenstaat meget kart-

lægningsarbeide. Jeg fremfører herved min tak til ham for godt samarbeide.

Utgifterne til kartlægningen har omtrent været følgende:

Bidrag til topografisk kart	kr.	4 100,00
Korrektion av topografisk kart	„	600,00
Mikroskop	ca. „	800,00
Præparater	„ „	300,00
Analyser	„ „	1 200,00
Gage til assistent	„ „	4 100,00
Skyss og diæt (herunder bl. a. 2 maaneders ophold i Kristiania)	„ „	1 300,00
Arbeidshjælp	„ „	1 000,00
Diverse	„	200,00
Trykning av geologisk kart	„	3 000,00
Tilsammen		kr. 16 600,00

Til slutning fremfører jeg her min bedste tak til Norges geologiske Undersøkelse, som har trykt dette arbeide.

Kongsberg 13de mai 1916.

Carl Bugge.

I. Geologisk-petrografisk beskrivelse av Kongsbergfeltet.

Indledning.

Hosføiede kartskisse viser Kongsbergfeltet i grove træk. Feltet gennemskjæres fra nord til syd av den ganske store elv Numedalslaagen. Kongsberg by ligger ved denne elv i en afstand fra Kristiania av ca. 80 kilometer i vestlig retning og ca. 160 meter over havet.

Numedalen regnes at begynde ved Kongsberg og strækker sig nordover mot Hardangerviddene, hvor den gaar jevnt over i Høifjeldsvidderne. Laagens dalføre mellem Kongsberg og utløpet ved Larvik kaldes med et fælles navn *Laagedalen*.

Feltet ligger i sin hele utstrækning i Buskeruds amt og omfatter foruten Kongsberg by ogsaa dele av prestegjeldene Sandsvær, Eker og Flesberg. Det kan her forøvrig bemerkes, at Kongsberg har en for en by usædvanlig utstrækning, nemlig 66 km.², hvilket beror paa at man i sin tid ønsket, at det sølvgrubefelt som særlig var gjenstand for drift helt skulde ligge indenfor bergstadens grænser.

Dette grubefelt, *det engere grubefelt*, begrænses til øst av Laagen, til nord av Jondalselven og til syd av Kobberbergselven og mot vest av en linje Jonsknuten—Helgevand—Vipeto. I de sidste hundrede aar har statens grubedrift

udelukkende foregaat i det engere grubefelt, og den geologiske kartlægning har særlig været begrænset hertil; der er dog samlet en række iagttagelser og kartlagt store strækninger i det omkringliggende grubefelt og forhaabentlig vil et fuldstændig kart og beskrivelse ogsaa av dette kunne bli publicert i en nogenlunde nær fremtid.

Foruten det nævnte engere grubefelt, landet mellem elvene som det gjerne kaldes, har staten forbeholdt sig ogsaa feltet syd for Kobberbergselven, mens feltet nordenfor Jondalselven og østenfor Laagen tildels er bortleiet til private.

Den uten tvil bedste del av de privates grubefelt er det som utnyttes paa Vinoren i Flesberg av *Aktieselskapet Trollerud*, som efter at være blit rekonstruert i 1908 med delvis tysk kapital, nu ser ut til at skulle faa istand lønnende drift.

Øst for Laagen drev for faa aar siden et engelsk selskap, *The Royalberg Silvermines lmd.*, i Fredricus IV grube, men det maatte indstille paa grund av for fattige malmtilganger.

Likeledes øst for Laagen har flere selskaper, navnlig engelske, drevet grubedrift paa sølvholdige, zinkblende, blyglans og kobberkisførende kvarts- og kvartskalkspatganger. Driften har særlig foregaat i *Bygmesteraasen* ved Kjennerudvandet samt ved de noget nærmere Krekling beliggende gaarde *Fiskeløs* og *Jøranrud*. Denne grubedrift har aldrig været lønnende og er nu indstillet.

Anden grubedrift end den her nævnte foregaar for tiden ikke i nærheten av Kongsberg. Fra tiden før sølvgrubedriftens begyndelse i 1623 foregik der ved *Labro* en mindre grubedrift paa en ertsførende kvartsgang i den saakaldte *Culmbachs blygrube*.

Paa *kobberholdig fahlbaandkis* har der i ældre tid været drevet flere steder i distriktet, saaledes baade før og efter sølvverkets begyndelse ved Kobbervolden (Gott Vermags, Verlohrner Sohn) paa Meheia, paa *Brennaasen* ved Korbo, i *Kisgrubeaasen* syd for Kobberbergselven og i *Grøsli grube* (Steenstrups kisgrube) ved sydenden av Vatnebrynvandet i Numedalen.

Nævnes kan ogsaa, at kvartskalkspatgangene flere steder har git anledning til drift paa *flusspat*, saaledes i Blaarudskog i *Lassedalen*, i *Ljøterudkroken* og i den saakaldte *Flusspatdal* i nordsiden av Jonsknuten. Ved denne flusspat-drift er ialt antagelig utvundet ca. 6—700 ton raa flusspat, formentlig med et indhold av ca. 30 pct. ren flusspat.

Endelig kan nævnes at der paa *Spishol* ved Krekling er brutt litt *titanholdig jernmalm*. Paa Meheia er ogsaa endel jernforekomster. Angaaende grubedrift i de nærmeste omgivelser utenom Kongsbergfeltet kan mindes om *Ekers kobberverk* ved Haugsund og *Modums blaafarveverk*, som begge har drevet paa fahlbaandlignende forekomster.

*

Som bidrag til nærværende arbeide medfølger et geologisk kart i maalestok 1 : 10000 over det grubefelt, som staten for tiden utnytter. Det vil lette det senere detaljstudium, at der med en gang gives en samlet oversigt over feltets geologi, saaledes som denne nu er kjendt efter de seneste arbeider. Der kan for feltets bergarter opstilles følgende skema, som viser hvilke bergarter der optræder, samt disses gjensidige aldersforhold:

	Antagelige dagbergarter. Eruptiver og sedimenter	Hypabyssiske bergarter	Abyssiske berg- arter
ygst		Ganger fra Telemark- granit. Kongsberggranit Vinordiabas Ganger fra gabbro- diorit-kvartsdiorit- serien	Telemarkgranit (Kongsberggranit) Kvartsglimmerdiorit („Stenbrudbaand“) Kvartshornblende- diorit Gabbrodiorit
ældst	Knuteformationen		

Alle disse bergarter tilhører *prækambrium*, det i Norge saakaldte grundfjeld.

Foruten disse har man diabasganger, som vistnok er av postsilurisk alder (Kongsbergdiabas).

De mest dominerende bergarter i Kongsbergfeltet, heri iberegnet foruten statens grubefelt ogsaa grubeomraadet i Numedalen og paa Eker, er dypbergarterne. Inden dette felt dækker saaledes disse en 5—6 gange større flate end den for den væsentligste del vistnok av effusiver sammensatte Knuteformation.

De forholdsvis smaa felter av Knuteformationen som kjendes, er helt omsluttet av yngre bergarter, naar undtages et, som stikker under kambrisksiluriske formationer og derfor ikke kan studeres. Selv om disse felter av Knuteformationen derfor maaske er dele av indsunkne flak, saa er forkastningslinjerne nu helt forsvundne paa grund av senere intrusion av dypbergarter. Knuteformationen i Kongsbergfeltet er antagelig nærmest kun at betegne som vældige brudstykker i dypbergarterne, som desuten tildels i stor utstrækning indeholder smaa brudstykker av disse vort felts aller ældste bergarter.

Knuteformationen er i det væsentlige vistnok sammensat av effusive bergarter. Sedimentære bergarter optræder ogsaa, men det har ikke været mulig at paavise større felter av saadanne. De skifre som kan antages at være av sedimentær oprindelse optræder imellem bænkenene av de effusive bergarter og fører gjerne betydelige mængder lys og mørk glimmer samt granat og staurolit. Hele gruppen er forøvrig sterkt skifrig og tildels i høi grad omvandlet.

De bergarter, som ansees som effusive, er antagelig andesiter og daciter, som i den nuværende oftest sterkt metamorfoserte sikkelse kan betegnes som amfiboliter, granuliter og gneiser.

Dypbergarterne repræsenterer en serie, hvis basiske led er ældst og bestaar av sterkt amfibolitiserte gabbrobergarter, som mest træffende antages at kunne betegnes gabbrodiorit. De yngre led i serien bestaar av kvartsdioriter, blandt hvilke er mest kjendt *Kongsbergs graa gneis*, som er en kvartsglimmerdiorit med 70—75 pct. SiO_2 , det saakaldte stenbrudbaand. Denne bergart kaldes av professor dr. J. H. L. VOGT for natrongranit, mens jeg paa grund av den høie plagioklasgehalt har valgt navnet kvartsdiorit. En av de yngre bergarter er en rød, forøvrig nærmest hypabyssisk mikroklingranit, som jeg har betegnet som *Kongsberggranit*.

Telemarkgraniten er antagelig betydelig yngre end Kongsberggraniten, men da der ikke er paavist kontakt mellem de 2 typer saa er spørgsmaalet ikke helt avgjort. Der er mange likheter mellem Kongsberggraniten og Telemarkgraniten, saavel i kemisk som i petrografisk henseende. Geologisk optræder imidlertid de 2 graniter paa en høist forskjellig maate, idet Telemarkgraniten danner vældige massiver med typisk dypbergartkarakter. Kongsberggraniten optræder ogsaa tildels

i noksaa store intrusivmasser, som dog kun sjelden dækker større areal end etpar km.², og den er gjerne opfyldt av større og mindre brudstykker av de ældre bergarter. Oftest optræder den i lange ganger, som temmelig nøie følger bergarternes skiffrighet. Denne granit staar derfor i det store og hele nærmere gangbergarterne end dypbergarterne, hvilket ogsaa avspeiler sig i strukturen, som gjerne er finkornig eller halvporfyrisk.

Professor BRØGGERS betegnelse av saadanne bergarter som hypabyssiske i motsætning til de abyssiske dypbergarter passer netop for Kongsberggraniten.

Som i skemaet (pag. 8) vist har man ogsaa en anden gruppe gangbergarter, eller rettere sagt hypabyssiske bergarter, nemlig *Vinordiabas*, ogsaa tilhørende grundfjeldet, i motsætning til de postsiluriske *Kongsbergdiabaser*, og disse grundfjeldsdiabaser udmerker sig ved at optræde paa lignende maate som Kongsberggraniten, nemlig i hypabyssiske massiver og lange ganger.

Med hensyn til det gjensidige aldersforhold mellem denne sure bergartgruppe paa den ene side og den basiske paa den anden, saa er det fuldstændig sikkert, at den førstnævnte er yngst. Aldersforskjellen kan dog vistnok ikke være særlig betydelig; ti i enkelte tilfælder finder man inde i granitmassiverne *Vinordiabasganger*, som er tydelig gjennemskaaret av granitaarer, uagtet diabasgangene selv viser grei strøkingsfacies mot graniten.

Disse forhold skal bli nøiere beskrevet senere, men det er heldig allerede her at kjende til sammenhængen. Det kan ha sin interesse i denne forbindelse at henvise bl. a. til GAVELINS beskrivelse av aldersforholdene i svensk kystgrundfjeld.

Et andet forhold angaaende disse bergarter skal her løselig nævnes, nemlig at man i de trakter som er gjen-nemskaaret av talrike Kongsberggranitganger, aldrig finder Vinordiabasganger som kan følges over længere strækninger.

Dette beror øiensynlig paa granitens evne til at trænge ind i endog de mindste fuger og sprækker, hvorved diabas-gangene er blit fuldstændig opskaaret. Disse granitgjennem-vævede bergarter er næsten altid sterkt skifrige og i høi grad foldede.

Surere kvartsdioriter er i stor utstrækning trængt ind i de mere basiske dioriter og gabbroer. Der er paa denne maate fremstaat en blandingsbergart (mixed rocks), som er sterkt skifrig og foldet og hvori det praktisk talt er umulig at utskille og kartlægge de forskjellige bergarter, naar undtages de større granitganger og granitmassiver. Under kartlæg-ningen har det vist sig nødvendig at slaa disse bergarter sammen til en gruppe, som vi har benævnt *Haavgruppen*.

Vinordiabas og Kongsberggranit kan ikke sees at staa i forbindelse med store dypbergartmassiver. Av ganger som kan følges ind til dypbergarter, hvorfra de er apofyser, har man i Kongsbergfeltet, som det fremgaar av bergartschemaet, temmelig mange.

Baand og fahlbaand er i dette arbeide ofret et forholdsvis langt avsnit. De 2 uttryk stammer som bekjendt fra Kongs-berg, hvor de i tidens løp har vundet hævd og derfra har faat indpas i den geologiske literatur. Uttrykkene bør holdes ut fra hverandre og beskrives hver for sig.

Ved baand forstaaes visse skifrige partier i de ellers ikke skifrige bergarter, og man har pleiet at forlange av baand, at der skal veksle lysere og mørkere striper (plater).

Ved fahlbaand forstaaes kisimpregnerte baand. Denne kisimpregnation er i Kongsbergfeltet dannet langs grænsen av de ovenfor nævnte Vinordiabasganger. Det er et paa-faldende træk, at der i disse trakter kun findes meget litet kis langs grænsen av dypbergarterne. Av betydelig interesse er, at der i Haavgruppen aldrig findes typiske fahlbaand, mens denne gruppe forøvrig udmerker sig ved at være i høi grad baandet. Mangelen paa fahlbaand beror, som der senere skal vises, paa den yngre Kongsberggranits indflydelse.

A. Knuteformationen.

De bergarter som kan utsondres i denne formation er dels mørke, tunge, finkornige til tætte bergarter, dels lyse, finkornige gneiser og granuliter, hvorhos man finder forskjellige glimmer- og granatrike skifre. De førstnævnte bergarter er av ældre geologer oftest blit benævnt Knutegabbro. De lyse bergarter og skifrene er ialmindelighed slaat sammen med den saakaldte Kongsbergs graa gneis (kvartsdioritgneis) og det hele er antat at danne en ældste urformation, som vistnok hyppigst er formodet at være av sedimentær oprindelse. CHR. MÜNSTER¹ synes ogsaa at ha hat en saadan anskuelse, men han er kommet et skridt længer end de ældre geologer, derved at han særskilt omtaler Barlinddalens lyse granuliter og gneiser (Barlinddalsbaandet).

Den saakaldte Knutegabbro er tidligere antat at være en av feltets yngre bergarter. MÜNSTER fortæller saaledes at han har fundet ganger udsendt fra denne ind i Andreasfjeldets gabbrodiorit. Dette er imidlertid ikke rigtig; ti de

¹ Kongsbergs Ertsdistrikt. Vid.-Selsk. Skrifter. Kristiania 1894.

mørke ganger, som man finder gjennomskjærende gabbrodioriten, er de vanlige Vinordiabasganger, og de løper ikke ut fra den saakaldte Knutegabbro, men gjennomskjærer samme. Dette er forøvrig ikke let at se; ti Vinordiabasens finkornige grænsefaciesdannelser er ofte meget lik den saakaldte Knutegabbro. Noget som man maa kjende til forat forstaa Kongsberggrundfjeldet er netop dette, at kunne adskille Knuteformationens mørke andesitiske amfibolit fra de amfibolitiserte Vinordiabasganger, og endvidere Knuteformationens lyse bergarter (dacit) fra den vanlige Kongsbergs graa gneis (kvartsdiorit). Den andesitiske amfibolit kan forøvrig ogsaa forveksles med visse sterkt amfibolitiserte gabbrodioriter.

Det var under vore kartlægninger i stor maalestok paa Overberget, at vi først blev klar over forholdet. Her blev gruberne kartlagt i maalestok 1 : 400 og der blev endvidere utført et dagkart i maalestok 1 : 1000. Bergarterne kunde paa disse karter utsondres skarpere end i Jonsknuten og Barlinddalen, hvor der maatte arbeides i maalestok 1 : 10000. Vi var alt paa et tidlig stadium begyndt kartlægningen i disse sidstnævnte trakter, men utsatte det, fordi bygningen forekom os altfor dunkel. Efter at ha arbeidet i længere tid paa Overberget blev kartlægningen vestpaa gjenoptat. Vi bar os da ad saaledes, at vi først kartla alle de utprægede dypbergarter og dernæst blev alle Vinordiabasgangene opgaat.

Denne fremgangsmaate fortsatte vi med over hele kartbladet, og det viste sig da, at det som tilslut gjenstod at kartlægge, meget naturlig kunde slaaes sammen til en formation, som jeg har benævnt *Knuteformationen* efter den kjendte fjeldtop Jonsknuten, og at denne formation optraadte

i adskilte felter beliggende mellem de forskjellige dypbergarter.

I selve Knuteformationen har det vist sig meget vanskelig at foreta geologisk kartlægning. Grænserne mot de omliggende dypbergarter er altid grei at trække op, men grænserne mellem de forskjellige led i formationen er vanskelig at faa tak i. Der kan i 3 av de 4 felter av Knuteformationen, som man kan finde paa vort kart, trækkes op grænselinjer, som nogenlunde skiller mellem en mørk avdeling og en lys avdeling, men grænsen er ingenlunde skarp, idet man inde i de mørke Knutebergarter kan finde lyse og omvendt.

Det kan ha sin betydning at ha specialnavner paa disse Knuteformationens underavdelinger, og som passende navner herfor foreslaar jeg:

Oldenborggruppen for den mørke underavdeling og *Barlinddalsgruppen* for den lyse.

Den sidstnævnte gruppe omfatter bl. a. ogsaa MÜNSTERs Barlinddalsbaand, saa navnet har til en viss grad allerede været benyttet tidligere, hvilket er en av grundene til at jeg har valgt det.

Det førstnævnte navn, Oldenborggruppen, som aldrig har været benyttet paa denne maate tidligere, er valgt fordi flere av de gamle sølvgruber, som er opkaldt efter Oldenborgske konger, ligger i eller ved den mørke Knutegruppe. Av saadanne gruber kan nævnes Kongens (Kristian IV) grube, Oldenborggrube og Kristian VII grube.

Oldenborggruppen formodes hovedsakelig at bestaa av andesitisk amfibolit og hornblendegneis i forskjellige omvandlingstadier, mens *Barlinddalsgruppen* væsentlig formodes at bestaa av dacitisk gneis.

a. Aldersforhold i Knuteformationen.

De forskjellige bergarttyper skal nedenfor bli nøiere beskrevet, men først skal gives en redegjørelse for aldersforholdene.

Til retledning i denne henseende har man en stor mængde breccier. Saadanne findes i mængdevis i Knuteformationen. Man kan vistnok si at der er mere breccie end homogene bergarter.

Breccierne bestaar næsten altid av lyse brudstykker i mørk mellemmasse. Disse brudstykker er i hovedtrækkene av 2 forskjellige arter.

Den ene art har gjerne graahvit farve og ligner den almindelige Barlinddalsgneis og fører likesom denne ofte kvarts- og plagioklasindsprængninger i meget finkornig grundmasse. Den geologiske optræden, tildels langs grænsen av denne gneis, synes med sikkerhet at godtgjøre, at brudstykkerne stammer fra denne.

Den anden art brudstykker er gulgrønne og sterkt epidotiserede og minder om kalksilikathornfels. Jeg har kun analyse av alkalier og denne viste et indhold av 3,28 pct. Na_2O og 2,15 pct. K_2O .

Den første art brudstykker finder man i Oldenborggruppens og i gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter, den anden art findes ogsaa i disse bergarter, men desuten ogsaa i Barlinddalsgneisen, hvilket kan tyde paa at de stammer fra Knuteformationens aller ældste bergarter, maaske fra kalkholdige skifre, ældre end Barlinddalsgneisen.

Disse forskjellige forhold synes at vise, at *Oldenborggruppen er yngre end Barlinddalsgruppen*.

b. Barlinddalsgruppens lyse gneis.

Denne er særlig undersøkt mikroskopisk i prøve tat ca. 20 m. sydvest for vestlige Jacobsdam, i prøve fra Barlinddalsgruberne, samt i prøve fra skraaningerne nordøst for Briskemyrdammen. Forøvrig er gruppen undersøkt ganske nøie og viser overensstemmelse med prøverne fra de nævnte lokaliteter.

Daciternes oprindelige porfyriske struktur med feldspatkrystaller i en finkornig lys grundmasse er bibeholdt i større utstrækning end man kan vente. Særlig i skraaningerne nordøst for Briskemyrdammen findes vakre og velbegrænsede feldspatindsprængninger, tildels ogsaa runde kvartsindsprængninger.

Angaaende spørsmålet om der er nogen forskjel i anortitgehalten hos plagioklasindsprængningerne og plagioklas-kornene i grundmassen, saa er jeg efter nøie maalinger kommet til det resultat, at nogen regelmæssig forskjel ikke forekommer. Regelen fra forekomster av yngre daciter pleier som bekjendt være, at plagioklasindsprængningerne viser litt høiere anortitgehalt end plagioklasen i grundmassen, og indsprængningerne er oftest zonart opbygget med høiest basisitet i kjernen.

De i vort felt foreliggende dacitiske gneiser er imidlertid omvandlet, hvorved der av de oprindelige feldspater er dannet en ensartet albit, hvilket yderligere stadfæstes ved et temmelig jevnt indhold av epidotmineraller.

De fleste bestemmelser av plagioklas i mine daciter har ligget nær 6 pct. an., hvilket vistnok repræsenterer gjennomsnittsgehalten av anortit hos disse feldspater.

En bestemmelse av plagioklasindsprængningerne i dacit paa Briskemyraasen gav 12 pct. anortit, og en bestemmelse av plagioklas i dacit nord paa Torntjernaasen, vest for Korbo, gav 15 pct. anortit, hvilket er den mest basiske plagioklas som jeg har iagttat i daciterne.

Feldspat. Der blev fundet i prøve fra Barlinddalsskjærp:

a-snit

$\alpha' : M = 13,7^\circ$. Opt. pos., α kv. $> > \alpha$ pl.,

α kv. $> \gamma$ pl.

α pl. $< n$ kanadab.

β pl. $< n$ kanadab.

γ pl. $\approx n$ kanadab.

Der foreligger altsaa albit med en gehalt av 5¹/₂—6 pct. anortit.

Kvarts optræder i ganske stor mængde baade som indsprængninger og i grundmassen.

Der optræder i daciterne en jevn gehalt av *hornblende*. Denne optræder i smaa korn ofte med avlang form.

$c : \gamma = 12^\circ, 2$. $\gamma - \alpha =$ ca. 0,02, opt. neg.

γ — lys gul grønlig.

β — mørk grøn brunlig.

γ — mørk grøn blaalig.

$\gamma \approx \beta > \alpha$.

Epidot optræder i meget smaa korn og avlange naaler. Opt. neg., ikke merkbar pleokroitisk.

$\gamma - \alpha =$ ca. 0,01 — 0,02.

Farven under mikroskopet er ganske svak grønliggul.

Sericit optræder jevnt, tildels i stor mængde, i de fleste daciter

Opt. neg., $\gamma - \alpha =$ ca. 0,04.

Biotit optræder ganske rikelig i enkelte typer som smaa blader. I andre typer er av mørke mineraler kun at se hornblendekorn, epidot og erts.

Feldspaten er gennemvokset av hornblendekorn, hornblendenaaler og epidot.

Biotiten viste:

Opt. neg., $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,04$.

α — lys gul.

$\beta = \gamma$ — mørk brun.

$\gamma = \beta > \alpha$.

Granat sees som porfyroblastiske indsprængninger.

Apatit er tilstede i noksaa stor mængde.

Foruten den ofte meget tydelige porfyritiske struktur med mikrogranulitisk grundmasse er av andre momenter, som kan tyde paa at der foreligger en virkelig dagbergart, av særlig vigtighed at nævne den tildels ganske hyppige mandelstenstruktur. Mandlerne er altid bestaaende av kvarts og har form og størrelse som almindelige mandler. De kan dog stundom være betydelig større og er ikke sjelden utvalset til tynde kvartsstriper. Et udmerket sted at studere mandlerne i dacitgneisen er fra sydenden av Kongens dam og langs Jacobs dam. Denne lokalitet er forøvrig interessant derved at brudstykkerne i Knuteformationen der kan studeres, og man vil der kunne se gabbrodioriten sende ganger ind imellem Barlinddalsgneisens skifrichetsplaner.

c. Oldenborggruppens amfibolit.

Denne amfibolit optræder i flere forskellige former hvorav dog de fleste er fremkommet ved en forskjellig grad

eller art av metaforfose. De kan alle føres tilbake til 2 primære hovedtyper, som skal beskrives nedenfor.

1. *Finkornig til tæt varietet.*

Den er mørk, tung og finkornig til tæt. Naar den er frisk og litet metamorfosert har den gjerne splintrig brud.

Den utmerker sig ved ikke at være porfyritisk. Bergarten bestaar av en jevn blanding av rester av plagioklaslister og korn av hornblende sammen med litt kvarts samt erts. Den er vanskelig at studere mikroskopisk, fordi den er saa finkornig.

Feldspaten er bestemt som optisk positiv plagioklas med aksevinkel ca. $80-85^{\circ}$.

Da β pl. omtrent = n kanadab. saa har man en plagioklas med ca. 12—15 pct. anortit.

Kvarts optræder i denne varietet, som er særlig basisk, yderst sparsomt. Nu og da findes i præparaterne et enkelt korn.

Klinozoisit findes i smaa korn.

Hornblenden blev under mikroskopet bestemt saaledes:
 $c : \gamma = 12^{\circ},5$.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,019$, opt. neg.

α — lys gul.

β — gulgrøn til brungrøn.

γ — mørk grøn.

$\gamma > \beta > \alpha$.

Av andre mineraler findes kun en mørk jernerts i betydelig mængde jevnt utbredt. Eiendommelig for denne andesitttype er at man finder noksaa talrike millimeterstore lyse partier, som maaske er rester av oprindelig porfyritisk

struktur, men muligens ogsaa kan være medrevne smaa korn av ældre bergarter.

2. *Porfyrisk varietet.*

Denne varietet bestaar av en grundmasse med indsprængninger, som begge oftest er mere eller mindre metamorfosert.

Plagioklasindsprængninger. I de mindst omvandlede individer i prøve fra Jonstjern blev fundet:

α — snit.

$\alpha' : M = 18^{\circ},2$ til $21^{\circ},8$. Svarer til plagioklas med 32—36 pct. an., idet γ pl. $> n$ kanadab. .

Der optræder brede albitlammeller, tildels sammen med periklinstripning. Individerne viser ikke unduløs utslukning, men er noksaa sterkt opknust.

Plagioklasen er sterkt gennemsat av klinozoisit, som tildels optræder i større individer, men fortrinsvis i smaa korn og stængler.

Klinozoisit. Plagioklasen kan være saa sterkt omsat til klinozoisit, at der tilsynelatende er fremkommet indsprængninger av klinozoisit. Desuten kan dette mineral optræde i større og mindre korn og partier i grundmassen.

Det er ofte stænglig og stundom radialstraalig. Omvandlingen av plagioklasen er foregaat fra randen og fra sprækker. En mikroskopisk bestemmelse av klinozoisiten fra Helgevandsaasen gav:

$$\gamma - \alpha = 0,007 - 0,008, \text{ opt. pos. .}$$

Tydelig $\xi < v$ omkring den spidse bisectrix γ .

$2V = 80^{\circ} - 90^{\circ}$. Anormale interferensfarver er meget iøinefaldende. Man finder eiendommelige graalige til smudsig blaalige farver. Der er store masser klinozoisit i enkelte av

de porfyritiske varieteter. Særlig omhyggelig blev prøven fra Helgevandsaasen undersøkt. Der var i denne prøve ingen rester av plagioklas, kvarts var heller ikke at se. Makroskopisk har bergarten mørk grøn farve. Paa forvitret flate sees klinozoisitindsprængningerne let. Bergarten er tildels ogsaa litt hullet i overflaten paa grund av forvitringen. I haandstykke paa frisk brudflate er indsprængningerne ikke saa tydelige som paa forvitret flate, hvor indsprængningerne gjerne viser sig lysere end i friskt brud. Under lupen sees tydelig lyse grønne korn av klinozoisit jevnt gjennom hele massen imellem de mørkere hornblendekorn og hornblendestængler.

Uralitindsprængninger. Saadanne optræder tildels med skarp krystallografisk begrænsning. Indsprængningerne er dog oftest sterkt opknust langs kanterne og gaar derved gradvis over i grundmassen.

Grundmassen. Denne bestaar av plagioklaskorn og rester av plagioklaslister, som ligger i en masse hovedsagelig bestaaende av hornblende med en mindre mængde kvartskorn. Man kan spore rester av ofitisk struktur i grundmassen. Denne struktur kan endog tildels være merkelig godt opbevart. Desuten sees i grundmassen endel klorit.

Plagioklaskornene i grundmassen har lignende anortitgehalt som indsprængningerne, nemlig 32—36 pct. an. .

Hornblende. Denne optræder i grundmassen i smaa korn og smaa korte stængler av uregelmæssig form i saa stor mængde, at der er dannet større sammenhængende hornblendemasser, bestaaende av hornblendestængler med klinozoisit imellem.

I prøve fra Jonstjern blev fundet:

c : $\gamma = 15^{\circ}, 5$. $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,016$, opt. neg. .

γ — lys grøn.

β — lys graagulgrønlig.

α — lys gul.

$\gamma > \beta > \alpha$.

Dette svarer til almindelig grøn hornblende.

Phlogopit er iagttat i andesit ved Jonstjern i smaa mængder. Den ligger tildels stripevis anordnet, dog ogsaa spredt omkring i bergarten. Den er sterkt omvandlet til klorit.

Opt. negativ. Aksevinkel = ca. 0° .

α — svakt lys gulagtig.

$\gamma = \beta$ — lys gulbrun.

$\gamma = \beta > \alpha$.

Basalsnit meget lav dobbelbrytning. Snit med spaltbarhet derimot livlige farver.

Klorit findes tildels i ganske betydelig mængde.

Opt. pos., liten aksevinkel næsten 0° .

Litt aksedispersion, meget svak dobbelbrytning.

$\gamma = \beta$ — lys grøn.

α — lys gul svakt grønlig.

$\gamma = \beta > \alpha$.

Tvillingammeller sees stundom.

Erts findes i jevn utbredelse.

Titanit optræder accessorisk.

Mandelstenstruktur og vesiculærstruktur. Andesiterne udmerker sig oftest ved mere og mindre velutviklet mandelstenstruktur. Mandlerne bestaar av kvarts eller kalkspat og for en stor del er blærerummene ogsaa fyldt med korn av epidot, hornblende eller klorit. Mandelstenene indeholder ogsaa foruten mandler tildels en mængde vesiculære mere og mindre fyldte blærerum.

Mandlerne kan være op til decimeterlange, men er oftest et par millimeter lange. Deres grænser er tydelige, omend tildels noget utvasket. Kvartsfyldningen bestaar næsten aldrig af kalcedon eller agat, men af krystallinsk kornig kvarts, kun i nogle faa tilfælder har kvartsen været sterkt opaliserende.

Mandelstenstrukturen optræder saavel hos den ikke porfyritiske som hos den porfyritiske varietet.

d. Knuteformationens skifre.

Disse indeholder følgende mineraler:

Kvarts,
plagioklas,
sericit,
biotit,
klorit,
hornblende,
granat,
kis,
magnetit,
staurolit,
rutil.

Skifrenes art er meget forskjellig, der findes temmelig rene sericitskifre, kloritskifre og biotitskifre. De to sidstnævnte indeholder overordentlig hyppig tildels store mængder granat, og disse skifre kan efter deres indhold betegnes som kloritgranatskifre, biotitkloritgranatskifre og biotitgranatskifre.

Sericitskifer. Den optræder mest typisk paa Overberget, hvor der kan følges 2 drag, et langs Overbergsbaandet gennem de store hovedgruber Gabe Gottes, Kongen, Gottes Hülfe og Hans Sachsen og et gennem Rosengangskjærpene

og Mildigkeitgruben. Enkelte steder er skifrene noksaa gneisagtige, saaledes til vest i Kongens grube. De fører av mineraler praktisk talt kun kvarts og sericit og enkelte steder, saaledes ved Bernsdorfs grube plagioklas, som viste sig at indeholde 37 pct. anortit.

Biotitskifer og granatbiotitskifer. Disse skifre finder man gennem hele Knuteformationen. Med granat optræder de i mest typisk udvikling paa Overberget, hvor de fra Kongsberg saa bekjendte granatbaand optræder i stor mængde. *Louisehoug* ved Gottes Hülfe er en særlig god lokalitet til at studere denne bergart. Man finder her knoller eller brudstykker av lyse bergarter, som minder om Barlinddalsgneisene, men er langt mere sericiticert end disse.

Ogsaa de ovenfor omtalte gule knoller gjenfindes i granatbiotitskifrene paa *Louisehoug*. Disse knoller og desuten flere andre momenter, saaledes den store rikdom paa staurolit, synes med sikkerhet at godtgjøre, at der foreligger metamorfe sedimenter, altsaa oprindelige lerskifre og konglomerater.

Enkelte andre steder kan man finde saadanne overgangsled til de porfyritiske amfiboliter i Oldenborggruppen, at man kunde faa tvil med hensyn til disse bergarters oprindelse, og det er for enkelte av de staurolitfri skifres vedkommende ogsaa helt sikkert, at de er derivater av eruptiver. For de staurolitholdige skifres vedkommende maa imidlertid sedimentær oprindelse være sikker, eftersom staurolit er et saa overordentlig karakteristisk mineral for bergarter av sedimentær oprindelse, idet man kun kjender det fra saadanne og i det hele ikke fra eruptive bergarter. Professor dr. V. M. GOLDSCHMIDT, som er en udmerket kjender av saadanne metamorfe sedimenter, anser denne opfatning som helt sikker.

Ogsaa østenfor Overberget finder man undertiden rester av lignende bergarter, navnlig da i Haavgruppen. Denne bestaar dog utvilsomt hovedsagelig av injektionsgneiser, men enkelte steder findes striper av granatholdige glimmerskifre som maaske er av sedimentær oprindelse, og vistnok maa opfattes som lange utvaltede brudstykker av Knuteformationens skifre.

Det er mulig, at endel av det saakaldte milde baand paa Underberget ogsaa maa henføres til disse skifre og opfattes som imellem kvartsdioritmassiverne indklemte skiferrester. Langs Funkelien optræder tildels et smalt drag av en granulitlignende skifer, som ogsaa fører noget pyroxen. Den kan maaske ogsaa henføres i denne sandsynligvis sedimentære skifergruppe. Ingen av disse steder har jeg i den foreliggende maalestok kunnet utskille saadanne skifre. Om disse østlige skifre henvises forøvrig til pag. 85.

Ved Helgevandet optræder skifre, hvor den lagdelte struktur synes at være opbevart. Der veksler lag som næsten udelukkende bestaar av kvarts med andre lag, som er rikere paa biotit. Disse skifre er tildels avbygget i Helgevandsgruberne.

Angaaende mineralføringen kan oplyses følgende:

Kvarts optræder ofte i stor mængde, dels i frie korn og dels som indeslutning i de øvrige mineraler.

Plagioklasen er bestemt fra en række lokaliteter. Den viste hyppig ujevn sammensætning, dels saaledes at randen er albitrikere end kjernen, dels ogsaa saaledes at der inde i plagioklaskornene optræder uregelmæssige partier av anden sammensætning end resten av kornene.

Fra *Møllerkasten* i Kongens grube blev fundet:

Kjerne 39 pct. an.

rand I 31 „ „

— II 19 „ „

Fra *Ny vestre drift*, Smilemmen i Kongens grube, blev fundet i et og samme individ:

Parti I 23 pct. an

— II 16 „ „

— III 6 „ „

Sericit sees ofte i utallige smaa blade.

Biotit optræder altid i stor mængde.

Den er bestemt at være opt. negativ.

$\gamma = \beta$ — lys brun.

α — lys gul.

$\gamma = \beta > \alpha$.

Klorit sees ofte i stor mængde, saaledes at der er overgang til kloritskifre.

Hornblende er et ganske hyppig optrædende mineral og den ligner den vanlige metamorfe hornblende i feltets øvrige bergarter. Den er opt. negativ.

$c : \gamma = 15^\circ$.

γ — grøn blaalig.

β — lys gulgrøn.

α — lys hvitgul.

$\gamma > \beta > \alpha$.

Granat savnes aldrig, men kan stundom optræde sparsomt. Det almindelige er dog at den findes i stor mængde, baade i smaa og store krystaller. Nøttestore og endog nævestore granater er ikke helt sjeldne paa Overberget. I de vanlige skifre i Knuteformationen er granatkrystallerne ikke saa store som paa Overberget, men der optræder dog hyppig saa meget granat at skifrene har en rødbrunlig farve.

Paa *Vinoren* sees meget granat ved Anne Sophie grube og paa Rødkollens vestside.

I gruberne har de seige, tunge granatskifre et daarlig ord paa sig, da de sjelden er sølvførende. De betegnes av grubemanden som knudrebaand eller raatabaand.

Granaten er sterkt jernholdig, hvilket ogsaa fremgaar av analyserne. Den er næsten altid sterkt gjennemsat av kvartskorn.

Kis optræder ikke i særlig stor mængde i de granatrike skifre, derimot er brune, granatfattige glimmerskifre ofte meget rike paa magnetkis, og disse ansees som gode baand.

Magnetit sees som oksydationsrand rundt kisen.

Staurolit er som nævnt et meget utbredt mineral i de her omtalte skifre. Makroskopisk sees mineralet ikke, derimot meget hyppig under mikroskopet. Krystallerne er ofte velbegrænsede, men sees ogsaa som uregelmæssige korn. Gjennemkrydsningstvillinger, som danner en vinkel nær 60° med hverandre, sees stundom.

Stauroliten er altid sterkt gjennemsat av kvartskorn og den sees tildels at være gjennemsat av aarer bestaaende av muskovit eller kaolin.

$2V = \text{ca. } 85^\circ$, — $\alpha = 0,01$. Optisk positiv.

γ — lys gul.

$\beta = \alpha$ — hvid til gulagtig.

$\gamma > \beta = \alpha$.

Rutil sees baade i smaa uregelmæssige korn og som sagenit i biotiten.

e. Kemiske analyser av bergarter i Knuteformationen.

Der er utført følgende analyser av disse bergarter:
Natronbergarter (antagelig dacit og andesit).

	Barlinddals- gneis	Oldenborgamfibolit		
		Porfyritisk varietet	Tæt varietet	Overbergets hornblende- gneis
SiO ₂	72,21	60,35	54,21	49,27
TiO ₂	0,22	0,36	0,72	0,82
Al ₂ O ₃	11,63	16,13	15,32	15,46
Fe ₂ O ₃	2,15	6,99	3,26	11,54
FeO	3,61	1,56	9,38	6,55
MnO	0,23	0,15	0,14	0,20
MgO	0,41	1,58	2,56	5,40
CaO	2,21	7,61	7,24	3,75
Na ₂ O	5,31	3,09	4,87	2,72
K ₂ O	0,55	0,86	0,45	0,45
P ₂ O ₅	0,07	0,07	0,17	0,12
S	0,04			4,58
CO ₂	0,77	0,19		
H ₂ O	1,10	1,16	1,79	2,23
Cl				spor
	100,51	100,10	100,11	103,09
				÷ O 2,29
				100,80

Av analysetabellerne fremgaar det særdeles tydelig, at der i Knuteformationen optræder en serie bergarter, som holder *mere natron* end kali, og en serie som holder *mere kali* end natron. Den førstnævnte bestaar av Barlinddalsgruppens lyse gneis og Oldenborggruppens mørke

Kalibergarter (antagelig sedimenter).

	Sericitskifer Kongens grube Smilemmen	Granatførende biotitskifer Kongens grube Smilemmen Ny vestre drift	Granatbiotit kloritskifer Kongens grube 342 ltr.	Kloritskifer Kongens grube 342 ltr.
SiO ₂	67,87	50,20	50,05	53,41
TiO ₂	0,56	0,73	0,53	0,90
Al ₂ O ₃	14,11	15,54	15,46	15,62
Fe ₂ O ₃	1,87	} 19,30	23,26	3,07
FeO	3,63			
MnO	0,10	0,92		0,44
MgO	5,88	3,77	5,65	10,12
CaO	0,10	2,40	1,39	0,60
Na ₂ O	0,50	0,74	0,37	0,58
K ₂ O	2,14	0,90	1,50	0,76
P ₂ O ₅	0,14	0,09	0,14	0,21
S	0,23	2,33	0,09	0,03
CO ₂	0,07		0,49	
H ₂ O	3,68	1,50	2,12	5,86
	100,88	99,58	101,05	100,20

amfibolit og hornblendegneis, altsaa bergarter som formodes oprindelig at ha været daciter og andesiter, den sidstnævnte bestaar av de forskjellige slags skifre som er beskrevet ovenfor, og som formodes for en stor del at være av sedimentær oprindelse.

Mineralberegning:

Der henvises til de tabeller, som er anført bak i boken. Beregningen er utført paa følgende maate:

Barlinddalsgneis. CO₂ er beregnet som kalkspat, K₂O som K-feldspat, al Na₂O som plagioklas av sammensætning Ab 95, An 5. Al MgO er beregnet som hornblende, P₂O₅ som apatit, resten av CaO som klinkzoisit, TiO₂ som ilmenit, svovl som FeS, resten av Fe₂O₃ som magnetit,

resten av FeO som granat, resten av SiO₂ antages at være fri kvarts og resten av H₂O antages at være hygroskopisk.

Av mineralanalyser er benyttet:

Klinozoisit er beregnet efter en analyse av zoisit, som er anført under Telemarkgranit, se pag. 62. Hornblende er beregnet efter en analyse av hornblende fra Filefjeld, se under kvartshornblendediorit, pag. 64.

Oldenborgamfibolit. P₂O₅ er beregnet som apatit, K₂O som K-feldspat, Na₂O som plagioklas av sammensætning Ab 85, An 15; TiO₂ som titanit (titanomorfit). Klinozoisit er anslaaet til 8 procent og hygroskopisk vand til 1 procent. Resten av Fe₂O₃ er beregnet som magnetit.

Der fremkommer en rest, som er antat at være hornblende. Ombe- regnes resten til 100 procent, saa faaes den omtrentlige sammensætning av hornblenden:

SiO ₂	51,74
Al ₂ O ₃	4,55
FeO	24,45
MnO	0,37
MgO	7,76
CaO	9,22
H ₂ O	1,91
	100,00

Av mineralanalyse er benyttet: Klinozoisit som under Barlinddalsgneis.

Resultatet i avrundede tal:

	Barlinddalsgneis	Oldenborgamfibolit
Kvarts	35	
Kalifeldspat	3	2
Plagioklas	47	49
Klinozoisit	1	8
Hornblende	3	33
Erts m. m.	11	8
	100	100

B. Abyssiske og hypabyssiske bergarter.

a. Gabbrodiorit-kvartsdioritserien.

Der optræder i serien følgende hovedtyper:

Gabbrodiorit.

Kvartshornblendediorit.

Kvartsbiotitdiorit.

De indeholder følgende mineraler:

Gabbrodiorit	Kvartshornblendediorit	Kvartsbiotitdiorit
Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas
spor av kvarts	(mere) kvarts	litt mikroklin (mest) kvarts
litt mikropegmatit	litt mikropegmatit	litt mikropegmatit
epidot (klinozoisit)	epidot (klinozoisit)	epidot (klinozoisit)
litt muskovit	litt muskovit	litt muskovit
hornblende	hornblende	litt hornblende
litt biotit	tildels endel biotit	meget biotit
litt klorit		
litt kalcit		
litt granat	tildels granat	tildels granat
acc. { erts (meget)	acc. { erts (mindre)	acc. { erts (litet)
titānit	titānit	titānit
apatit	apatit	apatit

Strukturen er ikke altid helt krystalloblastisk, idet der tildels kan være opbevart rester av den oprindelige struktur, som har været den eugranitisk kornige. Plagioklaserne i de basiske typer har tendens til listeformig utvikling og idiomorf begrænsning mot de mørke mineraler. I de surere typer optræder derimot plagioklaserne mere i korn med allotriomorf begrænsning mot de mørke mineraler. De basiske typers struktur ligger saaledes nærmere gabbroernes, de surere typers nærmere kvartsdioriternes og graniternes struktur.

Vil man anvende de krystalloblastiske strukturbetegnelser, saa vil de surere typer bli at betegne som blastogranitiske, de basiske som blastogranitiske med svak antydning av blastofittisk struktur.

Man maa for hele serien anta, at metamorfosen har foregaat saavel ved mekaniske som kemiske kræfter. Der er en række beviser paa kemiske kræfters virkning. Alle oprindelige mineraler er saaledes i høj grad omvandlet, hvorhos der er nydannet flere mineraler, hvilket vil fremgaa av nedenstaaende mineralbeskrivelse.

Som beviser paa mekaniske kræfters indvirkning kan nævnes, at man særlig hos de surere typer finder finkornige udviklinger, som utvilsomt er fremkommet ved opknusning av grovkornige bergarter.

Dette fremgaar derav at man tildels finder ganske godt udviklet mørtelstruktur.

Naar imidlertid en hel del vanlige pressfænomener, som unduløs utslukning, sprækker med forskyvninger og lignende, ikke er at finde, saa kan man ikke med sikkerhet gaa ut fra at saadanne fænomener aldrig har været tilstede, idet det er mulig, at senere kemiske kræfter kan ha omvandlet bergarterne og utvasket mange av pressfænomenerne.

Plagioklasen. Denne er noget mere basisk i gabbrodioriten end i de surere typer. Maalingerne vanskeliggjøres derved, at feldspaten er sterkt gjennemsat av klinozoisit, i nogen grad ogsaa av epidot, kalcit, muskovit m. m. Tvilling lammellerne er næsten altid rette, sjelden bøiede.

Plagioklaserne viser gjerne lavere anortitgehalt ved randen end i kjernen. Den zonare struktur er ikke regelmæssig. Rigtignok viser plagioklasernes ytterste rand sig mest albitrik, men der kan desuten optræde albitrike, uregelmæssige partier inde i plagioklasindividerne, og der kan desuten ogsaa optræde smaa korn, som er forholdsvis albitrike, og som antagelig ved opknusning er løsrevet fra en albitrik randzone hos oprindelig større plagioklasindivider.

Plagioklasen har utvilsomt oprindelig været mere basisk end den nu viser sig at være. Under metamorfosen er der nydannet surere plagioklas, epidot m. m.

De hornblenderike gabbrodioriter og kvartsdioriter fører plagioklas med 36—25 pct. anortit, de glimmerrike kvartsdioriter fører plagioklas med 29—8 pct. anortit. Hovedmængden av plagioklas i de basiske typer maa betegnes som andesin og oligoklas, i de surere oligoklas og oligoklas-albit. —

Av målingerne hitsættes følgende:

1. *Gabbrodiorit* mellem Jakobsdam og Nydammen. Endel individer viser zoner eller partier med forskjellig utslukning. Den allermeste plagioklas holder ca. 36 pct. anortit.
 α -snit.

$$\alpha' : M = 22^{\circ}, 5.$$

$$\gamma \text{ pl.} > \varepsilon \text{ kv.}, \text{ altsaa } 36 \text{ pct. an.}$$

Et andet individ viste:

α -snit.

$$\alpha' : M = 14^{\circ}, 1.$$

$$\gamma \text{ pl.} > \omega \text{ kv.}, \text{ altsaa } 29 \text{ pct. an.}$$

Et tredje individ viste:

α -snit.

$$\alpha' : M = 8^{\circ}, 7.$$

$$\gamma \text{ pl.} > \omega \text{ kv.}, \text{ altsaa } 25,5 \text{ pct. an.}$$

2. *Gabbrodiorit*, midtveis Knutehaavet—Pukverket Helgevand.

a-snit kjerne rand.

$$\alpha' : M = 22^{\circ}, 7 \quad 16^{\circ}.$$

γ pl. $> \omega$ kv., altsaa i kjernen 36 pct. an., i randen 30,5 pct. an.

3. *Kvartshornblendediorit*, ca. 30 m. s. f. lille Sachsentjern.
 α -snit kjerne rand.

$$\alpha' : M = 20^\circ \quad 10^\circ,7.$$

Opt. negativ, altsaa kjerne 34 pct. an., rand 27,5 pct. an.

4. *Kvartsglimmerdiorit*, Storbakdam (Vogts natrongranit, stenbrudbaandet).

α -snit.

$$\alpha' : M = 6^\circ,8.$$

γ pl. $< \omega$ kv., altsaa 15,5 pct. anortit.

5. *Kvartsglimmerdiorit*, ca. 600 m. øst for Haus Sachsen (stenbrudbaand).

α -snit kjerne rand.

$$\alpha' : M = + 11^\circ,5 \div 13^\circ,5.$$

altsaa kjerne 27,5 pct. an., rand 8 pct. anortit.

6. *Kvartsglimmerdiorit*, Kongens grube 334 ltr. (stenbrudbaand).

α -snit kjerne rand.

$$\alpha' : M = 13^\circ,7 \quad 5^\circ,0.$$

α pl. $> n$ kanadab., altsaa kjerne 29 pct. an., rand 23,5 pct. anortit.

Plagioklas i finkornige kvartsglimmerdioriter paa Overberget:

7. *Finkornig kvartsglimmerdiorit*. Gottes Hülfe 250 ltr. øst.
 Individ I. α -snit.

$$\alpha' : M = 11^\circ,0, \text{ opt. neg., altsaa } 27,5 \text{ pct. an.}$$

— II. α -snit.

$$\alpha' : M = 9^\circ,0, \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{—} \quad 26,0 \quad \text{,,} \quad \text{,,}$$

— III. α -snit.

$$\alpha' : M = 9^\circ,2, \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{—} \quad 26,5 \quad \text{,,} \quad \text{,,}$$

8. *Finkornig kvartsglimmerdiorit*, Kongens grube, Smilem.
Nordligste ort til øst for østre tverslag.

α -snit.

$\alpha' : M = 7^\circ, 1$, α pl. $> n$ kanadab., altsaa 25,0 pct. anortit.

9. *Finkornig kvartsglimmerdiorit*, Kongens grube, Møllerkast.
 α -snit.

$\alpha' : M = 6^\circ, 0$, opt. neg., altsaa 24,5 pct. anortit.

Plagioklas i finkornige kvartsglimmerdioriter paa
Underberget:

10. *Finkornig kvartsglimmerdiorit*, Samuels grube, 165 m.,
i ertsbaandet.

For alle de undersøgte individer fandtes

α pl. $> n$ kanadab.

Individ I, α -snit.

$\alpha' : M = 17^\circ, 2$, altsaa 32 pct. anortit.

— II, α -snit.

$\alpha' : M = 22^\circ, 7$, — 36 „ —

— III, α -snit.

$\alpha' : M = 15^\circ, 5$, — 30,5 „ —

— IV, α -snit kjerne rand.

$\alpha' : M = 20^\circ, 1$ 8°, 3,

altsaa kjerne 33,5 pct. an. og rand 25,5 pct. anortit.

Man kan saaledes stille op følgende tabel (se omstaaende side):

Der er saaledes ingen særlig stor forskjel mellem anortitgehalten hos plagioklasen i gabbrodioriten og kvartshornblendedioriten. Den finkornige type fra Samuels grube staar som hornblendeførende nær kvartshornblendediorit.

Mikroklin: Mikroklin optræder kun i kvartsglimmerdioriterne. I disse er ogsaa sporet et par smaa korn af pertitisk ortoklas.

Pct. anortit i plagioklas fra:	gabbro- diorit	kvarts- hornblende- diorit		kvartsbiotitdiorit			
		kjerne	rand	grovkornig		finkornig	
				kjerne	rand	kjerne	rand
Mellem Jakobsdam og Ny- dammen	36, 29, 25, 5						
Midtvejs Knutehaavet— Pukverket ved Helgevand		36	30,5				
Ca. 30 m. syd for l. Sach- sentjern		34	27,5				
Storbakdam				15,5			
Ca. 600 m. øst for Haus Sachsen				27,5	8		
Kongens grube, 334 ltr...				29	23,5		
G. Hülfe grube, 250 ltr...						27,5, 26, 26,5	
Kongens grube, Smilem. .						25	
— — Møllerkast						24,5	
Samuels — 165 m. (med hbl.)						32,36,30,5,33,5	25,5
Gennemsnitlig	36—25,5	35	29	29-15,5	23,5-8	36—24,5	25,5

Al den ustripede feldspat i de sureste kvartsdioriter er derimot ikke ortoklas, men plagioklas, hvilket man hurtig kan overbevise sig om ved at prøve lyslinjen mot kanadabalsam. Denne bevæger sig ved hævnning av okulartuben for γ -retningen altid og for α -retningen næsten altid fra kanadabalsam og ind i feldspaten.

Adskillelse fra kvarts behøves kun i de færreste tilfælde at foretages i konvergent lys, da spaltbarhet oftest er vel udviklet.

Mikroklinen har tydelig gitterstruktur.

De hornblendeførende finkornige glimmerdioriter, som særlig findes paa Underberget, fører litet mikroklin. Forøvrig indeholder kvartsglimmerdioriterne en jevn mikroklin-

gehalt, som dog ingenlunde kommer op mot plagioklasgehalten.

Kvarts. Dette mineral optrær i alle seriens led. Hvor meget av kvartsen som er primær, og hvor meget er sekundær, er vanskelig at si. At sekundær kvarts optrær i hele serien fra de mest basiske til de sureste typer er sikkert nok. Likeledes er det sikkert, at der i de intermediære og sure led optrær primær kvarts, og det er ogsaa sandsynlig, at endel av kvartsen i de basiske led er primær.

En hel del av de kvartskorn, som findes i blanding med epidotmineralerne, og likeledes en hel del av de kvartskorn, som findes inde i andre mineraler, saaledes i hornblende og granat, er utvilsomt sekundære. Derimot maa man anta, at de større og mindre kvartskorn, som optrær imellem plagioklasindividerne, for endel er av primær oprindelse, omend i høi grad opknust og omkrystallisert under metamorfosen.

I de basiske gabbrodioriter er der ikke saa ganske litet kvarts. De korn, som man kunde anta som primære, ligger øiensynlig som sidste utkrystallisation i mellemrum.

I de sure led indtar kvartsen en temmelig dominerende rolle, og den er hos disse ogsaa mere idiomorf mot plagioklasen, end i de mere basiske led. Man finder tildels blærrum i kvartsen.

Den sekundære kvarts, som optrær i granaten og tildels ogsaa i hornblenden, kan forekomme i saa stor mængde, at det hele ligner et sold.

Hornblende. Hornblenden ser temmelig ens ut i hele serien. Den er optisk negativ.

$2V = \text{ca. } 70^\circ$. Optisk akseplan 010.

γ — grøn blaalig.

β — grøn tildels svakt brunlig.

α — lys gul grønlig.

$\gamma \gg \beta > \alpha$.

c : $\gamma = 18^\circ,5$ i gabbrodioriten.

c : $\gamma = 18^\circ$ i kvartsdioriterne.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,020$.

Naar utslukningsvinkelen er litt større hos hornblenden i gabbrodioriten end i kvartsdioriterne, saa beror det vistnok paa en litt større jerngehalt hos den førstnævnte, men ellers synes der ikke at være nogen større forskjel tilstede.

I kvantitativ henseende kan merkes, at gabbrodioriten fører usædvanlig meget hornblende, og de forholdsvis basiske kvartshornblendedoriter fører ogsaa meget hornblende. I et felt av kvartsdiorit mellem Haus Sachsen og Nydammen er hornblenden traadt noget tilbage, og der forekommer desuten endel biotit. Denne bergart, altsaa en *kvartshornblende-biotitdiorit*, staar formidlende mellem hornblendedoriterne og biotitdioriterne. Kvartsbiotitdioriterne fører i almindelighet litet hornblende. En undtagelse i denne henseende danner dog de ovenfor nævnte finkornige hornblendegneiser, som hyppig findes paa Underberget og tildels paa Overberget, og som staar meget nær kvartshornblendedoriterne.

I kvartsbiotitdioriterne optrær i smaa mængder en *hornblende av en eiendommelig art*.

Ved undersøkelsen av de forskjellige præparater fandtes undertiden smaa korn og stængler av denne hornblende. Den er særlig hyppig at finde i den kvartsbiotitdiorit, som strækker sig langs østsiden av Underberget over Funkelien og Svartaastjern. Denne hornblende er bestemt saaledes:

Optisk negativ, c : $\gamma = 29^\circ,7$, sterk pleokroisme. Absorptionsfarverne er eiendommelige og vanskelige at betegne.

γ — mørk grønbrunblaalig.

β — mørk grøngraablaa.

α — lys gul svakt grønlig.

γ — næsten = $\beta \gg \alpha$.

γ — α = ca. 0,015.

Tydelig aksedisersion, $\varsigma < \nu$.

Aksevinkel meget liten, næsten = 0° .

Hornblenden ligger tildels rundt titanit og optrær gjerne i forbindelse med erts. Foruten i kvartsbiotitdioriten optrær denne hornblende ogsaa i meget smaa mængder i den røde Kongsberggranit ved Underbergstollen.

Spørsmålet om der har været primær hornblende i disse bergarter er vanskelig at uttale sig om. Det er dog vistnok sikkert, at de hornblender, som nu findes i de forskjellige bergarter i serien, ikke optrær i sin oprindelige skikkelse, men at de er omvandlet og herunder har forandret utseende, optisk karakter og kemisk sammensætning. Den i de basiske og intermediære led dominerende hornblende har en metamorf hornblendes egenskaper.

At hovedmaterialet for dannelse av hornblenden i de basiske led har været pyroxen er vistnok sandsynlig. Riktig nok kan omvandlingen ikke følges, idet pyroxen næsten ikke er kjendt i grundfjeldsbergarterne i grubefeltet vest for Laagen. Men for det første er det usandsynlig, at saadanne bergarter ikke skulde ha været pyroxenførende, og dernæst saa optrær i nærheten, nemlig øst for Laagen mellem Skollenborg og Krekling, gabbrobergarter av den type, som her i landet gjerne betegnes som olivinhyperit, og de indeholder store mængder diallag, som delvis er omvandlet til hornblende.

Da disse gabbroer i alle henseender indtar samme geologiske stilling som de beskrevne gabbrodioriter, og ogsaa staar i forbindelse med kvartsdioriter, saa er det meget sandsynlig, at de to bergarter vil vise sig at være identiske, kun forskjellige paa grund av forskjellig grad av metamorfose, og man kan derfor anse det som sandsynlig, at de basiske led i vor serie har ført diallag. Det er ogsaa rimelig, at de har ført litt rhombisk pyroxen, idet dette mineral ogsaa kjendes i Skollenborgbergarten.

De surere led maa ogsaa antages i nogen grad at ha ført pyroxen; man maa dog anta, at primær hornblende har været det dominerende mørke mineral i de intermediære led og biotit i de sureste.

De ovenfor nævnte undersøkelser over hornblende angaar kun de grovkornige bergarter.

For alle de pressede finkornige kvartsdioriters vedkommende, som særlig optrær i de grovkornige massivers randzoner, har hornblendens vist en litt anden karakter.

Hornblende i gneis fra Samuels grube viste:

$c : \gamma = 18^{\circ},5$, optisk negativ, opt. akseplan 010.

γ — mørk grøn, svakt blaalig.

β — mørk grøn, svakt brunlig.

α — lys gul, svakt grønlig.

$\gamma \gtrsim \beta \gg \alpha$.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,019$.

Biotit. Der optrær biotit i hele serien, i de basiske typer dog fortrinsvis inde i hornblendeindividerne som omvandlingsprodukt av disse. I de intermediære led danner biotit derimot en viktig bestanddel, og i de sureste led er den det viktigste mørke mineral.

Hos kvartsdioriter med ca. 65 pct. SiO_2 er der omtrent like store mængder biotit og hornblende.

De mikroskopiske undersøkelser viste:

1. *Gabbrodiorit* mellem Jakobsdam og Nydammen.

Optisk negativ. Aksevinkel næsten $= 0^\circ$.

$\gamma = \beta$ — mørk brun.

α — lys gulagtig.

$\gamma = \beta \gg \alpha$.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,04$.

2. *Kvartshornblendediorit* (biotitrik), Nydammen.

$\gamma = \beta$ — mørk gulbrun.

α — lys gulagtig.

$\gamma = \beta > \alpha$.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,05$.

3. *Kvartsbiotitdiorit*. Storbakdam.

Denne var temmelig lik nr. 1.

Absorptionsfarverne er kraftigst hos biotit fra kvartsbiotitdioriten, mindre sterk hos de under nr. 1 og nr. 2 beskrevne biotiter.

Hos finkornig granatførende kvartsbiotitdiorit fra Samuels grube fandtes en brun biotit.

4. *Kvartsbiotitdiorit*. Funkelien—Svartaastjern. Her optræder to slags biotiter, nemlig:

Brun biotit. Denne er av samme art som den ovenfor beskrevne brune biotit.

Grøn biotit.

Optisk negativ. $2V$ meget liten.

$\gamma = \beta$ — mørk indigogrøn.

α — lys gulbrunlig.

$\gamma = \beta \gg \alpha$.

Dobbeltbrytningen er lavere end hos den brune biotit, idet $\gamma - \alpha$ knapt er højere end 0,038.

Denne grønne biotit ligner i flere henseender den i samme bergart optrædende tidligere beskrevne eiendommelige hornblende (pag. 38). De to mineraler gaar stundom over i hverandre. Den grønne biotit indeholder ofte rutilnaaler og ertskorn og er ofte brunfarvet af jernoksyd. Den veksler ofte i striper med den brune biotit, og da viser altid den sidstnævnte de højeste interferensfarver. At saavel biotiten som den nævnte hornblende fører en betydelig titansyregehalt, antydes ved begge mineralers hyppige optræden i forbindelse med titanerts, rutil og titanomorfit.

Klorit. Der optræder klorit særlig i de basiske led, oftest sammen med endel biotit.

Kloriten viser meget lav dobbeltbrytning, $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,002$.

Meget svak pleokroisme.

$\gamma = \beta$ — lys grønlig.

α — lys graagulgrønlig.

$\gamma = \beta > \alpha$.

Optisk positiv. Meget liten aksevinkel.

Polysynthetisk tvillingdannelse er almindelig, hvilket som bekendt er almindelig hos klinoklor, men kloriten staar desuagtet i det hele nærmere pennin. Der er ikke tilstede meget klorit.

Epidot. Der optræder epidot i *de basiske led*, dels i smaa korn og stængler, som gjennemsætter de øvrige mineraler i en saadan mængde, at disse ikke kan separeres i ren tilstand, dels optræder epidot ogsaa i noget større partier.

I de surere led, særlig i kvartsbiotitdioriten, optrær ikke saa meget smaa korn, derimot større krystaller, tildels med god krystallografisk begrænsning.

Optisk negativ. $\varsigma > v$. Sterkt anormale interferensfarver. Akserne ligger i symetriplanet. $2V = \text{ca. } 80^\circ$. Høi lysbrytning. Dobbeltbrytning $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,025$.

Der kan i almindelighed ikke spores pleokroisme, saadan kan kun iagttages i tykke snit.

Epidoten er oftest farveløs, stundom svakt gulgrønlig. Der foreligger saaledes sikkert epidot; men den er forholdsvis fattig paa jernoksyder og staar meget nær klinozoisit, hvorfor den i mineralberegningerne ogsaa er anført som saadan. Sammen med epidoten optrær i de basiske led endel *kalkspat*.

Muskovit sees tildels ogsaa i smaa mængder. Under metamorfosen er der saaledes øiensynlig blandt andet dannet en blanding bestaaende av epidot, litt kalkspat og muskovit.

I de basiske led optrær mest epidot, i de surere led mest muskovit. Denne mineralblanding findes i almindelighed i stor mængde i feldspaterne.

Erts. Av erts optrær der temmelig meget i hele serien, dog ikke i større mængde, end at den kan betegnes som accessorisk. I de basiske led optrær tildels forholdsvis meget svovlkis, magnetkis og magnetit, som vistnok er titanholdig; i de sure led optrær av ertser hovedsagelig titanholdig magnetit.

Titanit optrær i de basiske led forholdsvis sparsomt og kun i smaa korn, oftest inde i hornblendeindividerne, hvor de gjerne er omgitt av „pleokroitische Höfe“.

Heller ikke i de intermediære led finder man ofte titanit. I de sure led optrær derimot titanit oftest i forholds-

vis betydelig mængde, tildels i store korn. — Kornene viser stundom god krystallografisk begrænsning. Man kan tildels finde partier bestaaende av smaa titanitkorn, ofte i forbindelse med jernerts, som antyder at titaniten er dannet paa bekostning av en titansyregehalt i denne erts.

Titaniten viste sig to-akset positiv.

$2V = \text{ca. } 45^\circ$. $\epsilon > v$.

Apatit er et forholdsvis sjældent mineral i disse bergarter.

Granat optræder tildels i nok saa stor mængde. Hos gabbrodioriten i Skollenborgfeltet optræder granatkorn og hornblendekorn i zoner rundt ertsen, og strukturen hos denne bergart minder da meget om kelyphitstrukturen hos de saakaldte hyperiter, som er kjendt ved professor BRØGGERS undersøkelser i Kragerøtrakterne.

Hyperiterne dersteds optræder i store massiver, ganger er sjældnere. Gabbrodioriterne i Kongsbergfeltet kan antagelig sidestilles med disse bergarter fra Kragerøfeltet.

b. Vinordiabas.

Denne bergart optræder som nævnt oftest i gangform og bestaar av følgende mineraler:

Plagioklas,
litt kvarts,
mørk grøn hornblende,
lys grøn hornblende,
litt biotit,
litt epidot,
litt klinozoisit,
litt zoisit,
tildels granat,

acc. { erts,
titanit,
apatit.

De inden feltet optrædende ganger av Vinordiabas er altid amfibolitisert. Pyroxen er aldrig iagttat. Amfibolitiseringen optrær dog i forskjellige grader, hvilket ytrer sig ved at enkelte av gangene fører baade en lys og en mørk hornblende, mens andre kun fører en mørk hornblende.

De ganger, som kun fører en mørk hornblende, viser sig at være sterkest omvandlet. Der er hos disse opbevaret langt mindre av den oprindelige hyperitiske struktur, end hos de ganger som ogsaa fører lys hornblende, og plagioklasen hos de sidstnævnte har i det væsentlig beholdt sin oprindelige basiske karakter.

Dette fremgaar bedst av følgende fortegnelse over mineralindholdet hos forholdsvis litet omvandlede Vinordiabaser og hos sterkt omvandlede:

Forholdsvis litet omvandlede Vinordiabaser.	Sterkt omvandlede Vinordiabaser (egentlige amfiboliter).
Plagioklas (60—62,5 pct. an.). spor av kvarts. mørk grøn hornblende. lys grøn hornblende. litt biotit. litt epidot og klintzoisit. acc. erts og apatit.	Plagioklas (31—34 pct. an.). (mere) kvarts. mørk grøn hornblende. lys grøn hornblende er sjelden. spor av biotit. (mere) epidot og klintzoisit. tildels litt klorit. tildels granat. acc. erts, titanit og apatit.

De i mindst grad omvandlede Vinordiabasganger findes oftest i Jonsknuteomraadet; de ganger som findes i Andreasfjeldets gabbrodioritomraade, er i almindelighet noget sterkere

omvandlet, og de ganger som findes i Kongsbergfeltets østlige del er næsten altid meget sterkt omvandlet. De er at opfatte som egentlige *amfiboliter*. Naar der i det følgende tales om amfiboliter uten nogen anden bemerkning, menes derfor altid saadanne amfibolitiserte Vinordiabasganger.

Plagioklas.

1. *Vinordiabasgang*, nordside av tjern vest for vestre Jakobsdam.
 α -snit.
 $\alpha' : M = 31^{\circ},2$, altsaa 62,5 pct. anortit.
 α -snit.
 $\alpha' : M = 33^{\circ},5$, altsaa 61 pct. anortit.
 Plagioklasen viste:
 α pl. $>$ n kanadab.
2. *Vinordiabasgang*, Svorenfløtter, vei Nydam—Jakobsdam.
 α -snit. kjerne. rand.
 $\alpha' : M = 20^{\circ},9 \quad 8^{\circ}$.
 Optisk negativ og α pl. $>$ n kanadab.,
 altsaa kjerne 34,5 pct. anortit.
 rand 25,5 „ —
3. *Vinordiabasgang*, nord for Davidsdam ved veien.
 α -snit.
 $\alpha' : M = 32^{\circ},5$ og α pl. $>$ n kanadab.,
 altsaa 60 pct. anortit.
4. *Vinordiabasgang* (amfibolit) Kongens dam.
 α -snit.
 $\alpha' : M = 22^{\circ}$ og α pl. $>$ n kanadab.,
 altsaa 35,5 pct. anortit.
5. *Vinordiabasgang* (amfibolit), øst for Laagen, vestside av Sulusaas.

α -snit.

$\alpha' : M = 20^\circ,5$ og $\alpha \text{ pl.} > n$ kanadab.,
altsaa 34 pct. anortit.

6. *Vinordiabasgang* (amfibolit), Samuels grube.

α -snit.

$\alpha' : M = 17^\circ$ og $\alpha \text{ pl.} > n$ kanadab.,
altsaa 31,5 pct. anortit.

Resultatet av maalingerne er altsaa:

	Vinordiabas forholdsvis litet omvandlet	Vinordiabas (amfibolit) sterkt omvandlet
Vest for Jakobsdam ..	62,5 pct. anortit.	
„ „ do.	61,0 „ —	
Nord „ Davidsdam ..	60,0 „ —	
Svorenfløtter		34,5 pct. an. i kjerne, og 25,5 pct. i rand.
Kongens dam		35,5 pct. an.
Sulusaas		34,0 „ „
Samuels grube		31,5 „ „

I de mindst omvandlede typer har plagioklasen utpræget listeform, og den er altid idiomorf mot de mørke mineraler. Listene ligger krydsvis anordnet, og strukturen er utpræget ofitisk (hyperitisk). Listene viser unduløs utslukning, og de er ofte bøiet og knækket. Bergarterne har altsaa været ut-sat for mekanisk omformning.

Hos de sterkere omvandlede typer viser plagioklaserne ikke saa utpræget listeform, og den ofitiske struktur er ikke saa fremtrædende. Plagioklaserne har ikke skarp idiomorf begrænsning mot de mørke mineraler. De enkelte mineral-korn griper mere ind i hverandre, plagioklas i hornblende og omvendt.

Anortitgehalten, som hos de mindre omvandlede typer er 60 til 62,5 pct., viser sig hos de sterkest omvandlede at være betydelig lavere, nemlig 31,5 til 34,5 pct.

Vinordibasernes plagioklas viser ofte zonar opbygning, særlig de mindst omvandlede, og kjernen er altid mest basisk.

Randzonens anortitgehalt var paa grund av den unduløse utslukning ikke mulig at bestemme nøiagtig. En noksaa god maaling hos den middels sterkt omvandlede type fra Svorenfløtter gav 25,5 pct. anortit.

Albittvillingstripning og periklinstripning er hos alle typer oftest meget tydelig. Hos de mindst omvandlede typer er karlsbadertvillinger almindelige.

K v a r t s .

I de mindst metamorfoserte Vinordibaser findes litet kvarts. Kun et enkelt korn findes nu og da. I de sterkere metamorfoserte ganger og særlig i de egentlige amfiboliter, hvor den hyperitiske (ofitiske) struktur næsten er forsvundet, findes en ganske stor mængde kvarts. Ikke saa sjelden findes kvarts som indeslutning i hornblende.

Kvartsen er utvilsomt i det væsentlige av sekundær oprindelse.

H o r n b l e n d e .

Hos de forholdsvis svakest omvandlede ganger i Jonsknuteområdet, og hos enkelte middels sterkt omvandlede ganger i Andreasfjeldets gabbrodioritomraade, optrær som nævnt to forskjellige hornblender, en lys og en mørkere. Begge hornblender optrær tildels som helt selvstændige korn, men hovedsagelig optrær al hornblende i forholdsvis store, fæsige masser, som i midten bestaar av lys og langs randen av mørkere hornblende.

Ved forskjellige bestemmelser fandtes:

1. *Lys hornblende* i en gang paa nordside av tjern vest for vestre Jakobsdam.

Optisk negativ, opt. akseplan 010, $\gamma-\alpha = \text{ca. } 0,029$.

$c:\gamma = 17^{\circ},7$.

γ — lys graagrøn.

β — lys graagrøn.

α — lys gulgrønlig.

$\gamma \supseteq \beta \supseteq \alpha$.

2. *Mørk hornblende* i en gang ved Svorenfløtter.

Optisk negativ, opt. akseplan 010, $\gamma-\alpha = \text{ca. } 0,029$.

$c:\gamma = 16^{\circ},8$.

γ — mørk graagrønblaalig.

α — mørk graagrønblaalig.

$\gamma \supseteq \beta >> \alpha$.

Hornblenden ved amfibolitgang i Samuel grube og ved Sulusaas hadde samme karakter som den ovenfor beskrevne mørke hornblende, og absorbtionsfarverne var temmelig nær de samme, dog synes farvestyrken og pleokroismen hos hornblenden fra Samuel og Sulusaas at være kraftigere end hos hornblenden fra de vestligere lokaliteter.

Det er endvidere at merke, at disse østligere amfibolitganger kun fører denne ene mørke hornblende, derimot ingen lys hornblende. Samtidig observertes, at i disse „1-hornblende-amfiboliter“ har hornblenden jevnere og skarpere begrænsning i motsætning til de høist ujevne og frynsede grænser hos de fasrige hornblender i „2-hornblendegangene“. Hos de førstnævnte ganger er hornblenden endvidere renere og friere for interpositioner.

Forøvrig er forskjellige ting at merke, saaledes den hyppig forekommende fælles orientering av de to hornblender. Hos den mørke hornblende sees stundom en stripning, vistnok efter $10\bar{1}$. Tildels sees ogsaa tvillingammeller. Hornblenderne har altsaa en sekundær hornblendes karakter, og er vel hovedsagelig dannet av primær pyroxen.

Biotit. Dette mineral sees sjelden i egentlige amfibolit-ganger; derimot sees det hyppigere i præparater slepet av forholdsvis mindre sterkt omvandlede ganger.

Biotiten er optisk negativ, $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,043$.

Sterk pleokroisme.

$\gamma = \beta$ — mørk brun.

α — lys hvitgul.

$\gamma = \beta \gg \alpha$.

Av *epidotgruppens* mineraler sees i de litet omvandlede typer kun smaa tynde naaler i plagioklasen, som derved tildels er blit temmelig mat av utseende. I de sterkere omvandlede typer, de egentlige amfiboliter, er der derimot mere epidot-mineraler, og de har ofte forholdsvis store dimensioner.

Der sees baade epidot og klorit.

Desuten findes i amfiboliterne litt *klorit*, som kan sees at være dannet paa bekostning av hornblenden, og i disse ganger sees ogsaa *granat*.

Erts har en jevn utbredelse; der sees oftest magnetit og magnetkis. I enkelte randzoner hos Vinordiabasen, særlig paa Vinoren, er der tildels koncentrert betydelige mængder kis.

Apatit sees ganske ofte. I en varietet av Vinordiabasen, som optrær ved Mellemstollen paa Vinoren, sees en stor mængde apatit. Der findes saa mange og saa store apatit-naaler, at man let kan se dem makroskopisk. Bergarten

ved Mellemstollen har ikke diabasens almindelige ofitiske struktur, men derimot en eugranitisk kornig struktur.

Titanit er sjelden, granat sees stundom.

Grundfjeldsdiabasganger med primær pyroxen.

Primær pyroxen findes som nævnt ikke hos Vinordiabasgangene i det kartlagte omraade, og det vilde saaledes ikke være let at avgjøre disse gangers oprindelige karakter kun ved at undersøke gangene i det kartlagte grubeomraade.

Under mine kartlægninger øst for Laagen i maalestok 1:25000 fandt jeg imidlertid i Skollenborgfeltet grundfjeldsdiabasganger, gennemskjærende de der optrædende gabbroer og kvartsdioriter, og disse ganger førte rester av oprindelig pyroxen. Bergartens karakter og geologiske optræden stemmer godt med de vestlige Vinordiabasganger.

Skollenborggangene er likesom disse ældre end Kongsberggraniten, men yngre end gabbroerne og kvartsdioriterne, saa det er meget sandsynlig, at de to gangtyper repræsenterer forskjellige metamorfosestadier av én og samme bergart.

Mineralsammensætningen hos disse ganger fra Skollenborgfeltet er:

Plagioklas.

diallag.

rhombisk pyroxen.

grønbrunlig hornblende.

biotit.

granat.

klinozoisit.

erts.

titanit.

rutil.

apatit.

Plagioklas. Denne er bestemt fra følgende lokaliteter:

1. *Gang* mellem Nyhus og Skollenborg. Der maaltres tre individer, som henholdsvis indeholdt 32, 36 og 37 pct. anortit.
2. *Gang*, aas sydøst for Gomsrud.
a-snit.
 $\alpha' : M = 32^\circ, 6$, altsaa 58 pct. anortit og
 α -snit.
 $\alpha' : M = 26^\circ, 7$, altsaa 55 pct. anortit.
 α pl. $> n$ kanadab.

Plagioklasen har listeform, god albit — og tildels periklin — tvillingstripping. Karlsbadertvillinger er almindelige.

Diallag. Dette mineral optræder altid imellem plagioklaselistene, og er saaledes senere utkrystalliseret end disse. Det findes i store mængder og er karakteriseret ved de vanlige interpositioner paa avsondringsflaten 100, stundom ogsaa paa 001.

Pleokroisme er sjelden, men er tildels merkbar, nemlig svakt gulgrønlig — svakt grønlig.

Diallagen viste sig optisk positiv. Aksevinkel antagelig ca. 60° . Nogen aksedispersion, svak $\varsigma > v$. $c : \gamma = 40^\circ, 2$.

Bisektrixdispersion er i mange snit tydelig. Det er saaledes ganske almindelig at se snit, som ikke slukker helt ud ved hel omdreining.

Rhombisk pyroxen optræder i saa smaa korn, at det ikke er let at bestemme dens optiske egenskaper. Hyppig sees den inde i diallag som smaa interpositioner, som alle gjerne slukker ud samtidig og forskjellig fra diallagen.

Den har tydelig pleokroisme: Brunlig—lys grønlig og er vistnok at henhøre til bronzit.

Hornblende.

Optisk negativ. Optisk akseplan 010, $\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,027$.

$c : \gamma = 12^\circ, 8$.

γ — mørk brungrønlig.

β — mørk brungrønlig.

α — lys hvitgul.

$\gamma > \beta \gg \alpha$.

Hornblenden optræder gerne i korn rundt ertsen og rundt diallagen. Den findes ogsaa midt inde i diallagen langs spaltefladerne, og er da gerne fasrig. Det er sandsynlig, at hornblenden er sekundær.

Biotit optræder i liten mængde og som oftest sammen med hornblendekornene i vakre, sterkt pleokroitiske blader

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,039$.

$\gamma = \beta$ — mørk brun.

α — lysgul.

$\gamma = \beta \gg \alpha$.

Klinozoisit sees i meget smaa krystaller inde i plagioklasen.

Granat, titanit, rutil og apatit er temmelig sjeldne mineraler i disse ganger, derimot optræder meget erts.

Strukturen hos gangene ved Skollenborg er utpræget oftisk.

c. Kongsberggranit.

Denne granit indeholder følgende mineraler:

Mikroclin.

plagioklas.

kvarts.

biotit.

litt muskovit.

acc. titanit.

„ erts.

„ ortit.

Mikroklinen har udmerket gitterstruktur, og er tildels mikropertitisk. Mikroklinen optræder i større mængde end plagioklas og er bergartens dominerende mineral.

Plagioklasen er ved maalingen bestemt saaledes:

Individ 1, α -snit.

$\alpha' : M = 10^\circ, 5$, altsaa 12 pct. anortit.

Individ 2, α -snit.

$\alpha' : M = 12^\circ, 1$, altsaa 10 pct. anortit, idet

α pl. $< n$ kanadab.

β pl. $< n$ kanadab.

Plagioklasen er altsaa omtrent en oligoklasalbit. Der optræder ogsaa i nogen grad rundt plagioklaskornene tynde randzoner med større udslukningsvinkel og med temmelig ren albitsammensætning.

Plagioklasindividerne har oftest god tvillingstripping baade efter albitloven og periklinloven. Individerne er tildels ganske store.

Kvarts optræder i stor mængde. Den findes baade i store og smaa korn i jevn blanding med feldspaten. Mikropegmatit sees stundom.

Biotit. Den almindeligst optrædende biotit er den, som optræder i Funkeliens kvartsbiotitdiorit og som blev beskrevet pag. 41.

Den er indigogrøn og har følgende pleokroisme:

γ — mørk indigogrøn.

β — mørk indigogrøn.

α — lys gulbrunlig.

$$\gamma = \beta \gg \alpha.$$

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,038$, optisk negativ og 2 E meget liten.

Den gir oftest et utydelig aksebillede, fordi den veksler stripevis med brun biotit.

Den grønne biotit er ofte full av rutilnaaler og tildels ogsaa av smaa titanitkrystaller.

Brun biotit optrær ogsaa, men sjelden i blader med ren brun farve, oftest er der grønne nuancer tilstede. Forøvrig har den brune biotit samme karakter som i kvartsbiotit-dioriten.

Muskovit optrær i jevn utbredelse, dog ikke i stor mængde.

$\gamma - \alpha = \text{ca. } 0,038$, optisk negativ. Liten aksevinkel.

Av accessoriske bestanddele sees:

*Ert*s, som kun optrær i smaa mængder.

Rutil optrær som naaler i biotiten.

Titanit findes i smaa korn.

*Ort*it sees stundom i smaa korn og er let at kjende ved den metamikte omvandling. De nærmeste omgivelser om ortiten er rødbrunfarvet av jernoxyd.

d. Telemarkgranit.

Denne granit indeholder:

Mikropertitisk mikroklin.

plagioklas.

kvarts.

klinozoisit.

biotit.

muskovit.

acc. titanit.

„ erts.

Mikropertit er meget utbredt i Telemarkgraniten. I enkelte typer er mikropertitstrukturen særdeles vakkert utviklet, saaledes ved Villingbuvandet. Der findes individer fulde av tynde albitstriper, men ogsaa individer som er fulde av smaa albitstykker med vel utviklet tvillingstripning.

Al kalifeldspat i denne granit viser mere eller mindre velutviklet mikroklingitterstruktur; hos enkelte individer er gitterstrukturen ikke altid tydelig.

Mikroklin uten mikropertitstruktur sees ikke; denne struktur kan dog tildels være vanskelig at se.

Plagioklasen er ved maalingen bestemt at være albit med 6 pct. anortit.

I prøve fra Tømmerkastbækken i Jondalen fandtes:

α -snit.

$\alpha' : M = 14^{\circ}9$, altsaa 6 pct. anortit, idet

α pl. $< n$ kanadab. og

β pl. $< n$ kanadab.

Kvarts optrær i stor mængde. Baade den og feldspaten er ofte sterkt opknust langs kanterne. Litt mikropegmatit sees ogsaa.

Klinozoisit optrær i forholdsvis betydetig mængde, oftest i smaa korn og stængler i albiten. I prøve fra Tømmerkastbækken fandtes den at være optisk positiv. Sterk akse-dispersion, $\varsigma < \nu$. Dobbeltbrytningen er noget høiere end hos almindelig klinozoisit.

Biotit. Her optrær helt overveiende grøn biotit av samme art som i Kongsberggraniten og kvartsbiotitdioriten i Funkelien. Brun biotit sees kun sjelden og heller ikke brunlige striper i den grønne biotit, som er saa almindelig i Kongsberggraniten, sees her i nogen større grad. Den grønne biotit i Telemarkgraniten er derfor renere i farven end

biotiten i Kongsberggraniten. Den gir ogsaa et klarere akse-billede. I de grovkornige typer sees tildels meget biotit.

CHR. MÜNSTER siger, at denne granit indeholder hornblende, hvilket jeg aldrig har iagttat.

Den grønne biotit minder forøvrig litt om hornblende i visse snit under mikroskopet.

Muskovit sees kun sjelden.

Av accessoriske bestanddele sees *titanit* i stor mængde. Titaniten optræer gjerne som omvandlingsprodukt efter ertsen. Der kan tildels under mikroskopet samtidig sees en mængde titanit, undertiden i ganske store korn.

Endvidere sees endel *erts*.

e. Kemiske analyser av dypbergarterne og gangbergarterne i Kongsbergfeltet.

Det er meget naturlig at anta, at de her beskrevne bergarter er beslegtet og maaske alle stammer fra samme magma. For gabbrodiorit-kvartsdioritseriens vedkommende kan der knapt herske tvil om et meget intimt slegtskap mellem de enkelte bergarter, idet disse baade petrografisk og kemisk er forbundet ved en række mellemlid.

De ældste bergarter er basiske med ca. 49—52 procent SiO_2 , de yngre er surere, og de yngste er surest med over 70 pct. SiO_2 . Et lignende forhold gjør sig gjældende for flere av de øvrige bestanddeles vedkommende. Saaledes stiger summen av alkalier med kiselsyregehalten, mens jernoxyder, magnesia og kalkgehalten synker, hvilket bedst fremgaar av nedenstaaende analyseoversigt.

Kongsberggraniten har basiske utviklinger, som ligner meget de yngste kvartsdioriter, og endvidere surere utviklinger, som i høi grad ligner enkelte typer av Telemark-

graniten. Det er stundom ikke let at adskille typerne. Det er derfor meget sandsynlig, at ogsaa de to graniter stammer fra samme magma som gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter.

Vinordibasens intime optræden i forbindelse med de øvrige her beskrevne bergarter synes at tyde paa, at den er differentiationsprodukt av samme magma, hvorfra de nævnte bergarter stammer. En lignende differentiation med yngre basiske gangbergarter er som bekjendt iagttaget i mange erup-tionsprovinser.

Nedenfor er opstillet analyser av en række av disse bergarter (se omstaaende side).

De ujevnheter som optrær kan dels skyldes ujevnheter i magmaens differentiation, dels ogsaa minimale injectioner eller brudstykker av fremmede bergarter, som paa grund av senere metamorfose ikke har kunnet iagttas. Uregelmæssigheterne er dog saa smaa, at de ikke forstyrrer indtrykket av differentiationens store lovmæssighet.

For *lerjordgehaltens* vedkommende synes der ikke at være nogen særlig regel. Saa meget kan man dog se, at de mest basiske led viser betydelig høiere lerjordgehalt end de surere led.

Sammenstilles de analyser, som maa ansees som de bedste og mest typiske, saa faaes for enkelte gehaltens vedkommende omstaaende tabel (s. 60).

Kalifeldspat begynder først nævneværdig at optræde i glimmerkvartsdioriterne og blir i graniterne helt overveiende over plagioklasgehalten.

Ingen av kvartsdioriterne fører saa meget kalifeldspat, at bergarten kunde betegnes som granit. Glimmerkvartsdioriterne kan tildels føre ganske stor mængde, men dog

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SiO ₂	47,42	52,67	61,75	65,70	73,06	46,72	45,75	49,30	73,25	75,78
TiO ₂	1,19	0,14	0,22	0,41		1,13	0,30	0,15	0,05	0,07
Al ₂ O ₃	18,47	20,60	13,40	15,47	12,90	16,07	12,90	19,12	14,30	12,10
Fe ₂ O ₃	4,21	3,55	3,40	2,37	2,79	3,16	8,85	3,80	1,30	1,76
FeO	8,43	6,65	5,35	3,48	1,51	13,81	10,20	7,58	0,39	0,76
MnO	0,05	0,15	0,12	0,22		0,25	0,12	0,15	0,05	0,20
MgO	6,59	1,70	4,41	1,17	0,77	4,48	7,12	5,54		0,05
CaO	8,19	10,13	7,88	5,17	3,09	8,95	10,50	8,33	1,14	0,67
Na ₂ O	2,51	1,40	2,25	3,44	4,28	2,53	1,90	2,14	3,82	3,39
K ₂ O	1,08	0,64	0,26	1,04	1,45	0,67	0,21	2,60	5,27	5,56
P ₂ O ₅	0,21	0,04	0,09	0,11	0,007	0,44	0,14	0,02		
S		0,02	0,03	0,02		0,09	0,09	0,08		0,03
CO ₂	0,30	1,48	0,34		0,80	0,39	0,33	0,24	0,10	
H ₂ O	1,60	1,55	1,30	2,10		1,68	2,25	1,66	0,35	0,25
	100,25	100,72	100,80	100,69	100,657	100,37	100,64	100,71	100,12	100,57

- I. Gabbrodiorit, Haus Gabel, anal. HEIDENREICH.
 II. Gabbrodiorit, Jakobsdam „ do.
 III. Kvartshornblendediorit, Nydammen „ do.
 IV. Kvartsbiotithornblendediorit, Sachsenfeld do.
 V. Kvartsbiotitdiorit, efter professor VOGT
 VI. Vinordiabas, Svorenfløtter anal. HEIDENREICH.
 VII. Do. Jakobsdam, „ do.
 VIII. Amfibolit, Samuel „ do.
 IX. Kongsberggranit, Underbergstollen „ do.
 X. Telemarkgranit, Villingbuvand „ do.

	Jern- oxyder	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum alkalier	CaO: K ₂ O + Na ₂ O	Na ₂ O: K ₂ O
Gabbrodiorit, ældst.	10,20	10,13	1,40	0,64	2,04	4,97	2,19
Kvartshornblende- diorit	8,75	7,88	2,25	0,26	2,51	3,14	8,65
Kvartsbiotit- hornblendediorit .	5,85	5,17	3,44	1,04	4,48	1,15	3,31
Kvartsbiotitdiorit, grovkornig	4,30	3,09	4,28	1,45	5,73	0,54	2,95
Kvartsbiotitdiorit, finkornig	3,37	1,72	4,40	2,17	6,57	0,26	2,03
Kongsberggranit . .	1,69	1,14	3,82	5,27	9,09	0,13	0,72
Telemarkgranit, yngst	2,52	0,67	3,39	5,56	8,95	0,07	0,61

ingenlunde saa meget, at de ikke alle maa betegnes som plagioklasbergarter.

Det kan her ogsaa noteres, at middeltallene av analyserne av Vinordiabasen og Kongsberggraniten omtrent svarer til en av de intermediære kvartshornblendedioriter i Kongsbergfeltet, hvilket taler for at disse to bergarter er komplementære og altsaa repræsenterer en differentiation i sur og i basisk retning. Likheden i disse to bergarters geologiske optræden er meget paafaldende. De staar som tidligere omtalt, efter det som vi for tiden vet, ikke i direkte forbindelse med dypbergartmassiver, men optræder som to egne gangformationer, som ser ut til at betinge hverandre, saaledes at man ikke vil finde den ene formation uten ogsaa at finde den anden i de nærmeste omgivelser.

Mineralberegning:

Der henvises til de tabeller, som er anført bak i boken.

Mineralberegning av analyserne er forbundet med betydelige vanskeligheter, fordi vi ikke har analyser av de mineraler som disse bergarter er sammensat av.

Plagioklasens sammensætning kan man slutte sig til af de ved mikroskopet foretagne maalinge; men vi har derimot intet kjendskab til sammensætningen af den optrædende biotit og hornblende. Det synes at fremgaa af analyserne, at hornblendens i de forskellige bergarter i feltet ikke har samme kemiske indhold, hvilket end yderligere vanskeliggør opgaven.

Men selv om en mineralberegning ikke kan ventes at ville bli helt nøiagtig, saa kan den dog ha nogen interesse, idet slegtskapet mellem de forskellige bergarter fremtræder ganske godt.

I det følgende skal vises hvorledes beregningen er foretaget:

Telemarkgraniten (X). Biotit er beregnet af MgO-gehalten. Resten af TiO_2 er beregnet som titanit. Kisen er antat i sin helhet at være magnetkis. Muskovit er anslaaet til 0,30 pct. og klorzoisit til 1 pct. Resten af K_2O er beregnet som K-feldspat og resten af CaO som anortit. Resten af Na_2O er beregnet som albit. I henhold til mikroskopiske maalinge er plagioklasen antat at være Ab 92, An 8. Af den beregnede albitmængde vil 21,67 pct. optræ i plagioklas, resten 7,07 pct. i kalifeldspaten som mikropertit. Der optræder altsaa 39,49 pct. kalifeldspat og 23,67 pct. plagioklas. Resten af SiO_2 er antat at være fri kvarts. Resten af jernoxyd er beregnet som magnetit, og endel af MnO-gehalten er antat at indgaa i magnetiten.

Av mineralanalyser er benyttet følgende:

Biotit fra granitit. Suchy Kondracki, Tatra. Z. WEYBERG: Materialien zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der gesteinsbildenden Glimmer. Neues Jahrb. f. Min. 1912, I. p. 399:

SiO_2	33,81 pct.
TiO_2	3,12 ”
Al_2O_3	17,45 ”
Fe_2O_3	4,04 ”
FeO	16,49 ”
MnO	0,63 ”
MgO	8,53 ”
CaO	0,83 ”
Na_2O	2,14 ”
K_2O	9,57 ”
Li_2O	0,05 ”
H_2O	4,15 ”

Muskovit, Auburn, Maine. Analyse ved E. SCHNEYDER. F.W. Clarke. Analyses of Rocks and Minerals 1880—1908, pag. 286, B.

SiO ₃	46,54	pct.
Al ₂ O ₃	34,96	„
Fe ₂ O ₃	1,59	„
MgO	0,32	„
Na ₂ O	0,41	„
K ₂ O	10,38	„
H ₂ O	5,43	„

Klinozoisit er beregnet efter en analyse av zoisit. North Carolina. Analyse ved L. G. Eakins. Anført i Clarkes nævnte arbeide, pag. 272 B:

SiO ₂	38,98	pct.
Al ₂ O ₃	31,02	„
Fe ₂ O ₃	4,15	„
MnO	0,23	„
CaO	23,80	„
H ₂ O	2,03	„

Kongsberggranit (IX). CO₂ er beregnet som kalkspat, biotit er anslaat til 1 pct., resten av TiO₂ er beregnet som titanit. Muskovit er anslaat til 0,70 procent, resten av FeO er beregnet som magnetit, og MnO er antat at indgaa i magnetiten. Resten av K₂O er beregnet som kalifeldspat og resten av CaO som anortit. Al Na₂O er beregnet som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt til Ab 86, An 14. I plagioklasen indgaar under de nævnte forudsætninger 28,63 pct. albit, i kalifeldspaten 3,77 pct. albit. Ialt skulde der altsaa optræ 33,56 pct. plagioklas og 34,24 procent kalifeldspat. Resten av SiO₂ er antat at være fri kvarts.

Klinozoisit sees ikke i denne bergart. Muskovit er beregnet efter den under Telemarkgraniten anførte analyse.

Biotiten maa være rik paa Fe₂O₃, og under beregningen blev benyttet en analyse av biotit fra Freyberg, anført i Danas „A System of Mineralogy“:

SiO ₂	36,89	pct.
TiO ₂	3,16	„
Al ₂ O ₃	15,00	„
Fe ₂ O ₃	16,29	„
FeO	6,95	„
MgO	9,65	„
CaO	1,75	„
K ₂ O	6,06	„
H ₂ O	4,40	„

Den analyserte bergart var ikke helt normal Kongsberggranit; den var særlig fattig paa mørke mineraler. Den ordinære Kongsberggranit kan indeholde flere procent biotit.

Kvartsbiotitdiorit (Stenbrudbaand). (V). Muskovit er anslaat til 0,30 pct., kalkspat til 0,50 pct. MgO er beregnet som biotit. Resten av K_2O er beregnet som kalifeldspat, al Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 83, An 17. Man finder da anortitmængden ved en enkel beregning. Resten av CaO er beregnet som klintzoisit, resten av Fe_2O_3 som magnetit, og resten av SiO_2 er antat at være fri kvarts.

Av mineralanalyser er benyttet: Muskovit som under Telemarkgranit. Biotit som under Kongsberggranit. Klintzoisit som under Telemarkgranit.

Kvartsbiotithornblendedorit (IV). Denne bergart har det ikke været mulig at beregne særlig nøiagtig, idet de til min raadighet staaende hornblendeanalyser ikke har kunnet brukes ved beregningen. Klintzoisit er anslaat til 8 pct., magnetit til 1 pct. og hygroskopisk H_2O til 0,90 pct. P_2O_5 er beregnet som apatit (Cl), S er er beregnet som magnetkis. Al K_2O er beregnet som biotit, resten av TiO_2 som ilmenit, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 80, An 20 og herav er anortitmængden beregnet.

Der fremkommer en rest, som i det væsentlige maa bestaa av kvarts og hornblende. Av denne rest anslaaes 27 procent at være fri kvarts og resten omregnet til 100 procent gir da den sandsynlige sammensætning av den optrædende hornblende.

De for hornblenden beregnede gehalter blir:

SiO_2	55,78 pct.
Al_2O_3	17,59 „
Fe_2O_3	5,14 „
FeO	7,14 „
MnO	0,84 „
MgO	1,39 „
CaO	8,77 „
H_2O	3,35 „

100,00 pct.

Dette viser, at den foreliggende hornblende er rik paa Al_2O_3 , men fattig paa MgO. Den anslaatte mængde av fri kvarts er vistnok nogenlunde rigtig; ti ved at vælge andre værdier vilde man av resten ikke faa en sandsynlig hornblendesammensætning.

Av mineralanalyser er benyttet: Klintzoisit som under Telemarkgranit. Biotit som under Telemarkgranit.

Kvartshornblendedorit (III). P_2O_5 er beregnet som apatit (Cl), CO_2 som kalkspat, S som magnetkis, K_2O som biotit, resten av TiO_2 som ilmenit, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikro-

skopiske maalinger bestemt som Ab 70, An 30, og herav er anortitmængden beregnet. Resten av MgO er beregnet som hornblende og resten av CaO som klinozoisit; resten av Fe_2O_3 er beregnet som magnetit, resten av vandet som hygroskopisk vand, og resten av SiO_2 er antat at være fri kvarts. —

Av mineralanalyser er benyttet:

Biotit som under Telemarkgranit.

Klinozoisit som under Telemarkgranit.

Hornblendeanalyse er tat fra Danas „A System of Mineralogy“.

Lokaliteten er Filefjeld. Norge:

SiO_2	45,37	pct.
Al_2O_3	14,81	„
FeO	8,74	„
MnO	1,50	„
MgO	14,33	„
CaO	14,91	„

Gabbrodiorit, Jakobsdam. (II). Om beregningen av denne bergart kan siges det samme som anført ovenfor for kvartsbiotithornblendedioritens vedkommende. Beregningen blir usikker, fordi de til min raadighet staaende hornblendeanalyser ikke har kunnet benyttes.

K_2O er beregnet som biotit, P_2O_5 som apatit, CO_2 som kalkspat, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 65, An 35, og herav er anortitmængden beregnet. Klinozoisit er anslaat til 20 pct. og magnetit til 2 pct. Der fremkommer en rest som bestaar av hornblende med litt fri kvarts. Anslagsvis sættes den frie kvartsmængde til 7 pct., og resten omregnet til 100 pct. gir da den sandsynlige sammensætning av den optrædende hornblende, nemlig:

SiO_2	57,48	pct.
Al_2O_3	19,78	„
Fe_2O_3	2,46	„
FeO	11,00	„
MnO	0,15	„
MgO	2,54	„
CaO	4,61	„
H_2O	1,98	„

Resten gir altsaa en hornblendesammensætning som omtrent svarer til den hornblende som ovenfor blev beregnet under kvartsbiotithornblendedioriten.

Av mineralanalyser er benyttet:

Biotit som under Telemarkgranit.

Klinozoisit som under Telemarkgranit.

Gabbrodiorit. Haus Gabel. (I). P_2O_5 er beregnet som apatit, CO_2 som kalkspat, K_2O som biotit, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 65, An 35, og herav er anortitmængden beregnet. Klinozoisit er anslaat til 8 pct., resten av TiO_2 er beregnet som ilmenit og resten av Fe_2O_3 som magnetit.

Der fremkommer en rest som maa bestaa av hornblende og fri kvarts. Anslaaes den frie kvartsmængde til 5 pct., og omberegnes resten til 100 pct., saa faaes den sandsynlige sammensætning av den optrædende hornblende, nemlig:

SiO_2	46,01 pct.
Al_2O_3	16,51 „
FeO	11,28 „
MgO	14,90 „
CaO	8,71 „
H_2O	2,59 „
	100,00 pct.

Dette svarer altsaa til en temmelig lerjordrik hornblende.

Vinordiabas. Svorenfløtter. (VI). CO_2 er beregnet som kalkspat, P_2O_5 som apatit, K_2O som biotit og resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 70, An 30, og herav er anortitmængden beregnet. Klinozoisit er anslaat til 8 pct., resten av CaO er beregnet som hornblende, resten av SiO_2 er antat at være fri kvarts, resten av TiO_2 er beregnet som ilmenit, resten av Fe_2O_3 som magnetit og svovl er beregnet som magnetkis. Resten av vandet er antat at være hygroskopisk.

Av mineralanalyser er benyttet:

Biotit som under Telemarkgranit.

Klinozoisit som under Telemarkgranit.

Hornblendeanalyse er tat fra Danas „A System of Mineralogy“.

Lokalitet Kimito, Finland:

SiO_2	43,23 pct.
Al_2O_3	11,73 „
FeO	26,81 „
MnO	1,61 „
MgO	7,04 „
CaO	9,72 „

Vinordiabas. Jakobsdam. (VII). CO_2 er beregnet som kalkspat, P_2O_5 som apatit, K_2O som biotit, resten av MgO som hornblende, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er i henhold til mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 40, An 60, og herav er anortitmængden beregnet. Svovl er

beregnet som magnetkis, resten av TiO_2 som ilmenit, resten av Fe_2O_3 som magnetit, og resten av vandet, nemlig 2,16 pct., er antat at være hygroskopisk.

Av mineralanalyser er benyttet:

Biotit som under Telemarkgranit.

Hornblendeanalyse er tat fra Danas „A System of Mineralogy“

Lokalitet Fleschhorn:

SiO_2	58,18 pct.
Al_2O_3	3,17 „
FeO	11,27 „
MgO	16,57 „
CaO	11,59 „

Vinordiabas (amfibolit). Samuel grube. (VIII). CO_2 er beregnet som kalkspat, P_2O_5 som apatit, K_2O som biotit, resten av MgO som hornblende, resten av Na_2O som albit. Plagioklasen er ved mikroskopiske maalinger bestemt som Ab 65, An 35, og herav er anortitmængden beregnet, resten av CaO er beregnet som klinozoisit, og resten av SiO_2 er antat at være fri kvarts. Svovl er beregnet som magnetkis og resten av Fe_2O_3 som magnetit. Analysens lerjordgehalt er vistnok for høj.

Av mineralanalyser er benyttet:

Biotit som under Telemarkgranit.

Hornblende som under kvartshornblendediorit, lokalitet Filefjeld.

Klinozoisit som under Telemarkgranit.

Av oversigten over mineralberegningen (se s. 67) fremgaar det, at kvartsgehalten i granit-dioritserien stiger fra de basiske led til de sure. I samme retning stiger gehalten av kalifeldspat.

Plagioklasgehalten er størst i kvartsbiotitdioriten, som øiensynlig betegner et vendepunkt; ti derfra synker plagioklasgehalten svakt i begge retninger, særlig imot graniterne.

Telemarkgraniten er en virkelig granit; men Kongsberggraniten staar mellem granit og diorit, idet gealterne av kalifeldspat og plagioklas omtrent er like høie. Bergarten kunde derfor maaske betegnes som granodiorit eller vel saa heldig som adamellit.

Oversigt over mineralindholdet i granitgabbrodioritserien:

	X Telemarkgranit	IX Kongsberggranit	V Kvartsbiotidiorit	IV Kvartsbiotithorn- blendedorit	III Kvartshornblende- diorit	II Gabbrodiorit	I Gabbrodiorit
Kvarts	33	28	36	27	29	7	5
K-Na- feldspat { Kalifeldspat	32	31	5				
{ Albit i K-feldspat	7	4					
Primær plagioklas { Anortit.....	2	5	8	7	8	6	11
{ + klinozoisit	1		5	8	5	20	8
{ Albit	22	28	36	27	19	11	19
Muskovit.....		1					
Biotit	1	1	8	11	3	7	11
Hornblende				18	29	44	38
Erts m. m.	2	2	2	2	7	5	8
	100	100	100	100	100	100	100

Oversigt over mineralindholdet hos Vinordiabas i procent:

	VI Svoren- fløtter	VII Jakobs- dam	VIII Samuels grube
Kvarts	5		13
Primær plagioklas { Anortit	9	25	8
{ + klinozoisit	8		12
{ Albit	20	16	13
Biotit.....	7	2	27
Hornblende	42	42	23
Erts m. m.	9	15	4
	100	100	100

I følgende tabel betegner tallene I—V, IX og X saaledes som ovenfor de enkelte led i granit-gabbrodioritserien:

	X	IX	V	IV	III	II	I
Kvarts	33	28	36	27	29	7	5
K-Na-feldspat	39	35	5				
Primær plagioklas...	25	33	49	42	32	37	38
Mørke mineraler....	3	4	10	31	39	56	57

Det er særdeles interessant, at de basiske Vinordiabaser i alder ligger imellem kvartsbiotitdioriten (V) og Kongsberggraniten (IX).

Gehalten av mørke mineraler synker jevnt fra de basiske til de sure bergarter. Hornblenden har ikke samme kemiske sammensætning i alle de beregnede bergarter. Der kan i denne henseende være store forskjelligheter. Vinordiabasen fra Jakobsdam fører saaledes en hornblende med kun ca. 3 pct. Al_2O_3 , mens Vinordiabasen fra Svorenfløtter og amfiboliten fra Samuels grube fører en hornblende med 11 til 15 pct. Al_2O_3 . Av beregningerne fremgaar videre, at den lerjordfattige hornblende optrær sammen med en forholdsvis lerjordrik plagioklas, mens de lerjordrike hornblender altid optrær sammen med forholdsvis lerjordfattige plagioklaser.

Der gjør sig her vistnok et eiendommelig vekselforhold gjældende. Diabasen fra Jakobsdam er kun litet omvandlet. Dens struktur er primær, og dens plagioklas, som har sammensætningen Ab 40, An 60, er vistnok meget litet omvandlet.

Hornblenden i denne diabas indeholder som nævnt litet lerjord, hvilket kan tyde paa, at den er et omvandlingsprodukt efter lerjordfattig pyroxen.

Ved de sterkere omvandlede Vinordiabaser er den primære struktur i større eller mindre grad forsvundet, plagioklasen og hornblenden er omvandlet i forholdsvis sterk grad. Der er nydannet en anortitfattigere plagioklas, oftest Ab 70, An 30, der er endvidere nydannet klinozoisit, og hornblenden har bl. a. optat betydelige mængder lerjord. Samtidig er der nydannet kvarts.

Metamorfosen i granit-dioritserien er vistnok ogsaa foregaat paa en lignende maate, altsaa saaledes at der er nydannet en anortitfattigere plagioklas, kvarts, klinozoisit og en hornblende, som bl. a. har optat en betydelig mængde lerjord fra plagioklasen.

Det vilde være av stor interesse at faa analyser av de forskjellige stadier av hornblendens omvandling. Det er imidlertid meget vanskelig at faa hornblenden isoleret, da den er sterkt gjennemsat av kvarts, klinozoisit m. m.

De finkornige kvartsdioriter bør omhandles noget nøiere, navnlig paa grund av at de ofte er sølvførende.

Jeg har analyser av disse finkornige kvartsdioriter (se tabellen næste side).

Analyserne viser saaledes, at disse bergarter er forholdsvis sure kvartsdioriter; der er intet som kunde tyde paa sedimentær oprindelse, og heller ikke den tidligere omhandlede undersøkelse synes at tyde paa noget saadant. Geologisk er der ogsaa tydelige overgange til de grovkornige kvartsdioriter. For Kongens grubes vedkommende kan man tydelig trække op grænse mellem de finkornige gneiser og den grovkornige kvartsdiorit, som der benævnes stenbrudbaandet; men i Gottes Hülfe grube er der gradvis overgang mellem de to typer, saa det er umulig at finde en skarp grænse, og det samme er ogsaa tilfælde flere steder paa

	I	II	III	IV	V
SiO ₂	68,78	70,87	71,60	73,02	75,64
TiO ₂	0,15	0,46	0,60		
Al ₂ O ₃	12,73	13,25	13,58	12,32	12,95
Fe ₂ O ₃	3,52	1,95	} 3,62	2,06	} 1,86
FeO	4,68	3,50		1,51	
MnO	0,15	0,22		(FeS ₂) 1,86	
MgO	0,68	0,74	0,83	0,84	0,39
CaO	3,75	3,50	4,72	1,72	2,96
Na ₂ O	4,17	4,27	3,65	4,40	4,63
K ₂ O	0,24	0,48	1,70	2,17	0,93
P ₂ O ₅	0,13	0,17		0,04	0,11
S	0,12	0,24	0,15		
CO ₂		0,12	}	0,61	
H ₂ O	1,09	0,81			

- I. Hornblendeførende biotitkvartsdiorit, Kongens grb., anal. HEIDENREICH
 II. Biotitkvartsdiorit, Kongens grube, „ do.
 III. do. Samuels grube, „ do.
 IV. do. efter VOGT (Natrongranit), vistnok finkornig.
 V. Hornblendeførende biotitkvartsdiorit, Samuels grube,
 vest, anal. HEIDENREICH

Underberget. Der henvises herom til de avbildede grube-karter og dagkartet.

Den finkornige struktur formodes knapt at kunne være primær; den er vistnok fremkommet ved press av den grov-kornige kvartsdiorits grænsebergarter. Hvis strukturen hadde været primær, saa vilde formodentlig en porfyrisk eller halvporfyrisk struktur tildels være opbevaret; men nogen saadan er aldrig iagttat i de ca. 80 præparater, som jeg har av disse finkornige typer.

De hornblendeførende typer ser ut til at optræ som særegne utskilninger i biotitkvartsdioriterne. Disse finkornige typer er litt skifrige, og det er denne egenskap som betinger at de i stor utstrækning optræer som „baand“¹ av økonomisk betydning for grubemanden. Paa grund av denne betydning har vi fundet det nødvendig at utskille de finkornige kvartsdioriter med en speciel betegnelse paa det geologiske oversigtskart.

f. Geologisk optræden av dypbergarter og gangbergarter i Kongsbergfeltet.

Angaaende den geologiske optræden av disse bergarter kan først og fremst bemerkes, at gabbrodioriterne, kvartsdioriterne og Telemarkgraniten er utprægede dypbergarter med typisk dypbergartstruktur.

Gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter optræer som lakkoliter, der dog ikke altid er ensartet i sin hele utstrækning. Andreasfjeldlakkoliten har saaledes, som kartet viser, vest for Haus Sachsen en kvartsdioritutvikling med en lang utløper mot Saggrenden.

Denne kvartsdiorit har en granitisk kornig struktur, mens man paa Gyldenløvefjeldet og paa Fulsebakkollen finder gabbrodiorit med vel utviklet hyperitisk struktur, som minder om strukturen hos grovkornig Vinordiabas. Forøvrig er slirer og andre uregelmæssigheter meget hyppige.

Kvartsdioriten, som strækker sig fra vestsiden av Jonsknuten og sydover Kirkebergaasen, er derimot av mere regelmæssig utvikling. Lakkolitformen er ualmindelig typisk. Strukturen er i det væsentlige som hos graniterne, og slirer er noksaa sjeldne.

¹ Se pag. 87.

Det samme gjælder lakkoliten av kvartsbiotitdiorit mellem Overberget og Underberget.

Lakkolitformen er ogsaa her meget iøinefaldende. Den har en ualmindelig jevn sammensætning, og likheten med granit er saa paafaldende, at den tildels er betegnet som saadan.

I *gabbrodiorit-kvartsdioritserien* er bergarterne utvilsomt meget nærbeslegtede. Gabbrodioriten og de hornblendeførende kvartsdioriter er saaledes endog i utseende meget like, og det samme gjælder de nævnte kvartsdioriter og kvartsbiotitdioriterne.

Mellem seriens to yderled, gabbrodioriten og kvartsbiotitdioriterne, er forskjellen imidlertid meget stor, og kun ved at undersøke mellemleddene kan slektskapet erkjendes. Den førstnævnte er tung, seig og mørk, mens den sidstnævnte i betydelig grad minder om en graa, presset granit. Trods de mange forskjelligheter saa kan dog alle seriens led henføres til en av følgende bergarter:

gabbrodiorit,

kvartshornblendediorit,

kvartsbiotitdiorit.

En yderligere specificering vil i praksis knapt kunne gjennomføres. I maalestok 1:10 000 er ovennævnte inddelingsmaate hensigtsmæssig. Ved kartlægning i mindre maalestok vil en saa skarp inndeling medføre vanskeligheter, om det end vel tildels vil være mulig. Det er som bekjendt ikke altid heldig at detaljere for sterkt i liten maalestok. Ved kartlægning av rektangelblade i maalestok 1:100 000 og formentlig ogsaa ved karter i maalestok 1:25 000 bør man henføre alle kvartshornblendedioriter til gabbrodioriterne,

hvorved altsaa alle seriens led blir at henhøre til en av følgende bergarter:

gabbrodiorit (som tildels kan føre stor mængde kvarts),
kvartsbiotitdiorit.

Aldersforholdet til Knuteformationen er med sikkerhet bragt paa det rene. Selv den ældste bergart, gabbrodioriten, er yngre end nævnte formation. Man finder ikke blot ganger, utsendt fra seriens bergarter, gjennemskjære Knuteformationen, men finder ogsaa alle Knuteformationens bergarter som brudstykker i seriens bergarter.

Naar to bergarter i serien støter sammen, saa vil langs den fælles grænselinje hyppig findes en række beviser for at den sureste bergart er yngst. Man finder gjerne brudstykker av den mere basiske bergart i den surere og finder ogsaa ikke sjelden ganger fra den surere ind i den mere basiske. Dette sees i meget god utvikling paa det saakaldte Jerntjernfjeld vest for Haus Sachsen.

Jeg har kartlagt ogsaa østenfor Laagen og har der paa de saakaldte Brandknatter fundet gode bevis for aldersfølgen. Et stort skogomraade er der avbrændt, hvorved bergarterne er blit glimrende blottet, saa man har rik anledning til at studere forholdene. Foruten breccier finder man der tildels lange kvartsdioritganger gjennemsættende gabbrodiorit.

I denne forbindelse kan omtales en lokalitet, hvor forholdet er mere tvilsomt, nemlig det sydlige Underberg, sydvest for Svartaas. Her optrær langs grænsen av Mellembergets kvartsdioritmassiv en granatførende biotitskifer med utallige oftest utvalsedede stykker av en mørkere amfiboliseret bergart. Det er mulig at her foreligger en vanlig breccie, bestaaende av mørke dioritbrudstykker i lys kvartsdiorit, men det er ogsaa mulig, at disse bergarter er en rest av et

utvalset konglomerat. Paa kartet er det avsat som Haav-gruppe. Som det vil erindres blev det i avsnittet om Knute-gruppens skifre antydnet, at der paa Underberget maaske findes smaa rester av omvandlede sedimenter.

Vinordiabasen og *Kongsberggraniten* har en helt anden geologisk optræden end gabbrodiorit-kvartsdioriterne og Telemarkgraniten. De optræder ikke i store massiver, men derimot i lange ganger og smaa massiver og maa derfor øiensynlig nærmest betegnes som hypabyssiske.

Vinordiabasganger optræder i stort antal i Kongsberggrundfjeldet og gennemskjærer Knuteformationens og gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter, derimot ingen graniter. Der viser sig saaledes det noksaa eiendommelige forhold, at disse ganger i alder følger umiddelbart efter alle plagioklasbergarter, men ialfald i det væsentlige er ældre end alkali-feldspatbergarterne. I enkelte tilfælder optræder *Vinordiabasen* vistnok som basisk utskilning i Kongsberggranit; ti man kan finde ganger i typisk granit, tilsyneladende yngre end denne, men gennemsat av smaa granitaarer.

I de allerfleste tilfælder er dog *Vinordiabasen* tvert avskaaret av *Kongsberggraniten* og maa derfor i det væsentlige opfattes som ældre end denne.

Hele feltet mellem Telemarkgraniten til vest og Underberget til øst er gennemskaaret av et stort antal *Vinordiabasganger*, som naar der kun tas hensyn til hovedgangene og ikke til apofyserne, saagodtsom alle er fulgt i stor længde, nemlig indtil 6—7 km., og utvilsomt fortsætter flere av gangene endnu længer.

Øst for Underberget findes ogsaa *Vinordiabasganger*; men de er her fuldstændig opskaaret av *Kongsberggraniten*, hvilke forhold vil bli beskrevet for sig i et senere afsnit

om den saakaldte Haavgruppe, da de har speciel betydning for sølvforekomsterne.

Vinordiabasens gangform er ved et flygtig blik ikke altid iøinefaldende; men ved nøiere studium er den dog tydelig nok. Her er imidlertid at merke, at gangformen i kvartsbiotitdioriten og i Barlinddalsgruppen er mindre fremtrædende end i kvartshornblendedioriten, i gabbrodioriten og i Oldenborggruppen. I de sidstnævnte bergarter kan man finde gangene udviklet med finkornige og porfyritiske grænse-zoner, og apofyser og indeslutninger av brudstykker er langt bedre opbevaret end i de førstnævnte surere bergarter.

I gabbrodioriten og i kvartsdioriten ved Jerntjern er gangformen ualmindelig god.

De Vinordiabasganger, som gennemskjærer Oldenborggruppen, udsender en mængde apofyser. Hovedgangene overskjærer gjerne skifriheten under en spids vinkel, og man finder en utallighet av apofyser kilet ind parallel med skifriheten. Enkelte apofyser overskjærer ogsaa skifriheten, saa der langs siderne av disse ganger ofte findes flere meter brede apofysegjennemvævede zoner. Da mange av disse bergarter omtrent er like mørke, saa maa man gaa meget nøie til verks for at adskille dem.

Det er omtrent altid nødvendig at ta de strukturelle kjendemerker til hjælp, idet man altid maa passe paa at Vinordiabasen har hyperitisk struktur, Oldenborggruppens andesit porfyritisk struktur og gabbrodioriten eugranitisk kornig eller hyperitisk struktur.

Mægtigheten av Vinordiabasgangene er meget forskjellig; oftest er de et par meter mægtige, nogle faa ganger er 10—20 meter mægtige, og en enkelt, nemlig den gang som

stryker over Zechenhusdam, Jerntjernfjeld og Andreasfjeld, er indtil 100 meter mægtig.

Forøvrig varierer de overordentlig i mægtighet. De kan stundom gaa sammen til en liten tynd stripe og undertiden svulme ut til forholdsvis stor mægtighet.

I kvartsbiotitdioriten findes saaledes endel ganger i den nordlige del av feltet, som ikke kan følges, fordi der ved det sterke press, som de har været utsat for, kun er opbevaret endel langagtige, tildels ganske mægtige linser.

Hovedmassen av ganger kan dog som nævnt følges lange strækninger, og deres gangnatur kan derved bevises med fuld sikkerhet, idet en og samme gang uten at forandre utseende og sammensætning skjærer gjennom bergarter av meget forskjellig natur. Den ovenfor nævnte store gang over Jerntjernfjeld gjennomskjærer saaledes dacit, gabbrodiorit og kvartsdiorit; andre Vinordiabasganger gjennomskjærer andesit og gabbrodiorit. Jonsknutens øverste top er dannet av en Vinordiabasgang, og nedover dens skraaninger finder man flere lignende ganger.

Paa kartet sees, at Vinordiabasgangene i Knuteformationen har et strøk, som ligger mellem nord-syd og nordvest-sydøst, mens de ved overgangen til gabbrodioriten forandrer strøkretningen til en mere nordøstlig-sydvestlig retning. Længer øst i gabbrodioritmassivet og likeledes i kvartsbiotitdioriten er strøket atter mere nordvestlig-sydøstlig som i Knuteformationen.

Paa Vinoren optrær Vinordiabasen med størst mægtighet, og det er kun her, at der maaske kan tales om massiver. Disses eiendommelige form fremgaar av det kart over Vinoren som er anført bak i boken. Enkelte typer har tildels dypbergartstruktur. Geologer, som besøker Kongsberg, bør ikke

undlate et besøk paa Vinoren, hvor de eiendommelige bergarter i Dronningkollens østheld utvilsomt vil byde interesse.

Kongsberggraniten optrær i store masser i nærheten av Kongsberg by, som nævnt dog kun i lange ganger og i smaa massiver. De felter som jeg for tiden kjender av denne granit er følgende:

1. Vinorfeltet, syd for gaarden Pukverket paa syd Vinoren.
2. Bævergrændfeltet mellem Bævergrænden nord for Kongsberg og Skinaasknatten.
3. Underbergstollfeltet mellem Underbergstollen og Haus Gabelaasen.
4. Laugerudfeltet mellem Laugerud syd for Kongsberg og Brandknattene.
5. Heistadfeltet mellem Mørkgaardene og Kroken i Heistad.

Av disse felter ligger kun Underbergstollfeltet indenfor grænserne av det geologiske kart i maalestok 1:10 000 som medfølger dette arbeide. Alle felter er næsten færdig kartlagt paa et kart i maalestok 1:25 000 som jeg arbeider med. (Se pl. I). Der stryker ut fra hvert felt en mængde tildels store og mægtige ganger oftest med nordvestlig strøk.

Naar kartlægningen er færdig vil det vistnok vise sig, at alle felter er forbundne ved et netverk av ganger. Eien-dommelig nok ligger alle de nævnte granitfelter og granit-ganger langs selve Laagendalføret og indenfor en zone, som har en bredde av indtil 7 km. i øst—vest og en hittil kjendt længde i nord—syd av ca. 27 km. Denne zone er i høi grad gjennemskaaret av granit i smaa massiver, mægtige ganger, smale ganger, aarer og endog tynde striper, som kan ha fuldstændig mikroskopiske dimensioner. Det er i det væsentlige netop denne zone, som jeg har benævnt Haav-

gruppen. Inden vort kartomraade viser denne granitinjicerte zone sig umiddelbart øst for Underberget.

Underbergstollfeltet er forholdsvis litet i utstrækning; men der er et overordentlig stort antal ganger og aarer. Man vil saaledes lægge merke til de to lange granitganger, som strækker sig sydover langs aasen vest for Laagen, og i dioritbergarterne i Funkelien er det som MÜNSTER siger næsten umulig at slaa et haandstykke, som ikke viser striper av den røde granit.

Breccier visende ældre bergarter i granit sees hyppig, særlig vakkert i sydvestskraaningerne av Sulusaasen øst for Kongsberg.

Telemarkgraniten har fuldstændig et utseende som vanlige, noget pressede rødlig graniter. Der optrær kun et massiv av denne bergart, og det er saa stort, at det strækker sig langt utenfor grænsen av det foreliggende kart, derfor har jeg ikke kunnet konstatere massivets form og har kun iagttat de ensformige, svakt bølgede granitbænker vestover fra Kongsbergfeltet.

Gangbergarter som er apofyser fra dypbergarterne. Alle de beskrevne dypbergarter sender apofyser ind i de ældre omgivende bergarter.

Gabbrodioriten sender ganger ind i Knuteformationen, kvartsdioriterne og graniterne sender ganger ind i Knuteformationen og ældre dypbergarter. Saadanne ganger sees bl. a. ved Gyldenløvedammen og ved Svorenfløtter. Øst for Laagen er der særdeles tydelige apofyser i Sulusaasen, ved Gomsrud og paa de saakaldte Brandknatter (Høgaasen). Mineralindholdet i disse ganger er fuldstændig som hos de tilsvarende moderbergarter. Strukturen hos gangene er i almindelighet ogsaa som hos disse; hos kvartsdioriterne og

graniterne sees stundom halvporfyrisk, tildels ogsaa aplitisk struktur.

Pegmatitiske aarer sees ikke hyppig, men de optræer dog enkelte steder baade i graniterne og i de basiske bergarter. I Skollenborgbergarterne er pegmatitaarer temmelig almindelig i gabbrobergarterne. De bestaar bl. a. av plagioklas, kvarts, hornblende og glimmer. Disse ganger er ogsaa rike paa apatit.

C. **Haavgruppen.**

Bergarterne langs Laagendalføret, nemlig det som paa kartet er betegnet med blaat og er benævnt Haavgruppen, har en særegen karakter og har længe været temmelig uforstaaelige.

Der er egentlig ingen ukjendte bergarter at se, nemlig kun gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter, Vinordiabas og Kongsberggranit, hvorhos der tildels sees endel skifre og granuliter, som maaske er av sedimentær oprindelse; men det eiendommelige ved Haavgruppen er at aldersforholdene tildels synes at være unormale. Det som forøvrig først og fremst er iøinefaldende ved gruppen er, at der ikke kan utsondres paa kartet større partier homogene bergarter, idet alle de nævnte bergarter optræer i en saa livlig veksling, at der intet andet er at gjøre end at sammenfatte det hele til en gruppe, som efter et av de steder, hvor den optræer i mest typisk udvikling, nemlig *Haavet*, umiddelbart vest for Kongsberg kirke, er benævnt *Haavgruppen*.

De nævnte unormale aldersforhold ytrer sig derved, at Vinordiabasgangene i Haavgruppen tilsynelatende ikke er

yngre end gabbrodiorit-kvartsdioritseriens bergarter. Rigtig nok finder man, at Vinordiabasgangene stykkevis gennemskjærer dioritbergarterne; men det er ikke mulig at følge gangene længere strækninger, idet de stadig tilsynelatende blir gjennombrutt av dioritbergarterne. Istedetfor en enkelt sammenhengende gang finder man kun en række pressede brudstykker eller rettere sagt linser, som ligger i en række, følgende gangens strøkretning. Fra jernbanebroen over Laagen paa Postbromoen og langs jernbanelinjen utover forbi Haavet og Feldberederaasen finder man saaledes en række linser av Vinordiabas liggende i dioritbergarter. I enkelte av jernbaneskjæringerne, saaledes i den store skjæring sydvest for Veungsdalen, sees disse eiendommelige linser i dioritgneisene stikkende ut som svære knoller. De er næsten at betegne som amfibolit med rester av hyperitstruktur.

Da dioritgneisene øiensynlig tildels sendte smaa apofyser ind i disse tilsynelatende brudstykker, saa var jeg en tid tilbøielig til at anta disse dioritgneiser for at være yngre end Vinordiabasen. Lignende forhold som de her nævnte er som bekjendt gjerne forklaret saaledes, at gangbergarterne skulde ha gjennemsat ikke helt størknede bergarter. Haavgruppen maa imidlertid forklares paa en helt anden maate, idet der, som tidligere beskrevet, ikke kan være tale om andet end at Vinordibasgangene maa være endog betydelig yngre end alle bergarter i gabbrodiorit-kvartsdioritserien.

Den tilsynelatende unormale alder av enkelte led i Haavgruppen viser sig netop at være fremtrædende, naar Kongsberggranit er i nærheten. Nu er Haavgruppen netop karakteristisk ved at være sterkt gjennemsat av denne granit, hvilket, som det vil erindres, ogsaa er nævnt under beskrivelsen av Kongsberggraniten.

Haavgruppen bestaar, foruten av ældre skifre, av gabbrodiorit, som i høi grad er opfyldt med intrusiver av kvartsdioriter, hvorved er fremkommet en stripet vekslingsbergart, hvori atter er injicert ganger av Vinordiabas.

Derpaa er hele gruppen i overordentlig høi grad gjen-nemskaaet av Kongsberggranit, dels av forholdsvis store massiver, dels av et stort antal ganger.

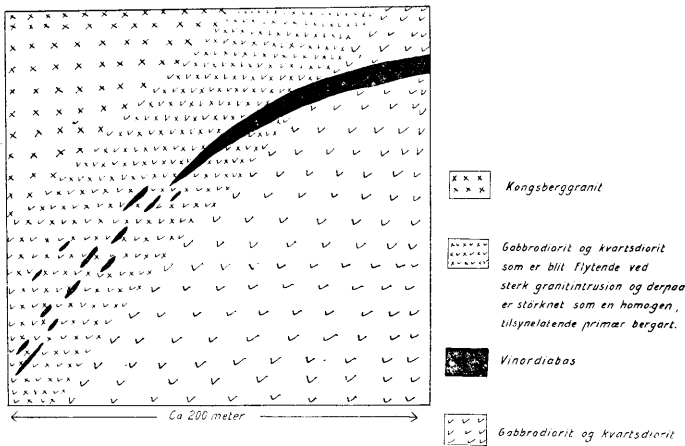


Fig. 1. Grænse mellem granit og massiv av gabbrodiorit og kvartsdiorit. Sydøst for Skriverplads, Gomsrud.

Denne injektion av granit maa for en stor del ha været saa intens, at dele av de ældre bergarter til en viss grad er blitt flytende. Graniten synes paa enkelte steder endog at ha omflytt de enkelte mineralkorn i de ældre dioritbergarter. Særlig langs grænsen av større granitmassiver kan saadan injektion iagttas.

Fig. 1 fra en aas sydøst for Skriverplads, ca. 400 meter sydvest for Gomsrudgruberne, viser hvorledes granit gjen-nemvæver gabbrodiorit, saaledes at der er dannet en helt ny middelsur bergart, som utvilsomt i nogen grad har været

flytende; ti den har brutt op en gang av Vinordiabas, som gjennomskjærer de der optrædende gabbrodioriter og kvartsdioriter. Denne nydannede injektionsgneis ser tildels ut som en homogen, massiv bergart, og da er dens natur ikke let at forstaa. Den minder om dioritbergarterne, men viser tildels rødligke striper, som røber paavirkningen av den rødligke Kongsberggranit.

I *Haus Gabel* aasen kan man ogsaa se, hvorledes graniten, som omgir de derværende gabbrodioriter og kvartsdioriter, har paavirket disse bergarter, saaledes at de i nogen grad er blit flytende og har opbrutt de gjennemsættende ganger av Vinordiabas.

Paa toppen av aasen spores ikke denne paavirkning, ti der skjærer Vinordiabasgangene gjennom dioritbergarterne uten selv at bli opbrutt, men i skraaningerne nedover mot Dyrgrav findes i dioritbergarterne stadig større og mindre brudstykker av Vinordiabasganger, derimot aldrig hele ubrutte ganger. Ogsaa her ligger disse brudstykker gjerne efter hverandre paa en linje, visende at her engang maa formodes at ha optraadt en hel ubrutt gang av Vinordiabas.

Haavgruppens forskjellige eiendommelige utviklinger er under arbeidets gang betegnet med forskjellige navner, nemlig:

Haavvexel, hvorved forstaaes skifre, gabbrodiorit, kvartsdiorit. granit m. m. i livlig veksling paa grund av bergarternes injektion (injektionsgneis).

Haavbergarter, hvorved forstaaes gabbrodiorit, kvartsdiorit m. m., som ved sterk injektion av granit er kommet i flytende tilstand og senere er størknet som homogene bergarter. Under arbeidets gang har vi saaledes talt om Haavgabbrodiorit, Haavkvartsdiorit o. s. v.

At saadanne ved granitens paavirkning sekundært nydannede bergarter virkelig findes, synes høist sandsynlig ifølge ovenstaaende beskrivelse. Haavbergarterne er sandsynligvis kun i forholdsvis liten grad dannet ved *indsmeltning* av dioritbergarterne i granit. De synes som nævnt fortrinsvis at være dannet ved sterk injektion av granit, hvorved dioritbergarterne delvis er brutt op i en utallig mængde, hovedsagelig ganske smaa brudstykker, som helt var omflytt av granit.

Disse brudstykker er vel maaske endel indsmeltet, dog som nævnt vistnok ikke i større grad. Efter størkningen og senere metamorfose er den oprindelige brudstykkearkitektur forsvundet, saa der tilsynelatende foreligger en egen eiendommelig homogen eruptiv bergart. Enkelte steder finder man tilsynelatende porfyriske Haavbergarter: Ved nøiere studium viser de tilsynelatende indsprængninger sig imidlertid at være brudstykker. Om disse Haavbergarter maa man anta, at de, mens de var i flytende tilstand, kunde gjennembryte gangene av Vinordiabas, og dette er formodentlig grunden til, at man aldrig finder saadanne Haavbergarter gjennemsatte av hele ubrutte Vinordiabasganger. Naar granitmagmaen har brutt op ganger av Vinordiabas, saa er der altid dannet forholdsvis store brudstykker. Granitmagmaen har ikke formaaet i større grad at gjennemtrænge disse ganger av den grund, at Vinordiabasen er langt fastere og mere ugjennemtrængelig end gabbrodioriten og kvartsdioritene. Denne høie grad av injektion findes fortrinsvis i nærheten av Kongsberggranit.

Lignende fænomener kan man, omend i mindre maalestok, ogsaa finde langs grænsen av kvartsbiotitdiorit mot de ældre bergarter.

Disse forhold er dog paa langt nær endnu tilstrækkelig utredet. Saa meget er sikkert, at injektion, indsmeltning og metamorfose har virket til at omforme ældre bergarter.

Injektion og metamorfose er vistnok de to hovedfaktorer, som har virket kraftigst ved dannelsen av de mere og mindre striped gneiser og skifre; men det er mulig, at indsmeltning ogsaa har hat indflydelse, saaledes som svenske og finske geologer saa sterkt hævder for de i deres lande optrædende grundfjeldsbergarter.

Det er vistnok sikkert, at Haavgruppens bergarter i det væsentlige er av eruptiv oprindelse. Enkelte steder kan der dog være tvil derom. Det er saaledes allerede tidligere, pag. 73, omtalt, at en brudstykkebergart paa det sydlige Underberg, som er henført til Haavgruppen, maaske er av sedimentær oprindelse. Det samme gjælder om striper og linser i Haavgruppen fra flere forskjellige lokaliteter. Flere steder, saaledes i Funkelien, finder man smaa partier av granatførende glimmerskifre, hvis oprindelse er tvilsom.

I det følgende skal jeg litt nærmere omtale to bergarter, som har voldt mig meget besvær, og hvis oprindelse endnu er noget uklar.

Funkeliens kvartsdioritgneis. Denne optrær langs Funkelien øst for Underberget og har i det væsentlige kvartsdioritsammensætning, men er overordentlig fuld av tildels mikroskopisk tynde granitinjektioner. Som man kan se av følgende analyse staar bergarten nærmere kvartsdiorit end granit:

SiO ₂	75,25	pct.
TiO ₂	0,07	„
Al ₂ O ₃	13,60	„
Fe ₂ O ₃	1,33	„
FeO	1,06	„
MnO	0,05	„
MgO	0,08	„
CaO	1,77	„
Na ₂ O	3,99	„
K ₂ O	2,53	„
P ₂ O ₅	0,11	„
H ₂ O	0,38	„
		100,22 pct.

Den er særlig interessant derved, at den ikke gennemskjæres av de Vinordiabasganger, som optrær i saa stort antal kort vestenfor Funkelien; den er derimot enkelte steder fuld av brudstykker av Vinordiabas, som ofte er gennemskaaet av lyse granitiske aarer. Bergarten maa sandsynligvis antas at være en injektionsgneis, dannet av kvartsbiotitdiorit ved saa sterk injektion av Kongsberggranit, at bergarten tildels blev flytende.

Underbergets glimmerskifer. Denne kaldes i gruberne for det milde baand, hvilket av enkelte forklares ved det store indhold av biotit, som gjør bergarten løs og mild, mens andre mener, at navnet kommer derav, at baandet ofte er særdeles sølvrikt, og at altsaa „Forsynet“ her skulde ha utvist en høi grad av mildhet. Bergarten er som nævnt rik paa biotit og fører endvidere kvarts, plagioklas og litt mikroklin. Kvartsen optrær ofte i decimeterlange linser og kjørtler. Jeg har ladt utføre følgende analyse av denne bergart:

SiO ₂	66,70	pct.
TiO ₂	0,81	„
Al ₂ O ₃	10,65	„
Fe ₂ O ₃	2,89	„
FeO	2,61	„
MnO	0,39	„
MgO	2,19	„
CaO	4,12	„
Na ₂ O	3,27	„
K ₂ O	1,25	„
FeS ₂	4,59	„
P ₂ O ₅	Spor	
		99,47 pct.

Oprindelsen er som nævnt tvilsom; den sandsynligste forklaring er at anta bergarten for en injektionsgneis, dannet ved sterk injektion av den tilgrænsende kvartsbiotitdiorit i en ældre gneis, som sandsynligvis er av sedimentær oprindelse, maaske et konglomerat. I Samuels grube faar man nærmest indtryk av, at denne glimmerskifer ligger som store flak i kvartsbiotitdioriten. Det samme indtryk faar man i Herzog Ulrichs grube, hvor den kan studeres særlig godt i Kobberdypet. De mange kvartskjørtler i skiferen tyder paa, at der oprindelig har foreligget et konglomerat; i Kobberdypet er likheten med konglomerat meget iøjnefaldende.

Det milde baand paa Underberget har for liten utstrækning til at kunne kartlægges nøiagtig i maalestok 1 : 10 000. Paa kartet er det derfor ikke utskilt.

D. Baand og fahlbaand.

a. Baand.

Paa Kongsberg har man fra grubedriftens ældste tid benyttet uttrykket *baand* som betegnelse for bergarter, som veksler med hverandre. Det ligger egentlig i selve ordet, hvad der menes dermed, og for enhver, som er kjendt med lignende grundfjeldsbergarter, vil betegnelsen være meget naturlig. Man vil hyppig finde lange, oftest forholdsvis tynde, mørke og lyse striper vekslende med hverandre. Naar baand-vekslingen er særlig utpræget, saa vil bergarterne oftest være temmelig sterkt skifrige. Paa det saakaldte Overberg finder man glimmerskiferbaand, amfibolitbaand, hornblendegneisbaand og lyse gneisbaand vekslende med hverandre og likesaa paa det saakaldte Underberg. Man finder baandarkitektur utbredt næsten overalt i disse grundfjeldsstrøk.

Naar en amfibolitgang gennemskjærer en gneis, saa fremkommer baandarkitektur, og et blik paa kartet vil vise, hvor utbredt saadanne baand i virkeligheten er. Baandenes strøk er i almindelighet nordsydlig, tildels ogsaa nordvest-sydøstlig, sjeldnere nordøst-sydvestlig. De falder oftest ca. 80° Ø.

Selv om baandarkitekturen saaledes er temmelig utbredt, saa vil man dog meget snart opdage, at den i endel trakter er mere utpræget end andre steder.

I Telemarkgraniten finder man saaledes praktisk talt ikke denne arkitektur, og den er i det store og hele ogsaa litet utpræget i de store masser av gabbrodiorit og kvartsdiorit. Den er derimot overordentlig *sterkt utpræget langs grænsen av disse to sidstnævnte bergarter*.

I *Knuteformationen* finder man den nævnte arkitektur meget hyppig. Her veksler, som tidligere beskrevet, de

ældste skifre med dacitiske og andesitiske gneiser og skifre, og yngre eruptivbergarter er injicert i formationen, og man finder hyppig breccier, og da hele formationen er sterkt presset, saa er det meget naturligt, at man her finder baandarkitektur sterkt utbredt.

Det gjælder imidlertid ogsaa i Knuteformationen, at baandarkituren er *mest utpræget langs grænsen* av mægtige eruptivmasser.

I *Haavformationen* er ogsaa baandarkitektur meget utbredt, det vil endog av beskrivelsen av denne formation ha fremgaat, at denne arkitektur netop er karakteristisk for *Haavformationen*, som er dannet ved sterk injektion av yngre bergarter i ældre. Ved press vil disse injektionsbergarter tildels ha faat utpræget baandarkitektur.

Ogsaa i denne formation viser baandarkituren sig mest utpræget langs grænsen mot større eruptivmasser.

Det vil av denne beskrivelse fremgaa, at der i dette grundfjeld kan findes baandarkitektur mange steder; men at der tildels findes visse lange og forholdsvis smale baandzoner, som særlig følger ensartede bergartmassers grænser. Disse baandzoner, som altsaa indeholder en mængde større og mindre baand, kaldes paa Kongsberg i videre betydning ogsaa *baand*. Man taler saaledes om Overbergsbaandet, Underbergsbaandet, Barlinddalsbaandet o. s. v. Ved f. eks. Overbergsbaandet forstaaes saaledes den utprægede baandzone, som følger grænsen mellem to dioritmassiver og som fra *Saggrenden* kan følges over Haus Sachsen til Jondalselven.

I næste avsnit skal vises, at disse baand har hat stor betydning ved dannelsen av fahlbaandene, og i et senere avsnit om gangformationerne skal bli vist, hvilken over-

ordentlig stor betydning disse baandzoner har hat for dannelsen av de vigtige skiktningsganger.

Baandzonerne kan ha forskjellig form, beroende paa de optrædende bergarters karakter. Man kan naturlig inddele i tre typer, nemlig:

1. Baand av Overbergstypen.
2. Baand av Barlinddalstypen.
3. Baand av St. Andreastypen.

1. *Baand av Overbergstypen* (fig. 2). Det eiendommelige ved denne type er at baandzonerne paa hver side begrænses av en fast, solid og ikke synderlig baandet eller skifrig bergart. Baade

Overbergs- og Under-

bergsbaandet tilhører

denne baandtype. De be-

grænses begge av meget

litet skifrige dypbergarter.

I disse baandzoner findes,

parallel med skifrigheten,

lange fuger, i hvilke kis-

smeltmasser, vandige op-

løsninger m. m. har langt

lettere for at trænge ind

end i sidebergarterne. Av

rigtig utprægede baand av denne type kjendes egentlig kun de to ovennævnte paa Overberget og Underberget.

2. *Baand av Barlinddalstypen* (fig. 3). Denne type har kun paa én side skarp begrænsning mot en fast, solid, ikke baandet bergart. Paa den anden side findes ingen skarp grænse, idet den derværende bergart selv i større og mindre grad viser baandarkitektur.

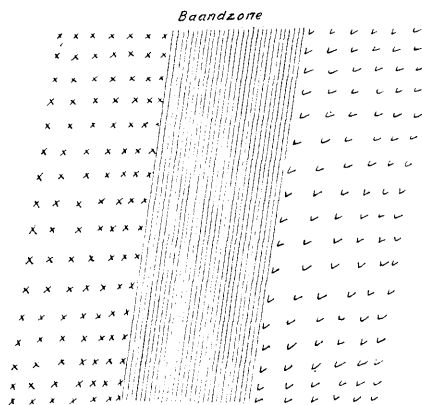


Fig. 2. Baand av Overbergstypen.
Mægtighet paa Overberget 180—900 meter.

Baandarkitekturen er gjerne mest utpræget nærmest den skarpe grænse mot den ikke baandede bergart og blir gradvis mindre tydelig fjernere fra samme grænse.

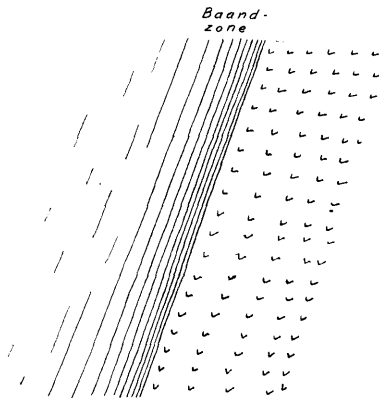


Fig. 3. Baand av Barlinddalstypen.

Barlinddalsbaandet er et udmerket eksempel paa denne type. Paa østsiden begrænses dette baand (baand-zone) skarpt av et ikke baandet massiv av gabbrodiorit og kvartsdiorit, mens der paa baandets anden side optræer Knuteformation, som selv i nogen grad er baandet. Til denne type hører bl. a. ogsaa Jonsknutens baand,

Kobbervoldenes baand og Helgevandets baand. — Dette sidstnævnte baand avgrænses til øst nogenlunde skarpt av Knuteformationens andesit, mens der til vest optræer baandede skifre og dacitiske gneiser.

3. *Baand av St. Andreastypen* (fig. 4). Denne type udmerker sig ved ikke at ha nogen skarpe grænser. Den mere eller mindre utprægede baand-zone avtar i tydelighet til begge sider. — Til denne type hører St. Andreasgrubernes baand, og de fleste baand i Haavgruppen kan vel ogsaa regnes

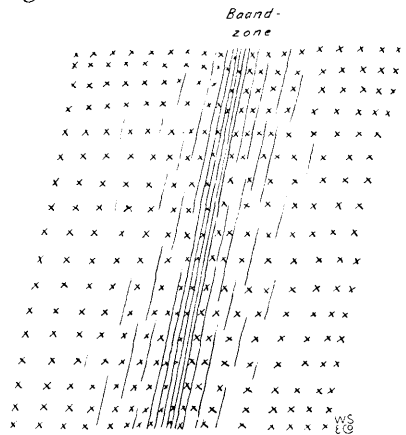


Fig. 4. Baand av St. Andreastypen.

hit; disse sidstnævnte maa dog oftest regnes som blandings-typer av de forskjellige baandformer, og de er ogsaa gjerne temmelig uregelmæssige.

b. Fahlbaand.

De særlig fra Kongsberg saa berømte fahlbaand har i tidens løp ofte været omhandlet i den geologiske literatur. Uttrykket stammer fra Kongsberg og er fra gammel tid benyttet som betegnelse paa de kisimpregnerte skifre, som er saa almindelige i disse trakter. Ordet fahl er det samme som det tyske fahl, blak; man har muligens ogsaa tænkt paa uttrykket faul, raatten, idet de rustne bergarter ofte ser raatne ut.

Der har gjort sig mange anskuelser gjældende til forklaring av fahlbaandenes genesis.

KJERULF antok, at kisen i fahlbaandene uten undtagelse stammet fra de eruptive bergarter, idet den skulde være impregneret i de omgivende skifre samtidig med og som følge av gabbroers injektion.

En av de i forholdsvis ny tid fremsatte anskuelser er av direktør CHR. MÜNSTER, som i sit arbeide om Kongsberg ertsdistrikt inndeler fahlbaandene i de *sedimentære fahlbaand* og de *magmatiske fahler*.

MÜNSTER nævner som typer paa sedimentære fahlbaand Over- og Underbergets fahlbaand, og som typer paa fahler nævnes Knutegrubernes fahle, St. Andreasgrubernes fahle og baandene syd og vest for Dronningkollen paa Vinoren.

Som bevis paa kisens sedimentære natur i Over- og Underbergets fahlbaand anfører MÜNSTER, at de nævnte fahlbaands grænser i henhold til et par hundrede observationer nøiagtig løper parallel med strøket hos de skifre, i hvilke de optrær.

Med hensyn hertil kan bemerkes, at i mange tilfælder er kisen kilt ind i skifrene i tynde plater, som ligger parallel med skifrigheten; men hyppig findes dog overskjæringer, saaledes som KJERULF og VOGT paaviser.

Videre siger MÜNSTER, at HELLANDS mikroskopiske undersøkelse avgjørende beviser den sedimentære oprindelse, idet Helland har vist, at kiskorn hyppig sitter midt inde i hornblende- eller granatkrystallerne, undertiden ogsaa i kvarts, uten at der kan sees sprækker, ad hvilke kisen kunde tænkes senere at være tilført.

Hertil kan bemerkes, at disse HELLANDS interessante oplysninger hverken taler for sedimentær eller eruptiv oprindelse, eftersom senere omkrystallisation kan ha nydannet silikater baade rundt om sedimentære og eruptive kiskorn.

Alle tilførselssprækker vil i de allerfleste tilfælder i saa sterkt metamorfoserte bergarter være sporløst forsvundet under omkrystallisationen.

Professor J. H. L. VOGT har i sin sammen med KRUSCH og BEYSCHLAG utgivne store Erzlagerstättenlehre under avsnittet om kiserne opført en egen gruppe, som benævnes *injecerte fahlbaand* og henfører Kongsbergfahlbaandene herunder, hvilket han ogsaa utvilsomt har ret i. Ti det er som VOGT siger, at man tydelig kan se, at kisen er injiceret i lange, tynde striper eller rettere sagt plater, som tildels overskjærer skifrigheten.

Ved vor geologiske kartlægning av Kongsbergfeltet er det paavist, at der i disse grundfjeldstrøk ikke findes sedimentære fahlbaand; al kis er et resultat av eruptive processer. Det kunde videre paavises, at der praktisk talt ikke er dannet kisforekomster ved eruptionen av dypbergarterne og dagbergarterne, men saagodtsom kun ved eruptionen av den

ovenfor beskrevne Vinordiabas, der som tidligere beskrevet kun optræder i form af ganger og hypabyssiske massiver.

Kisen er næsten altid injiceret i Vinordiabasernes sidebergarter; kun sjelden findes den som magmatisk differentiationsprodukt i Vinordiabaserne selv. Dette synes imidlertid i nogen grad at ha sin grund deri, at de nævnte diabaser oftest kun har ringe mægtighed.

Naar mægtigheden er meget stor, flere hundrede meter, som paa syd Vinoren, hvor man ikke egentlig kan tale om ganger, men nærmest om hypabyssiske massiver, da finder man, foruten i sidebergarterne injiceret kis, ogsaa kis som differentiationsprodukt i Vinordiabaserne, særlig langs disses grænser.

Dette er i genetisk henseende ganske interessant; ti derav fremgaar, at diabasmagmaen har indeholdt kis, og det er da en selvfølge, at den langs Vinordiabaserne i sidebergarterne injicerer kis ogsaa maa stamme fra den samme magma. I grubeområdet syd for Jondalselven har jeg praktisk talt ikke fundet kis i Vinordiabaserne selv. Al kis der er injiceret i sidebergarterne. De af MÜNSTER fra Andreasfjeld beskrevne saakaldte fahler er ikke utdifferenteret i den der optrædende gabbrodiorit, men er injiceret i samme langs grænsen af Vinordiabasganger.

Baandarkitekturen er et saa karakteristisk træk hos fahlbaandene, at det har faaet udtryk i det navn, hvormed man betegner disse kisimpregnerte bergarter. Navnet fahlbaand har ganske naturlig vundet indpas, fordi arkitekturen er baandet.

Vi skal i det følgende nærmere beskrive aarsagen til fahlbaandenes baandarkitektur. Under studier af fahlbaandene vil man meget hurtig opdage, at der er en nøje forbindelse mellem fahlbaandene og de i forrige afsnit om-

har den større eller mindre motstand, som bergarterne har budt injektionen av kis, været av væsentlig betydning.

Det har vist sig, at mægtige, seige og tunge granatbiotit-skifre altid indeholder litet kis, selv i nærheten av gjennom-skjærende amfibolitganger, og dette beror utvilsomt paa, at de har vanskelig for at sprække op. Det viser sig nemlig, at almindelige, let spaltbare, brune glimmerskifre med litet indhold av granat kan føre betydelige kismængder.

Amfiboliterne skjærer i almindelighet ikke tvers over baandzonerne, men bøier gjerne av og følger disse parallel med skifriheten et kortere eller længere stykke, før de skjærer ut i sidebergarten.

Langs grænsen mellem Andreasfjeldets gabbrodiorit og Knuteformationen, hvor det saakaldte Barlinddalsbaand findes, kan man se fortrinlige eksempler paa amfibolitgangers avbøining ind i baandzonen. Man kan der ogsaa se, hvorledes de gradvis skjærer ut av samme. Idet amfiboliterne passerer baandzonerne, sender de ofte apofyser ind i skiktfugerne.

Fahlbaandkisans tilsynelatende genetiske relation til dypbergarter (og dagbergarter). Sammenligning med magnetkisforekomsterne.

Det fremgaar klart av figurerne over fahlbaand, at man i flere tilfælder kunde komme til at tænke sig fahlbaandkisen utdifferenteret av dypbergarter og injiceret i disses sidebergarter. Hvis vi borttar amfibolitgangene av den ovenstaaende tegning (fig. 5), saa vilde der knapt kunne tænkes anden dannelsesmaate for kisen. Dette var selvfølgelig ogsaa vor første tanke.

Naar man ser fahlbaandene altid ligge langs de store bergartmassivers grænser, saa er den tanke meget nærliggende, at kisen maa være utdifferenteret og koncentreret langs disse bergarters grænser.

Amfibolitgangene (Vinordiabas) er i almindelighed saa litet mægtige, og ser ofte saa ubetydelige ut, at de ofte oversees, og man vil da let faa en falsk forestilling om fahlbaandenes genesis.

Naar derimot amfibolitgangene paa enkelte steder er svulmet ut til saa stor mægtighed, at der nærmest blir tale om hypabyssiske massiver, som f. eks. paa søndre Vinoren, da er man ikke længer i tvil om forholdet, at kisen stammer fra disse amfiboliter (Vinordiabas).

Jeg har av hensyn til analogien mellem fahlbaandene og de nikkelholdige magnetkisforekomster i den senere tid besøkt flere av de norske magnetkisforekomster, og jeg kjender desuten flere gjennom tidligere besøk. Overalt har jeg fundet stor overensstemmelse med forholdene ved Kongsbergs fahlbaandforekomster.

Da der ikke er publicert fuldstændige geologiske karter av nogen av vore magnetkisleter, saa er det selvfølgelig vanskelig at komme til et sikkert resultat; men jeg har dog grund til at tro, at ogsaa ved disse forekomster er kisen knyttet til ganger og hypabyssiske massiver av basiske bergarter, et slags hyperitiske noritganger. Ved de fleste forekomster optrær der foruten norit tildels store massiver av forskjellige slags gabbrobergarter, hvis natur endnu ikke er utredet. Mit indtryk er, at den bergart ved magnetkisforekomsterne, som kan betegnes som norit, oftest kun har forholdsvis liten utstrækning. Den maa nærmest betegnes som hypabyssisk. Ved Flaatrugen i Sætersdalen, ved Erteli

paa Ringerike, Meikjær i Bamble og Sigdals nikkelgrube fandt jeg saaledes kun smaa felter av norit. De fleste steder hadde noriten stor likhet med den grovkornige varietet av Vinordiabasen paa Kongsberg. I strøketningen gik noritmassiverne oftest over til amfibolitganger av liten mægtighet, ofte kun 1—5 meter.

Magnetkisforekomsterne staar derimot efter min opfatning aldrig i direkte genetisk relation til de i magnetkislefelterne ofte optrædende tildels store dypbergartmassiver, nemlig gabbrodiorit, kvartsdiorit o. s. v.

Likesom fahlbaandkisene paa Kongsberg har ogsaa disse magnetkiser ofte kilt sig ind i baandformede zoner langs de sidstnævnte bergarters grænser, i nogen grad ogsaa i disse bergarter selv.

At kisen er magmatisk utdifferenteret av noriterne og koncentrert langs disses grænser, dels i noriterne selv og dels i disses ældre sidebergarter, kan man, saaledes som professor VOGT har beskrevet, let iagttå.

Det er forøvrig ved magnetkisforekomsterne, likesom paa Kongsberg, en meget almindelig foreteelse, at de hyperitiske gangbergarter og hypabyssiske massiver (noritganger) netop optræer sammen med de nævnte dypbergarter, nemlig gabbrodiorit, kvartsdiorit o. s. v. Efter min opfatning gjælder det i vore magnetkislefelter særlig at kartlægge meget nøiagtig de basiske gangbergarter og hypabyssiske massiver. Man skulde da ha særlig haab om at finde kis der hvor disse gjennemskjærer baandformede, skifrige bergarter.

Jeg tror videre at ha observeret, at de her omtalte gangbergarter ofte pludselig svulmer ut paa grænsen mellem skifrige bergarter og seige gabbrobergarter, og da gangene

fører mest kis, naar deres mægtighed er meget stor, hundrede meter eller derover, saa skulde man ha særlig haab om at finde kis ved gabbrogrænser, saaledes som vist i fig. 6.

Den paafaldende mangel paa kis hos dypbergarterne i Kongsbergfeltet er et ganske eiendommelig træk. Man skulde

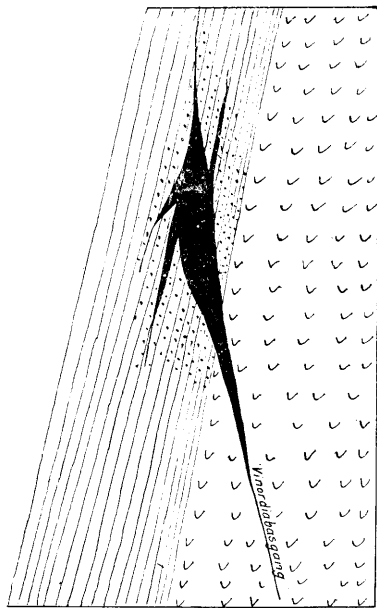


Fig. 6. Kis langs grænsen av et litet massiv av Vinordiabas, som netop optræder ved grænsen mellem gabbrodiorit og en baandzone.

ha ventet, at gabbrodioriten, som er en særlig basisk bergart, hadde utskilt kis langs sine grænser, og det vilde ogsaa være ganske naturligt at finde kis langs grænsen av de mere basiske kvartsdioriter.

Nu kunde man selvfølgelig kun vente at finde kis langs primære bergart-grænser, altsaa kun langs grænser mot ældre bergarter. Betragter man vort geologiske oversigtskart, saa vil man se, at de primære grænser i almindelighed kun er opbevaret for graniternes og de surere kvartsdioriters vedkommende, mens gabbro-

diorit kun viser primær grænse mot Knuteformationen, og det maatte da særlig være langs saadanne grænser, at kisforekomster, magmatisk utdifferenteret av gabbrodiorit, maatte være at finde. Det har imidlertid, som tidligere nævnt, vist sig, at ogsaa disse grænser er meget kisfattige, undtagen netop langs overskjærende amfibolitganger.

Det kan ha sin interesse i denne forbindelse at omtale, at en genetisk relation mellem kis og basiske gangbergarter ikke er ukjendt ved kisforekomsterne i vort lands metamorfe, kambrisksiluriske formationer. De senere aars grubedrift i disse trakter har bragt mange eksempler paa, at kisen optræer nær gangformige intrusiver av amfibolit. For Sulitelmafeltets vedkommende har overdirektør HOLMSEN hyppig kunnet konstatere dette, og ingeniør A. BUGGE har ogsaa gjort saadanne iagttagelser. HJ. SJÖGREN¹ kart over Sulitelma er i denne henseende av stor interesse.

Under mine arbeider i Trondhjemsfeltet har jeg flere flere steder iagttaget kisforekomster langs basiske gangbergarter.

At der maaske er genetisk relation mellem disse amfiboliter og visse graniter, dioriter og gabbroer er et andet spørsmål, som her ikke skal berøres.

Det er derfor maaske et ganske almindelig fænomen, at sulfidiske ertser er knyttet til basiske gangbergarter og hypabyssiske bergarter.

Mellem de større forekomster av nikkelholdig magnetkis og fahlbaand av Kongsbergtypen har jeg set en række mellemlid, og det er derfor sandsynlig, at forskjellen mellem fahlbaand og de større kisforekomster av den nævnte type ikke er av genetisk, men nærmest kun av kvantitativ natur, idet fahlbaandene knapt kan siges at være avbygningsverdige.

Kisføringen i fahlbaandene er i almindelighet ikke stor. Paa Overberget og Underberget findes i større gjennemsnittsprøver sjelden over 4 til 5 procent kis. Kisgehalten i fahl-

¹ G. F. Förh. No. 201, bd. 22, h. 5. Stockholm 1900.

baandene er som regel størst nærmest amfibolitgangene og avtar mot siderne, saaledes at i 20 til 30 meters avstand fra ganggrænserne er kisgehalten som regel kun liten.

Ved de forholdsvis smale amfibolitganger paa faa meters mægtighet kan ikke merkes nogen særlig forskjell i kismængden, enten amfibolitgangen er bred eller smal. En gang paa 1 meters mægtighet kan saaledes ha git samme kismængde i fahlbaandene som en gang paa f. eks. 8 meters mægtighet. I det store og hele har dog vistnok ganger av meget stor mægtighet git mere kis end de smale ganger.

De flere hundrede meter mægtige diabasganger paa Søndre Vinoren har saaledes git langt kisrikere fahlbaand end de smalere ganger i det sydligere Kongsbergfelt. Der kan paa Søndre Vinoren findes mægtige fahlbaand, som tildels kan holde 20 pct. kis og mere.

I grubefeltet syd for Jondalselven er det kun faa steder, at man finder saa kisrike fahlbaand. Der kan her særlig merkes fahlbaandene ved *Verlohrne Sohn grube* mellem Korbo og Kobbervoldene og ved *Brennaasgruberne* nordvest for Korbo.

Av fahlbaandertser findes foruten *magnetkis* ogsaa litt *kobberkis* og *koboltglans* samt tildels litt *magnetit* og *titanjern*. Litt *arsenkis* findes enkelte steder, saaledes ved Jonsknutskjærpene (se Deichmann).

Magnetkisen fører litt nikkel. Som forvittringsprodukt er *erytrin* og *malachit* tildels at se. Kobberkis optrær særlig enkelte steder i Underbergsbaandet, saaledes ved *Herzog Ulrichs grube* og *Samuels grube*. *Kisgruben*, Verlohrner Sohn grube og Brennaasgruberne er anlagt paa kislinser, som fører litt kobber, dog knapt over 1½ pct.

Kobberglans og *broget kobber* er meget sjeldne i fahlbaandene, *blyglans* likesaa; zinkblende kan stundom optræ i litt større mængde.

Direktør CHR. MÜNSTER¹ har beskrevet fahlbaandertsene indgaaende. Om sølvgehalten siges pag. 39, at *Kobbervoldenes* fahlbaand fører 0,00055 pct. sølv. Næsten ren svovlkis fra *Verlohrner Sohn* viste 0,00046 pct. sølv, fra *Kisgruben* 0,0015—0,0020 pct. sølv. Fahlbaandprøver fra *Overberget* viste 0,0003—0,0005 pct. sølv. Sølvgehalten indeholdes i fahlbaandkisene; der optræer ikke særlige sølvminerale i fahlbaandene. MÜNSTER nævner, at av 5 prøver fahlbaand fra *Modum* viste de 4 kun spor av sølv, den 5te prøve 0,001 pct. sølv. Kobberkis fra *Vinoren* viste 0,2 pct. sølv.

Til denne sidste prøve maa dog bemerkes, at kobberkis som nævnt selv er en forholdsvis sjelden erts. Forøvrig viser fahlbaandene paa *Vinoren* ikke høi sølvgehalt, og som regel kan siges, at *fahlbaandene ved Kongsberg* er meget sølvfattige.

Det drag av fahlbaandforekomster, som stryker fra *Kongsberg* over *Vinoren*, gjenfindes ogsaa længer nord i *Lyngdal* og i *Sigdal*, og det er vistnok en fortsættelse av dette drag, som er kjendt endnu nordligere, nemlig i *Soknedalen*. Det er at merke, at de i dette drag optrædende kiskeforekomster er forholdsvis fattige paa nikkel, derimot fører de ofte temmelig meget kobber og merkelig nok ogsaa adskillig zinkblende.

¹ *Kongsberg* ertsdistrikt.

E. Kongsbergdiabas.

I Kongsbergfeltet optræder som nævnt diabasganger, som efter al sandsynlighed er af postsilurisk alder. De har til dels en mægtighed af flere meter og er da i midten temmelig grovkornige, nærmere grænserne mot sidebergarterne porfyritiske og ved selve grænserne finkornige til tætte.

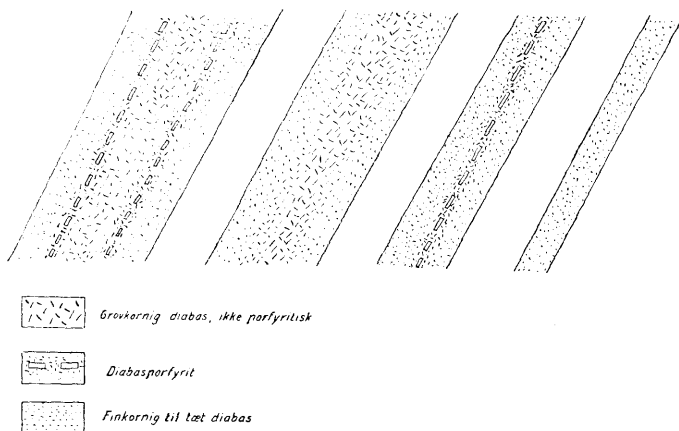


Fig. 7. Ganger af Kongsbergdiabas med henholdsvis tæt til finkornig, porfyritisk og grovkornig struktur.

Hos enkelte ganger mangler den grovkornige midtzone, og denne er da ofte porfyritisk, mens randzonerne er finkornige eller tætte.

Ganske hyppig findes ogsaa ganger uden porfyritstruktur. Naar saadanne ganger er flere meter mægtige, saa er de grovkornige i midten og finkornige til tætte ved grænserne. De ganger, som er litet mægtige, ca. 0,5 meter og derunder, er oftest meget finkornige eller tætte.

Diabasgangene indeholder følgende mineraler:

Plagioklas,

spor av kvarts,

klorit (al pyroxen er kloritiseret),
stundom endel hornblende,
epidot, klinozoisit og muskovit,
svovlkis,
jernertser,
kalkspat.

Strukturen er utpræget oftisk, idet plagioklasen er idiomorf mot de mørke mineraler, som udfylder mellemrummene mellem plagioklaslisterne.

Plagioklas optræer i stor mængde i velbegrænsede lister med tydelig albittvillingstripning, stundom ogsaa med periklinstripning; den er ofte sterkt omvandlet til epidot, klinozoisit, kalkspat og muskovit.

Plagioklasens anortitgehalt er bestemt i diabas fra Kongens grube saaledes:

a-snit,

$\alpha' : M = 35^\circ, 1$, optisk positiv,

$\alpha \text{ pl.} > n \text{ kanadab.}$, altsaa 63 pct. anortit.

Kvarts optræer tildels som smaa korn i mellemrummene mellem plagioklaslistene.

Klorit optræer i stor mængde, idet de mørke mineraler næsten altid er helt kloritiseret.

Hornblende har jeg fundet som langagtige stængler i diabas fra Haavet vest for Kongsberg.

Den viste følgende absorptionsfarver:

γ — grøn brunlig,

β — lys gulbrunlig,

α — lys gul,

$\gamma > \beta > \alpha$,

$c : \gamma = 15^\circ, 5$.

Pyroxenen er altid helt kloritiseret.

Jernerts og *svovlkis* optræer i stor mængde.

Kongsbergdiabasgangene har i alle henseender samme utseende som Kristianiafeltets postsiluriske diabasganger. Det har forøvrig længe været kjendt, at diabasgangene fra Kristianiafeltet ogsaa gennemskjærer enkelte av de grundfjeldstrøk, som omgir det nævnte felt, og der er da ogsaa al grund til at anta, at Kongsbergdiabaserne stammer fra Kristianiafeltets magmaer. Det direkte bevis skulde faaes ved at følge en av Kongsbergdiabasgangene fra gruberne vest for Laagen og ind i Kristianiafeltets siluriske lag. Dette har ikke direkte kunnet gjøres, da gangene næsten altid løper i vestsydvestlig retning, parallel med Kristianiafeltets grænse. Derimot har vi fulgt en diabasgang fra Jøranrud zinkgruber paa Eker ind i siluriske lag, og vi har ogsaa fulgt andre diabasganger fra Kongsberggruberne til henimot Jøranrud. Ved at gaa fra Kongsberggruberne i sydlig retning over grundfjeldet og indover de siluriske lag passeres mange diabasganger, dels i grundfjeldet, dels i de siluriske lag, og da alle disse ganger fuldstændig ligner hverandre baade makroskopisk og mikroskopisk, kan der neppe være tvil om, at de alle er postsiluriske. Dette er i ældre tid bl. a. hævdet av bergmester MEIDELL.

De nordligste av Kongsbergfeltets diabasganger findes paa nord Vinoren i en afstand av 30—40 kilometer fra Kristianiafeltet. Det er dog efter forskjellige oplysninger, som jeg har mottat, sandsynlig, at der findes diabasganger ogsaa længer nord i Numedalen. Noget bestemt herom kan jeg dog ikke meddele.

Kongsbergdiabasgangene er ofte fulgt langt i strøkretningen. Det synes saaledes at være samme diabasgang, som

optrær ved Braaten paa Meheia og ved Jøranrud øst for Kongsberg, hvilke steder ligger 15 kilometer fra hverandre. De diabasganger, som kan følges langt, er oftest mægtigst, gjerne 2—3 meter. Dog er mægtigheten variabel og kan gaa ned til faa decimeter. Fra de lange diabasganger utsendes talrike apofyser.

Kongsbergdiabasgangen's fald mot dypet kan studeres i flere gruber. Oftest falder de steilt, 80° til 90° , men faldet varierer meget og kan tildels være 50° til 60° . Stundom optrær Kongsbergdiabasganger og ertsganger i samme spalte.

De her omtalte diabasganger forvitrer noksaa let, og der er derfor langs diabasangene ofte eroderet lange render og stundom ogsaa smaa daler.

II. Gangformationerne.

Indledning.

Hovedmængden av sølvførende ganger findes langs Numedalslaagens vestside i en zone, som avgrænses av Laagen til nord og øst, av Telemarkgraniten til vest og den kambrisk-siluriske formation i Hedenstad til syd. Utenfor denne zone findes ganske rike sølvførende ganger øst for Laagen ved Ramberg i Flesberg; men der er forøvrig kjendt saadanne ganger øst for Laagen helt fra Holtefjeld i nord til henimot Skollenborg og Krekling i syd.

Der vil i det følgende endvidere bli nævnt endel om nogle smaa forekomster av lignende ertsførende ganger fra trakter, som ligger mere fjernt fra Kongsberg, nemlig visse trakter nær Krøderen og Arendal.

Av *literatur* kan særlig henvises til de i literaturlisten nævnte arbeider av ANDRESEN, VOGT, MÜNSTER, SUNDT m. fl.

Der foreligger i det hele litet om gangformationernes geologi. De fleste forskere har holdt sig til beskrivelse av gangenes mineralogi, saa naar undtas et par arbeider om gangenes gjensidige aldersforhold, saa foreligger der meget litet om disse for grubemanden saa vigtige spørsmåal.

En kort oversigt over de sølvførende ganger er gjentagende gange levert av professor dr. J. H. L. VOGT, saaledes

sidste gang i Beyschlag, Krusch, Vogts „Erzlagerstätten“, Band II, pag. 154—160.

VOGT nævner først, at Kongsbergs ertsganger er yngre end alle grundfjeldsbergarter, og endvidere at de er yngre end de postsiluriske diabasganger og fremholder muligheten av en forbindelse mellem ertsgangene og indsynkningerne i det nærliggende Kristianiafelt. Den efter gangdannelsen foregaatte denudation anslaaer VOGT til ca. 3 km., og da den dypeste grube er over 900 meter dyp, saa skulde ertsavsætningen i de dypeste gruber være foregaat i et dyp av ca. 4 km. under den daværende overflate.

Kongsberggangene beskrives som normale ertsganger, nærbeslegtet med gangene paa St. Andreasberg i Oberharz. Den væsentlig av kalkspat ledsagede og med denne temmelig jevngamle sølverts kan kun være dannet av vandig og efter al sandsynlighet av kulsur opløsning.

Kongsbergs ertsganger er kalkspatganger med gedigent sølv. Gangene skjærer tvers over skifrene og blir lokalt ædlere i fahlbaandene. Den absolut viktigste erts er gedigent sølv i traad-, mos- eller plateform og kun undtagelsesvis i krystaller. Leilighetsvis finder man blokker av betydelig størrelse (maksimalvegt 500 kilo). Stundom udmerker sølvet sig ved en liten og vekslende kviksølvgehalt, som sjelden naar 2 pct., men oftest holder sig under $\frac{1}{2}$ pct. Guldgehalten i det gedigne sølv er paafaldende liten og beløper sig gjennemsnittlig til 0,002—0,005 pct.

Gyldisk sølv er fundet paa kvartsførende ganger som en mineralogisk sjeldenhet.

Ved siden av gedigent sølv forekommer sølvglans, stundom i blokker av indtil over 100 kilos vegt; i det hele leverer sølvglans en eller nogle procent av den hele sølv-

produktion. Kun en sjelden gang har man truffet gangpartier, som paa en kort strækning har ført overveiende sølvglans ved siden av gedigent sølv eller begge mineraler i omtrent samme forhold.

Rødgyldigerts er en stor sjeldenhet, og andre ædle ertser som stephanit er kun fundet enkeltvis. Zinkblende, blyglans (sølvfattig), kobberkis, svovlkis og magnetkis forekommer kun i meget ringe mængde paa gangene.

Det viktigste gangmineral er kalkspat; i 2den linje følger flusspat — begge ofte i vakre krystaller — og kvarts. At merke er videre tungspat, axinit, adular, albit, klorit, bergkork og prehnit med forskjellige zeoliter som apophyllit, desmin, stilbit, harmatom, laumontit. Endvidere antracit (bekblende).

Aldersfølgen er hyppig følgende: Paa en første kvarts-generation følger de fleste sulfider, deriblandt ogsaa hovedmængden av sølvglans. Omtrent jevngammel med denne er den ældre kalkspat, derpaa dannet der sig flusspat med adular, albit og tungspat, forskjellige kalkspater og tilslut zeoliter, svovlkis og den yngste kalkspatgeneration. Sølvglansen og dennes omdannelse til gedigent sølv tilhører en av de ældste faser i mineraldannelsen.

Vogts anskuelse om sølvglansens reduktion til gedigent sølv har jeg referert i et senere avsnit, se pag. 186.

Ertsgangene er oftest kun litet mægtige, papirtynde til 10 cm., sjelden er de over 30 cm. De stryker fortrinsvis mot vestsydvest, altsaa tilnærmelsesvis lodret paa strøket av de krystallinske skifre. Enkelte saakaldte skiktningsganger stryker parallel med skifrene.

En over hundreaarig erfaring har godtgjort, at gangenes sølvføring udelukkende eller næsten udelukkende er be-

grænset til de dele av gangflaterne, hvor gangspalterne gjennomskjærer fahlbaandene. De almindelige ganger, som gjennomskjærer fahlbaandene paa tvers, sætter ogsaa ind i de tilgrænsende kisle bergarter, men er her efter vor hittil opnaadde erfaring sølvfattige eller sølvfrie, idet sølvføringen kun fortsætter 5 høist 10 meter utenfor fahlbaandzonen.

Denne oversigt av VOGT er en god fremstilling av det, som man hittil har vist angaaende de sølvførende ganger.

Det kan samtidig være av interesse at minde om de i indledningen til den geologisk-petrografiske del omtalte, alt i lang tid kjendte, sulfidiske kvarts- og kvartskalkspatganger i Ekergrundfjeldet.

Ikke netop over disse ganger, men over fuldstændig lignende, vil man finde en beskrivelse av professor VOGT, nemlig i de i literaturoversigten nævnte arbeider „Norske Ertsforekomster“ og „Erzgänge zu Traag in Bamble“. Det bør her ogsaa nævnes, at de inde i Kristianiafeltet optrædende ertsforekomster ved Konnerud, i Hakedalen o. s. v. med hensyn til erts- og mineralføring viser mange likhetspunkter med de ovennævnte i grundfjeldet rundt Kristianiafeltet optrædende ertsganger. Professor dr. V. M. GOLDSCHMIDT har i sit arbeide om kontaktmetamorfosen i Kristianiafeltet git en beskrivelse av disse konkaktertsforekomster, som for Kongsberggeologer er av den allerstørste interesse.

I det følgende skal der bli levert en redegjørelse for resultatet av kartlægningen.

Denne er dels foregaat i gruberne, hvor der er arbeidet i den vanlige maaletok, 1:400, dels i dagen i maalestok 1:10 000 for det engere grubefelts vedkommende og i maale-

stok 1:25 000 utenfor dette felt. Det arbeide, som skulde gjøres, har været meget omfattende, idet antallet av erts-ganger i Kongsbergfeltet kan tælles i tusener. Gangenes strøk, fald og længde i felt er undersøkt saa godt som det har ladt sig gjøre. Derpaa er forholdene forsøkt anskueliggjort i profiler, og særlig disse sammenholdt med baand-kartene har bergmesteren fundet at være nyttige for driften. Foruten de ovennævnte observationer har det selvfølgelig ogsaa været nødvendig at notere gangenes forskjellige erts- og mineralindhold.

Kartlægningen i gruberne har krævet den længste tid; men ogsaa arbeidet i dagen har været ganske betydelig. Uten tvil gjenstaar der dog endnu meget arbeide, særlig da i de gamle gruber, som man nu er i færd med at gjenopta, og som hittil har været utilgjængelige.

Det som jeg har fundet er noget av det eiendommeligste ved gangforholdene i Kongsbergfeltet er det høist forskjellige indtryk man faar ved at studere gangene indenfor baandzonerne og utenfor samme.

Ved at vandre omkring i baandzonerne i dagen og i gruberne faar man det indtryk, at det i Kongsbergfeltet er kalkspatganger som dominerer, mens man ellers rundt om i feltet hovedsagelig finder kvartsganger og kalkspatholdige kvartsganger, men forholdsvis faa rene kalkspatganger.

I enkelte gruber, saaledes paa det nordlige Underberg, vil man rigtignok ganske hyppig finde tildels særdeles mægtige kvartsganger; men i det store og hele er dog kalkspatgangene langt hyppigere.

Utenfor baandzonerne, i hvilke jo gruberne er beliggende, finder man en række store og mægtige ganger, som er meget forskjellige fra gangene i baandzonerne, dels ved

deres større mægtighet, dels derved at deres vigtigste gangarter er kvarts, hvorhos de fører endel kalkspat samt mere og mindre svovlkis, kobberkis, zinkblende, blyglans m. m. Stundom sees i kvartsgangspalterne eller i disses nærhet en gang av gulhvit kalkspat, som oftest uten erts.

Disse kvartsganger udmerker sig stundom ved at være rike paa flusspat.

Tungspat optrær paa specielle tungspatganger og ser fortrinsvis ut til at optræ i baandzonerne.

Man kan inddele gangene i feltet i to generationer, nemlig:

Første ganggeneration.

Anden ganggeneration.

Den første og ældste ganggeneration bestaar av kvarts og kvartskalkspatganger, i underordnet grad ogsaa av forholdsvist rene kalkspatganger, og den indeholder tildels ogsaa en betydelig mængde flusspat.

Den første ganggeneration indeholder endvidere en række sulfidiske kobber-, zink- og blyertser, som næsten altid har vist et betydelig indhold av sølv.

Den anden og yngre ganggeneration bestaar væsentlig av kalkspat, bariumholdig kalifeldspat, zeoliter, kalcedonagtig kvarts m. m., og den indeholder ertser av gedigent sølv, sølvglans m. m. og omfatter alle Kongsbergfeltets egentlige sølv-ganger, og det er i virkeligheten kun denne generations ganger, som hittil har vist sig lønsomme at av bygge ved grubedrift.

Flusspatgangene i feltet tilhører uten tvil første generationsgangene. Rigtignok finder man stadig flusspat ogsaa paa anden generationsgangene, men altid kun i underordnet mængde. Med hensyn til tungspatgangene saa tilhører disse

vistnok anden generation; men dette er dog endnu ikke bragt helt paa det rene. I det følgende skal de bli beskrevet under denne generation.

Gangene av første generation kan oftest betegnes som kvartsbreccieganger eller uten videre som kvartsganger. *De optrær, som allerede antydnet, fortrinsvis utenfor baand-zonerne; gangene av anden generation finder man derimot helt overveiende i disse zoner..*

Dette forhold skal bli nøiere beskrevet i et senere avsnit.

Aldersforhold. Med hensyn til aldersforholdene saa har det flere steder kunnet paavises, at gangene av første generation er ældre end de postsiluriske diabasganger (Kongsbergdiabas).

I den *første jernbaneskjæring* sydvest for Sandsværmoens holdeplads sees en diabasgang at gjennomskjære en kvartsgang av første generation. Ogsaa fra andre lokaliteter kjendes det samme aldersforhold, og det er derfor vistnok sikkert, at *første generationsgangene er ældre end de postsiluriske diabasganger*¹.

I beskrivelsen av Aaslandgangen vil bli omtalt, at denne gang fører *brudstykker av den kambrisk-siluriske formation*, og disse ganger er derfor med sikkerhet *yngre end den nævnte formation*.

Da *gangene av anden generation* i lange tider har været gjenstand for grubedrift, saa er disse ganger selvfølgelig langt bedre studeret end gangene av første genera-

¹ I senere tid har jeg fundet kvartsbreccieganger med brudstykker, som muligens stammer fra postsiluriske diabasganger, og i saa fald er det sandsynlig, at gangene av første generation ikke blot er dannet før diabasernes eruption men tildels ogsaa efter.

tion, som kun har været avbygget i endel mindre gruber øst for Laagen. Det er derfor allerede for lang tid siden paavist, at *anden generationsgangene gennemskjærer de post-siluriske diabasganger*.

Jeg har i tidens løp set en mængde beviser herfor, og ligeledes for at anden generationsgangene gennemskjærer første generation.

I 912 meters dyp i Kongens grube kan man se kalkspatganger av anden generation gennemskjære en kvartsgang av første generation. Naar der dels i literaturen og dels ogsaa ellers har været hævdet, at enkelte sølvførende kalkspatganger er ældre end diabasgangene, saa beror det derpaa, at anden generationsgangene tildels har trængt ind i den ældre generations gangspalter, hvorved denne generations ganger i større og mindre grad er omdannet til saakaldte hovedganger, som næsten altid har vist sig sterkt sølvførende.

Alderen av disse hovedganger er derfor naturligvis vanskelig at studere og kan kun sikkert bestemmes paa steder, hvor den ældre gang ikke er sterkt omsat ved indvirkning av opløsningerne fra anden generation. Kongens grubes hovedgang er av enkelte bestemt som ældre end de post-siluriske diabasganger, av andre derimot som yngre, mens forholdet i virkeligheten er det, at der i samme gangspalte optrær begge ganggenerationer.

A. Ganger av første generation.

Paa det geologiske oversigtskart er disse ganger indtegnet i den utstrækning, som det har været mulig at opgaad dem. For oversigtens skyld har jeg ogsaa indtegnet dem

paa kartet i maalestok 1:60000 og har da medtat endel av de ganger, som jeg kjender øst for Laagen i Ekergrundfjeldet. Det har vist sig, at de ganger, som er bearbeidet paa kobber, zink, bly m. m. rundt om i Kongsbergfeltet, særlig da paa Eker, er identiske med disse sulfidiske kvartsganger, som jeg i saa stort antal har fundet i det engere grubefelt mellem Laagen, Kobberbergselven og Jondalselven. Mineralføringen, ertsindholdet, mægtigheten og gangenes hele utseende er i høi grad ens baade i feltet vest for Laagen og i det østlige Ekerfelt og forøvrig overalt, hvor jeg har fundet denne gangtype.

Øst for Laagen har man som nævnt i lange tider kjendt disse ganger. Vest for Laagen er de ogsaa tildels fundet i ældre tid. Direktør MÜNSTER har saaledes omtalt kvartsganger i „Kongsberg ertsdistrikt“. Hans kvartsganger av typus II, endel skiferspatganger, og de som 3dje sort kvartsganger anførte ganger, kan efter min opfatning for en væsentlig del henføres hit.

Den som forresten synes at ha hat bedst kjendskap til disse ganger er vistnok L. SUNDT¹, som har skrevet en meget interessant avhandling om kvartsganger m. m. SUNDT har i sin ungdom gaat op flere saadanne og beskriver dem ganske træffende.

Strøket av gangene av første generation er oftest temmelig nøiagtig W 25° S—Ø 25° N. De stryker saaledes noget mere vestlig end Kristianiafeltets hovedforkastning mellem Krekling og Hedenstad. Endel av gangene følger grundfjeldsbergarternes skifrihet og blir at betegne som *skiktningsganger*. Av saadanne kjendes flere; de to betydeligste har jeg git lokalnavner, nemlig:

¹ 1. c. 1907.

1. *Lurdalsgangen*.

2. *Funkeligangen*.

Begge disse ganger har betydelig mægtighet, endog 10 meter og mere.

Lurdalsgangen stryker langs Lurdalen over Tiggerud, Bygmesterpladsen, Kjennerudvandet, Rødskjærpene og videre i temmelig ret linje over Sætra paa Drammensveien, langs Stertebakkens vestside til Laagen i nærheten av Gomsrud, og den fortsætter vistnok videre, men kan ikke iagttas paa grund av de store mængder av grusfyldning langs Laagen.

Funkeligangen har jeg fulgt fra Knoffemyren nordover gjennom Funkelien og Kvartsdalen.

Forøvrig kan mindre skiktningsganger av denne type sees ganske hyppig, særlig i Haavgruppen og Knuteformationen.

De tverstrykende ganger ($W 25^{\circ} S$) er for en stor del ogsaa fulgt ganske langt i strøkretningen. Jeg har git disse ganger navn efter den lokalitet, hvor de er fundet mest typisk utviklet. Der er vest for Laagen ialt fundet 19 ganger, nemlig 16 i det engere grubefelt og 3 søndenfor Kobberbergselven. Paa Vinoren er gangene endnu ikke kartlagt; øst for Laagen og søndenfor Kobberbergselven gjenstaar ogsaa meget arbeide. De ovenfor nævnte 17 ganger er følgende:

1. *Jondalsgangen*.

2. *Tangentjerngangen*.

3. *Juelgangen*.

4. *Nydamgangen*.

5. *Morgenstjerne—Fortunagangen*.

6. *Louisehouggangen*.

7. *Geschwornergangen*.

8. *Gottes Hülfe*gangen.
 9. *Raaen*gangen.
 10. *Willen Gottes*gangen.
 11. *Trefoldighets*gangen.
 12. *Melle*berggangen.
 13. *Kors*gangen.
 14. *Sophie Hedevigs kvartsgang*.
 15. *Samuels kvartsgang*.
 16. *Kongens grubes kvartsgang*.
 17. *Lassedals*gangen
 18. *Aasland*gangen
 19. *Ljøterud*gangen
- } syd for Kobberbergselven.

1. *Jondals*gangen.

Den er fundet ved gaarden Hagen i Jondalen, men jeg har desværre ikke faat tid til at opgaa den nøiere. Sandsynligvis følger den mot vest omtrent Jondalselven. Formodentlig kan gangen ogsaa østover følges langt, da den ved Hagen har en mægtighed av 1—2 meter og har jevnt strøk. Den stryker maaske østover gjennem det saakaldte Lurdals-skar og over mot Skaragruberne. Gangen er sterkt brecciet. Der var litet kalkspat at se. Gangarten var i det væsentlige kvarts sammen med en mængde brudstykker av sidebergarten.

2. *Tangentjern*gangen (Langekjern ældre betegnelse).

Denne gang sees tydelig ved Tangentjerns østside som en vanlig kvartsbrecciegang. Formodentlig er det den samme gang, som er kjendt fra Sophie Magdalenagruben paa Underberget, og hvorav der i den ved gruben liggende berghald kan sees mange stuffer. Det er vistnok ogsaa den samme gang, som tildels sees opigjennem den saakaldte Kunstbækdal

vest for Overberget og i vestsiden av Kongens dam samt i Flusspatdalen nord for Jonsknuten.

I sidstnævnte dal er den fundet for lang tid siden og er blit ganske berømt paa grund av det temmelig store indhold av vakker, oftest lysegrønlig flusspat. Ved siden av flusspat optrær kvarts og kalkspat. Mægtigheten er her øiensynlig tildels optil flere meter.

Flusspatdalen og Kunstbækdalen er vilde og vanskelig tilgjengelige.

Langs denne gang ligger gruberne:

Langekjern eller Tangentjerngruberne, som ogsaa kaldes Prins Carls gruber;

Sophie Magdalena og Gamle Segen Gottes gruber paa Underberget;

Kronprinsen og Gud med Kronprinsen paa Overberget.

3. *Juelgangen.*

Denne gang kjendes kun fra Underbergstollen og de tilhørende berghalder. I stollen ved Juels grube sees to ganger, en ca. $1\frac{1}{2}$ meter mægtig nordfaldende gang og en ca. $\frac{1}{2}$ meter mægtig sydfaldende gang, som vistnok er en apofyse fra den nordfaldende. Det er vistnok samme gangdrag, som sees i Overbergstollen nord for Haus Sachsen grube.

4. *Nydamgangen.*

Denne gang er fulgt omtrent sammenhengende fra Helgevandsgruberne over Nydammen til store Sachsen dam paa Overberget, og det er utvilsomt den samme gang, som kjendes fra Underbergstollen ved Blygangen. Efter strøket at dømme er det denne gang, som sees i Kvartsdalen ved Kvartsdalsgruben, hvor den maaske forener sig med Juelgangen. Der er for overdækket til at kunne siges noget

bestemt. Videre er gangen fulgt av L. SUNDT til henimot Dyrgrav, hvor den sees med over en meters mægtighet nord for Futentasbakkerne.

I Laagendalføret er det uraad at se noget til gangen; men i samme strøketning gjenfindes kvartskalkspatganger paa Sulusaasen øst for Laagen, og det er ikke umulig, at det er den samme gang, som sees ved Kjennerud sølvgrube og i østsiden av Svartkulp nord for Kjennerudvandet, hvor der har været skjærpet paa kobberkis. Ved Helgevandsgruberne sees gangen i malmveien over Helgevandsaasen, videre i skjærp ved Jonstjernbækken, videre i skjærp nord for Knutehaavet, samt ca. 300 meter syd for Davidsdam. Ved Nydammen sees gangen tydelig, derimot er den meget utydelig ved Overbergsbaandet. I Blygangsgruben har gangen en mægtighet av ca. 6 meter; i almindelighet er den 1—2 meter mægtig. Gangene stryker næsten altid gjennom et skar eller over en myr, og de optrær oftest i et bækkeleie.

Malmføringen er paa sine steder ganske betydelig. Syd for Davidsdam er der skjærpet paa kobberkis og zinkblende. I Blygangens grube er der ogsaa endel malm paa denne gang, særlig da blyglans.

5. *Morgenstjerne—Fortunagangen.*

Dette er ikke en ren kvartsgang, den burde maaske heller kaldes en kalkspatgang, idet der er større indhold av kalkspat end kvarts. Forøvrig fører den ganske meget fluspat og tildels endel sulfidiske ertser. Den sees i Fortuna-grubens dagaapning samt i de sydligste Morgenstjerneskjærp.

6. *Louisehouggangen.*

Dette er en av feltets merkeligste ganger. Den kjendes i en av de nordligste Knutehaavsgruber, som netop er drevet

paa denne gang; videre sees den i veien fra Louisehoug til Henschensæteren, hvor den ogsaa ledsages av tungspat, videre ved nogle smaa skjærp ca. 30 m. vest for Ny Sachsen veien, likeledes i et skar som skjærer nedover Louisehougs vestskraaning, i bækken fra Morgenstjerneredammen ved krydset med den saakaldte Telefonvei, i Salomon grubes dag-aapning, mellem Hanibalsløkken og Kvartsdalen, hvor der er skjærpet paa gangen. Fra det sidstnævnte sted er den omtalt av direktør MÜNSTER som skiferspatgang. Videre kjendes gangen ca. 100 meter syd for Rundetjern, videre syd for Underbergstollens mundloch, og det er uten tvil den samme gang, som sees i vestskraaningene av Sulusaasen østnordøst for Hellebæk, og den samme gang, hvorpaa man ved Kjennerudvandets østside (øst for Laagen) har drevet grubedrift paa kobber, zink og bly. Det er vel ogsaa den samme gang, hvorpaa der er drevet ved Fiske-løs, øst for Kjennerudvandet. Gangen er i det store og hele at betegne som en kvartsbrecciegang; dog indeholder den ofte ganske meget kalkspat, særlig i krydset med baandene. Tildels sees en gang av gul kalkspat i gangens nærhet, saaledes ved Haniballøkken. I Sulusaasen, øst for Hellebæk, er der skjærpet paa denne gang. I skjærpet sees foruten kvarts som gangart ogsaa forholdsvis store mængder kalkspat, men kun litet flusspat.

Malmføringen paa denne gang er gjennomgaaende høi. Næsten de fleste steder paa gangen finder man betydelige mængder svovlkis, desuten ganske meget kobberkis og endel zinkblende, men kun litet blyglans.

Gangen har foruten i Sulusaasen og ved Kjennerudvandet ogsaa flere andre steder, navnlig i Barlinddalen, git anledning til skjærpning paa kobber.

Mægtigheten er høist forskjellig, utenfor baandene oftest 1 meter, men stundom flere meter; tildels er den ogsaa ganske smal, særlig da i baandzonerne.

7. *Geschwornergangen.*

Denne er maaske en fortsættelse av Morgenstjerne—Fortunagangen, som da i tilfælde maatte krydse Louisehougangen. Den stryker foruten gjennom Geschworner grube ogsaa gjennom enkelte av de skjærp, som ligger mellem Gamle og Nye Herzog Ulrichs pukverk. Den er i krydset med Underbergsbaandet en temmelig smal gang.

8. *Gottes Hülfegangen.*

Dette er den inden det engere grubefelt sterkest opskjærpede gang av denne type. Den kjendes fra Kraggruben gjennom Gottes Hülfe grubes hoveddrift til Else grube over Storbakdammen og er til mundloch av Else stoll næsten omskjærpet hele veien fra Kraggruben, dels ved røsker, dels ved skakter og dels ved stoller m. m.

Else stoll er saaledes drevet paa denne gang og likesaa den saakaldte dagstoll, som fra Gottes Hülfehougene er drevet vestover mot Kraggruberne. Videre østover kan gangen skridt for skridt følges til Underberget, hvor den kan sees i Herzog Ulrich grubes dagaapning, og videre kan gangen sees i bækken nedover til Funkelien. Efter faldet er Gottes Hülfegangen baade i Gottes Hülfe grube og i Herzog Ulrichs grube fulgt meget langt under grubedriften. Gangen har oftest en mægtighet av 1—1½ meter, men er tildels betydelig mægtigere.

Utenfor baandzonerne er den en typisk kvartsbrecciegang med noksaa litet kalkspat; indenfor baandzonerne er gangen derimot bl. a. meget rik paa kalkspat.

Malmføringen er tildels meget høi. Svovlkis optrær i stor og jevn mængde, ofte i meget vakre krystaller. Ved Storbakdammens vestside antar jeg, at svovlkisgehalten er 60 til 70 procent. Zinkblende og kobberkis sees ogsaa.

9. *Raaengangen.*

I Raaengruben, som fra dagen er tilgængelig til ca. 15 meters dyp, kan man se en indtil ca. 2 meter bred kvartskalkspatbrecciegang gjennemsat av en diabasgang.

I skraaningen fra øst ned mot Granatdammen sees samme gang med ca. 1 meters mægtighet. Den er begge disse steder av samme utseende som vanlig for endel av disse ganger i baandzonerne, nemlig tilsynelatende raatten og er fuld av grafit og har som gangart druset kvarts med kalkspat og er rik paa til mere og mindre leragtig masse omsatte bergartbrudstykker.

Dette er en høist interessant gang, og den er et udmerket eksempel paa, hvorledes denne gangtype ser ut i baandzonerne.

10. *Willen Gottes gangen.*

I dagen kjender jeg denne gang fra et par av Willen Gottes grubens dagaapninger. Den er her en meget kalkspatrik kvartsgang med stort indhold av bitumen og zinkblende. Den stryker W 20° S og falder ca. 48° S. Antagelig er det denne gang, som sees paa Underberget i første bæk nord for Trefoldighet grube og ved Kronerne i Haavet. Da saken imidlertid er usikker, opføres Trefoldighetsgangen som en egen gang.

11. *Trefoldighetsgangen.*

Dette er en typisk kvartsgang, og den kjendes ogsaa fra Underbergstollen. Da den her falder mot nord, mens Willen

Gottes gangen har sydlig fald, saa kunde det tale for at den ikke er en fortsættelse av sidstnævnte gang.

12. *Melleberggangen.*

Navnet er valgt, fordi gangen i dagen kun kjendes sikkert fra det mellem Overberget og Underberget beliggende saakaldte Melleberg.

Lokaliteten ligger øst for veien mellem Kronerne og Gottes Hülfe grube, ca. 375 meter øst for Kongens grube dam. Der er skjærpet paa gangen, som er ca. 1 meter mægtig og væsentlig bestaar av kvarts. I nordsiden av skjærpet var der en ca. 30 cm. mægtig gang av gul kalkspat, gjennemsat av tynde vistnok sekundære kvartsaarer. Strøket av kvartsgangen er $W 30^{\circ} S$, $\top$ sydlig.

Ca. 125 meter vest for Armen grubedammens nordside er der skjærpet paa en lignende kvartsgang, som maaske er en fortsættelse av denne gang. Saken er dog usikker. Det er likeledes sandsynlig, at det er den samme gang, som kjendes ved Silberspur grube i Underbergstollen; men da det er ikke er avgjort, skal denne sidstnævnte gang bli betegnet som Silberspurgangen. Den er en druset, sterkt kalkspatholdig kvartsgang.

13. *Korsgangen.*

Ved krydset mellem Korsveien og veien til Kongens grube langs Floddammen optrær en ca. 1 meter mægtig kvartsgang, som atter viser sig i veien nær Floddammen og ved sydøstsiden av Armen grubes dam, hvor der er skjærpet paa den. Ved selve *Korset* sees en ca. 25 cm. mægtig kvartsgang, som enten er en parallelgang eller en apofyse fra sidstnævnte gang.

Strøket taler for, at det er Korsgangen, som sees i Underbergstollen i Samuels grube. Den skal her betegnes som

14. *Sophie Hedevigs kvartsgang.*

Den er rik paa kalkspat og grafit og ser meget raatten ut. Strøket er ca. W 25° S.

15. *Samuels kvartsgang.*

Denne er en utløper fra sidstnævnte gang. Det er utvilsomt den samme gang, som sees ved Bakerovnskjæret og i jernbaneskjæringen ved Pukverkselven. Mægtigheten er ca. 1/2 meter.

16. *Kongens grubes kvartsgang.*

Denne gang har merkelig nok det samme ualmindelige strøk som Samuelsgangen, nemlig ca. WNW.

Gangen kan følges i dagen fra Smisrud skjærp gjennom de fleste av Kongens grubes dagaapninger og østsydøstover ned igjennem den saakaldte Blaaruddal og viser sig særlig smukt i Vagtmesterskjærpene i Bergstien. Mægtigheten er oftest ca. 1/2 meter, men er enkelte steder større. Omtrent i Smisrud skjærp forener vistnok Kongensgangen sig med Korsgangen. I dette skjærp er brutt meget svovlkis, som optrær i vel utviklede krystaller i kvarts. Her sees ogsaa en tungspatgang med strøk ca. W 25° S og av ca. 10 cm. mægtighet.

Mellem Kongens grube og Kobberbergselven kjender jeg i dagen ingen utprægede ganger av 1ste generation, naar undtages nogle smaa skiktningsganger. Det er dog sandsynlig, at der ogsaa i dette strøk vil bli fundet ganger av 1ste generation. I stollen kjendes paa den nævnte strækning flere raataganger (se pag. 159).

17. *Lassedalsgangen.*

Det er mulig, at denne gang ved nøiere undersøkelse vil frembyde interesse for den praktiske grubemand. Hittil har den særlig hat betydning ved sin lokale rikdom paa flusspat, navnlig i Gullik Blaaruds skog, ca. 1 km. syd for Kobbervoldene paa Meheia, hvor der er flere flusspatbrud. Mægtigheten gik her op til 10 meter, heri dog indbefattet større og mindre partier av grundfjeldsbergarter, som ligger indesluttet i gangen. I disse flusspatbrud, som med avbrytelser har været i drift i de sidste 50 aar, er efter eierens oplysning ialt utbrutt flere hundrede tons flusspat. Denne er forurenset foruten av bergartbrudstykker væsentlig av kalkspat. Jeg formoder, at salgsproduktet knapt indeholder 20 til 30 pct. ren flusspat. Sølvverkets smeltehytte har kjøpt flusspat herfra, og der leveres bl. a. ogsaa til forskjellige støperier. For endel aar siden skal Kristiania minekompani ha eiet og drevet endel av forekomsterne.

De drivværdige forekomster er fordelt over et felt av 400—500 meters længde. Gangen falder ca. 70° mot syd og stryker langs Lassedalsbækken, ca. Ø—W. Utenom det flusspatførende felt bestaar gangen i det væsentlige av kvarts, kalkspat og bergartbrudstykker. Gangen kan følges østover langs bækken helt til Overbergsbaandet i Saggrenden, hvor den gjenfindes som en mørk kvartsgang omtrent der hvor Lassedalsbækken løper ut i Kobberbergselven. Den er her forøvrig oftest skjult under svære morænemasser. Det er næsten sikkert, at det er den samme gang som optrær i Blaarudgruben i Sunnegrænnen, hvor der som gangart særlig findes kalkspat og tungspat. Her er gangen dog paavirket av yngre opløsninger. Blaarudgruben er kjendt for at føre litt gyldisk sølv. Efter strøket at dømme kan det være denne

gang, som Culmbachs blygrube ved Labro er drevet paa. Dette er dog ikke nærmere undersøkt.

18. *Aaslandgangen.*

Denne gang er beliggende i Lindaaskroken, ca. 6 km. søndenfor Kobberbergselven. Jeg kjender den kun fra gaarden Aasland, hvor der utvindes flusspat i et brud paa gangen. Gangen er tildels over 1 meter mægtig. Den ser ut til at ha strøk W ca. 25° S og nærmer sig østover den store forkastningsspalte mellem grundfjeldet og Kristianiafeltet. Aaslandbruddet ligger litt over ¹/₂ km. fra denne forkastningsspalte, og det er ikke usandsynlig, at Aaslandgangens spalte forener sig med denne, og at der altsaa her skulde kunne leveres et direkte bevis for at ialfald denne ene av Kongsberggangene genetisk staar i sammenheng med Kristianiafeltets postsiluriske forkastninger.

Aaslandgangen har forøvrigsærdeles stor teoretisk betydning derved, at Kongsberggangenes alder her kan bestemmes helt sikkert at være postkambriske, idet gangen indeholder brudstykker av kambriske skifre. Lignende brudstykker er ogsaa iagttatt paa andre ganger, men saa sterkt omvandlet, at de ikke helt sikkert kunde bestemmes. Aaslandgangens skiferbrudstykker var derimot ikke omvandlede, saa de kunde med lethed gjenkjendes. Brudstykkerne er sorte og skifrige og har sort strek; de tilhører vistnok alunskiferetagen.

Aaslandgangen er ogsaa meget interessant derved, at den viser, at de store flusspatavsætninger er dannet før kvartsen. Man kan nemlig finde en mængde eksempler paa, at kvartsen er avsat rundt flusspaten, saaledes at denne ofte er helt indesluttet i store kvartsmasser. Man finder ogsaa kvartsfylde sprækker gjennomskjære flusspaten. Kalkspat optrær

ikke i særlig store mængder. Flusspatens væsentligste forurensning er, foruten bergartbrudstykker, kvarts i motsætning til Lassedalsgangens flusspat, hvor kalkspat var den vigtigste forurensning. Kis optræder i større mængde i Lassedalens brud end i Aaslandbruddet.

Det er først for faa maaneder siden, at man begyndte at utvinde flusspat paa Aasland. Ialt er hittil knapt utvundet 20 ton 70 procentig flusspat. Farven er vakker lysegrønlig. Avstanden fra Aasland til Skollenborg jernbanestation er 8—9 kilometer.

19. *Ljøterudgangen.*

Dette er den sydligste gang, som er kjendt i Kongsbergfeltet. Jeg har hittil ikke fundet tid til en nøiagtig undersøkelse av trakterne syd for Kobberbergselven, og det er kun leilighetsvis, at jeg har besøkt denne gang og Aaslandgangen. Den nærmeste foranledning til at jeg undersøkte Ljøterudgangen var en meddelelse av professor GOLDSCHMIDT om, at der i Ljøterudgruben av professor KJERULF skulde være fundet hedenbergit. Desværre var der sne ved min befarung, saa jeg fik kun undersøkt stollen til Ljøterudgruben. I denne fandtes en kvartskalkspatgang; mægtigheten kunde ikke maales nøiagtig, den var antagelig ca. $\frac{1}{2}$ meter.

Gangen indeholdt, foruten endel kiser, krystaller av hedenbergit, som var flere centimeter lange. Her kan ved litt sprængning samles et godt materiale. Denne forekomst har betydelig interesse, fordi hedenbergit ifølge professor GOLDSCHMIDTS undersøkelser optræder i stor mængde i forbindelse med ertsgangene paa Konnerud ved Drammen. Da disse ganger staar i genetisk relation til de postsiluriske graniter, saa kan det for sammenligningens skyld være

interessant at notere fundet av hedenbergit paa Kongsberg-gangene.

Mineralføringen paa gangene av 1ste generation. Gangene av 1ste generation indeholder av væsentlige bestanddele:

*Bergartbrudstykker,
kvarts,
kalkspat,
flusspat,
erts.*

Bergartbrudstykkerne gir gangene deres karakteristiske brecciestruktur. De optrær næsten altid i stor mængde og er øiensynlig løsrevet fra gangenes sidebergarter. Brudstykkerne ser ikke ut til at være transportert langt i gangspalten; ti naar en gang gjennemskjærer to forskjellige bergarter, f. eks. gabbrodiorit og kvartsdioritgneis, saa finder man i krydset med gabbrodiorit saagodtsom kun brudstykker av denne bergart i gangen og i krydset med gneisbergarten næsten kun gneisbrudstykker.

Brudstykkerne er i almindelighet ikke omvandlet av de opløsninger, som har avsatt gangene av 1ste generation, hvilket har sin betydelige interesse, idet vi senere skal se, at opløsningerne av 2den generation ofte har hatt sterk omvandlende virkning baade paa brudstykkerne og gangenes sidebergarter.

Kvarts er det almindeligste gangmineral, og gangene kan derfor som nævnt (utenfor baandzonerne) i almindelighet uten videre kaldes for kvartsganger eller kvartsbreccieganger. Kvartsen er oftest graahvit av farve, og den er i almindelighet fuld av druserum, hvori kvartskrystaller stikker frem. Disse kan ofte være overordentlig vakre, og mange steder i Kongsbergtrakterne kan man finde de herligste druserum

helt beklædt med glimrende, store og smaa bergkrystaller. Særlig i tidligere tider var det paa Kongsberg en yndet adspredelse at lete efter slike druserum og samle krystaller. Storaasen ved Kongsberg er særlig kjendt for sine druserum i kvartsganger. Det er ikke ualmindelig at finde saa store druserum, at flere mænd samtidig kan krype ind i samme rum. Druserummene findes over hele gangbredden, men aller hyppigst i gangenes midte, hvilket selvfølgelig er det naturligste, idet gangmidten jo er det sidst utkrystalliserede.

Kalcedonagtig kvarts findes ganske hyppig i disse ganger, men er vistnok oftest en yngre dannelse avsat av opløsningerne av 2den generation, som navnlig i krydset med baandzonerne har cirkulert paa de ældre gangspalter. Man finder nemlig den kalcedonagtige kvarts paa gangene av 1ste generation fortrinsvis der hvor disse krydser baandzonerne. Man finder ogsaa tildels en eiendommelig kvartskalcedonkombination, som under betegnelsen kappekvarts skal bli beskrevet i et senere avsnit om hovedgangene, idet denne kvartsutvikling særlig synes at være knyttet til saadanne ganger.

Kalkspat optrær paa gangene av 1ste generation i meget vekslende mængde. Man finder kalkspaten uten tvil i størst mængde paa gangspalterne der hvor disse krydser baandzonerne; i nogen utstrækning findes kalkspat dog ogsaa utenfor disse zoner. Enkelte steder finder man i forbindelse med de almindelige kvartsganger av 1ste generation avsætninger av gulagtig kalkspat, som gjerne er gjennemsat av tynde kvartsaarer, hvilket kunde tyde paa, at kvartsen var yngre end denne kalkspat. Som oftest er dog kalkspaten paa disse gangspalter vistnok en yngre dannelse, som formentlig tilhører 2den generation og er tilført gangspalterne fra baand-

zonernes skiktningsgangspalter. Herom henvises til beskrivelsen av 2den generation.

Det er derfor sandsynlig, at kalkspaten paa disse gangspalter optrær i to alderstrin, et ældste som tilhører 1ste generation, og et yngre tilhørende 2den generation.

I druserum finder man ofte vakre kalkspatkrystaller, dels med skalenødriske former, dels med hexagonalt prisme og basis. Skiferspat findes ogsaa stundom. De hexagonale former, hvortil ogsaa skiferspaten hører, optrær vistnok kun hos de avsætninger, som tilhører 2den generation. De findes oftest i gangenes kryds med baandzonerne og optrær bl. a. hyppig sammen med kalcedonagtig kvarts.

Flusspat er et meget almindelig mineral paa gangene av 1ste generation. Paa enkelte ganger kan flusspat optræ i saa stor mængde, at den har økonomisk betydning; der kan saaledes mindes om de ovenfor beskrevne to ganger Lassedalsgangen og Aaslandgangen.

Av interesse er, at hovedmængden av flusspat paa disse ganger optrær som et av de ældste gangmineraller, og den tilhører utvilsomt 1ste generation. Man finder tildels ogsaa yngre flusspat, men altid kun i smaa mængder; den optrær gjerne sammen med kalkspat og er vistnok avsat under 2den generation.

Tungspat er et sjeldent mineral paa gangene av 1ste generation. Det ser ut til, at tungspat forekommer hyppigst i de partier av gangene, som ligger i baandzonerne, hvilket kunde tale for at dette mineral er avsat paa disse gangspalter under 2den generation. De specielle tungspatganger skal bli beskrevet senere.

Ertsføringen paa gangene av 1ste generation. Svovlkis er den erts, som man hyppigst finder paa kvartsgangene

Den optrær med jevn utbredelse og næsten altid i smukke krystaller, der ikke sjelden kan ha størrelse som hasselnøtter; men oftest finder man svovlkis i meget smaa korn, som ofte optrær i sammenhengende krystallinske masser. Jeg har det indtryk, at en gjennemsnittlig svovlkisgehalt paa kvartsgangene av 10—20 pct. er meget almindelig, 50 pct. er sjeldnere og 70—80 pct. meget sjelden.

De rikeste svovlkisforekomster som jeg kjender paa disse ganger er:

Smisrud skjærp som ligger ved sydvesthjørnet av Armen grubes dam paa Kongens grubes kvartsgang og sandsynligvis i krydset med Korsgangen.

Storbakdam skjærp beliggende paa Gottes Hülfe gangen ved Storbakdammens vestside.

Sulusaas skjærp beliggende i Sulusaasens vestside, vistnok paa Louisehouggangen.

Skjærp ved Kjennerudvandets vestside. Her er avbygget en ualmindelig ren svovlkisgang, som dog hurtig tapte sig baade i strøk og fald. Kisen hadde stor likhet med den saakaldte vaskis.

Kobberkis. Denne erts optrær ogsaa meget hyppig paa gangene av 1ste generation. I smaakorn og nyrer findes den i større eller mindre mængde paa alle disse ganger, dog kun faa steder i saadan mængde, at den har kunnet utvindes. Der findes utvilsomt meget kobberkis, men i det store og hele saa litet samlet, at der kun sjelden optrær drivværdige kobberforekomster.

I Barlinddalen findes kobberkissskjærp, likesaa i Sulusaasen og ved Kjennerudvandet, Fiskeløs og Jøranrud øst for Laagen er der utvundet endel kobberkis. Baade paa Overberget og Underberget fører gangene av 1ste generation noget

kobberkis. I Samuels grube ser man denne erts ganske hyppig, og Kobberdypet ved Herzog Ulrichs grube skal ogsaa ha været forholdsvis kobberrikt.

Zinkblende optræer antagelig i større mængde end kobberkis, men likesom denne forekommer zinkblenden for litet samlet til at kunne betinge lønnende grubedrift. Blenden er oftest mørkebrun av farve, stundom gulagtig. I skjærpene ved Kjennerudvandet, Fiskeløs, Jøranrud, Hestdalstjern osv. er der utvundet endel zinkblende. Ertsen optraadte dog temmelig spredt.

Blyglans finder man enkelte steder paa disse ganger, men vistnok i mindre mængde end kobberkis og zinkblende.

„Blygangen“ paa Underberget, Culmbachs blygrube ved Labro og flere av Ekerskjærpene har vist sig at føre endel blyglans. Av andre ertser er der bl. a. fundet magnetkis, magnetit og vistnok ogsaa titanjern, hvilket sidste antydes derved, at der i mikroskopiske præparater findes jernerts omgit av titanomorfit. Ca. 2½ km. SO for Kongsberg fandt jeg i det saakaldte Langkjenskjærp, foruten kvarts og kalkspat, vakker lysegrøn flusspat samt forholdsvis store mængder magnetkis i rene masser. Mægtigheten av denne gang var 1—2 meter.

Sølv og guld paa gangene av 1ste generation. For sølvverket har det naturligvis stor interesse at faa konstatert, hvorvidt de her omtalte ganger (kvartsgangene) indeholder ædle metaller, dels fordi det direkte kunde ha praktisk-økonomisk betydning, dels fordi man maaske derved kunde finde en genetisk forbindelse mellem de sølvførende kalkspatganger og kvartsgangene og derved faa nogen forstaaelse av sølvforekomsternes dannelsesmaate.

Jeg har i denne anledning gjort endel prøvinger, som godtgjør, at de paa kvartsgangene optrædende kobberkiser,

zinkblender og blyglanser er ualmindelig sølvrike, mens svovlkisene, magnetkisene og alle gangarter praktisk talt er sølvfrie. Guld optrær sporadisk, men oftest kun i saa smaa mængder, at det er uten praktisk betydning.

Av prøberingerne hitsættes:

Ren kobberkis fra skjærp syd for Davids dam, Barlindalen, viste 910 gram sølv pr. ton.

Kobberkis med kvarts fra Sulusaasen viste 200 gram sølv pr. ton. En anden prøve fra samme skjærp gav samme resultat.

Blanding av kvarts, svovlkis og zinkblende fra Smisrud skjærp gav 168 gram sølv pr. ton.

Svovlkis fra Kjennerudvandskjærp gav 10 gram pr. ton.

Svovlkis fra Sulusaas gav 10 gram pr. ton.

Magnetkis fra Langkjen, 2½ km. SO for Kongsberg, gav 5 gram sølv pr. ton.

Flusspat fra Lassedalen indeholdt ikke sølv.

Der foreligger i sølvverkets proberjournaler meddelelser om prøbering av kobberkis fra Kongens grubes gang, som viste ca. 3000 gram sølv pr. ton, og det er mig meddelt, at de prøberinger, som er utført av de private selskaper paa Eker, har vist høie sølvgehalter hos de utvundne kobberkiser, zinkblender og blyglanser, nemlig oftest omkring 1000 gram sølv pr. ton ren erts.

Den mikroskopiske undersøkelse av gangene av 1ste generation viste ikke noget særlig merkelig utenom det som var iagttat makroskopisk. — Av interesse var gangenes *struktur*, som bedst studeres mikroskopisk. I almindelighet viste præparaterne en jevn blanding av kvartskorn eller av

kvarts- og kalkspatkorn. Kornene har en meget uregelmæssig form og griper godt ind i hverandre.

Kvartsen er ofte udviklet i langagtige krystaller. Størrelsen af kornene er høist forskjellig. Man finder hyppig større korn i en mere finkornig grundmasse.

Stundom sees litt muskovit.

Kvartsen ligger tildels med brudstykkeform i en kalkspatmasse, hvilket antyder, at kalkspaten i visse tilfælder er dannet ved at yngre kalkholdige opløsninger er trængt ind i ældre kvartsganger. Dette forhold sees navnlig i Blygangens grube. Man finder ofte en eiendommelig mylonitstruktur, som er fremkommet ved en opknusning af kvartsgangene. Brudstykkerne er senere kittet sammen af yngre mineralavsætninger, dels af kvarts og dels af kalkspat.

Av andre iagttagelser kan noteres, at svovlkis stundom sees omgitt av en hud, bestaaende af magnetit. Saadan oksydationshud er som bekjendt en ganske hyppig foreteelse paa lignende ertsganger.

B. Ganger af 2den generation.

Gangene af 2den generation indeholder som tidligere omtalt af gangarter hovedsagelig kalkspat, feldspat, zeoliter, kvarts, bitumen m. m. Enkelte ganger, navnlig raatagangene, indeholder ogsaa store mængder muskovit og klorit.

De opløsninger, som har dannet disse ganger, har dels cirkulert paa de ældre gangspalter, som blev fyldt under 1ste generation, hvorved denne generations ganger mere eller mindre er omdannet til nye gangformer (navnlig hovedganger og raataganger), dels har de cirkulert paa nye spalter og sprækker, hvorved de reneste gangformer af 2den genera-

tion er fremstaat (normale kalkspatganger). — Som tidligere nævnt findes 2den generation udelukkende i baandzonerne.

Karakteren av gangene av 2den generation har ikke blot været avhængig av opløsningernes sammensætning, men ogsaa av gangspalternes strøk og fald. Av stor betydning har det ogsaa været, om spalterne har jevne sider eller er sammensat av smaa sprækker. Herom henvises til den følgende beskrivelse.

Man kan inddele gangene av 2den generation paa følgende maate :

Hovedganger (oftest sølvrike).

Raataganger (uten sølv).

Skiktningsganger (spor av sølv).

Normale kalkspatganger (ofte sølvrike).

Enkle kalkspatganger.

Gangdrag av Justitstypen.

Gangdrag av Gottes Hülfe typen.

Tungspatganger.

I det følgende skal først leveres en oversigt over sølvføringen paa Kongsberggangene, og derefter skal de ovennævnte gangtyper bli beskrevet.

a. Sølvføringen.

Denne er nøie omhandlet av CHR. MÜNSTER¹, som for en række grubers vedkommende har beregnet det antagelige utbytte av sølv pr. m.² gangflate. Han har desuten foretat endel beregninger over, hvor meget sølv enkelte av gruberne har git pr. ton utbrutt berg. Det er selvfølgelig meget vanskelige beregninger, fordi det foreliggende materiale er ufuldstændig.

¹ I. c. 1894.

Den største sølvrikdom fandtes i Kongens grube, hvor man i aarene omkring 1834 paa en gangflate av ca. 1200 m² brøt ca. 23 000 kilo sølv eller næsten 20 kilo pr. m², herav i et skud ca. 600 kilo og i et andet ca. 500 kilo.

I gjennemsnit gav *Kongens* og *Armens gruber* fra 1624 til 1804 ca. 1,4 kilo sølv pr. m² gangflate og fra 1865—1885 ca. 9—10 kilo pr. m².

Haus Sachsen grube gav fra 1685—1805 ca. 4 kilo sølv pr. m² og fra 1875—1885 ca. 2—2½ kilo pr. m². Pr. ton utbrutt berg utvandt man i Kongens og Armens grube fra 1865—1885 ca. 335 gram sølv. I Gottes Hülfe grube fra 1865—1885 ca. 104 gram pr. ton og i Haus Sachsen grube fra 1869—1885 ca. 150 gram pr. ton.

Direktør MÜNSTER har i senere tid faat istand berghaldkarter til volumberegning av de gamle nedlagte gruber, hvilket i høi grad vil lette disse beregninger, men allikevel vil det hele bli meget usikkert, særlig fordi der i de gamle produktionslister ikke blev anført sølvindholdet i de fattige godser, den saakaldte malm.

Gangenes sølvføring er meget variabel; snart er den glimrende, saa daarligere og kan senere atter bedres o. s. v. Riktig jevn og stø er gangenes sølvføring kun sjelden. Bedst i saa henseende har uten tvil Kongens grubes hovedgang været, og flere av gangene i Gottes Hülfe grube og Samuels sydgangdrag har ogsaa ydet forholdsvis jevn sølvproduksjon.

For tiden er Kongens grubes hovedgang i daarlig forfatning; men der er stor rikdom paa nordligere ganger i Kongens grube, paa nordlige ganger i Gottes Hülfe grube, paa nordlige ganger i Gabe Gottes grube, paa sydlige ganger i Samuels grube, og der brytes nu ogsaa litt sølv i Der gleichen grube paa det nordlige Underberg. Til nord i

Haus Sachsen grube er der i stollnivaaet fundet litt sølv paa nogle smale ganger.

Sølvertserne er gedigent sølv, sølvglans, akantit, pyrargyrit, proustit, stephanit, staalets, hornsølv og maaske arsensølv.

Det gedigne sølv er den almindeligste sølverts paa Kongsberg. Det forekommer ganske hyppig i krystallinske masser. Riktig vakre krystaller er dog meget sjeldne. Krystallformerne er de enklest mulige, terning, oktaeder og rhombedodekaeder. Mange av de krystallinske masser ser noget krystalskeletagtige ut og er formodentlig forstyrret i veksten. Tvillinger efter oktaederflaten kjendes i glimrende utvikling.

Forøvrig optrær det gedigne sølv i mange eiendommelige former. I de store, brede ganger findes ofte traad, mos og hornlignende former, i de smalere ganger og drummer er platesølv mest almindelig.

I fot. 19 og 20 kan man se endel almindelige former og forøvrig henvises til de av professor VOGT publicerte figurer.

Det gedigne sølvs sammensætning er studeret nøie av CHR. MÜNSTER¹, som herom bl. a. meddeler, at der i rene sølvkrystaller fra Kongsberg er paavist guld, kviksølv, antimon, kobber og jern, og i det almindelige grube- og puktraugsølv videre kobolt, arsen, vismuth og svovl. Sølvets skal ogsaa holde smaa mængder platina og palladium. En liten koboltgehalt skal være særdeles karakteristisk for Kongsbergsølvets, hvilket har sin interesse, idet et lignende forhold er kjendt fra andre sølvførende ganger, saaledes ved det nyopdagede Tamiskamingfelt i Cobolt County i Canada, hvor kobolt optrær i stor mængde.

¹ I. c. 1894.

Guld i smaa mængder findes næsten i alt Kongsbergsølv. Disse gehalter er undersøkt av TH. HIORTDAHL, CHR. MÜNSTER, SAMUELSEN og flere.

Sølv fra Anne Sophie grube og nærliggende skjærp holdt ifølge MÜNSTER 0,6534 pct. guld, Skjelbredalens skjærp ved Skara holdt 0,74 pct. guld i det utvundne sølv, Ramsrud grube 0,244 pct. til 0,353 pct., Neues Glück 0,046 til 0,118 procent. Sølv fra Underberget holdt 0,026 til 0,2707 pct. guld, sølv fra Kongens og Armens gruber 0,0019 til 0,013 pct. guld.

Kongsbergsølvets gjennemsnitlige guldgehalt er sjelden over 0,003 til 0,005 pct.

I Skaragruberne, Ny Segen Gottes grube paa Vinoren, Ravnaas grube, Fraulein Christiane, Beständige Liebe, Blaarud grube o. fl. er fundet smaa mængder gyldisk sølv i tynde blader med indtil 45 pct. guld.

Der er i Kongsbergfeltet i det hele kun fundet saa smaa mængder guld, at det knapt nogen gang kan bli tale om nogen gevinst ved utvinding av dette metal.

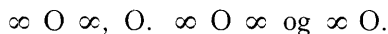
Kviksølv er gjentagne ganger paavist i Kongsbergsølv. De forskjellige analyser viser gehalter fra 0,4 til 1,88 pct. Men i en hel del sølv kan kviksølv ikke paavises. Der er som sjeldenhet fundet sølvamalgamer med fra 4,74 til 23,067 pct. kviksølv.

Sølvglans. Denne erts, som paa Kongsberg gaar under navn av blaasølv, findes paa Kongsberggangene tildels i stor mængde. Den savnes vel knapt paa nogen av gangene, men kan dog enkelte steder optræ meget sporadisk, mens den paa andre forekomster kan findes i store mængder, endog i blokker paa ca. 100 kilo.

Sølvglansen optræder hovedsagelig paa de store, brede saakaldte hovedganger sammen med traadsølv, mens der i de saakaldte drumforekomster, som væsentlig leverer platesølv, oftest kun findes smaa mængder. I det hele kan man knapt regne, at mere end nogle faa, 3—5 pct., av sølvproduktionen stammer fra sølvglansen, mens ca. 95—97 pct. stammer fra gedigent sølv.

Sølvglansen er ofte overtrukket med en hud av gedigent sølv, og man finder ofte traade og horn av gedigent sølv stikke frem av sølvglansen. VOGT har nøiere beskrevet, at man ofte finder en sølvglansperle siddende ute paa spidsen av disse traader og horn, hvilket skulde tyde paa, at ialfald endel av det gedigne sølv er dannet sekundært av den primære sølvglans. Man finder forøvrig stundom ogsaa det omvendte forhold, sølvglans utenpaa gedigent sølv.

Krystaller av sølvglans findes leilighetsvis, men i det store og hele dog kun sjelden med velutviklede former. Sølvglansen viser likesom det gedigne sølv ogsaa fortrinsvis enkle former, nemlig



Tvillinger efter O sees som sjeldenhet.

Om forekomsten av de sjeldne ertser akantit, rødgyldig erts, stephanit, arsensølv, hornsølv m. m. henvises til TH. MÜNSTERs arbeide¹.

Uædle ertser. Paa kalkspatgangene optræder særdeles hyppig litt zinkblende, blyglans, kobberkis og svovlkis, stundom ogsaa magnetkis. Hyppigst findes disse ertser som smaa korn i kalkspaten, og deres tilsynekomst ansees altid som et varsel om, at der kan ventes sølv paa gangene.

¹ I. c. 1883.

Zinkblende er den av disse ertser, som oftest findes; den har ofte en vakker gul farve og er næsten altid lysere end zinkblendens fra kvartsgangene. Magnetkisen findes ikke helt sjelden i meget smukke krystaller. Kobberkis sees ogsaa leilighetsvis i krystalform. Svovlkisen optræer meget hyppig i særdeles vakre krystaller.

Av andre ertser, som i tidens løp er fundet, kan nævnes arsenkis, gedigent arsen, gedigent kobber og erytrin. Der skal ogsaa være fundet broget kobber, gulblyerts, speiskobolt og en manganerts.

Det har fra gammel tid været kjendt, og man har altid forundret sig over den eiendommelighet ved de nævnte uædle ertser paa kalkspatgangene, at de sjelden, selv ikke blyglansen, fører nævneværdig mængde sølv. De kan tvertimot betegnes som usædvanlig sølvfattige.

Ifølge en række bestemmelser i tidens løp fører blyglansen fra rene kalkspatganger sjelden over 0,002 til 0,003 pct. sølv, og zinkblendens og kobberkisens sølvgehalt overskrider i almindelighet heller ikke de nævnte tal. Jeg har selv foretat prøvinger baade av blyglans fra Vinoren og det sydlige Kongsbergfelt, og bergmester RUIBER har foretat en række prøvinger, men oftest har prøvingerne git til resultat, at de nævnte ertser er langt sølvfattigere end de samme ertser paa de ovenfor beskrevne kvartsganger.

Jeg refererer her kun denne kjendsgjærning og henviser forøvrig til et senere avsnit, hvor forholdet skal bli nærmere diskutert.

b. Hovedganger.

Den beskrivelse av gangene av 1ste generation, som er leveret ovenfor pag. 127 til 132, angaar i hovedtrækkene kun

de dele av gangene, som ligger utenfor baandzonerne. Som i indledningen nævnt forandrer gangene utseende og karakter i baandzonerne. Nu er forsaavidt disse av relativ natur, som der er alle tænkelige mellemlid mellem faste, solide, ikke baandede bergarter og typiske baand. Der vil derfor ogsaa for gangenes vedkommende være tilsvarende mellemlid. I et typisk baand som Overbergsbaandet er gangene av 1ste generation ikke til at kjende igjen.

De har øiensynlig i tidens løp været gjenstand for en eiendommelig omvandling, som maa være foranlediget ved opløsninger, som fortrinsvis har cirkuleret i baandzonerne.

Av saadanne omvandlede ganger kan man særlig adskille to typiske former, nemlig hovedganger og raataganger, av hvilke de sidstnævnte ser ut til at være de sterkest omvandlede. Begge gangtyper kan paavises i strøkretningen at gaa over til ordinære ganger av 1ste generation, væsentlig bestaaende av kvarts. Det ser ut til at være paa krydset med de saakaldte skiktningsganger, som senere skal bli beskrevet, at omvandlingen særlig er foregaat, og det er derfor sandsynlig, at opløsningerne av 2den generation fortrinsvis har cirkuleret paa skiktningsgangspalterne og derfra har trængt ind paa gangspalterne av 1ste generation.

Hovedgangene udmerker sig ved at ha omtrent den samme mægtighet som gangene av 1ste generation. De er hyppig 0,30 til 0,50 til 1,0 meter mægtige og er ikke sjelden betydelig mægtigere. Faldet er i almindelighet steilt, oftest 70—85—90°, i motsætning til raatagangene, som i almindelighet har et betydelig flatere fald.

Gangspalterne er aldrig saa jevne som hos raatagangene, men bugter sig frem og forgrener sig, dog altid saaledes at man kan se en hovedgangspalte.

Sidestensbrudstykker. Som det vil erindres indeholder gangene av 1ste generation ofte en mængde brudstykker av sidebergarterne. Denne brecciestruktur er ved omvandlingen til hovedganger i almindelighed opbevaret.

Brudstykkerne er dog ofte paavirket av opløsningerne tilhørende 2den generation, og det saaledes at de mørke mineraler i større eller mindre grad er omvandlet til klorit. Feldspaten i brudstykkerne er ogsaa i almindelighed sterkt omvandlet.

Der er vistnok foregaat metasomatiske processer; ti den oprindelige plagioklas er ofte helt forsvundet, og i dens sted finder man kalifeldspat med et vekslende indhold av barium. Der kan endvidere være dannet muskovit, talk, zeoliter m. m., og man finder desuten altid nydannet kvarts og kalkspat. Kvartsen i brudstykkerne er stundom ganske godt opbevaret.

Ved enkelte hovedganger er brudstykkernes grænser temmelig utvasket paa grund av den sterke omvandling, og brecciestrukturen er da kun litet synlig. Kvartskornene i brudstykkerne ligger ofte tilbage som relikter, og deres genesis er da vanskelig at forstaa uten nøiere studium. Man kunde tænke sig, at der forelaa brudstykker av en kvarts-porfyr, eller man kunde ogsaa tænke sig, at kvartskornene selv var smaa brudstykker, og at der altsaa skulde foreligge en breccie av 2den orden, idet de omvandlede sidestens-brudstykker kunde opfattes som brudstykker av ældre breccier indeholdende smaa kvartsbrudstykker.

Ogsaa hovedgangen sidebergarter er ofte mere eller mindre omvandlet av 2den ganggenerations opløsninger. Omvandlingens forløp kan noksaa let følges. De oprindelige mineraler er i større eller mindre grad forsvundet, og der

er nydannet bariumholdig kalifeldspat, kvarts, kalkspat, talk, klorit, muskovit og zeoliter.

Gangmineralerne. Hos gangene av 1ste generation bestaar gangmineralerne som det vil erindres oftest av kvarts og endel kalkspat, stundom optrær ogsaa flusspat i betydelig mængde. Ved litet omvandlede hovedganger er disse mineraler temmelig godt opbevaret. Ved sterkere omvandling er de derimot i større eller mindre grad gaat i opløsning, og der er nydannet en række mineraler, navnlig kalkspat, kvarts og flusspat.

De kalkholdige opløsninger tilhørende 2den generation har ofte opbrukket de ældre ganger, hvorved der er dannet breccier, og der er ofte injiceret saa meget kalkspat av 2den generation, at der ikke kan spores noget av 1ste generations primære gangmateriale.

Kalkspaten paa hovedgangene optrær dels i skalenoedriske former, dels i hexagonale former. Blandt de førstnævnte finder man meget flaterike og komplicerte krystaller, og om disse henvises til bergmester TH. MÜNSTER¹ arbeide. De hexagonale kalkspatkrystaller er i almindelighet meget enkle. Hos mange optrær kun basis og hexagonal søile.

Hyppig er krystallerne sterkt uttrukket efter basis, mens søilen er saa lav, at der er fremkommet tynde tavler, som kaldes *skiferspat*.

Hos den typiske skiferspat er prismeflaterne ofte kun 1—3 mm. høie, mens basis kan ha et flateindhold av 20 cm² og mere. Der optrær hos skiferspaten oftest en avsondring efter OR. Imellem de tynde parallelle tavler er avsat kalcedonagtig kvarts og zeoliter, hvilket tar sig meget godt ut i

¹ l. c. 1883.

mikroskopisk præparat. Skiferspattavlerne er ofte krydsvis anordnet, og rummene imellem tavlerne er oftest fyldt med kalcedonagtig kvarts, hvorhos der ofte paa tavlerne er paa-vokset vakre smaa svovlkiskkrystaller. Der optræer ogsaa pseudomorfoser av kvarts efter skiferspat.

Hyppig findes skiferspaten helt indleiret i kalcedonagtig kvarts, hvilket sees særlig smukt i flere skjærp øst for Laagen, saaledes i Rødskjærpet. Skiferspat er særdeles karakteristisk for de sølvførende hovedganger. Kongens grubes hovedgang indeholder meget skiferspat som yngste udfyldning, og den saakaldte Kongens grubes nebendrum bestaar hovedsagelig av dette mineral.

Flusspat optræer ofte i stor mængde paa hovedgangene. I druserummene findes hyppig smukke krystaller, som til-dels kan være meget store.

Tungspat findes paa hovedgangene, men er dog et forholdsvi sjeldent mineral paa disse ganger. Derimot er en liten bariumgehalt i kalkspaten ikke sjelden, og som vi senere skal se er hovedgangenenes feldspat forholdsvi rik paa barium. En liten strontiumgehalt findes ogsaa stundom i enkelte hovedgangminerale.

Kvartsen paa hovedgangene optræer dels krystallinsk, dels som kalcedonagtig kvarts. Den kalcedonagtige kvarts tilhører hovedsagelig de yngste dannelser og er vistnok i det væsentlige utfældt av 2den generations opløsninger, som for-modentlig har faat en betydelig del av sit kiselsyreindhold ved opløsning av kvartsen paa 1ste generations gangene. Av de samme opløsninger er ogsaa dannet krystallinsk kvarts, ofte som vakre, klare krystaller.

Paa hovedgangene finder man ogsaa kvarts, som ser ut til at være uopløste rester av kvartsen paa 1ste generations

gangene. Endvidere finder man tildels korroderte kvartskorn, der maa opfattes som tilbakeliggende rester efter mere eller mindre opløste sidestensbrudstykker. Disse kvartskorn blev som det vil erindres beskrevet ovenfor som relikte kvartskorn.

De forskjellige kvartsformer er ofte kombineret, og der kan under mikroskopet i den henseende sees mange eiendommelige udviklinger. Meget interessant er det, at der paa disse ganger findes kalcedonkvarts-kombinationer, som helt ligner de av HANS SCHNEIDERHÖHN beskrevne kappekvartser fra *Taunus*¹.

Man finder dels de i fig. 25 avbildede kapper av traadig kvarts rundt almindelig kvarts, dels ogsaa pertitisk indleiring av traadig kvarts i almindelig kvarts.

Zonar opbygning av kvartsen sees ogsaa ganske hyppig. Disse eiendommelige kvartstyper antas av SCHNEIDERHÖHN at skyldes opløsningernes komplicerte sammensætning sin oprindelse. — Lignende kvarts er ogsaa beskrevet av G. D'ACHIARDI² og av A. LACROIX³ fra franske lokaliteter, og SCHNEIDERHÖHN omtaler den ogsaa fra Claustals ertsganger i Harz.

Alle disse kvartstyper viser partiel 2-aksighet. Saadan sees ogsaa ved Kongsbergs kappekvarts i mere og mindre grad. Den i almindelighet sekskantede kjerne har oftest ens utslukning, de traadige former i kappene slukker derimot i samme korn ikke ens ut.

¹ Pseudomorphe Quarzgänge und Kappenquarze von Usingen und Niederhausen im Taunus. Neues Jahrb. f. Min. usw. Jahrg. 1912, bd. 2.

² G. D'ACHIARDI, Studio ottico die quarzi bipyramidali senza potere rotario. Atti d. Soc. Toscana di sc. nat. Pisa 1899. 17. 1--20.

³ A. LACROIX, Mineralogie de la France. III. 1. 1901, p. 41--45 og p. 108--120.

Særlig vakre kappekvartser er fundet i flusspatbruddet paa Aaslandgangen paa Aasland gaard i Ljøterudkroken, hvor det ikke er usandsynlig, at kappekvartsene er dannet i 1ste generation, eftersom denne gang ikke ser ut til at være paavirket i større grad av opløsninger tilhørende 2den generation.

Feldspat er et meget utbredt mineral paa hovedgangene. Paa gangene av 1ste generation kjendes ikke dette mineral naar undtas feldspaten i grundfjeldsbrudstykkerne. Ved indvirkning av 2den generations opløsninger er dette mineral et av de første, som har dannet sig. Der optrær av mineraler tilhørende feldspatgruppen følgende arter:

Plagioklas, nemlig forskjellige kalknatronfeldspater og albit. De førstnævnte feldspater kan sees at være rester av plagioklasen i de omvandlede brudstykker av sidebergarterne, som optraadte i gangene av 1ste generation. Man finder brudstykker, hvor plagioklasen kun er svakt angrepet, og brudstykker, hvor plagioklasen er sterkere angrepet, og i mange tilfælder saadanne hvor plagioklasen helt er omvandlet til andre mineraler, og som vi nedenfor skal se er der, vistnok ved metasomatiske processer, nydannet bariumholdig kalifeldspat. Kalknatronfeldspat er paa disse ganger aldrig iagttaa som utkrystallisation av opløsning.

Albit er derimot ganske hyppig fundet som utvilsom nydannelse paa hovedgangenes druserum i smaa, hvite krystaller.

Bariumholdig kalifeldspat er et særdeles karakteristisk mineral for hovedgangene. Den er fundet i betydelig mængde paa Kongens grubes hovedgang, i meget stor mængde i de sydlige ganger i Samuels grube, og i en gang ved Dergleichen

grube findes av gangmineraller næsten kun kalkspat og bariumholdig kalifeldspat. Enkelte steder bestaar denne sidstnævnte gang næsten kun av feldspat. Ogsaa paa mange av de øvrige hovedganger er den samme feldspat fundet.

Jeg har isoleret nogle gram av feldspaten i den nævnte gang fra Dergleichen grube og sendt ingeniør RØER i Kristiania til analyse. Han foretok en meget nøiagtig undersøkelse og fik følgende resultat:

SiO ₂	57,98	pct.
Al ₂ O ₃	20,58	„
Fe ₂ O ₃	0,17	„
CaO	0,07	„
BaO	8,80	„
MgO	0,10	„
K ₂ O	11,05	„
Na ₂ O	1,32	„
		100,07 pct.

Mineralberegning:

Vegtprocent:	Sum	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O
Ortoklas	65,51	42,48	11,98						11,05
Celsian	21,60	6,93	5,87				8,80		
Albit	11,20	7,71	2,17					1,32	
Anortit	0,35	0,15	0,13			0,07			
	98,66	57,27	20,15			0,07	8,80	1,32	11,05
Rest	1,41	0,71	0,43	0,17	0,10				
Sum	100,07	57,98	20,58	0,17	0,10	0,07	8,80	1,32	11,05

Resten bestaar av forurensninger, som ikke nærmere har kunnet bestemmes. Under mikroskopet sees tildels smaa,

mørke interpositioner. Fratrækkes forurensningerne og om-
beregnes til molekylarprocent, faaes at feldspaten har føl-
gende sammensætning:

Or.....	69,84
Ce.....	17,11
Ab.....	12,67
An.....	0,38
	100,00

Den specifikke vegt av feldspaten fra Dergleichen blev undersøkt med tunge væsker, og der viste sig i det indsamlede analysemateriale at optræ nogle faa korn med specifik vegt 2,550. De fleste korn laa betydelig høiere; der blev endog fundet nogle korn med specifik vegt 2,701.

Der blev samtidig behandlet flere hundrede korn, og om disse korn har jeg notert følgende:

Et par korn viste sp. v. 2,550, et par korn laa under 2,560. De aller fleste laa over 2,577, kun faa korn laa over 2,670, og nogle faa viste 2,701. Der synes saaledes med hensyn til specifik vegt at optræ en række med værdier mellem 2,550 (adularens specifikke vegt) og 2,701 (hyalophan).

Den midlere lysbrytningskoefficient n_{β} blev for de forskjellige korn fundet at variere mellem 1,525 og 1,528, i middel 1,527.

Ved disse undersøkelser blev jeg bistaat av frk. cand. min. M. JOHNSON og hr. assistent BERNER.

Der optrær antagelig en række med stigende Ce-gehalt, fra ren ortoklas til hyalophan.

Det maa ved videre undersøkelse avgjøres, hvor høi celsiangehalten i disse feldspater fra Kongsberg kan være.

J. E. STRANDMARK¹ anfører, at hyalophan med 21 molekylar pct. celsian ifølge hans undersøkelser har en specifik vekt av 2,733. Krystaller av hyalophan fra Kongsberg viser de samme enkle former som vanlig hos adular. $\{110\}$, $\{001\}$, $\{101\}$.

Alt for lang tid siden er saakaldt adular fra Kongsberg fundet som drusemineral paa Kongsberggangene. I Kristi-

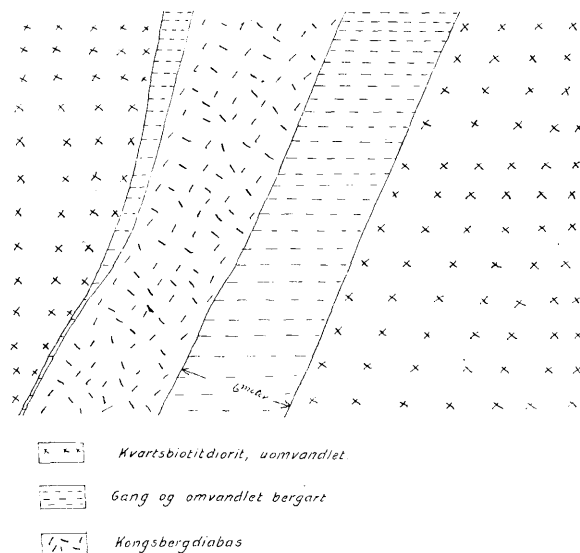


Fig. 8. Gang bestaaende av bariumholdig kalifeldspat, kalkspat og svovlkis. Dergleichen grube.

ania universitets mineralogiske institut opbevares saakaldt adular fra Kongsberg med en etiket, hvorpaa professor dr. W. C. BRØGGER i 1880 har skrevet, at det ihvertfald ikke er almindelig adular. BRØGGER arbeidet paa den tid med egenvegtsbestemmelser og har da fundet, at denne adular segenvet var altfor høi for en almindelig kalifeldspat. Den samme

¹ Geol. Fören. i Stockh. Förh. 25, 1903 og 26, 1904.

adular er av O. TORELL fremvist paa et naturforskersmøte i Stockholm som eksempel paa feldspat dannet paa thermal vei. I fig. 8 vises en skisse av forekomsten ved Dergleichen grube. Der optrær en kvartsgang tilhørende 1ste generation. I nærheten av krydset med skiktningsgangen i Dergleichen grube er gangen med de nærmestliggende dele av sidebergarten omvandlet, og der er nydannet en gangmasse næsten kun bestaaende av Ba-holdig kalifeldspat og kalkspat, der dels optrær som utfyllning imellem feldspatkornene dels i gjennemsættende aarer og smaaganger. Der optrær ogsaa meget svovlkis i smukke krystaller.

Der er ingen særlig skarpe grænser mellem den nydannede gangmasse og de omvandlede sidebergarter. Der er øiensynlig foregaat en metasomatisk proces, hvorunder de nærmestliggende dele av sidebergarterne er omvandlet, idet plagioklasen næsten har avgitt sin hele kalkgehalt og delvis sin natrongehalt, mens der er vandret ind kali og baryt. Den utlutede kalkmængde er avsatt som kalkspat, og det er sandsynlig, at kalkspaten paa Kongsberggangene for en stor del stammer fra saadanne metasomatiske processer i og omkring gangene av 1ste generation ved deres kryds med skiktningsgangene i baandzonerne. Det er merkelig, hvor fuldstændig processen er foregaat; bergarten i Dergleichen indeholder ca. 2 pct. CaO i silikater, mens de omvandlede dele av den næsten er helt fri for CaO, idet analysen viste, at kun 0,07 pct. CaO var tilbake i silikaterne.

En lignende proces har vistnok foregaat ved alle hovedganger og raataganger.

Den bariumholdige kalifeldspat findes som nævnt meget hyppig paa hovedgangene. Naar den ikke findes paa alle raataganger, saa beror det naturligvis derpaa, at raatagangene,

som utvilsomt oprindelig har hat forholdsvis betydelig mægtighed, er saa fuldstændig mylonitiseret, at der oftest ikke er opbevaret noget av de ved metasomatosen dannede mineraler.

Som det senere skal bli beskrevet udmerker raatagangene sig ved at indeholde en leragtig masse, i det væsentlige bestaaende av muskovit, som med stor sandsynlighed er et omvandlingsprodukt efter den ved metasomatosen dannede kalifeldspat. En bariumgehalt paa raatagangene er hyppig konstateret, men forøvrig maa det spørsmaal undersøkes yderligere.

Zeoliter er meget karakteristiske mineraler for hovedgangene. Av denne mineralgruppe finder man hyppig *desmin* i smaa stængler baade som drusemineral og indvokset i hovedgangene.

I præparat av en gang i Samuels syddrift viste *desmin*: Optisk negativ, $b = \beta$, c omtrent $= \alpha$, $2\varepsilon = 50-55^\circ$.

Heulandit findes gjerne sammen med *desmin* i korte søiler med zonar opbygning. Optisk positiv.

Harmatom, *laumontit*, *apofyllit* og *prehnit* findes ogsaa, omend sjeldnere.

Epidot er et noksaa hyppig optrædende mineral.

Av sjeldnere mineraler kan nævnes *axinit*, som optræer rikelig i en gang i Gottes Hülfe grube i smaa lysebrune krystaller.

Kul optræer ofte i gangene av 2den generation, dels i form av grafit, dels som bitumen.

Grafit finder man særlig hyppig paa skiktninggangene og raatagangene, bitumen er mest almindelig paa hovedgangene, og de normale kalkspatganger har ofte en graagtig farvetone paa grund av pigmentering med bitumen.

Bitumen paa hovedgangene optræer ofte i kugleform og ligner da størknede bekdraaper. Kuglerne er ikke sjelden

brukket istykker; man finder ofte brudstykker av bitumenkugler spredt omkring i gangmassen.

Utenfor baandzonerne har jeg ikke fundet grafit og bitumen. Disse stoffer er vistnok knyttet til krydset mellem gangene av 1ste generation og baandzonerne, og de er sandsynligvis dannet ved de processer, hvorunder 1ste generations gangene er omdannet til hovedganger og raataganger.

De yngre opløsninger tilhørende 2den generation har formodentlig indeholdt kulvandstoffer, og under disse opløsningers indvirkning paa de ældre kvartsganger av 1ste generation er der antageligvis utreduceret kul.

Bitumen paa gangene ansees altid som et gunstig varsel for sølvføringen.

Av *uædle ertser*, som optrær paa hovedgangene, kan først og fremst nævnes de, som er kjendt fra gangene av 1ste generation, nemlig svovlkis, kobberkis, zinkblende og blyglans. Man finder disse ertser stundom i stor mængde paa hovedgangene; svovlkisen er oftest uten nævneværdig sølvgehalt, men de tre sidstnævnte ertser er ofte meget sølvrike. Dette er dog forskjellig. Enkelte steder er de næsten sølvfrie. Denne forskjellige sølvgehalt hos de nævnte ertser kan vistnok forklares ved at man holder sig for øie den maate hvorpaa hovedgangene er dannet, altsaa ved indvirkning av yngre opløsninger paa gangene av 1ste generation. Det er nemlig sandsynlig, at opløsningerne ved denne indvirkning delvis har utlutet sølvet av de nævnte ertser. Det er vel ogsaa at formode, at endel av sulfiderne paa gangene av 1ste generation er gaat i opløsning og atter utfældt i 2den ganggeneration, og da uten noget sølvindhold.

Zinkblende optrær paa hovedgangene i langt større mængde end kobberkis og blyglans. Det viser sig, at endel

av den zinkblende, som findes paa hovedgangene, er sterkt korrodert og vistnok maa opfattes som rester av 1ste generation, mens zinkblenden forøvrig ser ut til at være nyutfældt i 2den generation. Den førstnævnte zinkblende er mørk og gjerne sølvrik, mens den sidstnævnte er lys med friskere utseende og oftest sølvfattig. At merke er at man ganske hyppig finder sølv utfældt paa zinkblende. Denne zinkblende tilhører vistnok oftest 1ste generation. Man finder paa hovedgangene hyppig spor efter oppløst zinkblende. I dennes sted er øiensynlig ofte avsat klorit; ti der sees jevnlig rester av mørk zinkblende i kloritiske partier.

Svovlkis optrær paa hovedgangene dels i krystallinske masser, som øiensynlig er rester efter svovlkisen paa 1ste generations gangene, dels i vakre, velutviklede krystaller, som er utfældt av 2den generations oppløsningerne.

Magnetkis i vakre krystaller findes stundom. Disse er nøiere undersøkt i oktober 1915 av assistent ved mineralogiske institut i Kristiania ENDRE BERNER.

Hovedgangenes sølvføring er ofte meget betydelig. Der henvises herom til avsnittet om sølvføringen, pag. 134. Det er særlig paa hovedgangene, at de mange eiendommelige sølvformer findes, traadsølv, hornformet sølv, sølvkrystaller o. s. v.

Sølvglans og forskjellige andre sølvertser findes ogsaa i stor utstrækning.

Paa de almindelige kalkspatganger og paa gangdragene, som skal bli beskrevet senere, er platesølv og forskjellig formede sølvmasser og sølvklumper hyppigst. Forøvrig er det vanskelig at angi bestemte regler herom.

Der kjendes for tiden en hel række hovedganger, av helt typiske dog kun faa, nemlig:

1. Kongens grubes hovedgang.
2. Gottes Hülfe grubes hovedgang og Gottes Hülfe grubes nordgang.

Paa Vinoren optrær vistnok to hovedganger.

For endel gangers vedkommende er det tvilsomt, enten de bør betegnes som ganger av 1ste generation eller hovedganger, og det er tildels ogsaa vanskelig at avgjøre, om der foreligger hovedgang eller raatagang.

Nogle ganger forholder sig enkelte steder inden en baandzone som kvartsgang av 1ste generation, andre steder som hovedgang og atter andre steder som raatagang.

Hovedregelen er imidlertid som nævnt, at steile ganger av 1ste generation i baandzonerne optrær som hovedganger, ganger med skraat fald (40—60°) som raataganger.

Som saadanne tvilsomme ganger kan anføres en række ganger paa Underberget, nemlig:

1. Samuel grubes sydfaldende gang (oftest raatagang).
2. Samuel grubes nordfaldende gang (do. do.).
3. Sophie Hedevigs sydfaldende gang (do. do.).
4. Hellig Trefoldighets nordfaldende gang (kvartsrik).
5. Johannes grubes sydfaldende gang (do.).
6. Herzog Ulrichs sydfaldende gang (do.).
7. Blygangens gang (do.).
8. Juel grubes nordfaldende gang (do.).
9. Juel grubes sydfaldende gang (do.).
10. Dergleichen grubes gang (meget rik paa K-Ba-feldspat).

Flere av disse ganger maa ialfald stykkevis betegnes som hovedganger.

Endel av gangene skal bli nærmere beskrevet:

Kongens grubes hovedgang. Denne gang kan let følges i dagen, og den viser sig der som en typisk hovedgang, som

baade østover og vestover gaar over til en forholdsvis ren kvartsgang av 1ste generation.

Man finder stundom, at denne gang ogsaa utenfor Overbergsbaandet ledsages av yngre kalkspatganger.

Den nævnte kvartsgang er beskrevet tidligere under navn av Kongens grubes kvartsgang, og den gir et udmerket eksempel paa, hvorledes gangene av 1ste generation i baandzonerne optrær som hovedganger. Kvartsgangen krydser Underbergsbaandet ved Vagtmesterskjærpet og har ogsaa der nærmest karakter av en hovedgang.

Kongens grubes hovedgang er fulgt helt sammenhengende ved grubedriften i Kongens grube til ca. 935 meters dyp.

I prøve fra 910 meters dyp sees i mikroskopisk præparat kvarts, kalkspat, muskovit, klorit, bariumholdig feldspat, zinkblende, kis, sølv og sølvglans. Muskoviten optrær gjerne i radialstraalige aggregater. Kloriten ligger hyppig som en zone rundt zinkblenden, som ser ut til at være sterkt angrepet av opløsende kræfter. Feldspaten optrær i vel begrænsede krystaller med zonar opbygning. Den tilhører de ældste mineraldannelser. Sølv optrær gedigent rundt kisen og merkelig nok som smaa interpositioner i de inderste zoner av feldspaten, men ikke i den ydre randzone. Denne er ganske hvit, mens feldspatens indre er sterkt mørk farvet av smaa sølvkorn. Sølv optrær endvidere som fyldning imellem kvartsen og feldspatkrystallerne (fot. 13).

Præparat fra Direktørkassen viste under mikroskopet de i fot. 14 avbildede smukke ringer av kalcedonagtig kvarts rundt omvandlede grundfjeldsbrudstykker og med fyldning av kalkspat imellem brudstykkerne.

Lignende dannelser er ganske hyppige. I en gangprøve fra 900 meter nivaet i Kongens grube var mellemrummene

mellem de ringbeklædte brudstykker foruten med kalkspat hyppig fyldt med gedigent sølv. Kalkspaten og sølvet er omtrent krystalliseret samtidig og er yngre end kvartsringene. Denne forekomstmaate av sølvet er ikke helt sjelden, og det viser sig altsaa, at sølv ogsaa er dannet efter den kalcedonagtige kvarts.

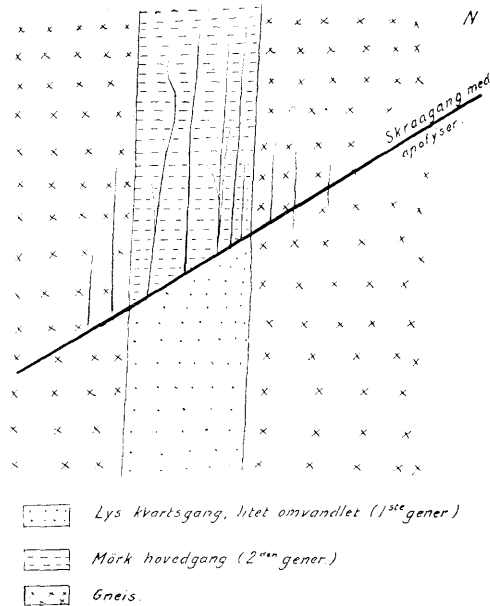


Fig. 9. Profil av Kongens grubes hovedgang i nivåa 912 meter.

Paa etage 912 meter er gangforholdene omtrent, som jeg har anskueliggjort i fig. 9, som fremstiller et lodret nord-sydprofil av Kongens grubes hovedgang. Fra en kalkspat-skraaang sees kalkspatapofyser at skjære opover, dels ind i en kvartsgang, dels ind i dennes sidebergarter, mens der nedover knapt findes en eneste kalkspatgang. Kvartsgangen ovenfor skraaangen er mørk, bitumenholdig og fører en

række hovedgangmineraller og maa betegnes som en hovedgang. Den fører ogsaa sølv i betydelig mængde. Nedenfor skraagangen er kvartsgangen lys og ligner en vanlig kvartsgang, og her findes ikke spor av sølv. Paa etage 900 meter sees, at gangforholdene er som anskueliggjort i fig. 10. En diabasgang med skiktningsgang langs den ene side krydser Kongens grubes hovedgang, som er mørk og med typisk

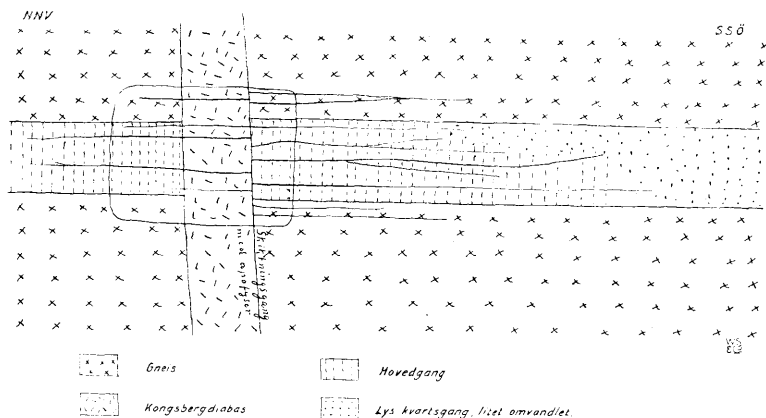


Fig. 10. Horizontalkart av Kongens grubes hovedgang i nivåa 900 meter.

hovedgangutseende. Skiktningsgangen utsender kalkspatapofyser baade ind i kvartsgangen og i dennes sidebergarter. Den firkantede flate betegner en synk, hvori blev utvundet en betydelig mængde sølv, indtil man traf den ovenfor omtalte skraagang, under hvilken sølvføringen ophørte.

Gottes Hülfe grubes hovedgang og nordgang. Den i avsnittet om 1ste generationsgangene beskrevne Gottes Hülfe gang har i krydset med Overbergsbaandet karakter av hovedgang. Den fører her en langt større mængde kalkspat end utenfor baandet og endvidere adskillige andre hovedgangmineraller. Gottes Hülfe grubes hoveddrift er anlagt paa

denne gang. Det er litt vanskelig nedigiennem den gamle daarlige faring at følge gangen; men der kan vistnok ikke herske tvil om, at det er den samme gang, som man kan se i hoveddriften i stollnivaet. I fig. 13 har jeg antydnet, hvorledes gangforholdene er i Gottes Hülfe grube. Hovedgangen overskjæres under Kristians stoll av en sydfaldende raatagang, og den fortsætter under denne kun som en ubetydelig gang.

Under raatagangen er avbygget en hovedgang, som kaldes *nordgangen* og som maa opfattes som fortsættelsen av den ovenfor omtalte Gottes Hülfe grubes hovedgang. I et dyp av omtrent 550 meter indkom en ny raatagang med sydlig fald, og under denne er nordgangen begyndt at tape sig.

Der er dog længer nord under sidstnævnte raatagang paatruffet nye ganger, som maaske vil vise sig at være fortsættelse av Gottes Hülfe grubes hovedgang. Der er i Gottes Hülfe grube kjendt en hel række ordinære kalkspatganger, der optræer som apofyser fra hovedgangene og raatagangene; nogle av de vigtigste er Sydgangen, Nythaapsgangen og Nordlig gang nr. 1. Disse skal bli beskrevet nøiere under avsnittet om de ordinære kalkspatganger. Av ganger, hvis karakter ikke er helt avgjort, kan nævnes:

Gang i Samuel grubes syddrift. Denne gang falder ind i syddriften fra nord.

I nivaa 330 meter har den et utseende i mikroskopisk præparat som vist i fig. 11. I midten av gangen var der en kalkspatzone, som i hele præparatet slukker ut samtidig. Utenfor denne zone kom paa begge sider av kalkspatzonen en zone bestaaende av en finkornig til tæt masse, som ved sterk forstørrelse viste sig at bestaa av zeolit og kalkspat,

og yderst i denne zone laa tilsyneladende porfyriske indsprængninger av desmin og heulandit. Utenfor denne zone viste sig en 3dje zone bestaaende av mere grovkornig blanding av desmin, heulandit og kalkspat, og endelig yderst langs begge ganggrænser en smal zone bestaaende av grafit-

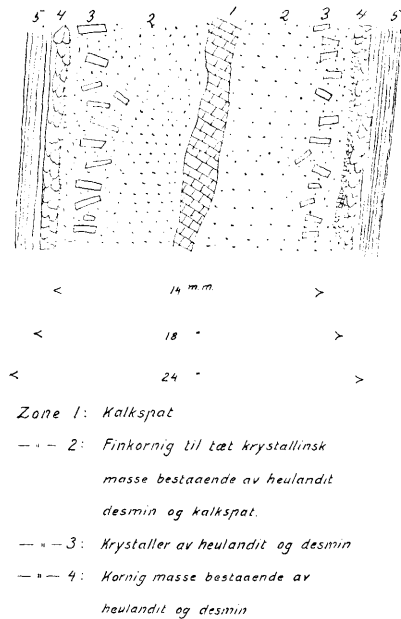


Fig. 11. En gang i Samuels grube.

impregnerte, mylonitiserte og sterkt kalkspatgjennemvævede grundfjeldsbrudstykker. Dimensionerne sees av figuren.

Guldførende gang i Ny Segen Gottes grube nr. 9, Vinoren. En stuf fundet i sølvverkets mineralsamling fra denne gamle nedlagte grube viste typisk skiferspatkarakter. Makroskopisk gav den indtryk at bestaa av kalcedonagtig kvarts med paavoksede smaa kvartskrystaller samt endel skiferspattavler. — Guldblader og en mængde

smaa guldkorn kunde sees overalt i stuffen. Et præparat viste, at der ogsaa optræer store mængder feldspat. Strukturen er ganske eiendommelig. Guldet (gyldisk sølv) er øiensynlig ældst. Det er avsat i blader og smaa korn, og rundt bladene er avsat en meget finkornig blanding av feldspat og kvarts, som igjen er omgitt av en kappe stængelig, kalcedonagtig og krystallinsk kvarts, tildels sammen med feldspat. Fot. 17 viser strukturen. Ny Segen Gottes nr. 9,

Vinoren, er fra gammel tid kjendt for sin guldføring. Det er av interesse, at guldblade er ældre end feldspaten og kvartsen; i 450 ltr. nivaet i Kongens grube var sølvet i det væsentlige yngre end feldspaten.

c. Raataganger.

Likesom hovedgangene udmerker ogsaa raatagangene sig ved i strøkretningen utenfor baandzonerne at gaa over til ganger av 1ste generation, i det væsentlige bestaaende av kvarts.

Raatagangene indeholder for en væsentlig del en sterkt kalkspatholdig oftest leragtig masse, øiensynlig dannet under sterk mylonitisering av den oprindelige gangmasse. Gangene er oftest drusede og porøse og viser hyppig rester av den hos gangene av 1ste generation saa almindelige breccie-struktur, som er fremkommet ved at opløsningerne, som har dannet gangene, har revet med sig brudstykker av sidebergarter.

Disse brudstykker er i almindelighet endnu sterkere omvandlet end brudstykkerne hos hovedgangene.

Kvartsen paa gangene er oftest bortført, og istedet er der avsat kalkspat, hvorhos der oftest findes en mængde grafit paa raatagangene. Som nydannelse finder man jevnlig kalcedonagtig kvarts.

Kalkspaten er som oftest gulagtig eller ren hvit. Den optrær foruten i sammenhengende masser ogsaa sterkt opblandet med den leragtige masse. Ganske ofte finder man paa raatagangene yngre fyldninger med hvit kalkspat, som ofte er utviklet som skiferspat, og sammen med denne finder man gjerne kalcedonagtig kvarts.

Flusspat findes stundom paa raatagangene og i almindelighet som yngste fyldning sammen med skiferspat.

Tungspat sees stundom og da gjerne sammen med stinkkalk.

Den eiendommelige *leragtige masse* paa raatagangene har man været opmærksom paa i lange tider, og man har, naar den har optraadt i større mængde, gjerne benævnt disse ganger med den tyske betegnelse *lattenganger*. Her benytter jeg heller det i gruberne oftest anvendte uttryk *raataganger*.

Ertsindholdet paa raatagangene er ubetydelig. Næsten al erts er øiensynlig utlutet sammen med kvartsen. Litt zinkblende og spor av blyglans og kobberkis finder man dog. Svovlkis kan stundom findes i nogen mængde og ser ut til at være en yngre nydannelse.

Sølvindhold finder man praktisk talt ikke paa de utprægede raataganger.

Jeg har utført en række prøvinger av disse ganger, men har aldrig fundet sølv i de typiske raataganger. Flere mellemtyper mellem raataganger og hovedganger indeholdt derimot endel sølv, saaledes Willen Gottes gangen og Raaen gangen.

Den mikroskopiske undersøkelse av raatagangene har vist, at disse i almindelighet bestaar av muskovit, klorit, kalkspat og litt kalcedonagtig kvarts. Desuten sees litt titanit og kvarts.

Den leragtige masse, som blev omtalt ovenfor, bestaar enkelte steder kun av muskovit sammen med klorit. Kalkspat er gjerne altid tilstede i større eller mindre mængde. I enkelte av de hovedganglignende raataganger sees ogsaa zeolit og Ba-K-feldspat. Paa disse sidstnævnte sees i mikro-

skopisk præparat tildels zinkblende, kobberkis og blyglans, men paa de egentlige raataganger sees ikke saadanne ertser.

De typiske raataganger er altid sterkt mylonitisert, hvilket naturligvis har befordret utlutningen av forskjellige stoffer. Mange steder er gangminerale og sidestensbrudstykker og endog betydelige dele av sidestenen helt opknust og malet istykker.

Ved hovedgangene sees stundom ogsaa mylonitisering, men aldrig i saa høi grad som hos raatagangene.

Mægtigheten av raatagangene er næsten altid meget mindre end hos de tilsvarende ganger av 1ste generation utenfor baandzonerne. Den sterke mylonitisering og utlutning har øiensynlig formindsket mængden av gangart, og da gangmassen er løs og leragtig, saa har den ikke kunnet holde hængvæggen i den samme stilling som tidligere, men denne er sunket ned og er ikke sjelden næsten faldt helt ned paa liggvæggen.

Faldet av raatagangene er oftest 45 til 50°, sjeldnere 60°, og kun meget sjelden steilere. Dette ser ut til at ha en bestemt aarsak. De nævnte faldvinkler stemmer nemlig netop med faldet for de bedste avløsningsflater i dette grundfjeld, og det ser ut til at de ganger av 1ste generation, som følger disse flater, hvor opløsningerne formodentlig har kunnet cirkulere forholdsvis livlig, i baandzonerne av yngre opløsninger er omdannet til raataganger, mens de steile ganger, som ikke synes at følge naturlige avløsningsflater og derfor vistnok maa antages at ha budt opløsningerne større hindringer mot cirkulationen, av yngre opløsninger i baandzonerne er omdannet til hovedganger.

Paa de førstnævnte ganger har yngre opløsninger vistnok væsentlig virket utlutende, mens de paa de steilere ganger har faat anledning til roligere utkrystallisation.

Av denne grund, at raatagangene gjerne har et skraafald, benævnes de i gruberne stundom for skraaganger, og den mest kjendte av saadanne er skraagangen i Napoleons dyp paa Fredrik stoll i Kongens grube, som forøvrig skal bli nøiere omtalt senere. Det maa her bemerkes, at ikke alle skraaganger oprindelig er av 1ste generation; en hel mængde er rene kalkspatganger, dannet under 2den gang-generation.

Raatagangene spiller en meget stor rolle, hvilket har været kjendt fra gammel tid, idet de enten forædler eller borttar ertsen fra de sølvførende ganger.

Av skemaet over ganginddelingen, pag. 134, fremgik at de *sølvførende* ganger i Kongsbergfeltet i hovedtrækkene kunde inddeles i hovedganger og normale kalkspatganger.

Iagttagelserne over raatagangenes indflydelse paa sølvføringen viser, at *hovedgangene paa krydset med raatagangene i større eller mindre utstrækning selv forholder sig som raataganger uten sølvføring.*

En gang kan optræ som sølvførende hovedgang helt til krydset med en raatagang, men som en steril raatagang paa den anden side av krydset, og atter gaa over til sølvførende hovedgang i nogen avstand fra nævnte kryds.

Kongens grubes hovedgang og Gottes Hülfe grubes hovedgangdrag viser gode eksempler herpaa.

For de normale kalkspatgangers vedkommende gjør et fuldstændig motsat forhold sig gjældende, idet det stadig viser sig, at *disse netop forædles paa krydset med raatagangene og gradvis mister sølvføringen utover fra det*

nævnte kryds. Disse to for sølvgrubedriften paa Kongsberg saa vigtige momenter skal bli omtalt ogsaa senere. Der henvises særlig til avsnittet om gangdrag av Justitstypen.

De mange overgangstyper mellem hovedganger og raataganger og de tvilsomme ganger, om hvilke man ikke sikkert vet, enten de tilhører den ene eller den anden gangtype, er avtalt under avsnittet om hovedgangene. Efterhvert som grubedriften skrider frem, vil man faa anledning til at foreta observationer, saaledes at de forskjellige gangers natur litt efter litt vil kunne bli avgjort.

Det er med hensyn til mineral- og ertsføring ikke utænkelig, at der oprindelig ikke har været større forskjel mellem raatagangene og hovedgangene. Den nuværende store forskjel mellem de to gangtyper kan bero paa mylonitiseringen av raatagangene, hvorunder erts og forskjellige andre mineraler, navnlig kalkspat, kan være utlutet og ført ut i sidesprækker. Denne opfatning kan stemme godt dermed, at de ordinære kalkspatganger ofte optrær som apofyser fra raataganger og netop er rikest paa sølv i nærheten av disse, mens sølvføringen taper sig fjernere fra samme. Der henvises herom forøvrig til avsnittet om de ordinære kalkspatganger.

d. Skiktningsganger.

De ovenfor beskrevne ganger, nemlig hovedgangene og raatagangene, var sandsynligvis dannet ved at yngre opløsninger hadde omvandlet gangene av 1ste generation.

De ganger, som nu skal beskrives, nemlig skiktningsgangene, er dannet ved at de yngre opløsninger (2den generation) har cirkuleret paa spalter, som har fulgt grundfjeldsbergarternes skifrihet.

Opløsningerne har vistnok delvis fulgt ældre skiktningsspalter og har omvandlet derværende ældre ganger av 1ste generation, hvilket synes at fremgaa derav, at endel skiktningsganger av 2den generation i høi grad ligner raatagangene. Da disse sidstnævnte ganger overskjærer baandene, kan man let paavise, at de utenfor disse optrær som ganger av 1ste generation.

For skiktningsgangenes vedkommende kan noget lignende ikke paavises, fordi disse i deres hele utstrækning følger baandene.

De skiktningsganger, som ligner raatagangene, indeholder langs gangsiderne ofte en lignende leragtig masse som disse, mens der i midten gjerne optrær kalkspat, kvarts, kalifeldspat og zeoliter. Langs gangsiderne optrær ofte ogsaa tildels tykke grafitbelæg.

Sølvføringen paa de egentlige skiktningsganger er i almindelighet kun liten. Man kan dog stundom spore endel sølv. Det har imidlertid vist sig, at skiktningsgangene av 2den generation har større indirekte end direkte betydning for grubedriften derved, at man stadig finder eksempler paa, at normale kalkspatganger er apofyser fra disse skiktningsganger. At de samtidig ogsaa viser sig at være apofyser fra raatagangene og delvis ogsaa fra hovedgangene skal bli nøiere omtalt senere.

Der skal da ogsaa bli beskrevet, at de vigtige gangdrag av Justitstypen, som bestaar av korte apofyser fra raata- og skiktningsgangene, efter de hittil foretagne undersøkelser, fortrinsvis er sølvførende i nærheten av de to nævnte gangtyper. Sølvforekomster av Justitstypen kaldes derfor paa Kongsberg ofte for „*skiktningssølv*“.

Skiktningsganger av 2den generation kjendes fra alle gruber. Særlig kjendt er skiktningsgangen til vest i Kongens grube og skiktningsgangene i Gabe Gottes grube, og det er ikke usandsynlig, at der er sammenhæng mellem alle skiktningsganger paa Overberget, og for Underbergets vedkommende er det ogsaa sandsynlig, at de derværende skiktningsganger paa en eller anden maate er forbundne. Maaske strækker en og samme skiktningsgang sig langs den største del av Underberget. En lang skiktningsgang av 2den generation kan i dagen følges fra Helgevandsaasens østside og langt sydover langs Jonstjernbækken. Den er fuld av grafit, leragtig masse, sidestensbrudstykker, kalkspat og kvarts.

Der har vistnok oprindelig foreligget en skiktningsgang av 1ste generation, som er sterkt omvandlet av yngre opløsninger.

Skiktningsgangene optrær næsten kun i baandzonerne, eftersom kun de derværende bergarter er saa skifrige, at saadanne ganger har kunnet danne sig. Det er som tidligere nævnt ved krydset med skiktningsgangene, at gangene av 1ste generation er omdannet til hovedganger og raataganger. Man maa derfor anta, at de yngre opløsninger gennem skiktningspalterne er trængt ind paa de ældre gangspalter av 1ste generation og har omvandlet de derværende ganger.

e. Normale kalkspatganger.

De ganger, som her skal behandles, er oftest forholdsvis smaa baade i utstrækning efter strøk og fald og i mægtighet, men da de optrær i et overmaade stort antal, dels enkeltvis dels i lange drag, saa har de vistnok endog større økonomisk betydning end hovedgangene. Andre ganger end

de normale kalkspatganger og hovedgangene kommer, som det vil ha fremgaat av tidligere beskrivelser, som oftest ikke i betragtning som sølvførende.

De normale kalkspatganger optrær i spalter og sprækker, som vistnok i det væsentlige er dannet ved tektoniske forstyrrelser i Kongsberggrundfjeldet, som i tid omtrent falder sammen med eller ligger efter de postsiluriske diabasgangers indtrængen, altsaa paa et senere tidspunkt end da gangene av 1ste generation blev dannet. Dette kan man slutte derav, at de normale kalkspatganger, som ogsaa tidligere omtalt, gennemskjærer diabasgangene og 1ste generations gangene.

De normale kalkspatgangspalter og sprækker er antagelig fyldt paa samme tid som omvandlingen av 1ste generations gangene til hovedganger, raataganger og tildels til skiktningsganger foregik.

Det er ogsaa sandsynlig, at det er de samme opløsninger, som har dannet alle de nævnte gangtyper. Dette kan man slutte derav, at der er saa store likheter i alle de nævnte gangers mineralsammensætning og ertsføring.

Forskjellen mellem de normale kalkspatganger og de nævnte ved omvandling dannede ganger er i det væsentlige, at man paa de sidstnævnte ganger finder rester av 1ste generations mineraler og en række nydannede mineraler, nemlig foruten kalkspat og flusspat ogsaa feldspat, zeoliter, kalcedonagtig kvarts m. m., mens de førstnævnte hovedsagelig indeholder en noksaa ensartet graa eller lys kalkspat og litt flusspat. Man finder ogsaa paa disse endel feldspat, zeoliter, kvarts m. m., men ikke i saa store mængder som paa de omvandlede ganger, og efter de hittil foretagne undersøkelser optrær de nævnte silikater paa de normale kalk-

spatganger i større mængde nær krydset med hovedganger, raataganger og endel skiktningsganger end fjernere fra disse ganger. Av betydelig interesse er ogsaa, at sølvføringen paa de normale kalkspatganger ser ut til at følge silikaternes utbredelse, saaledes at naar kalkspatgangene over større utstrækning er helt fri for de nævnte silikater, saa synes sølvføringen at forsvinde og omvendt at økes der, hvor silikaterne er tilstede i større mængde. Flusspat ser ogsaa ut til at optræ i større mængde paa de omvandlede ganger end paa de normale kalkspatganger og følger øiensynlig silikaterne og sølvføringen.

Det er efter de hittil foretagne undersøkelser sandsynlig, at alle normale kalkspatganger er apofyser fra skiktningsganger, hovedganger eller raataganger.

Angaaende *mineralføringen* paa de normale kalkspatganger kan der for en stor del henvises til beskrivelsen av mineralerne paa hovedgangene. Som nævnt optrær paa kalkspatgangene helt overveiende *kalkspat* som gangart. Denne er oftest av skalenoedertypen, skiferspat er sjeldnere.

Forøvrig optrær flusspat, kalcedonagtig og krystallinsk kvarts, feldspat, zeoliter og videre de fleste av de under hovedgangene omtalte mineraler, omend i betydelig mindre mængde end paa disse. Bitumen er ogsaa en hyppig foreteelse, men heller ikke dette mineral optrær paa de normale kalkspatganger i saa stor mængde som paa hovedgangene.

*Sølv*et paa de normale kalkspatganger optrær hyppigst i form av platesølv; der kan dog som tidligere nævnt ikke opstilles nogen almindelig regel herom; klumper, horn og traadsølv er ogsaa noksaa hyppig. *Sølvglans* er paa disse ganger tilstede i betydelig mindre mængde end paa hovedgangene.

1. *Enkle kalkspatganger.*

Vistnok den største del av kalkspatgangene i Kongsbergfeltet viser sig ved nøiere eftersyn at indgaa som led i gangdrag.

En del ganger optrær imidlertid uafhængig av gangdrag og er saaledes helt selvstændige og betegnes derfor bedst som enkle ganger. Selv for disse gangers vedkommende er det dog sjelden at finde lange enkle ganger; det almindeligste er ganger bestaaende av smaaanger, som følger saa umiddelbart efter hverandre, at man nærmest maa betegne det hele som én gang.

Det mest typiske eksempel paa en forholdsvis lang enkelt, normal kalkspatgang er Armen grubes gang, som i gruben i almindelighet er benævnt Armen grubes hovedgang.

De enkle kalkspatganger pleier i strøkretningen aldrig at være over 2—300 meter lange; oftest er de betydelig kortere.

Faldet er oftest 70—85°, men de kjendes med betydelig flattere fald, 45° og derunder.

At merke er at de steile ganger er sølvrikere end mere skraat faldende ganger.

2. *Gangdrag.*

Det karakteristiske ved gangdragene er, at der optrær en mængde ganger, som gjensidig betinger hverandre og som kan slaas sammen til en høiere enhet under benævnelsen drag. De enkelte ganger er ofte parallele og falder oftest til den motsatte side av selve gangdraget. Det primære har her ikke været en enkelt spalte, men en brudzone, som er fyldt av kalkholdige opløsninger. Gangdrag optrær i Kongsbergfeltet i stor utstrækning, og der kan paa

grundlag av de hittil foretatte kartlægninger skilles mellem to forskjellige slags gangdrag, nemlig *Justitstypen* og *Gottes Hülfe typen*.

Justitstypen. Denne gangdragstype er utredet av ingeniør A. BUGGE¹ ved kartlægning av det saakaldte østre

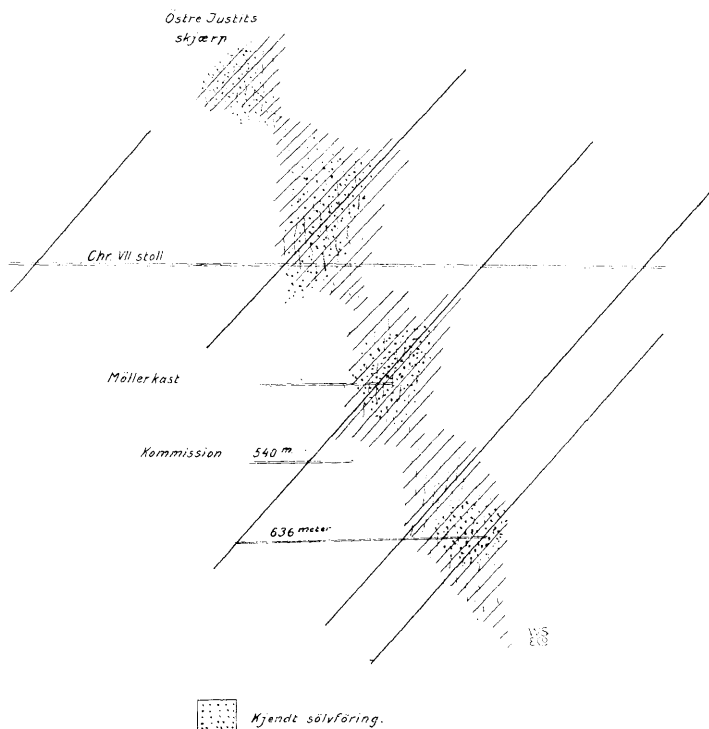


Fig. 12. Skematisk profil av ordinære kalkspatganger, raataganger og sølvføring i Østre Justits grubes gangdrag.

Justits grubes gangdrag. Man har nu i hovedtrækkene rede paa dette, og det har vist sig at krydse Kongens grubes hovedgang og at ha en akse, som falder ca. 53° mot nord. Vanskeligheten ved at faa utarbeidet det profil, som er av-

¹ l. c. 1914.

bildet i fig. 12, laa deri, at Justits grube var vandfyldt, og at store dele av Armen grube og delvis Kongens grube var utilgjængelig, idet de gamle i lang tid ubenyttede forbygninger var raatne.

Omsider var alle nødvendige horizontalkarter færdige, og man fik som første resultat bestemt, hvilken av Justitsgruberne det er, som hører ind i det nævnte profil, og videre fik man tilslut trukket op aksen for det hele gangdrag.

Efter hvad vi hittil vet om gangdrag av Justitstypen, saa optrær de altid i forbindelse med skiktningsganger. Hver enkelt av gangene løper ut fra en skiktningsgang. Østre Justits grubes gangdrag ligger saaledes i sin hele utstrækning langs den store skiktningsgang i Kongens grube. Gangene har en længde i felt fra en ubetydelighet og indtil 20—30 meter, sjelden mere. Længden efter faldet er oftest ogsaa forholdsvis liten.

Mægtigheten av Justitsdraget er fra 10 til 20 til 50 meter (nord—syd).

For at faa en forestilling om bygningen av gangdrag av denne type skal vi beskrive Østre Justits grubes gangdrag. Der kan henvises til fig. 12 samt til pl. II og III. Gangdraget krydses av 4 hittil kjendte raataganger, og ved krydset med disse optrær der en mængde skraaganger, som er parallelle med raatagangene og desuten en mængde kalkspatganger med fald 70—85 S, som sædvanligvis løper ut fra skraagangene og den tidligere nævnte store skiktningsgang.

Skraagangene taper sig i sidebergarterne utenfor gangdraget. De kan antagelig betragtes som oprindelige slettedannelser i bergarterne, som ved brudzonens dannelse har aapnet sig og senere er fyldt med gangart og tildels med sølv.

LANGBERG kaldte skraagangene for undersletter. — Ved gangdragets krydspunkter med de 4 nævnte raataganger er der utvundet store mængder sølv, saaledes ved Justits grube, mellem Fredriks stoll og Kristians stoll, ved Møller og ved 636 meter.

Imellem de nævnte krydspunkter har sølvføringen derimot vist sig daarligere, og det vil vistnok vise sig, *at dragets maksimum av sølvføring optræer ved krydspunkterne med raatagangene, minimum midt imellem samme.*

Der har saaledes vist sig daarlig sølvføring mellem Fredrik stoll og Justits grube. Mellem Kristians stoll og Møller har sølvføringen paa Justitsdraget været meget daarlig, oftest helt borte.

Mellem Møller og 636 meter undersøges sølvføringen for tiden. Der er drevet en skakt fra Møller til Kommission (540 meter).

Kort under Møller tapte sølvføringen sig, og i skaktens nedre del er ikke sporet sølv.

Til yderligere undersøkelse drives der paa Kommission for tiden et tverslag fra Kongens grubes hovedskakt til Justitsdraget. Man vil efter min opfatning ikke finde større mængde sølv med dette tverslag.

Den sølvføring, som i 1914 blev fundet ved krydspunktet paa 636 meter, vil vistnok ogsaa vise sig at forsvinde paa dypet. — Ved videre undersøkelser efter sølv paa Justitsdragets fortsættelse mot dypet bør man lægge an paa at opsoke nye krydspunkter med raataganger.

Til vejledning i denne henseende har jeg i pl. II antydnet, at man i ca. 1000 meters dyp antagelig vil støte paa en raatagang fra Myrgruben, og i ca. 1250 meters dyp vil man formodentlig finde Oldenborgs raatagang (Louisehaug-

gangen). Disse krydspunkters beliggenhet bør ved kartlægning bestemmes saa nøiagtig som mulig.

For tiden tør jeg ikke uttale mig om muligheten av at finde flere lignende krydspunkter.

Det er vistnok sikkert, at det ikke alene er dragets sølvføring, som formindskes, eftersom man fjerner sig fra raatagangene, men at ogsaa gangene i nogen grad avtar i mængde og mægtighet fjernt fra raatagangene.

Da grubedriften hittil har været anlagt for litet systematisk, saa kan dette spørmaal ikke avgjøres for tiden. Lagttagelserne synes at tyde paa, at forholdet er omtrent som anskueliggjort i det skematiske profil, fig. 12. Nær raatagangene optræder de fleste og mægtigste kalkspatganger, og der er ogsaa sølvføringen størst.

Fjernere fra raatagangene optræder færre og smalere kalkspatganger, og disse har daarligere sølvføring; ikke sjelden er sølvet helt borte. Ved den fortsatte grubedrift vil dette spørmaal kunne avgjøres.

Gangdrag av Justitstypen har ofte større mægtighet end længde efter strøket. Derfor faar gruberummene gjerne større dimensioner langs baandstrøket i retning nord—syd end langs gangstrøket (Mortensons b-type). Da gruberummene altid er orienteret langs en skiktningsgang, kaldes de gjerne for *skiktningsdyp*.

Efter de undersøkelser, som hittil er foretat, kan der i et gangdrag av Justitstypen trækkes op en retlinjet akse, som vil repræsentere dragets midtlinje.

Gottes Hülfe typen. Gangforholdene i Gottes Hülfe gruben har altid været vanskelige at forstaa.

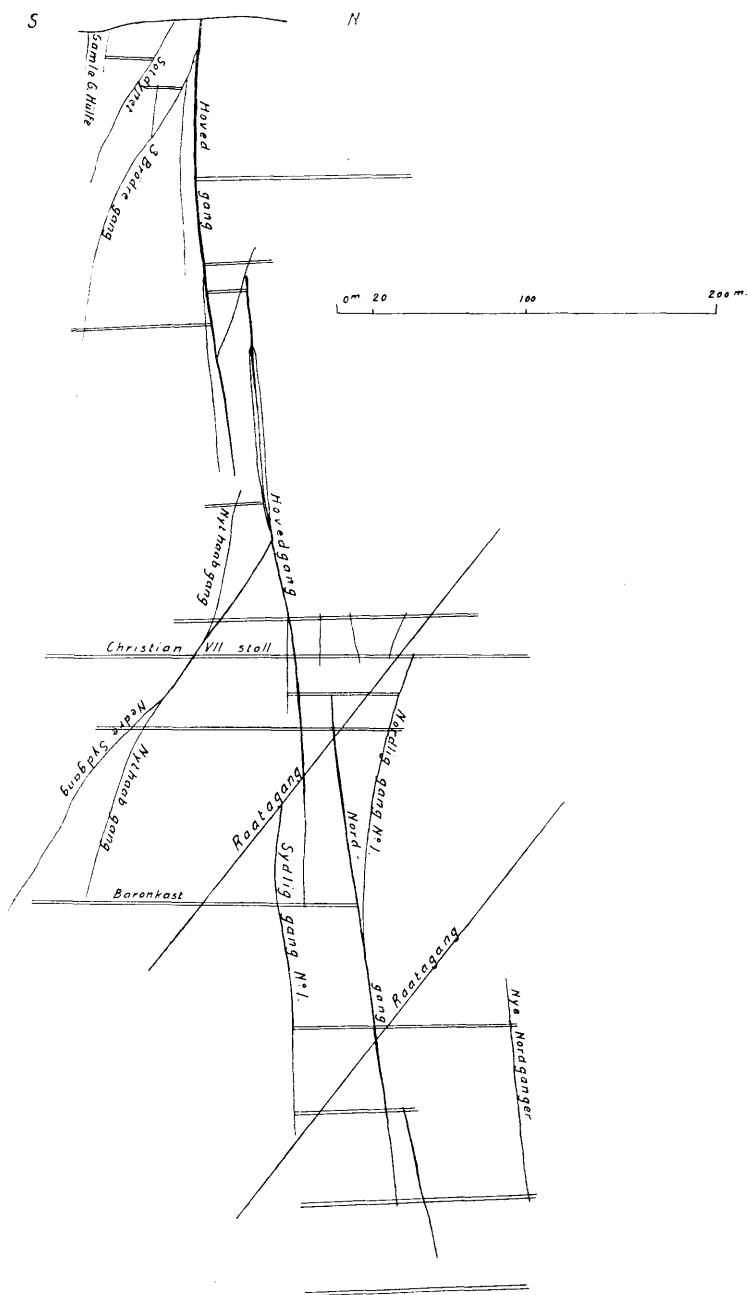


Fig. 13. Profil av gangene i Gottes Hülfe in d. Noth grube.

Forholdene er beskrevet av bergmester P. MORTENSON¹ og av bergingenør A. BUGGE². Mortenson omtaler særlig en nordlig dragning av Nordgangen. A. Bugge beskriver en nordlig dragning av hele gangforekomsten og siger, at gangdraget av Gottes Hülfe typen er sammensat av forholdsvis lange ganger med en indbyrdes avstand av indtil omkring 50 meter.

Som tidligere omtalt optrær i Gottes Hülfe grube et nordfaldende hovedgangdrag, hvorav man hittil i det væsentlige har avbygget Gottes Hülfe grubes hovedgang og Nordgangen. Dette drag krydses av to sydfaldende raataganger. Der optrær endvidere en række ordinære kalkspatganger, som løper ut fra hovedgangdraget, tildels ogsaa fra raatagangene, og med et oftest sydlig fald taper sig paa dypet. Av saadanne ordinære kalkspatganger kjendes bl. a. Sotdypgangen, Tre Brødre gangen, Nythaapsgangen, Sydgangen, og Nordlig gang nr. 1. Den sidstnævnte synes i det væsentlige at løpe ut fra en raatagang og paa dypet at falde ind i Nordgangen.

Det karakteristiske ved gangforholdene i Gottes Hülfe grube er saaledes et hovedgangdrag med apofyser av ordinære kalkspatganger. Sølvføringen paa apofyserne taper sig øiensynlig altid paa dypet, ofte litt før selve apofyserne kiler ut. Det er endvidere at merke, at skiktningsganger tilsyneladende ikke spiller samme betydelige rolle ved disse ganger som i Justitsgangdraget. Der optrær dog bl. a. en skiktningsgang til vest i Gottes Hülfe grube, og fremtidige undersøkelser vil maaske vise, at der langs denne ogsaa optrær et gangdrag av Justitstypen.

¹ Komiteendst. 1903.

² l. c. 1914.

Ved det store gangdrag i Gottes Hülfe grube er de ordinære kalkspatganger oftest forholdsvis lange baade i strøk og i faldretningen, dog sjelden over 200 meter.

De er vistnok i de fleste tilfælder apofyser fra skiktningsganger.

Fig. 13, 14 og 15 viser gangdrag av Gottes Hülfe typen. Fig. 16 viser gangforholdene ved Herzog Ulrichs grube. Der optrær vistnok ogsaa et gangdrag av nævnte type.

Ved gangdrag av Justistypen kan feltet undersøkes med tverslag langs den optrædende skiktningsgang. I Gottes Hülfe grube maa man for at faa en ordentlig undersøkelse anlægge

tverslag baade i de østlige og vestlige baand, saafremt man da ikke paa anden maate kan slutte sig til gangenes sølvføring.

I Samuels grubes syddrift avbygges et gangdrag av ordinære kalkspatganger, der optrær som apofyser fra en hovedganglignende gang. Denne er beskrevet tidligere, pag. 157, og har sydlig fald, mens apofyserne oftest falder ca. 85° N. Hele gangfeltet drar sig sydover. Det er samtidig meget iøinefaldende, at kalkspatgangene er apofyser fra en stor skiktningsgang, og denne er en god rettesnor for tverslagsdriften. Gangene er betydelig kortere i strøkretningen i Samuels grube end i Gottes Hülfe grube.

Det vil av det her nævnte forstaaes, at der i Gottes Hülfe grube

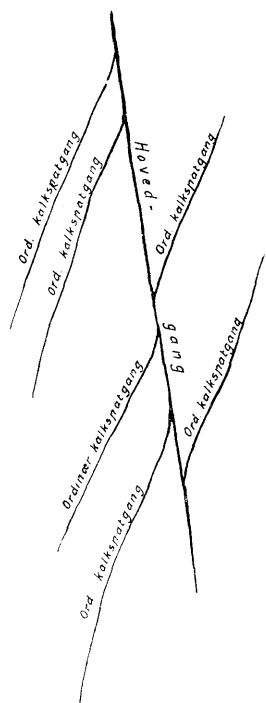


Fig. 15. Skematisk profil over ganger i gangdrag av Gottes Hülfe typen.

og i Samuel grubes syddrift optrær *en gangdragstype, som udmerker sig ved at bestaa av en hovedgang eller et hovedgangdrag med apofyser av ordinære kalkspatganger.*

Denne gangdragstype er mest utpræget i Gottes Hülfe grube og kan derfor benævnes efter denne grube.

f. Tungspatganger.

De forholdsvis rene tungspatganger har ikke saa stor økonomisk betydning som kalkspatgangerne.

Tungspat optrær som nævnt paa enkelte kalkspat- og kvartskalkspatganger, som oftest dog kun i smaa mængder. Det er særlig indenfor baandzonerne at gangene fører tungspat. Oftest finder man tungspaten paa forholdsvis rene tungspatganger. Disse fører av andre mineraler betydelig mængde stinkkalk, desuten bitumen i forholdsvis betydelig

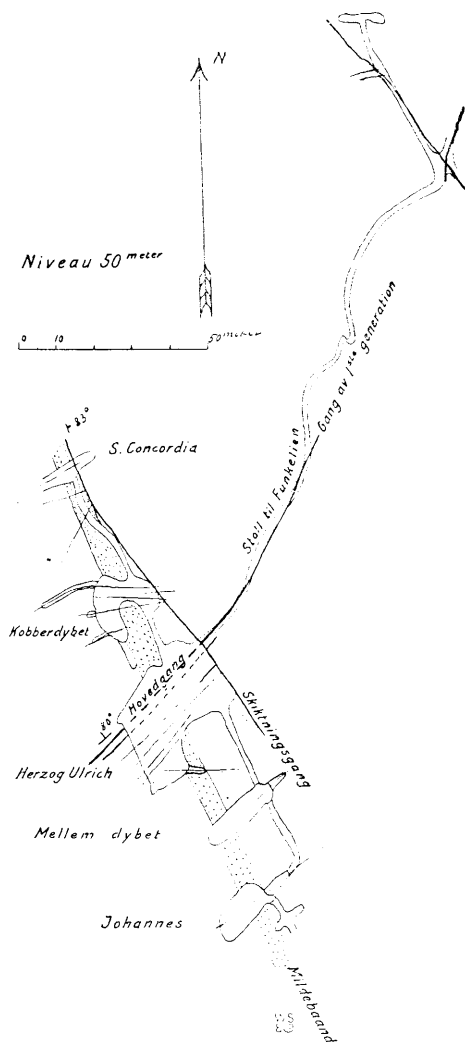


Fig. 16. Gang av 1ste generation (Gottes Hülfe gangen) ved krydset med Underbergets milde baand. Gangen optrær her, vest for skiktningsgangen, som sølvførende hovedgang (mellemtype) med apofyser av ordinære kalkspatganger, og man har her vistnok et gangdrag av Gottes Hülfe typen.

mængde. Kvarts sees ogsaa ganske hyppig. Zeoliter, feldspat og flusspat er vistnok sjeldne mineraler paa disse ganger, som i det hele udmerker sig ved stor ensformighet i mineralindholdet. Mægtigheten er meget forskjellig, 10—20 cm. er meget almindelig og mægtigheter paa indtil $1\frac{1}{2}$ meter er ikke sjeldne.

Tungspatganger kjendes fra hele Kongsbergfeltet. Paa Overberget kjendes saadanne i de fleste gruber, saaledes i Kongens grube og i Smisrud skjærp samt i Mildigkeits grube i den stoll som ligger ved Ny Sachsenveien, videre i Samuels grube paa Underberget og i flere av St. Andreas gruberne. I Kjennerud sølvgrube sees en tungspatgang ved den saakaldte Bygmesterplads paa nordsiden av Kjennerudvandet, øst for stollens mundloch. I veien fra Louisehaug til Henschensæteren sees en tungspatgang, som ser ut til at optræ i forbindelse med den tidligere beskrevne Louisehaug kvartsgang. Den største tungspatgang som jeg kjender findes paa Vinoren, ca. 1200 meter vest for Skudsviken, hvor der er drevet etpar smaasyunker paa den. Gangen er optil $1\frac{1}{2}$ meter mægtig og har kvartsgangenes vanlige strøk ca. W 20° S. Den fører ogsaa noget kalkspat. Med hensyn til alderen av tungspatgangene, saa er det ofte observert, at de gjennemskjæres av kalkspatgangene og altsaa er ældre end disse. Ogsaa paa tungspatførende kalkspatganger ser det ut til at tungspaten er utkrystallisert før kalkspaten.

Jeg har desværre aldrig fundet noget kryds mellem kvartsganger og tungspatganger som har været brukbart til aldersbestemmelse. Det som jeg har observert tyder paa, at tungspatgangene ialfald er noget yngre end kvartsgangene, men sikkert er dette ikke avgjort.

I fra *Blaarud skjærp* i Sunnegrænna, syd for Kongsberg, kjendes en tungspatforekomst.

Svovlkis, kobberkis, zinkblende og blyglans findes kun i smaa mængder paa tungspatgangene.

Gedigent sølv og sølvglans kan derimot tildels findes, og dette moment taler i høi grad for at tungspatgangene tilhører 2den generation.

g. Om utbredelsen av gangene av 2den generation.

Under beskrivelsen av ertsgangene er oplyst, at gangene av 2den generation fortrinsvis optrær i baandzonerne, mens man utenfor disse sjelden paatræffer andre ganger end de av 1ste generation.

Forholdet har merkelig nok ikke været paaagtet tidligere, men det beror vel derpaa, at man ikke har skilt skarpt nok mellem de 2 ganggenerationer. Hertil kommer, at der i Kongsbergfeltet foruten store typiske baandzoner ogsaa optrær mindre baandzoner og en mængde ganske smaa baand, hvor der ikke sjelden paatræffes ganger av 2den generation. Særlig i Haavgruppen og Knuteformationen er, som tidligere beskrevet, baand meget utbredt. Av denne grund har gangene av 2den generation ogsaa ganske stor utbredelse, og det kan nok forstaaes, at man ikke har notert, at de fleste av disse ganger optrær i baandzonerne.

Med hensyn til hvilke baand er rikest paa ganger, saa har erfaring fra grubedriften vist, at man finder et betydelig større antal ganger i de mest typiske baandzoner med velutviklet skifrighet end i saadanne, hvor baandarkitektur og skifrighet er litet fremtrædende.

Overbergsbaandet og Underbergsbaandet er uten tvil de mest typiske baandzoner i Kongsbergfeltet, og de er ogsaa langt rikere paa ganger av 2den generation end noget andet

omraade i feltet. Ogsaa flere andre baand er ganske rike paa ganger; der kan nævnes Barlinddalsbaandet, Jonsknutbaandet, Helgevandsbaandet og flere baand paa Vinoren.

Det er ovenfor omtalt, at hovedgangene og raatagangene særlig er at finde i typisk udvikling nær kalkspatskiktningss-

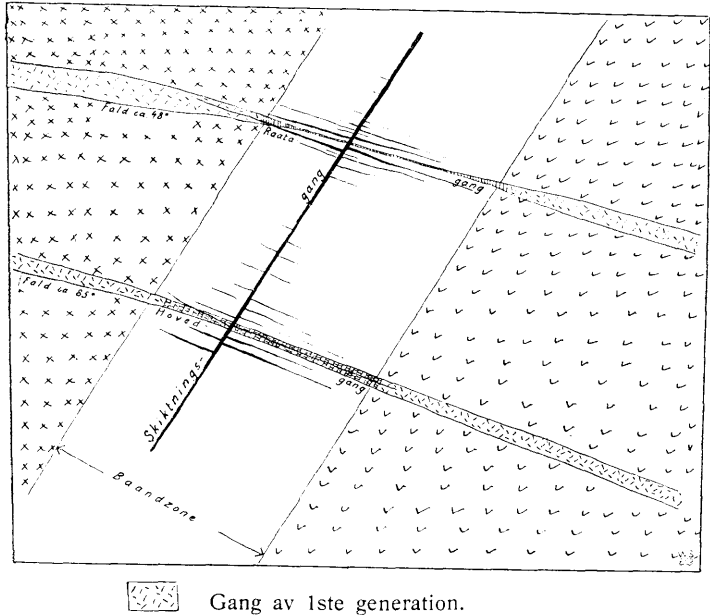


Fig. 17. Horizontalkart over en baandzone med hovedgang, raatagang, skiktningsgang og ordinære kalkspatganger (skematisk).

ganger og endvidere er nævnt, at de ordinære kalkspatganger i mange tilfælder har vist sig at være apofyser fra skiktningssganger, raataganger eller hovedganger. Der kjendes mange eksempler paa at kalkspatganger samtidig er apofyser fra 2 av de nævnte 3 gangtyper.

Fig. 17 skal forestille et skematisk horizontalsnit av en baandzone og viser en raatagang og en hovedgang ved krydset med en skiktningsgang. I figuren er antydnet, hvorledes de

ordinære kalkspatganger fortrinsvis synes at optræ omkring krydset mellem skiktningsgangen og de to nævnte gangtyper.

Der kjendes flere eksempler paa at kalkspatgangene er saa lange, at de naar utenfor gangzonerne, og de følger da gjerne de gamle gangspalter av 1ste generation. De allerfleste kalkspatganger er dog at finde nær skiktningsgangene, og det største antal synes i strøkretningen sjelden at være over 10 til 20 meter lange.

Overberget. Pl. II viser profil av Overberget med horizontalkart av Kristians stoll, væsentlig utarbeidet paa grundlag av gamle karter. Man har ikke disse karter helt nøiagtige ved sølvverket. Horizontalkartet mellem Gottes Hülfe og Haus Sachsen er kun rent skissemæssig.

Gangene i Overbergsstollen blev i sin tid kartlagt av bergmester MORTENSON. Han medtok alle ganger, baade de brede og de ganske tynde. Paa mit kart av stollen har jeg medtat de fleste kjendte ganger og sletter paa grundlag av kartlægning av A. BUGGE, MORTENSON og mig selv. Det viste sig at de fleste og mægtigste ganger findes omkring raatagangene og hovedgangene.

I partier som ligger langt fra de nævnte gangformer optrær oftest kun tynde sletter. Saadanne kan man finde saa godt som alle steder, og de synes ikke at optræ med stor regelmæssighet og fører sjelden sølv av nogen betydning.

I mit profil av Overberget er de kjendte raataganger avsat.

Søndenfor Kongens grube kjender jeg kun faa raataganger; i partiet omkring Kongens grube er derimot kjendt en række saadanne, og ved Gottes Hülfe grube og Haus Sachsen kjendes ogsaa flere raataganger. De fleste av disse

ganger er gjenfundet i dagen, og for de flestes vedkommende kan man ved at følge dem i strøkretningen vise at de utenfor baandzonerne gaar over til almindelige sulfidiske kvartsbrecieganger av 1ste generation. Da flere av disse raataganger er litet opfarte, saa kan man ikke sikkert avgjøre om enkelte maaske delvis vil vise sig at være sølvførende hovedganger.

Efter de kartlægninger som hittil er foretat, er det sandsynlig, at de raataganger som paa profilet er betegnet med I, II og III svarer til følgende primære kvartsganger av 1ste generation:

I gaar utenfor baandzonen vistnok over i Korsgangen.

II gaar utenfor baandzonen vistnok over i Mellemborggangen.

III er antagelig identisk med Willen Gottes gangen.

Av de øvrige raataganger kan noteres at IV vistnok gaar over i Louisehauggangen.

Av sølvførende gangdrag er der vistnok flere paa Overberget. Ved Willen Gottes og Myrgruben optrær der saaledes antagelig et gangdrag, men det er endnu usikkert om det er av Justits eller Gottes Hülfe typen, antagelig er det av den sidstnævnte type og sydfaldende.

Ved Haus Oldenborg optrær ogsaa et gangdrag, hvis art dog endnu ikke er bestemt. I Haus Sachsen optrær vistnok et nordfaldende gangdrag av Justits typen, men heller ikke der er det for tiden mulig uten nærmere undersøkelse at avgjøre gangforholdene.

Underberget. I pl. IV vises et profil av Underberget med horizontalkart over Underbergstollen, væsentlig utarbeidet paa grundlag av ældre karter.

Den nordlige del av Underbergstollen er maalt i nyere tid av A. BUGGE. Paa horizontalkartet er avsat gangene dels

efter ældre dels efter nyere iagttagelser. Paa profilet er indtegnet de kjendte mere og mindre omvandlede ganger av 1ste generation.

Ogsaa paa Underberget er grubedriften anlagt for litet systematisk til at man kan ha en nogenlunde fuldstændig oversigt over hvor mange hovedganger og hvilke gangdrag som optrær. I Samuel grube optrær som tidligere omtalt et gangdrag av Gottes Hülfe typen. Et lignende optrær vistnok ogsaa i partiet Johannes—Fräulein, hvor gangene fra Gottes Hülfe partiet skjærer Underberget.

Ved gamle Segen Gottes partiet optrær maaske et gangdrag av Gottes Hülfe typen, maaske ogsaa et av Justits-typen.

I Charlotte Amaliepartiet optrær maaske et sydfaldende gangdrag av Gottes Hülfe typen.

Det vil føre for vidt her at opregne de gangdrag, som med større eller mindre sandsynlighed optrær i Kongsberg-feltet.

Jeg skal videre kun nævne, at der ved Knutevoldgruberne vistnok optrær et gangdrag av Gottes Hülfe typen.

C. Fahlbaandenes betydning for dannelsen av sølvforekomsterne.

At fahlbaandene har hat indflydelse ved dannelsen av sølvforekomsterne er tidligere gjentagne ganger antydnet i nærværende arbeide. Det har forøvrig som bekjendt allerede i lange tider været hyppig omtalt i den praktisk-geologiske literatur og forholdet er desuten ofte studert av tilreisende indenlandske og utenlandske geologer, likesom det blandt

Kongsbergbergmændene i tidens løp har vakt en diskussion som endnu ingenlunde er avsluttet.

I den ganske betydelige Kongsbergliteratur er det foruten gangene særlig fahlbaandene og disses betydning som har været omhandlet. Hvorvidt den bekjendte krydsregel kan tilbakeføres til en bestemt person, eller om den har utformet sig i tidens løp vet man intet om. Den er i ældre tid bl. a. omtalt av DEICHMAN, HAUSMANN, VARGAS BEDEMAR, M. P. BRÜNNICH, KEILHAU, BØBERT, DAUBRÉE, LANGBERG, DUROCHER, SCHEERER, MEIDELL, ROLLAND, HELLAND.

Krydsregelen lyder som bekjendt omtrent saaledes: *Gangene fører kun sølv der hvor de gjennomskjærer fahlbaandene.* Gangene fører dog ikke altid sølv, naar de gjennomskjærer fahlbaandene, men de kan føre sølv indenfor fahlbaandene og som regel ikke utenfor disse.

Det er vistnok kun professor KJERULF som har forsøkt at benegte krydsregelens berettigelse, idet han i sit i 1861 sammen med DAHLL utgivne arbeide om Kongsberg ertsdistrikt og i Kommissionsindstillingen av 1865 antyder at regelen ikke er bevist, fordi der kun har været grubedrift indenfor fahlbaandene, men aldrig utenfor disse.

Angaaende forklaringen av krydsregelen har man i ældre tid, som tidligere fremhævet, særlig tænkt sig en lateralsekretion, hvorved man antok at fahlbaandene oprindelig hadde indeholdt sølv, som efter utlutning skulde være avsat paa gangspalterne indenfor fahlbaandzonen. Som tidligere vist er imidlertid den teori uriktig, idet fahlbaandene ikke førte nogen betydeligere sølvgehalt.

I nyere tid har direktør MÜNSTER (1894) og professor VOGT (1899) fremsat hver sin teori til forklaring av krydsregelen, og disse 2 teorier har begge vundet utbredelse.

MÜNSTERs teori er at sølvet skal være bundet til de dele av gangene, hvis sidesten er leder for elektricitet. Av teorien findes en utredning i hans arbeide om Kongsberg ertsdistrikt, hvor man ogsaa finder meddelelser om tidligere arbeider angaaende samme tema.

MÜNSTER oplyser at en teori om galvanisk utfældning av sølv første gang er fremsat i 1849 av DUROCHER og er bygget paa de resultater som denne forfatter sammer med MALAGUTI var kommet til angaaende ertsers dekomposition av klorsølv.

DUROCHER gaar ut fra den kjendsgjerning, at metalforbindelser er bedre ledere for elektricitet og varme end silikaterne. Paa grund av kisgehalten i fahlbaandene mener han at fahlbaandene paa kemisk eller galvanisk vei maa ha utfældt sølvet paa gangspalterne fra de opløsninger som har cirkulert paa disse.

MÜNSTER har indgaaende begrundet teorien. Han siger bl. a.: „Naar en erts kommer i berøring med en væske opstaar der en elektrisk potentialforskjel — den ene blir positiv i forhold til den anden.“

Efter at ha omtalt FISCHERS spændings- og fældningsrække siger han videre:

„Da sølv og dermed sølvopløsninger staar omtrent ytterst paa den negative side, og da de oksydiske og sulfidiske ertser av Fe, Zn, Cu o. s. v., som vi har nævnt, er relativt elektropositive, vil fahlbaandertserne i berøring med en kulsur sølvopløsning bli positive, og ertserne maa berøve opløsningen positiv elektricitet, hvilket ei kan ske paa anden maate, end at der fra sølvopløsningen gaar en positiv strøm ind i ertsen.“

MÜNSTER omtaler videre at der ogsaa kan ha virket visse sekundære strømme, som thermoelektriske strømme, samt at

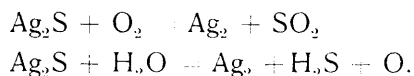
av de utallige smaa elektriske strømme, dannet ved forskjellige kræfter, vil der kunne resultere et faatal mægtigere elektriske strømme, hvilke vil gjennemstrømme fahlbaandene i større dele av deres utstrækning.

MÜNSTER omtaler ogsaa at sølv kan fældes ved visse elektrokapillarvirkninger, og han viser ogsaa at gedigent sølv i nogen grad er dannet paa Kongsberggangene ved reduktion av sølvglans, som da maa være den primært utfældte erts.

Av væsentlig interesse ved MÜNSTERs arbeide er endel laboratorieforsøk, ved hvilke han har fældt sølv paa fahlbaand av en opløsning av sølvkarbonat, hvilken fældning gik forholdsvis hurtig, og han har ogsaa fældt sølv av en lignende opløsning paa en næsten sort hornblendeskifer med det resultat, at der efter et par ukers forløp hadde fældt sig nogle faa tynde sølvskjæl.

Professor dr. J. H. L. VOGT har tidligere end MÜNSTER, nemlig i 1886¹, været inde paa de samme tanker om utfældning ved elektriske strømme, men har ikke fundet teorien tilfredsstillende, fordi han antar at det meste sølv primært er utfældt som sulfid. I 1899 har VOGT i Zeitschrift für praktische Geologi nærmere utredet sin anskuelse om sølvets dannelse.

VOGT omtaler først ældre arbeider om reduktion av sølvsulfid og henviser særlig til BISCHOFs undersøkelser, hvorefter der dannes metallisk sølv, naar ophetet vanddamp eller varm luft (surstof) ledes over svovlsølv, ifølge formlerne:



¹ BEYSCHLAC, KRUSCH, VOGT: Die Lagerstätten der Nutzbaren Mineralien und Gesteine.

Videre omtaltes, at E. B. MÜNSTER og MARGOTTET har vist at ogsaa vandstof bevirker reduktion.

Efter BISCHOF lykkes reduktionsprocessen ogsaa ved andre sølvterter som rødgyldigerts.

VOGT beskriver videre, hvorledes man av de former, hvori man finder det gedigne sølv paa Kongsberggangene, kan slutte sig til at dette sølv virkelig er dannet ved reduktion av sølvsulfid. Disse forskjellige former er avbildet i VOGTS ovennævnte skrift og er desuten avbildet saa hyppig i andre praktisk geologiske arbeider, at de vil være de fleste geologer bekjendte.

Der beskrives hvorledes sølv optrær som belæg rundt sølvglans, hvorledes der findes gedigne sølvklumper med kjerner av sølvglans.

VOGT viser ogsaa, hvorledes en mængde av de former, hvori sølvet paa Kongsberg findes, ogsaa kan gjenfindes ved kobberets utreduktion av skjærsten i smeltehytterne ved kobberverkerne.

Det gjælder her særlig mosformer, traadformer, hornformer o. s. v. At disse processer virkelig har fundet sted, bestyrkes ved at man hyppig finder litt sølvglans paa spidsen av saadanne sølvtraader og sølvhorn.

VOGT viser ogsaa at endel av sølvformerne, særlig det krystallinske sølv, tyder paa delvis primær utfældning som metal av opløsningerne, og han oplyser ogsaa at saadant sølv, som maa være dannet ved længere tids rolig utfældning av opløsningerne, fortrinsvis findes avsatt paa forskjellige sulfidiske ertser som svovlkis, arsenkis, blyglans og zinkblende, tildels ogsaa paa antracit (kulblende). Hvor sølvet findes paa tynde sprækker, mener han ogsaa at det hovedsagelig er direkte utfældt som metal.

I det store og hele mener han dog, at det meste sølv har været fældt først som sulfid og senere er reduceret til metal. Der omtales ogsaa, at det gedigne sølv leilighetsvis atter kan være omdannet til sølvglans.

Angaaende sølvets primære utfældning, væsentlig som sulfid der hvor gangene krydser fahlbaandene, kommer VOGT til det resultat, at de kulsure sølvopløsninger maa antages at ha angrepet fahlbaandkisen under udvikling av svovlvandstof, som bevirket fældningen som sølvsulfid.

Indvirkningen paa fahlbaandkisen antages ikke at ha foregaat i saa stor utstrækning, at saadan i almindelighet kan paavises.

Til fældning av sølvet krævedes heller ikke saa stor mængde svovlvandstof, at fahlbaandkisen maatte angripes i paaviselig grad.

Flere av de iagttagelser, som er gjort i nyere tid paa Kongsberg, kaster tildels nyt lys over de her omtalte forhold angaaende fahlbaandenes betydning.

Av særlig interesse er det, at gangene av 2den generation i det væsentlige er knyttet til baandene. Krydsregelen omhandler saaledes som den fra gammel tid er utformet ikke egentlig baandene men fahlbaandene.

Baandene er et noget videre begrep end fahlbaandene, idet de førstnævnte indeslutter i sig de sidstnævnte, som kan opfattes som kisimpregnerte baand.

Nu finder man rigtignok oftest, at det netop er paa krydset med disse kisbaand, at gangene fører sølv, men der kjendes dog saa mange undtagelser, at man ikke uten videre kan fastholde krydsregelen i sin oprindelige form. Helt kisle baand kan føre sølv og kisle baand fører ofte mere sølv

end kisrikere. Derimot kjender jeg intet eksempel paa sølvføring i bergarter som ikke viser baandarkitektur.

Det vakte i sin tid adskillig opmærksomhet at man i 650 meters dyp i Kongens grube fandt en ikke ubetydelig sølvføring i grovkornig kvartsbiotitdiorit, men selv den bergart var dog ikke helt uten baandarkitektur. Den var temmelig skifrig og førte en del kis. I krydsregelen bør man derfor vistnok bytte ordet fahlbaand med baand og altsaa sige, *at gangene fører kun sølv der hvor de krydser baandene*.

Paa flere steder blir forøvrig resultatet det samme, hvilket av de 2 uttryk man end benytter. Baade paa Overberget og Underberget er baandene oftest i nogen grad kisleførende, saa baand og fahlbaand nærmest kan siges at dække hverandre, og jeg skulde være tilbøielig til at tro, at da de gamle utformet krydsregelen, saa tænke de ikke saa meget paa gangenes kryds med kisleførende baand som heller paa kryds med baand i sin almindelighet.

Denne formodning bestyrkes ogsaa derved, at i gamle beretninger skrives der ikke altid fahlbaand men fallbaand, hvorved vistnok menes baand, hvori fandtes „ædle faller“. Enkelte skrev ogsaa faldbaand, hvilket altsammen viser, at krydsregelen ikke har været klart utformet i gammel tid. Som nævnt bør vi fastholde at krydsregelen bør lyde: *Gangene fører kun sølv der hvor de krydser baandene*. Herved maa dog selvfølgelig ikke forståes at de altid fører sølv, men de kan føre sølv i krydset med baandene. Denne regel er Kongsbergbergmændenes gamle store hovedregel. Den er utvilsomt helt almenyldig for Kongsbergs sølvførende ganger, idet der ikke kjendes noget eksempel paa sølvføring utenfor baandene. Betydelig vanskeligere end at utforme krydsregelen har det i tidens løp vist sig at opstille regler for sølvets op-

træden paa gangene ved krydset med de enkelte baand i en baandzone. Den vigtigste regel herom synes at være, at de inden en baandzone optrædende fahlbaand har vist sig at være ædlere end kisle baand, men denne regel er ikke saa almen-gyldig som den store krydsregel. Der er som nævnt ikke saa faa undtagelser.

Det har længe været kjendt, at baandene ikke i deres hele utstrækning har virket sølvutfældende, men at der inden hver baandzone findes visse mindre zoner, saakaldte erts-baand, som har virket sølvutfældende, mens baandene for-øvrig ikke har øvet saadan virkning.

Der har i tidens løp været fremsat mange anskuelser om disse ertsbaands natur, men uten noget større resultat. Saa meget var de fleste enige i, at det ikke altid var de kisrikste bergarter som dannet ertsbaandene. Hyttemester STALSBERG¹ har paavist at amfiboliterne spillet en stor rolle.

Han hævdede at naar kalkspatgangene viste sig sølvførende, saa stod der altid amfibolit i den umiddelbare nærhet.

Den geologiske kartlægning har vist at STALSBERG her har været inde paa en rigtig tanke, som dog ikke er helt utnyttet, idet han ikke har gjort opmerksom paa at der er 2 slags amfiboliter, nemlig *Vinordibaserne* og de *andesitiske amfiboliter*, og at det kun er de førstnævnte som er av betydning med hensyn til ertsbaandene.

I avsnittet om fahlbaandene og *Vinordibaserne* er der paavist, at fahlbaandene i Kongsbergfeltet altid ligger langs *Vinordibasernes* grænser.

Ved den geologiske kartlægning har det nu vist sig, at de omtalte ædle baand, ertsbaandene, altid ligger umiddelbart langs grænsen av *Vinordibaserne*.

¹ Anført i manuskript av LANGBERG.

Disse grænser er oftest kisleerende og derfor vil ertsbaandene i almindelighet være typiske fahlbaand.

Der er imidlertid i denne henseende forskjell paa Vinordiabasgangene, idet de ikke alle i baandzonerne omgir sig med like gode ertsbaand, og der kjendes mange eksempler paa at Vinordiabasganger kun har ertsbaand paa den ene side, og der kjendes ikke saa faa eksempler paa at Vinordiabasganger i det hele ikke har ertsbaand. I denne henseende viser det sig imidlertid, at man kan ta erfaringen til hjelp. I Kongens og Gottes Hölfe gruber, hvor undersøkelserne hittil særlig er foretat, har det nemlig vist sig, at der optrær saakaldte „sølvamfiboliter“, hvorved forstaaes Vinordiabasganger, som har vist sig særlig tilbøielig til at omgi sig med ertsbaand. Ingeniør A. BUGGE, som har drevet dette arbeide, har erfaringsmæssig fundet adskillige saadanne.

Endel bergarter i baandzonerne har næsten altid vist daarlig sølvføring, de er „daarlige baand“ som man siger. Av saadanne kan nævnes de tunge seige granatglimmerskifer.

Det viser sig forøvrig hyppig, at erfaringsmæssig daarlige baand kan gi mere sølv end gode baand.

Dette har vistnok sin aarsak deri, at sølvføringen som tidligere nævnt ikke blot er avhængig av baandene, men bl. a. ogsaa av vedkommende gangs stilling i forhold til de omvandlede ganger av 1ste generation.

Av eksempler fra gruberne, som i denne henseende kan være av interesse, kan nævnes følgende:

Gottes Hölfe grube. Som tidligere beskrevet optrær der normale kalkspatganger, som i almindelighet med sydlig fald løper ut fra hovedgangen og taper sig mot dypet. Disse ganger er ikke alltid sølvførende i deres hele utstrækning. Sølvføringen pleier at tape sig paa dypet, mens de næsten

alle er sølvførende i nærheten av hovedgangen, selv om de nærmest hovedgangen gjennemskaarne baand er kispfattigere og av et erfaringsmæssig daarligere utseende end de baand som blir overskaaret i større avstand fra hovedgangen. Baade Sydgangen og Nythaabgangen overskjærer saaledes gode baand paa dypet, men de er der ikke sølvførende, mens de samme kalkspatganger nær hovedgangen er sølvførende ikke blot i gode, men endog i præsumptivt slettere baand.

Kongens grube. Justitsgangdraget. Dette gangdrag viser som tidligere beskrevet størst sølvføring nær raatagangene, mens der fjernt fra disse, selv i gode baand, ofte ikke viser sig spor av sølv paa gangene.

Disse forhold er ikke endnu tilstrækkelig undersøkt, og det er derfor for tidlig at ha nogen bestemt mening om, hvilke resultater man kan opnaa, naar der er samlet flere iagttagelser.

En forklaring kan maaske være, at sølvopløsningerne er tilført de normale kalkspatgangspalter fra hovedgangene og raatagangene, dels direkte dels gjennom skiktninggangspalterne. De baand, som ligger nærmest hoved- raata- og skiktninggangene, maa da formodentlig ha faat anledning til at utfælde sølv før sølvopløsningerne er naadd til fjernere baand.

Efterat vi nu har omtalt, at sølvet kun optrær i baand-zonerne, og indenfor disse kun i de saakaldte ertsbaand, saa melder sig spørsmålet om, hvori den sølvfældende evne hos baandene bestaar.

Dette spørmaal er av teoretisk art og vil vel for tiden vanskelig kunne bli helt besvart. Foruten de i begyndelsen av dette avsnit omtalte arbeider av VOGT og MÜNSTER er det av interesse at kjende endel undersøkelser som er utført

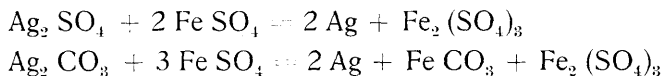
i Amerika; en oversigt over disse er levert av LOUIS RAVICZ, som ogsaa selv har levert værdifulde bidrag. Formaalet med de amerikanske undersøkelser var ved eksperimenter at forklare bl. a. den sekundære anrikning av sølvarter. Om opløseligheten av normalt sølvkarbonat siger Johnston, at det er opløselig i vand, mættet med kulsyre ved 15° C, i et mængdeforhold av 0,846 gram pr. liter; i rent vand opløses pr. liter kun 0,031 gram. Sølvet antages likesom av Vogt og Münster at være tilstede i opløsningen som bikarbonat.

RAVICZ har konstateret, at argentit, pyrargyrit, proustit, polybasit, hessite, cerargyrit, sølvholdig tetrahedrit, blyglans og metallisk sølv er uopløselig i alkalikarbonater.

Calcit utfælder som bekjendt guld og kobber av opløsninger. Sølv utfældes ifølge RAVICZ ved calcit kun av sølvrike opløsninger. Hvis derimot sølv er tilstede i mineralvand kun i smaa mængder, saa kan ikke calcit bevirke nogen utfældning av sølv.

Alkalikarbonat kan i nogen grad utfælde sølv av en fortyndet opløsning av sølvbikarbonat og sølvsulfid, naar det tilsættes i større mængde.

Jernoxydulsulfat fælder sølv av en sulfat eller karbonatopløsning, dog ikke fuldstændig, fordi der ved processen dannes jernoxydsulfat, som virker opløsende paa sølv. Reaktionen kan skrives saaledes:



Disse reaktioner finder sted endog i meget fortyndede opløsninger, og fældningen er fuldstændig, hvis der er tilstede korn av visse sulfider, saaledes kobberkis og magnetkis.

Det førstnævnte sulfid virket langsomt, magnetkisen derimot meget hurtig. Under passende betingelser vil der kunne fældes sølvsulfid, og i enkelte tilfælder vil der kunne fældes baade metallisk sølv og sølvsulfid.

Reaktionen foregaar endog i meget fortyndede opløsninger. Zinkblende og blyglans virker enten ikke eller kun svakt.

PALMER og BASTIN har utført interessante eksperimenter.

Ved at behandle forskjellige mineraler med sølvsulfat i nøttral opløsning erholdt de bundfald av metallisk sølv, i enkelte tilfælder ogsaa av sølvsulfid.

Mineralerne virket med forskjellig styrke, og de grupperte mineralerne paa følgende maate:

Meget sterkt virkende: Chalcocit, niccolit.

sterkt — : Covellit, enargit, bornit, tennantit, tetrahedrit, allabandit og maaske cobaltit.

moderat — : Smaltit, markasit, pyrrhotit, chalcopyrit, arsenopyrit.

svakt eller ikke — : Cinnabarit, stibnit, pyrit, galena, millerit, sphalerit, jamesonit, auripigment, realgar.

Tilstedeværelsen av jernoxydsulfat i en sølvopløsning, indeholdende korn av de nævnte metalsulfider, motarbeider fældningen av metallisk sølv, men kan under passende betingelser bevirke fældning av sølvsulfid.

Calcit har som nævnt i fortyndede opløsninger ikke sølvutfældende virkning; men da calcit virker nøttraliserende paa syreoverskud, saa kan dette mineral dog indirekte be-

fordre utfældning av sølv, eftersom fældning foregaar fuldstændigst i nøitral opløsning.

Saadan nøitraliserende indflydelse skal sandsynligvis ogsaa zeoliterne ha.

Flere av de her nævnte eksperimenter er av interesse for forstaaelsen av fahlbaandenes sølvfældende evne. Det er saaledes ogsaa paa Kongsberg en erfaring, at magnetkis virker langt kraftigere end svovlkis, hvis sølvfældende evne i det hele er problematisk.

Av interesse er endvidere de nævnte sætninger om metalsulfidernes variable evne til at fælde sølv og sølv-sulfider, eftersom opløsningerne tilsættes jernoxydsulfat eller jernoxydulsulfat.

Det høres meget sandsynlig ut, at det er ved lignende processer, at sølvertserne paa Kongsberg er utfældt.

Professor dr. H. GOLDSCHMIDT og professor dr. V. M. GOLDSCHMIDT har uttalt, at efter deres mening har jernoxydulforbindelser spillet en væsentlig rolle ved utfældning av sølv paa Kongsberg.

Jeg er efter dette mest tilbøielig til at anta, at den før nævnte teori av professor VOGT, om at sølvet er utfældt ved kemiske processer er rigtigere end de teorier, som hovedsagelig støtter sig til utfældning ved elektriske strømme. Jeg vil dog noget mere, end professor VOGT har gjort, præcisere, at en hel del sølv er fældt direkte som metal, men maa forøvrig være enig i, at betydelige mængder ogsaa maa formodes at være fældt primært som sulfid og senere reduceret til metal, saaledes som VOGT har beskrevet. I nogen grad vil vel maaske ogsaa elektriske strømme ha bevirket fældning; men efter de foreliggende iagttagelser at dømme vil dette vistnok kun ha foregaat i underordnet grad.

Hvis jernoxydulsulfat og svovlvandstof paa Kongsberg skal ha virket sølvutfældende i større grad, saa maa som av VOGT bemerkt fahlbaandkisen være angrepet av opløsnin-gerne. Det er da av særlig interesse, at der paa mange steder kan konstateres, at fahlbaandkisen helt er opløst. Under beskrivelsen av hovedgangene og raatagangene blev der omtalt, at sidestensbrudstykker og sidestenene hyppig er sterkt omvandlet. Paa sine steder kan der konstateres, at sidestenen (fahlbaand) er angrepet og omvandlet i en bredde av over 6 meter, og man kan da iagttå, at fahlbaandkisen er forsvundet fra baandene og er gaat i opløsning. Den sterke mylonitisering, som uten tvil særlig har foregaat paa raatagangene, har naturligvis befordret kisens opløsning.

Det kan saaledes ansees sikkert, at de cirkulerende opløsninger av 2den generation har angrepet fahlbaandkisen, og da denne væsentlig bestaar av magnetkis, saa maa der være dannet ganske betydelige mængder jernoxydulsulfat.

Av amerikansk literatur kan noteres:

- EMMONS, S. F.: The secondary Enrichment of Ore Deposits.
Trans. Am. Inst. Min. Eng., vol. 30, 1901.
- WEED, W. H.: The Enrichment of Gold and Silver Veins.
Trans. Am. Inst. Min. Eng., vol. 30, 1901.
- VAN HISE, C. R.: Some Principles Controlling the Deposition
of Ores. Trans. Am. Inst. Min. Eng., vol. 30, 1901.
- RANSOME, F. L.: Criteria of Downward Sulfide Enrichment.
Econ. geol, vol. 5, 1910.
- TOLMAN, C. F.: Secondary Sulphide Enrichment of Ores
Min. and Sci. Press. 1913.
- COOKE, H. C.: Secondary Enrichment of Silver Ores. Jour.
Geology, vol. 21, 1913.

- STOKES, H. M.: Experiments on Solution, Transportation and Deposition of Copper, Silver and Gold. Econ. Geol. vol. 1, 1906.
- PALMER, C., and BASTIN, E. S.: Precipitants of Gold and Silver. Econ. Geol., vol. 8, 1913.
- NISHIHARA, G. S.: Rate of Reduction of Acidity by Ore and Gangue Materials. Econ. Geol., vol. 9, 1914.
- RAVICZ, LOUIS G.: Experiments in the Enrichment of Silver Ores. Econ. Geol., vol. 10, 1915.

D. Ertsgangenens relation til de postsiluriske diabasganger (Kongsbergdiabas).

Kongsbergdiabasgangene har som tidligere nævnt i længere tid været kjendt fra Kongsbergfeltet, men at de har saa stor utbredelse, og at de optrær i nøie forbindelse med ertsgangene, er først godtgjort efter den systematiske kartlægning. I detalj kan man følge diabasgangene paa det geologiske oversigtskart.

En av de merkeligste diabaser er den, som omtrent sammenhengende kan følges baade gjennom Samuels grube og Kongens grube. Det er et paafaldende træk, at disse sølvverkets to rikeste sølvforekomster ligger umiddelbart ved den samme diabasgang.

I Samuels grube ligger de sydlige sølvrike ganger i det store og hele umiddelbart indtil denne diabas, som her er utviklet som diabasporfyrnit med store klare plagioklasindsprængninger.

I Kongens grube gjenfindes samme diabasporfyrnitgang midt i gruben, og den kan følges sydover mot Ny Justits grube.

En anden diabasangang gjennemsjærer Samuels grube i tverslag til nord, og den kan ogsaa følges vestsydvestover gennem Kongens grube og videre over mot Korbo.

Den midtre del av Underberget, nemlig partiet *Trefoldighet—Blygangen* og partiet *Gottes Hülfe—Haus Sachsen*, er uten diabasanganger. Gjennem *Blygangen* og partiet *Siebenbrüder—Haus Sachsen* stryker et drag av diabasanganger, og gjennom *Charlotte Amalie* og *Gud med Kronprinsen* stryker en mægtig diabasangang, som videre kan følges gjennom *Christian VII grube* ved Helgevandet.

Feltet syd for Kobberbergselven er ogsaa rikt paa diabasanganger.

Det er av særlig interesse, at der i partiet mellem *Jondalselven* og *Dronningkollen* ikke er fundet nogen diabasanganger, og der findes, bortset fra et par ubetydelige skjærp, heller ingen gruber.

I det sydlige Vinorfelt stryker en diabasangang gjennom en av de rikeste gruber, nemlig *Juliane Marie grube*, og ogsaa paa nordre Vinoren optrær diabasanganger i forbindelse med sølvforekomsterne.

Ogsaa langs de sulfidiske kvartsganger i Ekergrundfjeldet optrær der ofte diabasanganger, hvilket forhold forøvrig tidligere er omtalt av professor VOGT.

Endog midt inde i disse postsiluriske diabasanganger optrær ertsførende ganger.

I Samuels grube optrær saaledes i en ort, syd for den saakaldte syddrift, en tildels sølvførende kalkspatgang, som synes at ha fulgt midten av en diabasangang i en længere strækning. Foruten kalkspat fører gangen flusspat, epidot og en række zeoliter.

I Ekergrundfjeldet er ved *Hestdalstjern* drevet litt grube-drift paa en zinkblendeførende kvartskalkspatgang, som over en længere strækning følger midten av en diabasgang.

Ertsgangene følger i almindelighet ikke diabaserne saa utpræget som i disse tilfælder.

Oftest gjennomskjærer eller følger de grænsen mellem disse og grundfjeldsbergarterne, og de overskjærer ogsaa ofte diabasgangene og disses nærmestliggende sidebergarter.

Stundom finder man ingen diabasganger i ertsgangenes umiddelbare nærhet, men først i større eller mindre afstand, som enkelte steder endog kan gaa op til flere hundrede meter. I *Fräulein-Johannes* partiet paa Underberget er avstanden mellem ertsgangene og diabasgangene gjennomgaaende forholdsvis stor, nemlig for *Fräulein* grubes vedkommende ca. 400 meter og for *Geschworner* grube ca. 750 meter.

Lovisa grube og *Prins Carls* grube og flere andre gruber paa Overberget ligger ogsaa forholdsvis langt fra nærmeste diabasgang. Det synes imidlertid at fremgaa av kartlægnningen, at ogsaa alle disse grubers ertsganger staar i forbindelse med diabasganger, idet der optrær lange skiktningsganger og skraaganger, som tilsyneladende forbinder disse fra diabaserne mere fjerntliggende ertsganger med diabasgangspalterne.

Der synes saaledes i det store og hele at bestaa en viss forbindelse mellem disse postsiluriske diabasganger og de sølvførende ganger. Nogen direkte relation har det dog ikke været mulig at iagttå. Ertsgangene og diabasgangene optrær ofte sammen, og relationen bestaar formodentlig da i, at endel av de opløsninger, som har spillet en rolle ved dannelsen av de sølvførende ganger i Kongsbergfeltet, er tilført disse grundfjeldsomraader gjennom diabasgangspalterne.

Samtidig med den eruptive virksomhet foregik der vældige indsynkninger, hvorved det saakaldte Kristianiafelt sank ned i grundfjeldet og dannet et stort indsynkningsomraade. Herunder blev selve Kristianiafeltet opstykket av en række mindre forkastninger, og der dannedes samtidig en række større og mindre spalter og sprækker i det omgivende grundfjeld. I Kongsbergfjeldet findes en mængde saadanne sprækker, derimot kan større indsynkninger ikke paavises. Dette er forøvrig i overensstemmelse med, at Kristianiafeltet, ifølge professor BRØGGERS undersøkelser, ikke kan antages at ha sunket saa sterkt langs grænseflaten mot det vestre grundfjeld som mot det østre.

Erosionen har skrapet bort alle yngre formationer over grundfjeldet rundt Kristianiafeltet, mens selve dette felt ved indsynkningen har faat en beskyttet stilling og derfor delvis er blit spart.

Ertsene i Kristianiafeltet er dannet i forbindelse med eruptionen av dypbergarterne og enkelte gangbergarter.

Dypbergarterne har kontaktmetamorfosert de omgivende sedimenter, effusiver og ældre intrusiver.

Metamorfosen kan som regel merkes i en avstand av indtil 2 kilometer fra de eruptive bergarters grænse og ut i de omgivende ældre bergarter. Under den egentlige normale kontaktmetamorfose er ikke tilført fremmede stoffer. Kontaktmetamorfosen er foregaat, førend magmaen var helt krystallisert. Under magmaens krystallisation blev de i magmaen indeholdte gaser under det forhaandenværende sterke tryk presset ind i sidestenen. Disse gasexhalationer er særlig foregaat under krystallisationens sidste fase og har git anledning til en række pneumatolytiske processer.

Denne pneumatolyse har særlig virket langs eruptivernes umiddelbare grænser; men der er ogsaa trængt gaser ind paa sprækker og forkastningsspalter længere ind i side-stenen. Gasene har særlig virket paa de kalkstene, som de har truffet og har her paa metasomatisk vei avsæt ertser og dannet en række nye mineraler.

I sprækkerne og spalterne er ogsaa eruptiver, navnlig diabas og kvartsporfy, trængt ind. I tilstrækkelig afstand fra eruptiverne vil temperaturen ha været saa lav, at gasene er kondensert til væske, hvilket har givet foranledning til thermale erts- og mineralgangdannelser. Temperaturen av de utkrystalliserede eruptivmasser vil efterhaanden være sunket, og tilslut vil der i kontaktzonerne kun være foregået thermal virksomhet, idet de utstrømmende gaser vil være kondensert.

V. M. GOLDSCHMIDT har i sit ovennævnte arbejde paa-vist, at kontaktertsforekomsterne kun vil ligge paa de steder av eruptivgrænsen, hvor kalkstene er tilstede.

Forøvrig kan kontaktertsene findes i hele kontaktzonen, idet gasene og opløsningerne kan være presset ut i spalter og sprækker og derved ha avsæt ertser i kalkstene og som sprækkefyldninger langt fra eruptivgrænserne.

Hovedmængden av de nydannede mineraler er andradit, hedenbergit, fluorit, kvarts, jernertser (magnetit og noget jern-glans), zinkblende, kobberkis, blyglans, svovlkis, magnetkis, vismutglans samt litt molybdænglans, samt albit, epidot, skapolit og adular.

Forekomsterne kan kvalitativt inddeles i: *Oxydiske jernforekomster* med litet sulfidiske ertser og *Sulfidiske ertsforekomster* med litet oxydiske jernertser.

Sølvindhold i Kristianiafeltets kontaktertser.

Kontaktertsene i Kristianiafeltet er fortrinsvis knyttet til de to dypbergarter granitit og nordmarkit, i nogen grad ogsaa til natrongranit, akerit, essexit og kun i rent underordnet grad til larvikit og nefelinsyenit.

Kontaktertser ved natrongranit, nordmarkit, akerit og essexit. I praktisk henseende spiller zinkblende og tildels kobberkis den største rolle. Forekomsterne i Hakedal og ved Grua er de mest kjendte, og de er tildels ganske betydelige. De fleste forekomster er beliggende ved nordmarkit. Endel av forekomsterne her bør kanske regnes med til granititkontaktprodukterne. Sølvholdig blyglans er en ganske hyppig optrædende erts, men findes dog ikke i saa stor mængde, at den er av større praktisk betydning. Sølvgehalten er varierende og i almindelighet lavere end i blyglansen fra granititens kontaktforekomster.

GOLDSCHMIDT angir, at sølvgehalten i blyglansen fra *Mutta* paa Grua, ifølge en etikettert prøve i Kristiania universitets mineralogiske samling, er 0,15 procent.

Kobberkis optrær ogsaa i ganske betydelig mængde, likeledes findes endel skjærp paa jernertser. Der optrær endvidere en række andre ertsar, saaledes magnetkis, svovlkis, molybdænglans og kobberglans.

Selv om enkelte blyglansforekomster i disse felter fører forholdsvis høi sølvgehalt, saa ser det dog i det store og hele ikke ut til, at der optrær nogen betydelig sølvmængde. Av gangmineraler optrær, der hvor ertsene er avsatt hydrotermalt, særlig kvarts, kalkspat og flusspat.

Kontaktertser ved granitit. Blandt granititens kontaktertsforekomster spiller de oxydiske jernertser en ganske stor

rolle. Ogsaa de sulfidiske forekomster er meget betydningsfulde. De vigtigste sulfidiske ertser er zinkblende, blyglans, tildels kobberkis samt vismutglans.

De største gruber er ved *Konnerud*, i *Sandedalen*, ved *Glomsrudkollen* og *Gjellebæk*, hvorhos der er en vismutgrube ved *Kjenner* i *Lier*.

Sølv er utvilsomt av langt større betydning ved granitens kontaktføremster end ved de øvrige lignende forekomster i Kristianiafeltet.

Ved de sulfidiske forekomster paa *Konnerud* har saaledes sølvholdig blyglans i lang tid været den vigtigste erts, og der skal ifølge G. FAYE¹ være fundet sølvglans (glaserts) og ifølge J. H. L. VOGT maaske fahlerts.

Ved *Glomsrudkollen* holder hovedertsen, nemlig zinkblende, tildels en betydelig sølvgehalt; blyglans findes ikke i større mængde.

	Sølvgehalt pct.
Blyglans, Konnerud	0,03—0,30
Zinkblende, Glomsrudkollen	0,16
do. do.	0,03

Ogsaa andre steder rundt granititerne i Kristianiafeltet er der fundet blyglans med høi sølvgehalt, saaledes efter meddelelse av professor BRØGGER ved *Slemmestad*, hvor der for endel aar siden blev opskjærpet og solgt en sølvholdig blyglansgang.

GOLDSCHMIDT meddeler i sin ovennævnte bok, at Konneruds sølvforekomster blev opdaget i 1646, og ordentlig grubedrift paabegyndtes ifølge FAYE i 1726. Produktionen har været:

¹ Topogr. Journ. for Norge. 1800, p. 12.

1736—1770: Kobber ca. 36 ton
Bly „ 445 „
Sølv „ 6900 kilo

Driften lønnet sig ikke og blev nedlagt, men atter optat i 1866, og der blev drevet til 1874, i hvilken tid produktionsværdien utgjorde ca. 600 000 kroner. I senere tid har der været drevet nogle aar, men driften er paany indstillet. Ialt er der paa Konnerud mindst utvundet ca. 10 000 kg. sølv.

De sulfidiske ertsimpregnationer i kalkstener optræder hovedsagelig langs og ut i fra nordsydstrykende vertikalspalter, hvori ogsaa diabaser og tildels kvartsporfyrer er trængt ind.

Det vil av det ovennævnte fremgaa, at sølvholdige ertser i forholdsvis høi grad kjendes at være knyttet til Kristianiafeltets granititer, derimot kun i uvæsentlig grad til feltets øvrige dypbergarter.

Det er ikke blot med hensyn til sølvføring, at Konnerudgangene ligner Kongsberggangene. De paa Konnerud optrædende sulfidiske kvartskalkspatganger har i alle henseender stor likhet med gangene av 1ste generation paa Kongsberg.

Begge gangtyper udmerker sig ved at føre kvarts, kalkspat og flusspat som hovedmineraler, og sølvholdige ertser, nemlig zinkblende, blyglans og kobberkis i ganske stor utstrækning.

I Kristianiafeltet, navnlig i Konnerudtrakterne, har ertsgangene oftest et nordsydlig strøk, mens de i Kongsberg og Ekergrundfjeldet oftest har et strøk W 25° S—Ø 25° N.

Det kan ogsaa ha interesse at omtale sølvforekomster i grundfjeldet rundt Kristianiafeltet.

Sølvforekomst paa Hisø ved Arendal.

Denne forekomst har været kjendt i lang tid; den er beskrevet av professor VOGT¹, og ifølge denne beskrivelse optrær der gedigent sølv paa kalkspatganger i forbindelse med diabasganger, som vistnok er identiske med Kongsberg-diabasen. Forøvrig er der foretaget for faa undersøkelser, til at der kan uttales noget bestemt om analogien med Kongsberg. Produktionen har været ubetydelig.

Sølvforekomster i Sigdal, samt i trakterne mellem Krøderen, Randsfjorden og Tyrifjorden.

Der findes i gamle beretninger nogle meddelelser om, at der i de her nævnte trakter skal være fundet sølv. — KRAFT omtaler sølvskjærp ved *Oppen* i ytre del av Soknedalen. I ytre Aadalen skal der være fundet sølv i Semmenaaen og Skollerudaasen.

I *Sigdal* tales der om, at der findes sølvforekomster i det distrikt, og jeg har ogsaa hørt omtale, at der skal være fundet sølv i Holeia paa Tyristranden. I nærheten av Modums koboltgruber skal være fundet sølvførende kalkspatganger.

Der foreligger ingen sikre oplysninger om disse meddelelser; men man bør dog ha opmerksomheten henvendt paa disse trakter; ti flere ting kunde tale for, at der kan findes sølv. For det første vet vi, at fahlbaandene paa Kongsberg stryker nordover og nordøstover over Lyngdal, Sigdal, Krøderen og henimot Randsfjorden, og paa Modum og Tyristranden kjendes ogsaa fahlbaand. I flere av disse trakter findes drivværdige magnetkisforekomster.

¹ Norske ertsforekomster.

Endvidere er der i de nævnte trakter tildels kjendt sulfidiske kvartsbreccieganger, som helt ligner gangene av 1ste generation paa Kongsberg, og paa flere steder, saaledes paa Waagaard vest for Randsfjord, er der skjærpet paa kobberkis, zinkblende og blyglans.

Av hensyn til analogien med Kongsberg bør disse ganger undersøkes paa krydset med fahlbaanddragene, idet der i disse kryds maaske kunde findes sølv.

Lignende kvartsbreccieganger er som tidligere nævnt fundet ved *Traag* i Bamble, ogsaa der sammen med kalkspatganger og diabasganger, som sikkerlig er av postsilurisk alder. Ved *Traag* kjendes ogsaa tungspatganger.

I Bamble kjendes fahlbaand og forholdsvis store magnetkisforekomster. I *Hovin* ved Tinsjøen skal der i gamle dage være fundet spor av sølv.

Det er saaledes mulig, at sølvforekomsterne paa Kongsberg kun danner en del av et stort sølvførende felt, som strækker sig langs vestsiden av Kristianiafeltet fra Bamble, maaske Arendal i syd, over Kongsberg, Numedal, Lyngdal, Sigdal til Randsfjorden i nord. Det nævnte felt karakteriseres geologisk ved fahlbaandforekomster, som dog enkelte steder er avbrutt av granit.

Som i det foregaaende omtalt er der flere ting, som taler for at man bør undersøke visse sulfidiske kvartsbreccieganger (ganger av 1ste generation) paa krydset med baandene og fahlbaandene i dette felt, da det er mulig, at der paa disse kryds vil kunne findes sølvforekomster av samme type som de paa Kongsberg.

Utenfor det nævnte felt kan der vistnok ogsaa tænkes at optræ sølvforekomster, navnlig i nærheten av Kristianiafeltet. — Ved nordsiden og østsiden av Kristianiafeltet er i grundfjeldet flere steder kjendt sulfidiske kvartsbreccieganger. Det er mulig, at guldforekomsterne paa Eidsvold i nogen grad er analog med Kongsbergs sølvforekomster.

De fleste av de her nævnte momenter er anført for at gjøre geologer, som i fremtiden maatte komme til at faa med saadanne forekomster at gjøre, opmerksom paa, at der rundt Kristianiafeltet kan tænkes at kunne findes sølvforekomster analoge med de paa Kongsberg.

F. **Kongsbergganges genesis.**

Ertsgangene paa Kongsberg tilhører, som vi har set, to generationer, av hvilke den ene oftest har vist sig at være ældre end de postsiluriske diabasganger, og den anden altid har vist sig yngre end samme. Det er endvidere vist, at 2den generations gangene næsten kun optrær i baandzonerne, og inden disse fortrinsvis i eller i nærheten av 1ste generations gangene, som er mere eller mindre omvandlet av de yngre opløsninger.

Genesis av 1ste generations gangene ser ikke ut til at være saa vanskelig at forstaa. Disse ganger optrær, som ovenfor beskrevet, i grundfjeldet rundt Kristianiafeltet og ser ut til at være av samme art som de sulfidiske kontaktertsforekomster i dette felt, og de maa derfor likesom disse formodes at stamme fra magmaerne sammesteds, navnlig fra de granitiske magmaer. — Betydelig vanskeligere er det at forstaa dannelsen av gangene av 2den generation. Disse

synes som nævnt navnlig at optræ i baandzonerne paa krydset mellem skiktningsgangene og gangene av 1ste generation.

De opløsninger, som har dannet gangene av 2den generation, er sandsynligvis for en væsentlig del tilført gennem skiktningsgangspalterne, og den hyppige optræden av kalkspatganger i nærheten av Kongsbergdiabasgangene antyder, at de nævnte opløsninger maaske er tilført skiktningsgangene gennem diabasgangspalterne. Man kan med stor sandsynlighed anta, at opløsningerne har indeholdt kalk, kali og baryt i kulsur opløsning; ti 2den generations gangene fører som nævnt betydelige mængder av de nævnte stoffer. Opløsningerne har sandsynligvis ogsaa indeholdt betydelige mængder kulvandstoffer, eftersom bitumen hyppig optræder paa gangene. Sandsynligvis har opløsningerne ogsaa indeholdt en række andre stoffer.

Under cirkulationen paa gangspalterne har opløsningerne utvilsomt optat flere stoffer, dels fra de bergarter som de har paatruffet, dels fra de ganger av 1ste generation, paa hvis gangspalter de har cirkulert.

Av stoffer, som med stor sandsynlighed er optat fra baandene, kan nævnes *kalk*, hvilket blev vist ovenfor pag. 149. Idet opløsningerne cirkulerte i baandzonerne paa 1ste generations gangspalter, blev plagioklasen i de nærmestliggende dele av baandene angrepet, hvorved kalken gik i opløsning, mens der bl. a. blev nydannet bariumholdig kalifeldspat. Hvis man beregner den kalkmængde, som antagelig vil være utlutet av en gang (raatagang) paa Overberget til 100 meters dyp og omberegner kalken til kulsur kalk, saa vil man for de midtre dele av Overberget faa ca. 8000 ton nydannet kulsur kalk. Jeg har da forutsat, at der for hver m.² gangflate (raatagang) er opløst det hele kalkindhold i

2 m.³ baand, hvilket sandsynligvis er lavt ansat. Det er kun i de færreste tilfælder, at man kan maale mægtigheten av de omvandlede baand; ti den oprindelige gang og de omvandlede baand er oftest mylonitiseret, saa at der kun er opbevaret en sjøl.

Det er saaledes en betragtelig kalkmængde, som man maa formode er tilført opløsningerne fra baandzonerne.

Av stoffer, som er tilført opløsningerne fra gangene av 1ste generation, maa først og fremst nævnes kiselsyre, og det er ogsaa sandsynlig, at flusspat er gaat i opløsning. Som tidligere nævnt er opløsningerne fra de samme ganger vistnok ogsaa tilført zink, bly, kobber og sølv.

I hvor stor utstrækning opløsningerne er tilført sølv fra gangene av 1ste generation er meget usikkert. At der er tilført ganske betydelige mængder maa ansees som høist sandsynlig, hvilket vil fremgaa tilstrækkelig av den tidligere beskrivelse.

Hvorvidt det hele sølvindhold er tilført paa den nævnte maate er for tiden ikke let at avgjøre. Sølvføringens merkelige avhengighet av de omvandlede 1ste generations ganger kunde tyde paa, at opløsningerne ikke indeholdt sølv før cirkulationen paa dissens gangspalter.

Ertsføringen har været meget varierende paa gangene av 1ste generation. Hvis man kjendte den gjennemsnitlige oprindelige sølvgehalt paa de nævnte ganger, saa kunde man beregne den sølvmængde, som skulde være avsat i f. eks. Overbergsbaandet, under den forutsætning, at sølvindholdet i gangene av 1ste generation blev utlutet av de dele av gangene, som laa indenfor baandzonen, og at dette sølv senere blev utfældt i baandzonen.

Jeg vil ikke her indlate mig paa nogen beregning, dertil har man for tiden for faa sikre tal at regne med.

De forsøk, som jeg har gjort paa at regne ut den oprindelige sølvmængde i Kongsbergfeltet, har vist, at man vil komme til et tal paa flere tusen ton sølv ved kun at forutsætte en oprindelig gjennemsnitlig sølvgehalt av 25 gram pr. ton i gangene av 1ste generation.

G. Analoge forekomster.

De sølvførende ganger paa Kongsberg tilhører *den gamle bly-, sølv- og zinkertsganggruppe*¹.

Man vil ved studium av de til denne gruppe henhørende forekomster finde træk, som minder om forholdene paa Kongsberg. De paa Kongsberg optrædende ganger av 1ste generation, der i korthet kan betegnes som sulfidiske kvartsbreccieganger, er kjendt fra en række andre ertsgangfelter, saaledes fra Freyberg (den ædle kvartsformation og den kisige bly- og kobberformation) og fra Clausthal.

Gangene av 2den generation paa Kongsberg har, saaledes som nævnt av professor VOGT, stor likhet med ertsgangene paa St. Andreasberg. De ved sidstnævnte forekomst optrædende „Ruscheln“ kan maaske sidestilles med raatagangene paa Kongsberg, med hvilke de i hvert fald har visse træk fælles. Lignende ganger, rutschzoner, sjøler o. s. v., findes under forskjellige navner i mange ertsgangfelter.

Av andre forekomster, som ligner Kongsberg, kan særlig nævnes *Temiskaming* (Cobalt county) i Ontario. Der optrær paa kalkspatganger sølvvertser sammen med kobolt- og nikkel-

¹ BEYSCHLAG — KRUSCH — VOGT.

arsenider. Denne ertskombination er rigtignok ukjendt paa Kongsberg, og man kunde derfor maaske heller sammenligne med *Thunder bay* ved Lake Superior, hvor sølvet fortrinsvis optrær i kombination med zinkblende, blyglans og kobberkis, i mindre grad derimot med kobolt, nikkel og arsenertsler. Her optrær ogsaa tungspat, og der er ofte sterk impregnation av grafit baade i gangen og i sidestenen, hvilket ansees som gunstig for sølvføringen.

Temiskamingforekomsterne blev opdaget i 1903, og produktionen steg hurtig til en eventyrlig høide. Thunder bay forekomsterne er meget mindre. — Det kan være av interesse at minde om, at Lake Superiors kobberforekomster i lange tider har været kjendt for at føre litt gedigent sølv.

De sølvførende ganger i Canada og i Norge optrær i formationer, som har stor likhet med hverandre. De vigtigste sølvførende formationer i Temiskaming er Keewatin, som er den ældste formation, og the Cobalt series, som formodes at tilhøre huronian, hvorhos sølvet optrær i intim forbindelse med den saakaldte Nipissing diabas. Alle disse bergarter er prækambriske; Nipissingdiabasen formodes at tilhøre Keweenawan.

Sølv-, kobolt- og arsenertsene i Canada antages av MILLER¹ at stamme fra samme magma som den nævnte diabas. STUZER² har fremsat den anskuelse, at ertsgangene i Temiskaming stammer fra en granitisk magma, og at ertsen er anrikt paa krydset med Nipissingdiabasen, altsaa en teori, som helt vilde stemme med forholdene paa Kongsberg, idet

¹ WILLET G. MILLER: The Cobalt — Nickel Arsenides and Silver Deposits of Temiskaming. Report of the Bureau of Mines of Ontario. Toronto 1905, II og 1907, II.

² Zeitschr. f. Pr. Geologie 1908.

Nipissingdiabasen synes at ha stor likhet med Kongsbergs Vinordiabas. MILLER sammenligner Temiskaming med Anna-berg, Schneeberg og Joachimstal.

En kombination av sølv og nikkel er kjendt i Norge, nemlig ved *Stølsvig* paa Hisø og i den nærliggende Nødebro jerngrube, hvor gedigent sølv er fundet paa kalkspatganger sammen med kobbernikkel.

Det kan ha sin interesse, at magnetkisforekomsterne i Sudbury ligger temmelig nær Cobalt county.

I Norge utvindes der nikkelholdig magnetkis flere steder nær Kongsberg, og det er heller ikke langt til Modums koboltforekomster, hvilket ogsaa er bemærket av MILLER.

Av andre forekomster, som ligner Kongsberg, kan ogsaa nævnes *Monte Calanches* i Dauphinée, hvor kalkspatganger har vist sig sølvførende paa kryds med ganger av norit.

III. Bilag.

A. Kongsbergfeltets viktigste baandzoner.

Paa pl. I sees et oversigtskart av hele Kongsbergfeltet. Den geologiske kartlægning av de fra selve Kongsberg by fjernest liggende omraader er endnu ikke færdig. Ogsaa feltet mellem Skollenborg og Kjennerudvandet skal undersøkes videre, idet endel av det som er betegnet som kvartsbiotitdiorit maaske heller b r betegnes som Haavgruppe.

Paa dette oversigtskart er kun etpar av de største ganger av Vinordiabas indtegnet. Hovedm engden av disse ganger kan vanskelig avs ttes paa et kart i saa liten maalest k. Heller ikke gangene av Kongsbergdiabas er indtegnet. Lakolitformen hos gabbrodiorit og kvartsdiorit fremgaar tydelig. Gruber og skjærp er betegnet ved sorte prikker.

Man ser klart at baandzonerne optrær langs grænserne av store bergartmassiver. Det viser sig ogsaa, at de paa s lvrikeste baandzoner for en væsentlig del er sammensat av Knuteformationens bergarter. Finkornig kvartsdiorit, og i nogen grad gabbrodiorit, danner ogsaa gode (sølvrike) baand, navnlig paa Underberget og Overberget. I det store og hele ser det dog ut til at disse sidstnævnte bergarter med hensyn til sølvføring staar tilbake for Knuteformationen.

Paa Underberget blir det, som tidligere flere ganger antydte, mere og mere sandsynlig, at Knuteformationens lag

spiller en betydelig rolle, idet der stadig findes nye momenter, som taler for at der langs Underberget, nemlig imellem det saakaldte Melleمبرgets kvartsdioritmassiv og det østligere Funkeliens kvartsdioritmassiv, optræder flak af Knuteformationens skifre. Av kartet fremgaar ogsaa at Underberget ved Kisgruben staar i forbindelse med Knuteformationen.

Jeg har forøvrig betegnet det østlige Underberg med Haavgruppens farve, fordi der er betydelig likhet mellem bergarterne der og i Haavet.

De vigtigste baandzoner i Kongsbergfeltet er følgende:

Helgevandets baand. Det ligger i Knuteformationen langs grænsen mellem Helgevandsaasens Oldenborggruppe og den vestenforliggende Barlinddalsgruppe.

Det strækker sig sydover mot Kulhusdalen, hvor der flere steder er drevet efter kobberholdig svovlkis. Baandet fører særlig meget kis, indeholder fahlbaand, i Helgevandsaasen og paa Brennaasen.

Kobbervoldens baand. Det ligger langs grænsen mellem et østlig kvartsdioritmassiv og et vestlig felt av Knuteformationen.

Baandet er rikt paa kis. Der er ved Verlohner Sohn grube og Gott Vermag's Ich wag's drevet efter kobber.

Jonsknutens baand. Dette ligger langs grænsen av et vestlig kvartsdioritmassiv og et østlig felt av Knuteformationen. Baandet er særlig kisrikt mellem Florenstjern og Knutevoldene. Længer syd findes i almindelighet kun litet kis i dette baand. Enkelte steder sees dog kis ogsaa i baandets sydligere dele, og man bør derfor være opmerksom herpaa ved fremtidige undersøkelser.

Barlinddalsbaandet. Dette er et merkelig baand. Man kan regne, at det strækker sig helt fra nordenfor Kongens

dam til Aasland i syd og næsten alle gruber syd for Kobberbergselven ligger i dette baand. Det er særlig kisrikt i Barlinddalen og syd for Kobberbergselven, hvor der ved Kisgruben er drevet efter kobberholdig svolkis og magnetkis.

Mot nord er Andreasfjeldets baand og Barlinddalsbaandet i nogen grad forbundet, idet førstnævnte baand i det væsentlige følger den store gang av Vinordiabas som fra Barlinddalen stryker nordover St. Andreasfjeld.

Andreasfjeldets baand. Dette baand er bedst utviklet paa St. Andreasfjeldets nordlige del ved St. Andreasgruberne og St. Andreasdammen. Det er her tildels temmelig kisrikt. Baandet er nærmest at betegne som en skifrig zone i gabbrodioriten, men der veksler dog tildels striper av amfibolit og gabbrodiorit. I dette baand har jeg hittil ikke fundet bergarter tilhørende Knuteformationen. Det er vel ikke utelukket, at man ogsaa der kunde finde den formation, nemlig som smaaflak i gabbrodioriten.

Overbergets baand. Dette baand ligger imellem 2 massiver av gabbrodiorit og kvartsdiorit. I den østlige del bestaar baandet av finkornig kvartsdiorit. Denne bergart optrær dog kun i ringe grad i mellem Kongens grube og Kobberbergselven. Forøvrig er baandet opbygget av Knuteformationens bergarter, som mot syd hænger sammen med det store felt av denne formation, som fra Jonsknuten stryker mot syd-sydøst. Knuteformationen i Overberget kiler ut nordenfor Jondalselven, og sølvføringen er nordenfor denne utkiling kun daarlig. Det er dog sandsynlig at dette ikke utelukkende beror paa at Knuteformationen mangler. Der er nemlig i dette parti vistnok kun faa og daarlige ganger. Jeg har saaledes ikke kunnet finde en eneste gang av 1ste generation i de trakter.

I Sollid skjærp optrær dog en pen kalkspatgang med fluspat og spor av sølv.

Der kan i Overbergsbaandzonen sondres mellem flere baand, som har vist god sølvføring. Hovedbaandet, hvorpaa den største grubedrift er foregaat, ligger i baandzonens østlige del. Vest for Gottes Hülfe grubes hovedskakt, omtrent ved Granatdammen, stryker et sølvførende baand, som kan benævnes *Kragbaandet*.

Endnu længer vest ligger et baand, som kan følges over store dele av det centrale Overberg. Dette baand kan benævnes *Rosengang—Mildigkeitbaandet*. Det bestaar væsentlig av sericitskifer og vil vistnok vise sig at ha ganske betydelig sølvføring.

Overbergsbaandet fører ikke meget kis nordenfor Jondalselven. Søndenfor Jondalselven er det derimot i det store og hele forholdsvis kisrikt.

Bemerkninger til figurerne fra Overberget. I pl. V vises et profil av baandzonen i Kongens grube, lagt langs Kongens grubes hovedgang og mellem niveauerne Christians stoll og 912 meter. Da det kan ha sin interesse ved studiet av sølvføringen at se de avbyggede gruberum, saa har jeg kun indtegnet bergarterne utenfor disse rum, som derved er blit hvite paa figuren. Grænserne paa Vinordiabasgangene er dog trukket helt op.

Man kan se, hvorledes sølvføringen til vest mellem Christians stoll og Møller taper sig, samtidig med at de der-værende ganger av Vinordiabas kiler ut. Man vil ogsaa kunne se, at de avbyggede gruberum er større i de øvre dele end i de nedre.

Over 912 meter gjenstaar paa hovedgangen kun ubetydelige sølvrester.

Den store skiktninggang gaar paa dypet sammen med en diabasporfyrigitgang.

Bergarterne i den avbyggede baandzone er, foruten Vinordiabas, finkornig kvartbiotitdiorit og forskjellige gneiser, amfi-

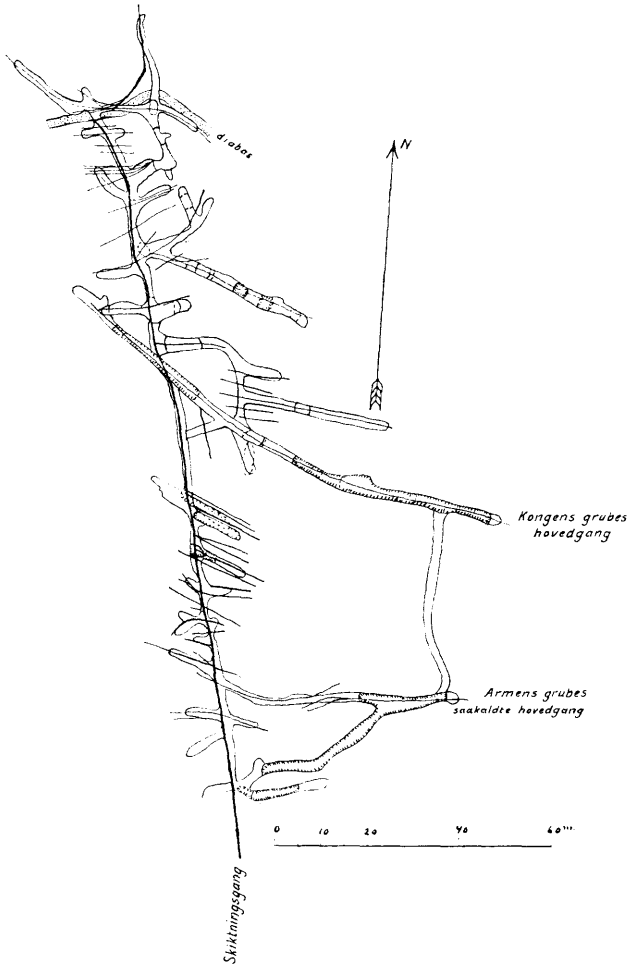


Fig. 18. Kongens grube, Langort, 360 meter. Skiktninggangens kalkspat-
apofyser naar ikke det østre tverslag. Ved saadanne forekomster
maa derfor drives skiktningstverslag.

boliter og skifre tilhørende Knuteformationen. Man vil kunne se, at Knuteformationen spiller størst rolle. Den finkornige kvartsbiotitdiorit kiler ut omtrent i niveau 600 meter.

Fig. 18 viser horizontalkart av *Langorten*, som er etagen like under Christians stoll i Kongens grube.

Man ser skiktningsgangen med utløpere tilhørende Justitsgangdraget. Skiktningsgangen sees til nord at kaste sig østover. Likeledes sees Kongens grubes hovedgang og Armen grubes ordinære kalkspatgang. Man vil se at de enkelte ganger i Justitsdraget ikke naar saa langt øst som til det østlige tverslag mellem Armen og Kongens gruber. Dette er av stor vigtighet; ti det viser nødvendigheten av at tverslagene ved denne gangdragstype lægges langs skiktningsgangene.

Fig. 19 viser et horizontalkart av Møllerkast i Kongens grube. Man ser at skiktningsgangen skjærer fra den vestre gneis tvers over granatglimmerbaandet, men at der kun er fundet sølv i baandets grænser. Man drev først det vestlige tverslag og fandt ved dette i 1908 sølv til nord (bergmester MORTENSON), men tverslaget overskar skiktningsgangen istedetfor at følge langs denne, og det var derfor kun saavidt at man ikke gik vestenfor det hele.

Først i 1913 efterat etagen var blit geologisk kartlagt blev der drevet østover til skiktningsgangen, og der fandt man en betydelig sølvforekomst, men først ca. 5 aar efterat den kunde være fundet, tiltrods for at den kun laa ca. 8 meter øst for sølvfundet av 1908. For at faa mere direkte transportvei blev saa tilslut det østre tverslag drevet.

Fig. 20 viser et horizontalsnit av etage 636 meter i Kongens grube. Her fremgaar det klart, at man før den geologiske kartlægning ikke altid har hat rede paa skiktnings-

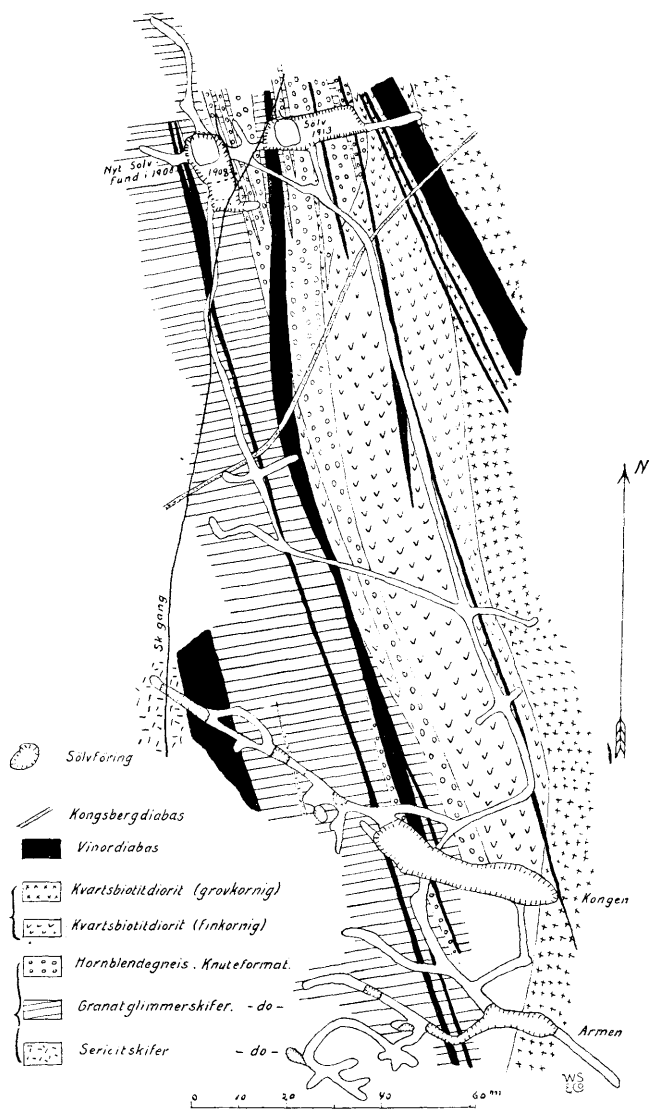


Fig. 19. Kongens grube, Møllerkast.

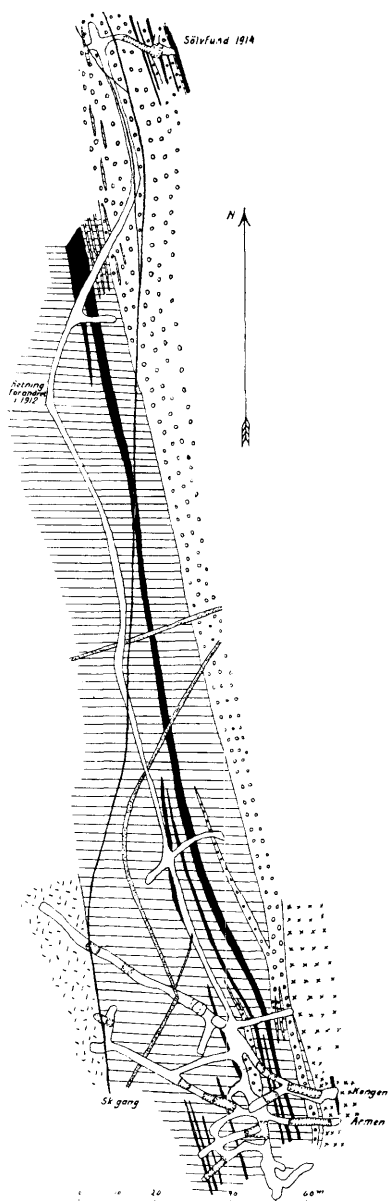


Fig. 20. Kongens Grube, 636 m. I 1912 opcagedes at man havde forladt skiktninggangen og tverslagets retning blev derfor ændret. Se betegnelser, figur Møllerkast.

gangens betydning, idet tverslaget uten videre overskjærer denne gang. Hvis ikke retningen i 1912 var blitt forandret overensstemmende med kartene, saa vilde tverslaget ha passert vestenfor sølvføringen. Av samme kart fremgaar ogsaa hvorledes granatglimmerbaandet, som i almindelighet er sterilt med hensyn til sølv, i dette nivåa er fremherskende i Kongens og Armens gruber. Man vil ogsaa ved sammenligning med Møllerkartet se, at den vestlige amfibolit har kilet ut. Samtidig blev sølvføringen til vest daarlig og forsvandt tilslut paa dypet.

Fig. 21 viser et horisontalkart av den etage, hvor Kongens grubes hovedgang og Armens grubes ordinære kalkspatgang forenet sig. Her sees udmerket eksempel paa at sølvføringen er knyttet til amfibolitgangene.

Fig. 22 viser et horisontalkart av nivåa 468 meter i Gottes Hülfe grube. Knute-

formationen spiller ogsaa her en stor rolle. I de østre dele optræder finkornig kvartsbiotitdiorit, som mod øst ved Else grube gaar jevnt over til grovkornig kvartsdiorit. Disse østlige kvartsdioritbaand er temmelig kislefattige, mens Knuteformationens amfibolitiske gneis er særdeles kislerik, hvilket ogsaa var tilfælde paa dybet af Kongens grube. Om gangene i denne grube henvises til den tidligere beskrivelse af gangdragene.



Fig. 21. Kongens grube. 652 meter. Armen grubes normale kalkspatgang forener sig her med Kongens grubes hovedgang.
Se betegnelser, figur Møllerkast.

Underbergets baand. Dette baand begrænses til vest af Mellembergets kvartsdiorit og til øst af kvartsdiorit og gabbrodiorit. Som tidligere omtalt er paa Underberget det saakaldte milde baand av særlig stor betydning. Det er som nævnt ikke usandsynlig, at det tilhører Knuteformationen, hvilket bl. a. antydes derved at det mod syd forener sig med Barlinddalsbaandet ved Kisgruben. Forøvrig optræder der i baandzonen finkornig kvartsbiotitdiorit, som særlig mod nord er dominerende, mens det milde baand stadig avtar i mæg-

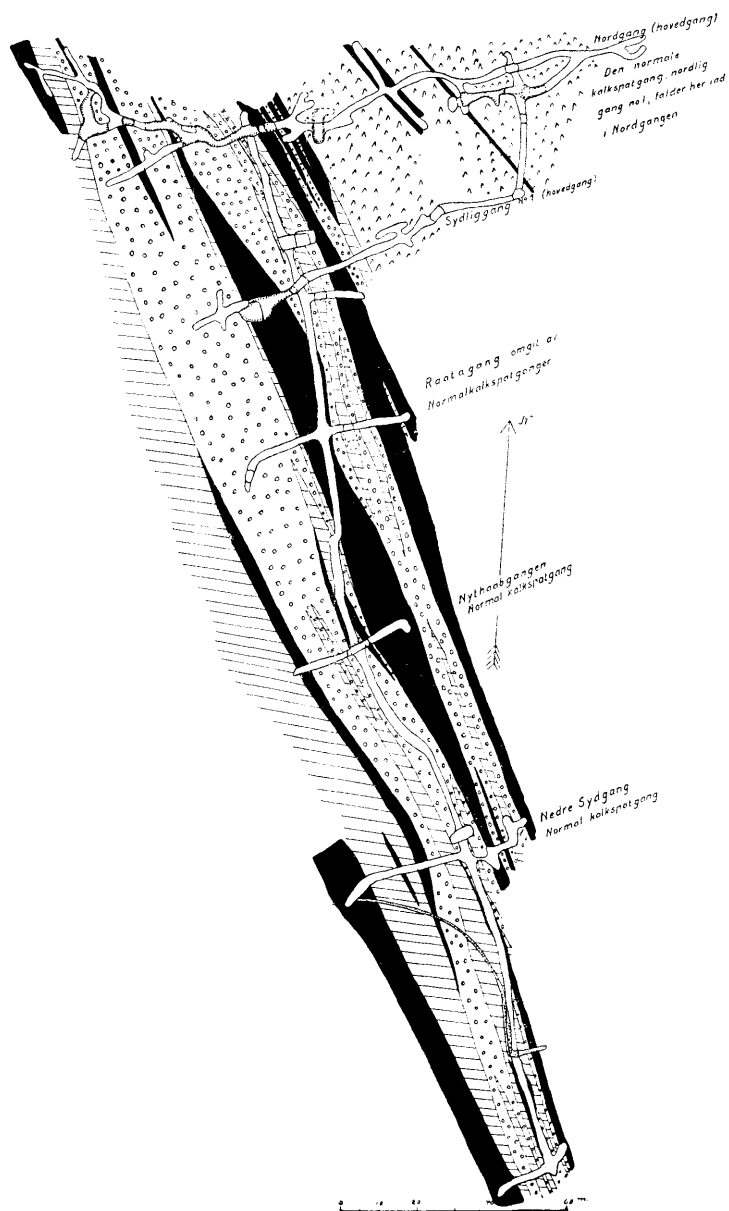


Fig. 22. Gottes Hülfe. Baronkast 468 m. Se betegnelser, fig. Møllerkast.

tighet nordover og tilslut kiler ut omtrent ved Kampenhaugen. Langs Underbergsbaandets østside optrær kupper av gabbrodiorit, som hæver sig i de temmelig steile aaser Svartaas, Morataas og Kisgrubeaasen.

Fahlbaand findes næsten langs hele Underbergsbaandet og særlig utpræget langs baandets østgrænse i det milde baand. Kisgehalten er dog liten nord for Kampenhaugen og begynder kort syd for Samuel grube at tape sig for atter at øke nedover mot Svartaas, taper sig saa atter, men øker i betydelig grad nedover mot Kisgruben.

Kvartsdalsbaandet. Dette baand følger omtrent grænsen mellem Haavgruppen og den vestenfor liggende kvartsdiorit. Det er meget tydelig ved Knoffemyren, i Funkelien og Kvartsdalen.

I gamle karter og beskrivelser anføres at der strækker sig et fahlbaand fra Ollebakskjærpet øst for Svartaas, parallel med Underberget, over Jondalselven, og at det mot nord skal gaa sammen med Trollerud—Anne Sophie—Rambergfahlbaandet.

Dette er dog ikke helt rigtig. Kvartsdalsbaandet kan rigtignok følges nordover til Trollerud og Anne Sophie, men der findes ikke fahlbaand over hele den nævnte strækning. Man ser saaledes kun litet kis i baandet mellem Jondalselven og Trollerudgruberne.

Ved de sidstnævnte gruber indeholder baandet derimot meget kis og likeledes ved Anne Sophie og Ramberg, hvor der optrær særdeles typiske fahlbaand.

Der er injicert meget Kongsberggranit i baandets sydlige dele, og dette har som tidligere beskrevet hat skadelig indflydelse paa ædelheten. Graniten optrær derimot ikke i de nordlige dele av baandet.

Haus Gabels baand. I Haus Gabelaasen optrær flere temmelig kisrike baand. Kongsberggraniten har imidlertid ogsaa her hat skadelig indvirkning paa fahlbaandene, som er litet sammenhængende, og de er derfor ikke gunstige for sølvføringen.

Bævers baand. Om dette baand gjælder det samme som er nævnt om Haus Gabels baand.

Der er tildels sterk kislef6ring, men denne er hyppig avbrutt ved den sterke injektion av Kongsberggranit.

Kjenneruds baand. Dette ligger fjernere fra Kongsberggraniten end de 2 sidstnævnte baand. Med hensyn til sølvføring viste en ganske lys, grovkornig kvartsdioritgneis sig at være fordelagtigst. Baandet viste liten kislef6ring. Det ligger langs grænsen av et gabbrodioritmæssiv og et kvartsdioritmæssiv.

Gomsruds baand. Dette ligger langs grænsen av et gabbrodioritmæssiv og et kvartsdioritmæssiv, men er endel paavirket av Kongsberggranit. Det er tildels temmelig kisrikt ved Gomsrudgruberne.

Videre kan nævnes:

Skaras baand.

Holteffjeldsbaandene.

Vinorens baand.

B. Oversigt over søndre Vinorens geologi.

Nordre Vinoren.

Den største del av søndre Vinorens grubefelt ligger paa en i nordsydlig retning langstrakt aas, som falder steilt av til alle sider. Midt paa aasen hæver sig en liten fjeldtop, Dronningkollen, som er synlig i vid omkreds, og hvis høieste

punkt ligger 749 meter over havet. Aasen bestaar i det væsentlige av et parti av Knuteformationen, som paa alle sider er omgitt av yngre dypbergarter. Der optrær endvidere injeksjoner av Vinordiabas, dels i forholdsvis store massiver, dels i brede og smale ganger, som ofte er sterk amfibolitisert. Jeg har sammen med direktør STOLTZ utført et geologisk dagkart i maalestok 1 : 2500 over søndre Vinoren og i pl. VI kan man se en formindsket kopi herav.

De almindeligste bergarter i det nævnte parti av Knuteformationen er gneiser, hornblendeskifre, granatglimmerskifre og sericitskifre.

Ved Dronningens grube findes gneiser, ved Juliane Marie og Juliane Haab granatglimmerskifre, som ogsaa findes i god utvikling omkring Rødkollen. Ved Sparkop optrær sericit-skifer.

Vinordiabasen paa Vinoren er av en eiendommelig type. Da massiverne for den væsentligste del har en ganske betydelig mægtighet, nemlig hyppig omkring 2—300 meter, saa er Vinordiabasen for en stor del meget grovkornig, dog finder man langs grænserne finkornige facies. Nær den saakaldte mellemstoll var der en type, som førte meget apatit. Det store sammenhengende massiv har, som man ser av kartet, en ganske underlig form. Ut fra dette løper stundom ganger av optil nogle meters mægtighet. Særlig i den sydlige del av feltet findes mange Vinordiabasganger, som i motsætning til det store massiv er sterkt amfibolitisert.

Som tidligere beskrevet har Vinordiabasen dannet fahlbaand langs grænserne. De kismængder som er injicert i sidebergarterne er tildels meget store. Man finder de kiskrikeste fahlbaand i Kongsbergtrakterne her paa søndre Vinoren. Særlig de baand som er helt omsluttet av mægtig diabas er

saa sterkt kisleerende, at der kan tales om virkelig kismalm. Den overveiende mængde kis bestaar av magnetkis med endel kobberkis.

Dypbergarterne er sterkt representert. Paa øst- og sydsiden av Vinorfeltet finder man dypbergarter som er ældre end Vinordiabasen, nemlig kvartshornblendediorit og kvartsglimmerdiorit, som er finkornig og tildels kisleerende langs amfibolitgrænserne i en smal zone fra Klausstollens mundloch over Glückaufgruberne og til henimot *nordre Valdets*. Ret øst for Klausstollens mundloch optræder et felt av Kongsberggranit, som i det væsentlige er yngre end amfiboliterne. Den er rødlig og fører kalifeldspat, albit og glimmer. Langs dens kontakt med dioritbergarterne finder man disse sterkt gennemvævet med granit. Av gruber i de finkornige kvartsdioriter kan merkes *Glückauf* og *Bothmann*, som dog maaske ikke er saa betydelige som de gruber der er beliggende i Vinorens Knuteformation.

Til vest avgrænses hele feltet av det store massiv av Telemarkgranit, som skarpt avskjærer alle ældre bergarter. Det indeholder ogsaa brudstykker av disse, saaledes finder man 350 meter nordvest for Juliane Marie grube en liten høide som bestaar av Vinordiabas helt omgitt av granit.

I det store parti av Knuteformationen, som ligger omkring Dronningkollen og i Vinordiabasen, finder man tildels smaa intrusiver av yngre granit, som vistnok maa opfattes som Kongsberggranit.

Saadanne intrusiver findes langs østsiden av Løvedammen og nordsiden av Sperkopdammen, i nærheten av Glückaufgruberne samt sydøst for Tonsæteren, likesaa ved Klausstollens mundloch, hvor karakteren av Kongsberggranit er særlig fremtrædende. Det viser sig her, som saa mange andre steder,

at denne granit har facies, som i høi grad ligner de sureste kvartsbiotitdioriter.

Det er paa Vinoren meget almindelig at finde breccier, som er av stor nytte ved de relative aldersbestemmelser. I kvartsdioritomraadet findes hyppig breccier, bestaaende av mørke kvartsdioritbrudstykker i lysere kvartsdiorit, likesaa av ældre bergarter i granit, av Knuteformationens bergarter i kvartsdiorit eller i granit o. s. v.

Som tidligere nævnt gjennemskjæres søndre Vinoren av en gang av Kongsbergdiabas, som er kjendt fra skraaningerne øst for Løvedammen til Juliane Marie grube, hvor den kan sees i drifterne.

Ertsgangene paa Vinoren er endnu ikke studert saa meget, at jeg kan bringe noget særlig nyt. Der optrær uten tvil baade hovedganger, raataganger og normale kalkspatganger, og gangdrag er kjendt flere steder.

Direktør ANDRÉSEN har beskrevet flere lange og mægtige ganger paa Vinoren som skiferspatganger. Disse svarer vistnok til mine hovedganger, og de vil derfor antagelig vise sig at være omvandlede ganger av 1ste generation.

Av skiktningsganger kjendes paa søndre Vinoren en av usædvanlige dimensioner. Den kan benævnes søndre Vinorens hovedskiktningsgang.

Merkelig nok omtales den ikke i ældre beskrivelser, vistnok fordi den ikke er sølvførende, og fordi dens betydning for sølvføringen ikke har været forstaat. Nu efterat dette ved de geologiske undersøkelser er paavist, saa danner denne gang en udmerket retledning for driften.

Direktør STOLTZ forstod ogsaa hurtig dette og har anlagt undersøkelsesdrift langs denne gang og hittil med godt resultat. Gangen er kjendt fra Dronning Sophie Magdalene

og sydover et stykke. Om dens videre forløp vites litet, det er dog høist sandsynlig, at den fra Christianus Sextus fortsætter nordover til Kronprins Fredrik av Norge og de nærmest nordenfor liggende gruber. Det er vistnok ogsaa sikkert, at skiktningsgangen skjærer gjennom Juliane Marie og Juliane Haab gruber, dens videre forløp er usikkert. Maaske vil den vise sig ogsaa i Ulrika og Ny Ulrika gruber. Gangen maa i saa fald omtrent stryke parallel med granitgrænsen, som forøvrig nogenlunde følger skifrenes strøk.

Nordre Vinoren. Kartlægingen er endnu ikke naadd til nordre Vinoren. Her er efter hvad jeg hittil kjender ikke dagbergarter eller sedimenter, kun dypbergarter, som er gjennemskaaret i nordsydlig retning av Vinordiabasganger. Dypbergarterne er dioriter og kvartsdioriter. Man finder her smukke breccier. Lyse kvartsdioriter har brutt istykker mørkere kvartsdioriter og gabbrodioriter.

Kongsberggraniten fra søndre Vinoren naar et stykke nordover langs østskraaningerne av Ravnaas og Dyrebokollen, men sees ikke i det egentlige grubefelt paa nordre Vinoren.

Telemarkgraniten avskjærer ogsaa her alle bergarter til vest og er den raadende bergart i aasene vest for nordre Vinoren. Vinordiabasgangene i det nordlige felt danner fortsættelsen av de ovennævnte ganger og hypabyssiske massiver paa søndre Vinoren. De har her nord utpræget gangform og er tildels ganske mægtige, 10 meter og mere, er i midten grovkornige og har i det hele et karakteristisk utseende, som minder meget om de mægtigste ganger mellem Overberget og Jonsknuten. Der er fahlbaand langs grænserne, og gruberne ligger anordnet langs disse.

Ganger av Kongsbergdiabas findes som tidligere nævnt, men jeg har ikke kartlagt disse.

C. Historie.

Sølvforekomster paa Kongsberg blev første gang fundet av gjetere i 1623. Det første fund var den senere saakaldte Kongens grubes hovedgang, og i de nærmest følgende aar blev en hel række betydelige forekomster fundne. Inden forløpet av 100 aar var hele Overberget og Underberget meget nøie opskjærpet, og de fleste derværende forekomster hadde allerede i den tid været i drift. Omkring 1720 og utover fandt man forekomsterne i Numedal, nemlig paa Vinoren og øst for Laagen, og omtrent samtidig blev forekomsterne vest for Overberget fundne.

I tidens løp har man i disse trakter drevet ca. 100 gruber, men foruten disse kjender man en mængde skjærp.

Kongens grube er ca. 930 meter dyp, *Gottes Hülfe in der Noth* 624 meter, Gabe Gottes 400 meter, Haus Sachsen 440 meter, Samuel 350 meter, Gamle Segen Gottes med Sophie Magdalene ca. 570 meter.

Forørig findes her en hel række gruber som har en dybde av 100 til 300 meter. Det sølvførende felt har en længde i nord—syd av ca. 30 km. og en bredde i øst—vest av indtil 15 km. Fra dette felt er i tidsrummet 1623 til 1815 levert ialt ca. 561 000 kilo og fra 1815 til 1914 ialt ca. 459 000 kilo fint sølv, tilsammen altsaa ca. 1 020 000 kilo av værdi ca. 150 millioner kroner.

Direktør MÜNSTER oplyser i sit skrift i anledning av jubilæumsutstillingen i Kristiania 1914 med hensyn til gevinst og tap, at indtil 1700 er opgaverne usikre og tildels motstridende, men det maa antages, at der har været en gevinst paa ca. 2 millioner kroner. Fra 1700 til 1770 har det gaat op og ned, idet der dog ialt er tjent ca. 4 millioner kroner

i denne tid. Fra 1770 til nedlæggelsen i 1805 gik det stadig nedover, og paa denne korte tid arbeidet sølvverket med det svære tap av 15 millioner kroner.

Gjenoptagelsen av driften i 1815 krævet indtil 1830 et tilskud paa 1750000 kroner. Fra 1830 til 1888 har sølvverket git et overskud paa 27 millioner kroner. I denne tid blev dog verkets fremtid forsømt, saaledes at gjenoptagelse av gruber og utførelse av en række nyanlæg og tekniske forandringer i tidsrummet 1888 til 1913 har krævet et tilskud paa ialt 1 million kroner.

I literaturoversigten vil man finde en række bøker, som omhandler sølvverkets historie. Her skal jeg kun nævne endel aastal tat fra MÜNSTERS ovennævnte skrift. Kong Christian IV drev verket for egen regning til 1627, da han solgte det til et participantskap mot andel og tiende.

I 1661 overtok Kongen paany verket, men solgte det i 1673 til Rustmester Müller, som atter maatte avstaa verket til Kongen i 1683. Senere har sølvverket altid været i kongens eller statens eie. I 1805 blev verket nedlagt, men gjenoptat ved stortingsbeslutning av 1815.

I 1874 begyndte det store prisfald paa sølv, som i tids- 1874 til 1894 forandret sølvprisen fra 150 kroner til ca. 75 kroner pr. kilo. I den senere tid har prisen i almindelighet variert mellem 60 og 70 kroner.

Blandt de mange store arbeider, som i tidens løp er fuldført, maa som særlig betydelige nævnes stollene og dammene. Overbergstollen, den saakaldte Kristians stoll, er ca. 4700 meter lang og drives endnu nordover. Naar den øst-veststrykende stollarm medregnes er Underbergstollen ca. 4730 meter lang, og den blev fuldført i 1802, men har senere maattet rettes paa i ganske betydelig grad.

I nyere tid er verket modernisert meget. I gruberne er bygget kompressoranlæg og nye heiseapparater, og der er videre anskaffet lokomotiver til stollkjøringen og indredet et fortrinlig reparationsverksted. Med hensyn til godsets tilgodegjørelse, saa er der bygget nye skeidehuser og et stort nyt vaskeri som for tiden kan behandle ca. 12000 ton raagods pr. aar.

De fattige godser smeltes ikke længer, men behandles i den saakaldte ekstraktionshytte med cyannatriumopløsning, hvorved sølvindholdet utvindes næsten fuldstændig.

Alt raagods blir ved haandskeidning inddelt i: Grovt sølv oftest med over 80 pct. fint sølv, rikerts med 100—300 kg. fint sølv pr. ton, malm med 0,200—3 kg. fint sølv pr. ton. Det grove sølv gaar direkte til smeltehytten, rikertsen og malmen gaar til vaskeriet, som leverer gedigent sølv til smeltehytten og sliger og slam til ekstraktionshytten. Denne sidstnævnte leverer sølvsulfid til smeltehytten, som leverer salgssølv, nemlig barrer av vegt ca. 25 kg. og gehalt 997—999 ‰.

Der er for tiden noget over 300 arbeidere ved sølvverket.

D. Den praktiske anvendelse av de for Kongsberg sølvverk utførte geologiske karter.

Den geologiske undersøkelse, som i de senere aar har paagaat paa Kongsberg, har naturligvis i første række hat til formaal at gi verkets ingeniører anvisning paa, hvor de bør søke efter sølverts.

Det er dog klart, at i dette felt, hvor bergfolk har færdes i snart 300 aar uten at være kommet til noget endelig resultat om sølvets genesis og forekomstmaate, der kan ikke en geolog

i kort tid avgjøre disse spørsmål. Det gjælder om undersøkelsen av dette felt som om al praktisk grubegeologi, og forøvrig om al videnskap, at man maa i tidens løp taalmodig dra frem alle faktiske oplysninger, som kan bidra til at klargjøre fænomenerne. Det kan forekomme det praktiske livs mænd vanskelig at forstaa nytten ved saadant møisommelig arbeide, som tilsynelatende intet har med økonomisk grube-drift at gjøre. Men i det lange løp vil nytten nok vise sig.

Det er imidlertid nødvendig, at ingeniørerne arbeider sammen med geologerne. De maa virkelig benytte de geologiske karter.

Undersøkelsen efter malm maa lægges paa et strengt videnskabelig grundlag. Her har imidlertid geologen den vanskelige opgave at faa ingeniørerne til at forstaa, at exact geologisk videnskap er nyttigere for en grube, end den hittil i saa stor utstrækning anvendte skjærping, utført av ulærte folk, som intet andet har at støtte sig til end sin egen mangelfulde erfaring.

Min opfatning er, at den praktiske nytte ved geologisk kartlægning av et grubefelt blir større for hvert aar som gaar, forutsat at der stadig arbeides med geologi i feltet. Jeg mener derfor, at den geolog, som først er begyndt at virke i et felt, bør fortsætte saa længe som mulig og aarvisst arbeide en tid der, og i hvert fald bør alle gruber ha en fast ansat geolog, som stadig kan kontrollere, at driften følger de fra et geologisk synspunkt rigtige principer.

Den arbeidsmetode, som anvendes ved undersøkelsen av Kongsbergfeltet, er ved geologiske karter, profiler og tegninger med tilhørende beskrivelse at redegjøre for feltets geologiske

bygning. Hver enkelt optrædende bergart er beskrevet petrografisk og kemisk. Ertsgangene er kartlagt i betydelig utstrækning, og samtidig er de inddelt i typer, som forholdsvis let kan holdes ut fra hverandre.

I mange tilfælder antar jeg, at verkets ingeniører, som i almindelighet ikke er faggeologer, paa grundlag av det nu foreliggende arbeide vil kunne avgjøre arten av de bergarter og ganger som paatræffes under den daglige drift. Jeg tror allikevel, at det er nødvendig for verket, altid at ha en speciel faggeolog til at paase, at der i denne henseende ikke gjøres feiltagelser.

Det er nemlig stundom vanskelig. endog for en geolog, at avgjøre bergarternes natur. Det er saaledes ofte ikke let at skille gangformig amfibolit (Vinordiabas) fra andesitisk amfibolit (Oldenborggruppen) og fra gabbrodiorit. Der kan ogsaa nævnes, at det stundom er vanskelig at avgjøre, hvorvidt der foreligger bergarter av Knuteformationen eller av dypbergartserien.

Det er saaledes ingenlunde let at skille mellem dacitisk gneis og finkornig kvartsdioritgneis. Dette kan i almindelighet hurtig avgjøres ved et mikroskopisk præparat, idet den førstnævnte oftest fører albit, den sidstnævnte derimot en betydelig anortitrikere plagioklas.

Det har i mange henseender stor betydning at ha sikker rede paa disse bergarter, bl. a. ogsaa av den grund, at det som tidligere fremholdt er sandsynlig, at der i Knuteformationen i almindelighet optrær bedre (sølvrikere) baand end i dypbergartserien.

Den finkornige kvartsdiorit har blandt andre steder git meget sølv i de øvre og østre baand i Kongens grube, i de østre baand av Gottes Hülfe grube og tildels paa Under-

berget, men stort set er det desuagtet eiendommelig, at sølvføringen i betydelig grad er knyttet til Knuteformationen. Disse forhold bør man i fremtiden ha sin opmærksomhet henvendt paa.

En av de vigtigste aarsaker til at geologiske karter er nødvendige paa Kongsberg er, at ingeniørerne uten karter ikke kan trække sammenligninger mellem et grubefelts forskjellige partier. Der foreligger saaledes mange eksempler paa, at man dypt nede i en grube ikke har hat rede paa, hvilke baand man drev paa i forhold til baandene i højere nivaaer. Flere av de i Kongens grube mot nord drevne tverslag, som blev anlagt forat gjenfinde sølvdraget paa Møllerkast, er saaledes drevet i baand som laa for langt til vest,

Som retledning er i denne henseende særlig grubekartene av betydning. Det geologiske dagkart er nyttig for at sammenligne bergarter og ganger, som ligger fjernere fra hverandre. Dette kart danner desuten det nødvendige grundlag, uten hvilket kartlægning av de enkelte gruber vilde ha været vanskelig.

Paa dette kart vil man bl. a. se beliggenheten av de enkelte baand, hvilket er nødvendig ved fremtidig optagelse av nye grubefelter i distriktet. Bedømmelsen av ertsforraadene maa ogsaa bl. a. foretages paa grundlag av baandkartlægningen.

Angaaende *gangene* saa tror jeg at den foretagne kartlægning av disse vil være av nytte for sølvverket.

Man kan forstaa, at sølvverkets ingeniører ikke har kartlagt baandzonerne og bergarterne forøvrig, eftersom dette er en ganske vanskelig opgave. Men det er uforstaaelig, at man ikke tidligere har kartlagt *gangene* fuldstændig. Selv om man ikke hadde sondret mellem ganger av 1ste og 2den genera-

tion, saa maatte man dog ha ventet, at der alt for lang tid siden, likesom i andre grubefelter (Freyberg o. s. v.), var istandbragt almindelige gangkarter, idet dette arbeide nærmest maa betegnes som et taalmodighetsarbeide. Angaaende kartlægningen i dagen av gangene av 1ste generation saa er det ikke usandsynlig, at ingeniørerne har regnet dette arbeide for umulig. Jeg ræsonnerte i begyndelsen ogsaa saaledes: „Dagkart av gangene kan vel ikke utføres, ellers vilde det være gjort for lang tid siden.“ Jeg begyndte derfor det arbeide med daarlig haab om noget resultat; men det gik over forventning let. Det er ogsaa mulig at verkets ingeniører har ment, at disse ganger, som i det væsentlige bestod av kvarts, ingen betydning hadde.

Jeg regner denne kartlægning av gangene tilhørende 1ste generation for et viktig resultat av arbeidet. Den vil gi en god retledning for driften, idet sølvføringen vistnok sikkert fortrinsvis er knyttet til disse gangers kryds med baand-zonerne, saaledes som det er beskrevet ovenfor.

Man bør i fremtiden samle iagttagelser om, hvor fjernt fra disse ganger sølvføringen kan optræ.

Det er viktig at verkets ingeniører altid har rede paa, hvilke gangtyper som foreligger i de enkelte tilfælder.

Man bør da erindre, at hovedgangene av karakteristiske mineraler bl. a. altid indeholder mere eller mindre skiferspat, kalcedonagtig kvarts, hyalophan og zeoliter, mens de ordinære kalkspatganger i det væsentlige kun indeholder almindelig kalkspat. Hvis sølvføringen paa ordinære kalkspatganger taper sig, saa maa disse gangers stilling i forhold til nærmeste hovedganger, skiktningsganger og de bedste baand undersøkes. Har sølvføringen tapt sig, saa bør man i almindelighet drive henimot nærmeste raatagang eller hovedgang. Ved at drive

saaledes at man fjerner sig fra de nævnte ganger, vil man antagelig i de fleste tilfælder ikke finde mere sølv. Her maa ogsaa tages hensyn til den store betydning som skiktningsgangene har. For hovedgangenes vedkommende har det vist sig, at disse kan føre sølv i deres hele utstrækning. Forøvrig henvises til den tidligere beskrivelse.

Den fremtidige undersøkelsesdrift. Der er ved den geologiske undersøkelse av Kongsbergfeltet som tidligere beskrevet fundet en række ganger (1ste generation), som i almindelighet gjennomskjærer feltet i østvestlig retning.

De fleste av de ganger som optrær i det engere grube-felt (Laagen—Jondalselven—Helgevand—Kobberbergselven) er sandsynligvis nu kjendt. De overskjærer baandene mellem Laagen og Helgevandet og ved krydset med disse baand kjendes flere rike sølvforekomster. Det bør antagelig bli en hovedopgave for sølvverket at undersøke alle saadanne krydspunkter.

Jeg vil særlig henlede opmerksomheten paa Jondalsgangens kryds med Overbergsbaandet og Lassedalsgangens kryds med Overbergsbaandet og Barlinddalsbaandet. Forøvrig fremgaar det av kartene, at der optrær et drag av ganger, som sammenhengende kan følges over det midtre Underberg, det midtre Overberg (Gottes Hülfe) og videre over Barlinddalsgruberne, Knutehaavgruberne og Helgevandsgruberne.

I denne zone av Kongsbergfeltet findes foruten ganger ogsaa typiske baand og fahlbaand, og der er ogsaa i tidens løp utvundet meget sølv.

De midtre dele av Underberget, nemlig partiet Johannes—Fräulein viste sig meget rikt ved driften i ældre tid. Gottes

Hülfepartiet paa Overberget har i tidens løp git særdeles meget sølv.

Barlinddalsgruberne har ikke været saa gode, men Knutehaavgruberne og Helgevandsgruberne har vist sig meget rike. Sølvverket bør derfor foreta en nøiagtig undersøkelse av de baand som ligger vestenfor Overberget. Man kunde muligens tænke paa fra Chr. VII stoll at drive en stoll til Helgevandsgruberne, og fra denne stoll drive undersøkelses-tverslag i de overskaarne baand.

I pl. VII har jeg antydnet, hvor en saadan stoll fra et geologisk synspunkt antagelig bør lægges. Den vilde ialt bli ca. 4900 meter lang. Rosengang—Mildigkeitbaandet og Kragbaandet bør antagelig undersøkes fra Gottes Hülfe som vist i figuren.

Jeg indlater mig ikke her paa stollspørsmaalets tekniske side. Sølvverket vil selv bedst kunne utrede om en stoll til Helgevandsgruberne vil stille sig økonomisk fordelagtigere end andre mulige alternativer, som kunde tænkes for optagelsen av de vestlige forekomster. Chr. VII stoll bør antagelig for det første ikke drives længer mot nord end i høiden til Kronprinsen. I en fjern fremtid kunde der maaske bli spørsmaal om en stoll fra Chr. VII stoll ved Kronprinsen vestover til St. Andreasgruberne.

Underbergstollen bør antagelig ikke drives længer, hverken mot nord eller mot syd, maaske et litet stykke sydover.

Gruberne i Kvartsdalsbaandet, i Haus Gabel, paa det sydlige Underberg og ved Korbo bør fra et geologisk synspunkt foreløbig ikke bearbejdes, eftersom disse vistnok maa regnes som forholdsvis litet værdifulde.

E. Literatur.

Der findes en forholdsvis stor literatur over Kongsberg. De forskjellige forfattere har oftest skrevet om sølvverkets historie. Desuten er baand- og gangforholdene hyppig omhandlet, og man har ogsaa endel skrifter om Kongsbergminerale.

Av den ældre literatur frembyr DEICHMANN'S, BRÜNNICH'S og HAUSMANN'S arbeider stor interesse.

Av yngre literatur kan særlig fremhæves arbeider av LANGBERG, MEIDELL, KJERULF og DAHLL, HIORTDAHL, HELLAND, THS. MÜNSTER, J. H. L. VOGT, CHR. MÜNSTER, MORTENSON og A. BUGGE.

Et av de for sølvverket viktigste literære arbeider er av C. H. LANGBERG, men det foreligger desværre kun som manuskript. Det har titelen *C. H. Langberg, beskrivelse av Kongsberg sølvverks gruber* og er en samlet detaljert redegjørelse for alt som man i tidens løp har erfart om verkets gruber og skjærp.

Det eneste geologiske kart som hittil har foreligget over Kongsberg er av KJERULF og DAHLL og er et oversigtskart i maalestok 1 : 60 000. Det er av interesse at sammenholde dette kart med DAHLL'S geologiske kart av Telemarken, idet der vistnok er en nær forbindelse mellem Kongsbergfeltets bergarter og den saakaldte Telemarksformation.

KJERULF og DAHLL regnet den største del av Kongsberggrundfjeldet til ældste led av Telemarkformationen, som de antok representerte „det ældste lagede skiferberg.“

Bergmester MORTENSON har indlagt sig stor fortjeneste ved sit arbeide for at utrede Kongsberggangene. Hans inndeling av sølvforekomsterne i typus a og b vidner om klar forstaaelse av forholdene.

Typus b er forekomster som er længer i nordsydlig end i østvestlig retning. Typus a er længer i østvestlig end i nordsydlig retning. Hans iagttagelser om sølvforekomsternes dragning var ogsaa et skridt i rigtig retning.

CHR. MÜNSTER har i „*Kongsberg ertsdistrikt*“ utarbeidet en fortegnelse over Kongsbergliteratur til 1891, hvorav hitsættes følgende:

- 1711. CHR. VON ECKSTADT. Relation von dem Silber-Berg-Werk auf Kongsberg. Manuskript i sølvverkets bibliotek.
- 1756. L. PRÆTORIUS'S „Relation“ med bemerkninger av T. M. Brünnich, indtil 1770. Trykt i „Magazin for Bergmands-efterretninger“, 1877, nr. 21.

1776. HAXTHAUSEN. Om Sølvværkets Drift og om Kongsberg.
1777. DEICHMAN. Nogle Efterretninger om de norske Guld-
ertzzer. Kgl. Vid. Selsk. Skr., 11te del.
1777. DEICHMAN: Efterretning om nogle Stenarter og Ertzer.
Kgl. Vid. Selsk. Skr., 11te del.
1777. DEICHMAN. Historiske Efterretninger om Sølvværket
Kongsberg. Kgl. Vid. Selsk. Skr., 11te del, s. 145—313.
1777. M. L. BRÜNNICH. Forsøg til Mineralogie for Norge. Pris-
skrift. Trondhjem.
1779. J. C. FABRICIUS. Reise nach Norwegen.
1790. HELTZEN. Forsøg til Metalleres, Stenes og andre Mine-
ralers lettere Paaskjønnelse.
1810. LEOPOLD VON BUCH. Reise durch Norwegen und Lap-
land.
1812. JOHAN LUDVIG HAUSMANN. Reise durch Skandinavien in
den Jahren 1806 und 1807. Bind 2, s. 8.
1819. VARGAS BEDEMAR. Reise nach dem hohen Norden. Bind I,
Kapitel 27. „Kongsberg und seiner Umgebung.“
- 1819—1824. C. F. NAUMANN. Beyträge zur Kenntniss Norwe-
gens. Bind I, s. 62, 74 og fl.
1826. M. T. BRÜNNICH. Kongsberg Sølvværk i Norge.
1835. *Indstilling* datert 8de oktober 1835 fra den kgl. commission
af 1833 (Wedel-Jarlsberg, Blom, Aall, Keilhau, Lammers).
I utdrag i *Nyt Mag. f. Naturv.* Bind I (1838). s. 86—101.
1839. C. F. BØBERT. Über den Kongsberger Silberbergbau in
Norwegen. *Kartens Archiv f. Min.*, XII, s. 267—346.
S. 267—273.
1843. M. A. DAUBRÉE. Mémoire sur les dépôts métallifères de
la Suède et de la Norvège. *Ann. d. Min.* [4] 4, s. 262.
Bearbejdet og oversat paa tysk under titel „Scandiaviens
Erzlagertstätten“ af G. Leonhard 1846. Om Kongsberg
handler s. 43, 51 og 57.
1846. LANGBERG, om det gyldiske sølvs optræden ved Kongsberg
i „Bergmanden“.
1847. C. F. BØBERT. Über das Modumerblaufarbenwerk in Nor-
wegen. *Arch. f. Min.* XXI.
1848. C. F. BØBERT. Forsøg til geognostisk-mineralogisk Beskri-
velse av Modums Koboltgruber samt nogle almindelige
Betragtninger over Fahlbaand. *Nyt Mag. f. Naturv.* Bind 5.
1849. J. M. DUROCHER. Observation sur les gites métallifères
de la Suède, de la Norvège et de la Finlande. *Ann. d.*
Min. [4] 15. S. 351—371. (B. u. H-Z. 1855, s. 49).

1850. DUROCHER et MALAGUTI. Recherches sur l'association de l'argent aux minéraux métalliques . . . Ann. d. Min. [4] 17, s. 319. (B. u. H-Z. 1851, s. 91 og 107).
1851. J. T. CROWE. Kongsberg Silver-Mines. Mining Almanack 1851, s. 163—167.
1853. Th. SCHEERER. Geognostische Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kongsberg und Modum in Norwegen. Verhandl. d. bergmänn. Vereins zu Freiberg 9. Okt. 1849. Ref. Neues Jahrb. f. Minn. 1853, s. 720.
1853. C. H. LANGBERG. Bidrag til Bedømmelsen af Ertsforekomsten paa Kongsberg og Om Ertsleiestederne paa Kongsberg. Om Gangene. Om Fahlbaandene. Nyt Mag. f. Naturv. B. 7, s. 108—185.
1853. N. MEIDELL. Nogle geologiske Observationer i Omegnen af Kongsberg. Nyt Mag. f. Naturv. B. 7, s. 186—212.
1855. N. MEIDELL. Om den sandsynligste Dannelsesmaade af de Kongsbergske sølvførende Gange. Nyt Mag. f. Naturv. B. 8, s. 197—211.
1857. N. MEIDELL. Fortsatte Bemærkninger om de geologiske Forholde i Kongsbergegnen. Nyt Mag. f. Naturv. B. 9, s. 342—346.
1861. Th. KJERULF og Th. DAHLL. Om Kongsbergs Ertsdistrikt. Med et geologisk Kart. Nyt Mag. f. Naturv. B. 11, s. 173—207.
1861. VON COTTA. Die Lehre von den Erzlagerstätten. 2det oplag. B. 2, s. 512, 661 og 683.
1862. DELESSE et LAUGEL i „Revue de geologie“. Tome 3. 156. Et resumé av Kjerulfs og Dahlls arbeide i 61.
1862. G. ROSE i Zeitschr. d. geol. Ges. B. XIV, s. 239.
1863. J. HESSENBERG i Mineralog. Nat. V. Forts. s. 1—9.
1865. Th. KJERULF m. fl. Betænkning af den ved Kgl. Res. af 10de Juli 1865 naadigst nedsatte Commission angaaende Kongsberg Sølvværk.
1865. HOLMSENS geologiske kart over Kongens grube. Et feltprofil — altsaa et næsten lodret snit v.n.v.—ø.s.ø.
1866. Th. SCHEERER. Über das Vorkommen des Silbers zu Kongsberg. Verhandl. d. Bergmänn. Vereins zu Freiberg 5. Marts und 3. april 1866. Referert B. u. H-Z. 1866, s. 250.
1868. C. F. ANDRESEN. Om Gangformationerne ved Kongsberg. Forhandlinger ved de skandinaviske naturforskeres møte 1868. S. 558—571.

1868. TH. HIORTDAHL. Om Kongsbergs Sølvkrystaller og Guldets Forekomst paa Kongsberg.
1868. TH. HIORTDAHL. Om Underberget ved Kongsberg og om Guldets Forekomst sammesteds. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 16, s. 34.
1869. G. VOM RATH. Aus Norwegen. *Neues Jahrb. f. Min.* 1869. „Kongsberg“ s. 434—444.
1877. ROLLAND. Memoire sur la geologie de Kongsberg. *Ann. des Mines* [7]. B. 11, s. 391—484. (I utdrag i B. u. H-Z. 1878, s. 63).
1879. GRODDECK. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze, s. 107 og 218.
1879. A. HELLAND. Om Kobolt og Nikkelertsernes Forekomst i Norge. *Arkiv f. Math. og Naturv.* B. 4, s. 188.
- 1881—1883. L. MEINICH. Dagbøger ved Reiser for „Norges geologiske Undersøgelse“ somrene 81, 82 og 83.
1885. A. HELLAND. Kongsberg Sølvværks Drift før og nu. *Arkiv f. Math. og Naturv.* B. 10, s. 190—289.
1885. *Indstilling* datert 17/12 85 fra Sølvværkscommissionen af 85 (Helland, Kvale, Nysom, Meidell, Mortenson). Denne kommissions arbeide blev av stor betydning for sølvverket. Væsentlig paa grundlag av professor HELLANDS udmerkede studier over sølvverkets gruber foranlediget kommissionen, at Samuels grube blev gjenoptat. Denne grube er for tiden sølvverkets rikeste forekomst.¹
1883. THS. MÜNSTER. Bemærkninger om Kongsbergmineraleerne. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 27, s. 309—322.
1891. CHR. A. MÜNSTER. Kongsbergsølvets sammensætning og en sekundærproces ved dets dannelse. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 30, s. 266—284.

Av literatur noteres endvidere:

CHR. MÜNSTER. Kongsberg Ertsdistrikt. Videnskabselskabets Skrifter 1894. No. 1.

W. C. BRØGGER. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. Videnskabselskabets Skrifter. Kristiania 1894, 1895, 1898.

J. H. L. VOGT. Ueber die Bildung des gediegenen Silbers, besonders des Kongsberger Silbers durch Sekundärprocesse aus Silberglans u. s. w. und ein Versuch zur Erklärung der Edelheit

¹ CHR. A. MÜNSTER: „Samuels sølvgrube“ i festskrift til prof. Amund Helland paa hans 70-aars fødselsdag, 11te oktober 1916. Aschehoug, Kristiania.

der Kongsberger Gänge an den Fahlbandkreuzen Z. f. pr. Geologi 1899. (Se ogsaa Z. f. pr. Geologi 1902).

Indstilling fra den av Finansdepartementet den 12te august 1903 nedsatte komite til undersøkelse av Kongsberg Sølvverk. Kristiania 1905. (Bidrag av P. Mortenson og Hj. Roscher).

L. SUNDT. Nogle Bemærkninger om Kongsbergs Gange og Gangminerale. Arch. f. Math. og Naturv. B. 28, nr. 3, 1907.

TH. HIORTDAHL. Bergseminariet paa Kongsberg. Nyt Mag. f. Naturv. 1907.

V. M. GOLDSCHMIDT. Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Videnskabselskabets Skrifter. Kristiania 1911.

BEYSLAG, KRUSCH, VOGT. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Stuttgart 1912.

A. BUGGE. Geologi og grubedrift ved Kongsberg sølvverk. Tidsskrift for Bergvæsen. Kristiania 1914. Nr. 2.

CHR. MÜNSTER. Kongsberg sølvverk. I anledning av Jubilæumsutstillingen i Kristiania 1914.

CHR. MÜNSTER. Notits i St. prp. nr. 1, hovedpost X, 1915.

J. H. L. VOGT. Norske Ertsforekomster. Arkiv f. Math. og Naturv. B. 9, 1884.

J. H. L. VOGT. Über die Erzgänge zu Traag in Bamle, Z. f. pr. Geologie. Juni und Juli 1907.

TH. DAHL. Om Telemarkens Geologie. Nyt Mag. f. Naturv. B. 11, 1861.

Barlinddalsgneis.

Tabel 1.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Kalkspat	1.75								0.98					0.77	
K-feldspat	3.26	2.11		0.60							0.55				
Plagioklas	47.54	32.07		9.66					0.50	5.31					
Hornblende	2.86	1.30		0.43		0.25	0.04	0.41	0.43						
Epidot (klinozoisit) .	0.84	0,33		0.26	0.03				0.20						0.02
Apatit	0.17								0.10			0.07			
Ilmenit	0.42		0.22			0.20									
Magnetkis	0.13					0.11							0.04		
Magnetit	3.07				2.12	0.95									
Granat	4.85	1.75		1.00		2.10									
÷ O	64.89	37.56	0.22	11.95	2.15	3.61 ÷ 0.02 3.59	0.04	0.41	2.21	5.31	0.55	0.07	0.04	0.77	0.02
Kvarts	34.65	34.65													
Hygr.vand	1.08														1.08
Rest	100.62 ÷ 0.11	72.21	0.22	11.95 ÷ 0.32	2.15	3.59 ÷ 0.02	0.04 ÷ 0.19	0.41	2.21	5.31	0.55	0.07	0.04	0.77	1.10

Oldenborgamfibolit. Tæt varietet.

Tabel 2.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Apatit	0.41								0.24			0.17			
K-feldspat . .	2.67	1.73		0.49							0.45				
Plagioklas . . .	49.04	31.77		10.85					1.55	4.87					
Titanomorfit .	1.77	0.54	0.72						0.51						
Klinozoisit . .	8.00	3.11		2.48	0.33		0.02		1.90						0.16
Magnetit	4.25				2.93	1.32									
Hygr.vand . . .	1.00														1.00
Rest: Hornbl.	32.97	17.06		1.50		8.06	0.12	2.56	3.04						0.63
	100.11	54.21	0.72	15.32	3.26	9.38	0.14	2.56	7.24	4.87	0.45	0.17			1.79

I. Gabbrodiorit. Haus Gabel.

Tabel 3.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Apatit	0.51								0.30			0.21			
Kalkspat	0.68								0.38					0.30	
Biotit	11.29	3.81	0.34	1.96	0.45	1.85	0.07	0.95	0.09	0.23	1.08				0.46
Albit	19.34	13.31		3.75						2.28					
Anortit	11.02	4.77		4.03					2.22						
Klinozoisit	8.00	3.12		2.48	0.34				1.90						0.16
Ilmenit	1.62		0.85			0.77									
Magnetit	4.96				3.42	1.54									
Rest	57.42	25.01	1.19	12.22	4.21	4.16	0.07	0.95	4.89	2.51	1.08	0.21		0.30	0.62
Herav:	42.83	22.41		6.25		4.27	÷ 0.02	5.64	3.30						0.98
Kvarts	5.00	5.00													
Hornblende	37.83	17.41		6.25		4.27		5.64	3.30						0.98

II. Gabbrodiorit. Jacobsdam.

Tabel 4.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Biotit	6.69	2.25	0.19	1.16	0.26	1.12	0.04	0.57	0.05	0.14	0.64				0.27
Apatit	0.10								0.06			0.04			
Kalkspat	3.37								1.89					1.48	
Magnetkis . .	0.06					0.05							0.02		
Albit	10.69	7.36		2.07						1.26					
Anortit.	6.57	2.84		2.41					1.32						
Klinozoisit . .	20.00	7.78		6.20	0.82		0.04		4.76						0.40
Magnetit . . .	2.00				1.38	0.62									
÷ O	49.48	20.23	0.19	11.84	2.46	1.79 ÷ 0.01 1.78	0.08	0.57	8.08	1.40	0.64	0.04	0.02	1.48	0.67
Rest	51.24	32.44	÷ 0.05	8.76	1.09	4.87	0.07	1.13	2.05						0.88
Herav:															
Kvarts	7.00	7.00													
Hornblende	44.24	25.44		8.76	1.09	4.87	0.07	1.13	2.05						0.88

III. Kvartshornblendediorit.

Tabel 5.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Apatit.	0.22								0.13			0.09			
Kalkspat	0.80								0.46					0.34	
Magnetkis ...	0.10					0.09							0.03		
Biotit	2.72	0.92	0.09	0.47	0.11	0.45	0.01	0.23	0.02	0.05	0.26				0.11
Ilmenit	0.25		0.13			0.12									
Anortit.	8.46	3.66		3.10					1.70						
Albit	18.67	12.85		3.62						2.20					
Hornblende .	29.17	13.23		4.32		2.55	0.44	4.18	4.35						
Klinozoisit ..	5.13	2.00		1.59	0.21		0.01		1.22						0.10
Kvarts	29.09	29.09													
Hygr.vand ...	1.09														1.09
Magnetit	4.47				3.08	1.39									
÷ O	100.07	61.75	0.22	13.10	3.40	4.60	0.46	4.41	7.88	2.25	0.26	0.09	0.03	0.34	1.30
						÷ 0.02									
						4.58									
Rest	0.73			0.30		0.77	÷ 0.34								

IV. Kvartsbiotithornblendediorit.

Tabel 6.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Klinozoisit . .	8.00	3.12		2.48	0.33		0.01		1.90						0.16
Magnetit	1.00				0.69	0.31									
Hygr.vand . . .	0.90														0.90
Apatit (Cl) . . .	0.26								0.15			0.11			
Magnetkis . . .	0.06					0.05							0.02		
Biotit	10.87	3.67	0.33	1.89	0.43	1.78	0.06	0.92	0.09	0.22	1.04				0.44
Ilmenit	0.15		0.08			0.07									
Anortit	7.24	3.13		2.65					1.46						
Albit	27.31	18.79		5.30						3.22					
÷ O	55.79	28.71	0.41	12.32	1.45	2.21 ÷ 0.01 2.20	0.07	0.92	3.60	3.44	1.04	0.11	0.02		1.50
Rest	44.90	36.99		3.15	0.92	1.27	0.15	0.25	1.57						0.60
Herav:															
Kvarts	27.00	27.00													
Hornblende	17.90	9.99		3.15	0.92	1.27	0.15	0.25	1.57						0.60

V. Kvartsbiotitdiorit (VOGT).

Tabel 7.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O og CO ₂
Muskovit	0.30	0.14		0.10	0.01						0.03	0.02
Biotit.	7.98	2.95	0.25	1.20	1.30	0.55		0.77	0.14		0.48	0.34
Kalkspat	0.50								0.28			0.22
K-feldspat	5.57	3.61		1.02							0.94	
Albit	36.30	24.98		7.04						4.28		
Anortit	7.91	3.42		2.90					1.59			
Klinozoisit	4.54	1.77		1.41	0.19				1.08			0.09
Magnetit	1.87				1.29	0.58						
Kvarts	36.19	36.19										
Hygr. vand.	0.13											0.13
	101.29	73.06	0.25	13.67	2.79	1.13		0.77	3.09	4.28	1.45	0.80
Rest.	÷ 0.64		÷ 0.25	÷ 0.77		0.38						

VI. Vinordiabas Svorenflötter.

Tabel 8.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Kalkspat	0.90								0.51					0.39	
Apatit	1.02								0.58			0.44			
Biotit	7.00	2.35	0.22	1.21	0.28	1.14	0.04	0.59	0.06	0.15	0.67				0.29
Albit	20.10	13.83		3.89						2.38					
Anortit	9.25	4.00		3.39					1.86						
Klinozoisit	8.00	3.12		2.48	0.34				1.90						0.16
Hornblende	41.56	17.95		4.86		11.13	0.66	2.92	4.04						
Kvarts	5.47	5.47													
Ilmenit	1.73		0.91			0.82									
Magnetit	3.68				2.54	1.14									
Magnetkis.	0.30					0.26							0.09		
Hygr. vand	1.23														1.23
÷ O	100.24	46.72	1.13	15.83	3.16	14.49 ÷ 0.05 14.44	0.70	3.51	8.95	2.53	0.67	0.44	0.09	0.39	1.68
Rest	0.13			0.24		÷ 0.63	÷ 0.45	÷ 0.97							

VII. Vinordiabas Jakobsdam.

Tabel 9.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Kalkspat	0.75								0.42					0.33	
Apatit	0.34								0.20			0.14			
Biotit	2.20	0.74	0.07	0.38	0.09	0.36	0.01	0.18	0.02	0.05	0.21				0.09
Hornblende	41.76	24.11		1.30		4.65		6.92	4.78						
Albit	15.69	10.79		3.05						1.85					
Anortit	24.97	10.81		9.14					5.02						
Magnetkis	0.30					0.26							0.09		
Ilmenit	0.44		0.23			0.21									
Magnetit	12.70				8.76	3.94									
Hygr. vand	2.16														2.16
÷ O	101.31	46.45	0.30	13.87	8.85	9.42 ÷ 0.05	0.01	7.10	10.44	1.90	0.21	0.14	0.09	0.33	2.25
Rest	÷ 0.67	÷ 0.70		÷ 0.97		9.37 ÷ 0.83	÷ 0.11		÷ 0.06						

VIII. Amfibolit Samuel.

Tabel 10.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	CO ₂	H ₂ O
Kalkspat	0.55								0.31					0.24	
Apatit	0.05								0.03			0.02			
Biotit	27.17	9.13	0.82	4.72	1.08	4.46	0.16	2.32	0.22	0.56	2.60				1.10
Hornblende	22.47	10.20		3.35		1.98	0.34	3.22	3.38						
Albit	13.40	9.22		2.60						1.58					
Anortit	7.64	3.31		2.80					1.53						
Klinozoisit	12.02	4.69		3.73	0.50		0.02		2.86						0.22
Kvarts	12.75	12.75													
Magnetit	3.22				2.22	1.00									
Magnetkis	0.26					0.23							0.08		
Hygr. vand	0.34														0.34
÷ O	99.87	49.30	0.82	17.20	3.80	7.67 ÷ 0.05	0.52	5.54	8.33	2.14	2.60	0.02	0.08	0.24	1.66
Rest	0.84		÷ 0.67	1.92		7.62 ÷ 0.04	÷ 0.37								

IX. Kongsberggranit, Underbergstollen.

Tabel II.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	H ₂ O
Kalkspat	0.23								0.13			0.10	
Biotit	1.00	0.37	0.03	0.15	0.17	0.07		0.09	0.01		0.06		0.05
Titanit	0.05	0.02	0.02						0.01				
Muskovit	0.70	0.33		0.25	0.01						0.07		0.04
Magnetit	1.18				0.81	0.32	0.05						
K-feldspat	30.47	19.76		5.57							5.14		
Anortit	4.93	2.13		1.81					0.99				
Albit	32.40	22.29		6.29						3.82			
Kvarts	28.45	28.45											
Hygr. vand	0.26												0.26
Rest	99.67 0.45	73.35	0.05	14.07 0.23	0.99 0.31	0.39	0.05	0.09 ÷0.09	1.14	3.82	5.27	0.10	0.35

X. Telemarkgranit, Villingbuvandet.

Tabel 12.

	Sum	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S	H ₂ O
Biotit	0.59	0.20	0.02	0.11	0.02	0.10		0.05		0.01	0.06		0.02
Titanit	0.12	0.04	0.05						0.03				
Magnetkis	0.09					0.08						0.03	
Muskovit	0.30	0.14		0.10	0.01						0.03		0.02
Klinozoisit	1.00	0.39		0.31	0.04				0.24				0.02
Anortit	2.00	0.87		0.73					0.40				
Albit	28.74	19.78		5.58						3.38			
K-feldspat	32.42	21.02		5.93							5.47		
Kvarts	33.34	33.34											
Magnetit	2.45				1.69	0.58	0.18						
Hygr. vand	0.14												0.14
÷ O	101.19	75.78	0.07	12.76	1.76	0.76 ÷0.02	0.18	0.05	0.67	3.39	5.56	0.03	0.20
Rest	÷0.62			÷0.66		0.74 ÷0.02	0.02						

English Summary.

Kongsberg is situated about 80 kilometer west of Kristiania on the river Numedalslaagen.

The geological structure appears from the general map in scale 1 : 60 000 of the whole Kongsberg region, and the map in 1 : 10 000 of the smaller region, which is utilised by the government. On page 8 may be seen a list of the rocks, which occur in the region.

All these rocks are of Pre-Cambrian age. Besides, there occur dykes of diabase, which are supposed to be of Post-Silurian age (Kongsbergdiabase).

The Knuteformation is essentially composed of effusive rocks. Sedimentary rocks occur too, but it has not been possible to find any considerable amount of them.

Schists that may be supposed to be of sedimentary origin occur between the benches of the effusive rocks, and often contain much mica and garnet. In the slides staurolite is generally to be seen.

The supposed effusive rocks are likely to be andesites and dacites, which in their present metamorphic appearance may be characterised as amphibolites, granulites and gneises.

The Knuteformation may be divided into two groups, a light one and a dark one, and these are given special names:

The Barlinddalsgroup containing dacitic gneiss and the Oldenborggroup containing andesitic amphibolite and gneiss.

I have found breccias, which seem to prove that the Oldenborggroup is younger than the Barlinddalsgroup.

The dacitic gneisses are often porphyritic. They contain plagioclase (oligoclasealbite), quartz, a little amphibole, epidote, sericite, biotite, garnet, apatite and iron ore.

The andesitic amphibolites and gneisses are sometimes porphyritic. They contain plagioclase, klinozoisite, amphibolite, mica, chlorite, accessoric ore and titanite.

On page 23 are given the mineral contents of the supposed sedimentary schists in the Knuteformation. On page 28 and 29 are given analyses of the rocks in the same formation.

Abyssic and Hypabyssic Rocks. On page 31 are mentioned the mineral contents in gabbrodiorite, quartzamphibolite and quartzmicadiorite.

Together these rocks form a series, the basic link of which is the elder one, while the more acid rocks are younger. On page 36 are mentioned the contents of anortite in the plagioclases of the series.

The gabbrodiorite is always quite amphibolised.

Remains of the original ophitic structure are occasionally to be found.

These rocks appear as lakkolites, which may be seen in the maps.

The quartzbiotitediorite resembles a granite and it is so called, too, by Professor VOGT. All these rocks send apophyses into older adjacent rocks.

Vinordiabase and Kongsberg granite appear as dykes, that cannot be seen to be connectet with any larger mother-

massive. They occur as dykes and smaller massives, but never in larger masses.

On page 44 are mentioned the mineral contents of Vinordiabase and on page 47 the contents of anortite in its plagioclase.

On page 51 are described Vinordiabases with primary pyroxene, but they appear outside the mapped region near Skollenborg.

On page 53 are mentioned the mineral contents of the Kongsberggranite and on page 55 that of the Telemarkgranite, the latter of which appears in large masses, that may probably be called batholite.

I have not yet mapped so much of this granite that the shape of it can be determined.

The Vinordiabase and the Kongsberggranite are apparently not much younger than the quartzdiorites. The Telemarkgranite on the other hand may, perhaps, be considerably younger.

On page 59 are mentioned analyses of these rocks and on page 67 the results of the mineral calculation.

The Haav Group. This group is composed of the rocks above mentioned, intimately mixed. It is a group, which Canadian geologists would call „mixed rocks“ and it is composed mainly of injectionrocks.

Fig. 1 shows how a dyke of Vinordiabase, on account of intimate injection of Kongsberggranite, is broken into pieces.

Bands and Fahlbands. Bands may be described as stripes of light and dark rocks, mixing intimately. They are generally shistose. Three types of bands are to be seen, as illustrated in figs. 2, 3 and 4.

Fahlbands are bands impregnated with sulphides. The latter originate from the dykes of Vinordiabase. When these penetrate massive, unshistose rocks, no sulphides are to be seen in the adjoining rocks, but when they are penetrating bands, lots of sulphides appear (figs. 5 and 6).

On pages 100 and 101 are mentioned those ores, which occur in the fahlbands.

On page 102 are described the supposed Post-Silurian dykes of diabase.

The Formations of Veins. The silverbearing veins of Kongsberg are calcite-veins with native silver. The veins cut across the schists and have locally become precious (rich in silver) in the fahlbands. The strike of the fahlbands is about N—S and that of the veins about E—W, and they dip about 70° or 80° E. The most important ore is native silver in shape resembling threads, moss or plates and but rarely as crystals.

Rather large pieces are occasionally found (maximum weight 500 kilos).

The silver is sometimes characterized by some contents of mercury, which seldom amount to two percent, but is generally below $\frac{1}{2}$ percent. The amount of gold in the native silver is extraordinarily small, on an average 0,002—0,005 percent.

Silver containing gold is found in quartzbearing veins as a mineralogical rarity. Argentite occurs in a relatively large quantity (ca. 3—4 pct. of the whole silver ore). Pyrargyrite, and other silver ores, as stephanite, are rare.

Sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite and pyrrhotite occur in small quantities and are usually very poor in silver.

The most important gangue mineral is calcite. Further may be mentioned quartz, barytic feldspar, barite, axinite, albite, clorite, zeolites and bitumene. Professor VOGT has given a good description of the silver veins in „Beyschlag, Krusch, Vogt's Lehre der Erzlägerstätten.“

Regarding the genesis of the silver the following is of interest:

The ore bearing veins may be divided into two generations:

The first generation of veins.

The second generation of veins.

The first generation comprises the so called sulfidic brecciated quartz veins.

In all I know of 21 such veins, of which 2 strike parallel with the schists, while the others cross the foliation. These veins are given local names and each one is described specially.

They consist mainly of quartz and fragments of different rocks, but frequently contain calcite, fluorspar and among ores may be mentioned pyrite, galena, sphalerite, chalcopyrite, pyrrhotite and magnetite. Particular silver minerals are not to be found on these veins and they have never been worked for silver; but several of the ores contain relatively much silver, 0,01 to 0,1 to 0,3 percent.

The Ljøterudlode contains fragments of Cambro-Silurian schists.

These veins are probably older than the Kongsbergdiabase.

The mineral contents of these veins are mentioned on page 127.

The veins of *the second generation* are younger than those of the first, and are always younger than the Kongsbergdiabase.

The main gangue mineral is calcite and native silver and argentite are frequently to be found. The well-known silver-bearing veins of Kongsberg all belong to this generation. The minerals and ores of these veins have already been described above.

The second generation may be divided in the following manner:

Main veins.

Rotten veins.

Striking veins (parallel with the cleavage of the adjoining rocks).

Normal calcite veins.

Single calcite veins.

Complex veins.

Barite veins.

The Main veins. The prominent minerals in the main veins are: calcite, calcedonlike quartz, barytic feldspar, fluor-spar, barite, zeolites, axinite, bitumene, rockfragments, native silver and argentite.

Barytic feldspar occurs in a rather large quantity. Analysis of this feldspar is to be seen on page 146.

The rotten veins. These always contain a clayey, rotten-looking mass, calcite and frequently also quartz and remains of rock fragments. Other minerals are more rarely to be found. The clayey mass has proved to contain muscovite and clorite. The veins are highly disturbed and generally quite crushed.

Silver has never been found in typical rotten veins.

The Striking veins highly resemble the rotten veins. Sometimes they have proved to contain silver, commonly on apophyses crossing the foliation of the schists.

Normal Calcite veins. These consist mainly of calcite, but frequently contain some fluorspar and a small quantity of quartz and several other minerals.

Native silver and argentite are sometimes found in considerable quantities. They occur as *single veins* and *complex veins*, the latter appearing in two types, illustrated in figs 12 and 13.

The normal calcite veins have proved to be most rich in silver near intersections with rotten veins and main veins.

Barite Veins. Barite commonly occurs on particular barite veins, containing for the most part this mineral in addition to some calcite, quartz, fluorspar and several other minerals. Sometimes they bear silver.

The thickness of the veins belonging to the second generation is very variable. The main veins are often 0,2—0,5 meter thick, but are frequently still thicker.

The rotten veins are sometimes as thick as the main veins, but generally they are thinner. The normal calcite veins are seldom thicker than 1 to 3 centimeters, but this is very variable. The strike is, as above mentioned, about E—W. The main veins and the normal calcite veins generally dip 80—85°, the rotten veins 45—50°.

The strike and dip of the striking veins usually agrees with the cleavage of the adjoining rocks, the dip is ca. 80°.

In fig. 17 is indicated the supposed origin of the veins belonging to the second generation. Through the cleavage planes of the bands (striking veins) carbonic solutions probably have passed into the veins of the first generation, and partly dissolved the minerals and ores there; and as some of these ores contain a considerable amount of silver, as formerly stated, the solutions have in that way received some contents

of silver. From these solutions a lot of non metallic mineral species have then crystallised and besides these several silver ores, among which native silver was prominent. The non metallic minerals and the ores, have partly crystallised in the fissures of the former veins and in that way the „main veins“ have probably been formed; or the minerals may have crystallised in quite new fissures, whereby normal calcite veins have been formed.

The rotten veins may be characterized as veins (first generation) highly altered by the younger solutions.

It has for a long time been known that *the fahlbands* have been of importance in connection with the origin of the silverore in Kongsberg.

Director CHR. MÜNSTER, Professor Dr. J. H. L. VOGT and many others have studied this matter (cfr. the list of literature).

The miners of Kongsberg have the following socalled crossrule: „The veins bear silver only at the intersections with the fahlbands.“

In this rule it is perhaps better, in stead of fahlbands, only to say bands.

The geological mapping has shown that the best bands (richest silver) are to be found along the borders of the Vinordiabases.

According to experiments of American geologists protoxidesulfate of iron will precipitate silver from solutions (cfr. list of literature, Ravicz, Palmer and Bastin). Oxidesulfate of iron on the contrary will act dissolving on the precipitated silver ores.

As the fahlbands contain pyrrhotite, it is beyond doubt that protoxidesulfate and oxidesulfate of iron have, to some

extent, circulated in the fissures of those bands, and on that account the richest points are probably to be expected at the intersections of the veins and the fahlbands.

It may here be mentioned that the sulphides of the fahlbands are very poor in silver.

The ore-bearing veins of Kongsberg often occur together with Kongsbergdiabase. As similar dykes of diabase occur in large quantities in the adjacent Kristiania region, it is interesting to study the contact ores in this region, and their contents of silver.

These ores have proved to bear a relatively considerable quantity of silver, especially those, which are found near the granitites.

At Konnerud, near Drammen, about 10000 kilos of silver were produced in former times and it is strange that the veins there quite resemble the veins of the first generation at Kongsberg.

There is therefore reason to believe that those veins of Kongsberg genetically are related to the eruptives of the Kristianiaregion, and that the silver of Kongsberg may perhaps belong to the contact ores mentioned.

It is probable that the carbonic solutions, which are supposed to have dissolved the silver from the veins of the first generation, came from the Kristianiaregion too, and that they first received their contents of silver, when they had entered the Pre-Cambrian rocks of the Kongsberg region.

Native silver of the Kongsberg type has been found on Hisø near Arendal, and in ancient descriptions are mentioned the discovery of native silver in Sigdal, and in the regions between Krøderen, the Randsfjord and the Tyriffjord, and also at Modum, together with cobalt ores.

Veins resembling those of the first generation are known in large quantities in the Pre-Cambrian rocks adjoining the Kristiania region, and have occasionally been explored for sphalerite, chalcopyrite and galena.

Analogous to the silver bearing veins of Kongsberg are those of Cobalt county and Thunder Bay in Canada and Monte Calanches in Dauphinée.

Veins resembling those of the first generation at Kongsberg are well known in many localities (Freyberg, Clausthal, Mexico etc.).

Forklaring til fotografierne.

- Fot. 1. Dacitgneis. + nicol. 32 $\times$ forst. 20 m. SW for vestlige Jacobs dam.
- Fot. 2. Andesitisk amfibolit. Sydende av Kongens dam. + nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 3. Andesitisk amfibolit, porfyritisk type. Briskemyr. # nicol. 32 $\times$ forst. Man ser indsprængning av plagioklas.
- Fot. 4. Granatglimmerskifer med staurolit. Kongens grube, Smillemmen. # nicol. 18 $\times$ forst. I midten sees nogle graalige, smaa individer av staurolit ved siden av granat.
- Fot. 5. Gabbrodiorit. Svorenfløtter, mellem Jacobs dam og Nydammen. + nicol. 32 $\times$ forst. Øverst plagioklas. Meget hornblende, etpar smaa kvartskorn.
- Fot. 6. Kvartshornblendedorit ved Nydammen. + nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 7. Kvartsbiotitdiorit (stenbrudbaandet). Kristian stoll ved Kongens grube. + nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 8. Kongsberggranit, Underbergstollen. + nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 9. Vinordiabas. Soldatergravene. # nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 10. Amfibolit (Vinordiabas). Samuels grube. # nicol. 32 $\times$ forst. Hornblende, plagioklas, kvarts og erts.
- Fot. 11. Gang av 1ste generation fra skjærp i Sulusaasen. + nicol. 32 $\times$ forst. Kvarts, kalkspat og kis.
- Fot. 12. Gang i Morgenstjerneskjærpene. # nicol. 32 $\times$ forst. Rester av kvarts fra 1ste generation ligger i gangmasse av 2den generation.
- Fot. 13. Hovedgang i Kongens grube, 912 m. + nicol. 32 $\times$ forst. De graa krystaller er Ba-K-feldspat, mørkt pigmentert av mikroskopiske, smaa sølvkorn. Det sorte nederst til venstre i mellem feldspatkornene er sølv. Smaa hvite kvartskorn sees.
- Fot. 14. Hovedgang i Kongens grube, Direktørkast. + nicol. 32 $\times$ forst. Zone av kalcedonagtig kvarts rundt ett bergartbrudstykke. Kalkspat nederst.

- Fot. 15. Kappekvarts i gang ved Ljøterud, Sandsvær. + nicol. 32 $\times$ forst.
- Fot. 16. Raatagang. 642 m. ned i Kongens grube. # nicol. 32 $\times$ forst. Sterkt mylonitisert.
- Fot. 17. Hovedgang indeholdende gyldisk sølv. Ny Segen Gottes grube nr. 9, Nordre Vinoren. + nicol. 32 $\times$ forst. Det gyldiske sølv er ældst. Rundt sølvtraadene, som er sorte paa fotografiet, er avsat kalcedonagtig kvarts og feltspat. Sølvet indeholder saa meget guld, at det er gult av farve.
- Fot. 18. Sølvkrystal fundet 1886 i Gottes Hülfe grube. Naturlig størrelse. Stuffens vegt 109 gram. Man ser 2 terninger i tvillingstilling til hverandre efter oktaederflaten. Ved at dreie fotografiet 180° sees godt at individet til højre ogsaa er en terning.
- Fot. 19. Sølv fra Kongsberg. Maalestok 1 : 2,6. Stoffen i midten veier 5905 gram og er fundet 1884 i Gottes Hülfe grube. Man ser endel lys kalkspat.
- Fot. 20. Sølv fra Kongsberg. Maalestok 1 : 4. Øverste række: 1ste og 2den stuff viser hornformet sølv. 3dje stuff viser sølvkrystaller. Midterste række (de 4 smaastuffer): 1ste stuff viser kugleformet bitumen (bekblende). 2den stuff viser den i fot. 18 avbildede tvilling. 3dje stuff viser traadformet sølv paa sølvglans (cfr. J. H. L. VOGT). 4de stuff viser sølvtraade med bergkrystaller. Nederste række: 1ste stuff er krystallinsk sølvglans, 2den stuff viser traadformet sølv og 3dje stuff viser hornformet sølv.
- Fot. 21. Kalkspatganger i Samuel grubes syddrift, 370 meters dyp.

Fot. 1—17 er utført av assistent ved Geologiske Museum i Kristiania, frk. *Borghild Larsen*, fot. 18—20 er utført av ingeniør *Jørgensen*, Kongsberg og fot. 21 av konservator ved Geologisk Museum i Kristiania, frk. *M. Johnson*. Jeg benytter anledningen til at takke for den bistand som herved er ydet mig.

Tilføielser.

I den tid som er forløpet siden manuskriptet blev skrevet er der kommet til endel nye oplysninger, og det kan ogsaa forøvrig være ønskelig at gjøre etpar tilføielser:

I samlingerne ved Universitetets mineralogiske institut i Kristiania har assistent ved mineralogiske museum i Kjøbenhavn, frk. KAREN CALLISEN, fundet et præparat av en saakaldt gabbro fra en lokalitet som er kaldt Storbakken ved Kongsberg. I præparatet fandt frøkenen et farveløst ikke pleokroitisk mineral med spaltbarhet som hornblende og parallel sammenvoksning med hornblende. Spalteridser fra hornblendens fortsatte ind i mineralet. Sterk dobbeltbrytning, og lysbrytning større end hos hornblende.

$2V = \text{ca. } 85^\circ$. Opt. positiv.

Aksedispersion ikke iagttat. Tvillingdannelse efter 100, $c : \gamma = 14^\circ$.

Mineralet er vistnok en hornblende. Det er monoklint, men det minder bl. a. paa grund av dets optisk positive karakter om anthofyllit. Frk. CALLISEN sammenligner mineralet med amfibolanthofyllit fra Långfallsgrube, Räfåla Dalarne, hvilket mineral er beskrevet saaledes¹:

¹ R. BECK. Tschm. Mitt. 20, 1901, p. 383.

Lys graabrun farve, tynde snit farveløse, ingen plekroisme.
Haardhet 5—6, sp. v. 3,24.

$c : \gamma = 6^\circ$ ($c : \gamma$ von bis nur 6°).

Optisk positiv. Monoklin, kalkfri amfibol.

Det har ikke været mig mulig at gienfinde lokaliteten fra Storbakken med denne eiendommelige hornblende. Ved den saakaldte Storbakdam optræder Vinordiabas, men præparaterne derfra viste ikke dette mineral. Anthofyllit er forøvrig beskrevet fra Kongsbergtrakterne, saaledes fra omgivelserne av Kjennerudvandet øst for Kongsberg.

Jeg har ikke foretat saa indgaaende undersøkelser der øst, at jeg tør uttale noget derom, men haaber ved senere leilighet at kunne meddele flere oplysninger herom.

Forkastninger.

I Kongsbergfeltet er som nævnt ikke paavist nogen særlig store forkastninger, derimot mange smaa, navnlig langs diabasgangene og ertsgangene av 1ste generation.

I Kongens grubes hoveddrift kan man enkelte steder paavise, at der har foregaat mindre glidninger av hængvæggen langs hovedgangspalten. Ved de fleste raataganger kan man, som tidligere nævnt, iagttå fænomener som tyder paa, at der har foregaat glidninger langs gangspalterne. Langs Kunstbæk-dalen kan ogsaa en mindre forkastning iagttages.

Det er sandsynlig, at forkastningerne i Kongsbergfeltet foregik nogenlunde samtidig med de store indsynkninger i Kristianiafeltet, og det var vel under de samme tektoniske forstyrrelser at ertsgangspalterne opstod.

Det geologiske kart i maalestok 1:10 000.

Det har tat lang tid at trykke kartet. Det topografiske underlag som blev benyttet maatte helt omtegnes. Selve situationen er nøiagtig, men høidekurvene var mangelfulde. At faa bevilgning til helt ny nivellering var ikke at tænke paa, vi maatte nøie os med korrektionsarbeide.

Æquidistancen er 20 meter, men da den ikke er helt nøiagtig, blev den ikke angit paa kartet. Paa det vestlige blad er derimot anført endel høideangivelser i meter. Den private opmaaling, som har trykt kartet, opbevarer situationen paa aluminiumplate, men høidekurvene opbevares ikke.

Av trykfeil kan noteres, at mellem Kongsberg kirke og Mynten er en liten flek ikke farvelagt; den skal være blaa.

I farveforklaringen skulde de vertikale delelinjer mellem dagbergarter, hypabyssiske og abyssiske bergarter ikke være ført lenger end til næst nederste horisontale linje; ti Haavgruppen bestaar av baade dag-, dyp- og gangbergarter.

Det geologiske oversigtskart i maalestok
1:60 000.

Dette kart skal tjene som oversigtskart. Der er blit en liten uoverensstemmelse mellem dette og kartet i maalestok 1:10 000, nemlig for Overbergets vedkommende, idet Knuteformationen paa førstnævnte kart er tegnet litt for langt nordover mot Jondalen. Den nøiagtige utstrækning av denne formation kan sees av detaljkartet i maalestok 1:10 000.

Der optræder rigtignok ogsaa paa det nordlige Overberg leilighetsvis endel av nævnte formation, men kun som saa smaa flak i dioritbergarterne, at det ikke kan angives paa kartene.

Det profil over Kongsbergfeltet, som er tilføiet paa oversigtskartet (1 : 60 000), er tegnet saaledes, at man skulde faa et indtryk av det gennemgaaende østlige fald av de skifrige bergarter.

For graniternes og dioriternes vedkommende er parallelstruktur ikke angit i profilet, eftersom nogen saadan ikke er særlig fremtrædende. Det turde dog være ønskelig at tilføie, at næsten alle feltets grundfjeldsbergarter, selv de mest massive, viser denne struktur, omend i meget forskjellig grad. Hos enkelte er den ganske vel synlig, hos andre mere forsvindende. Strukturplanerne viser næsten altid steilt østlig fald.

Enkelte av disse bergarter, navnlig kvartsdioriterne og graniterne, kløver godt efter strukturplanerne.

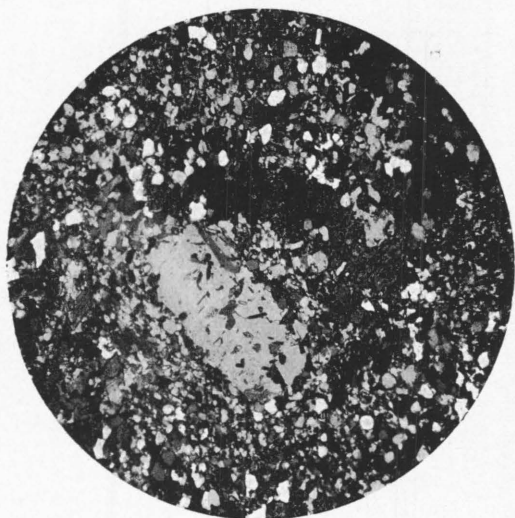
Som bygningssten har Kongsberggraniten fundet adskillig anvendelse, idet den noksaa let lar sig tilhugge.

Funkeliens kvartsdiorit kløver tildels saa godt, at der er anlagt hellebrud paa samme. Hellerne som brytes der er noksaa tykke og vel anvendbare til anlæg av trapper.

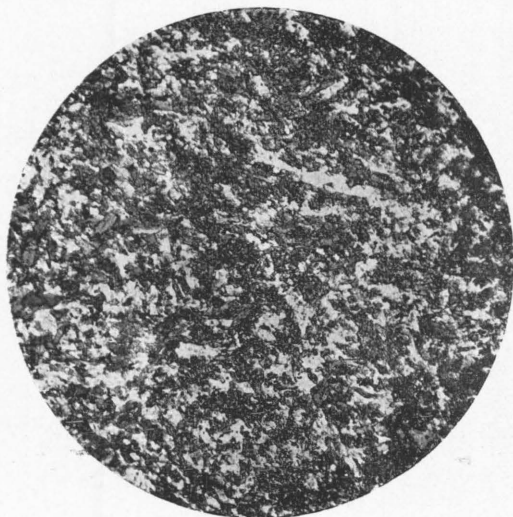
Trykfeil.

Pl. III: Etage 626 meter er feilagtig betegnet 686 meter.

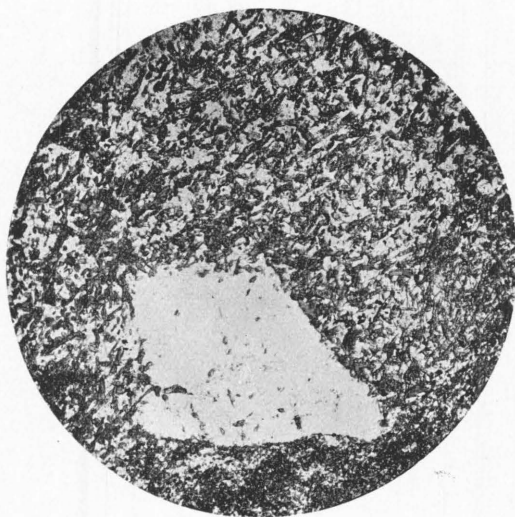
Pag. 7, linje 8 nedenfra: Skal være bilag istedetfor bidrag.



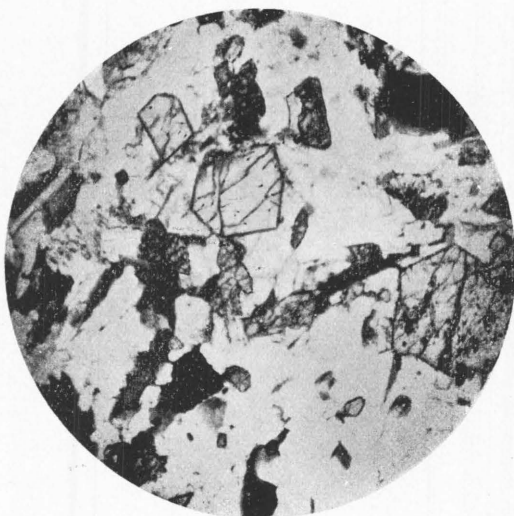
Fot. 1.



Fot. 2.



Fot. 3.



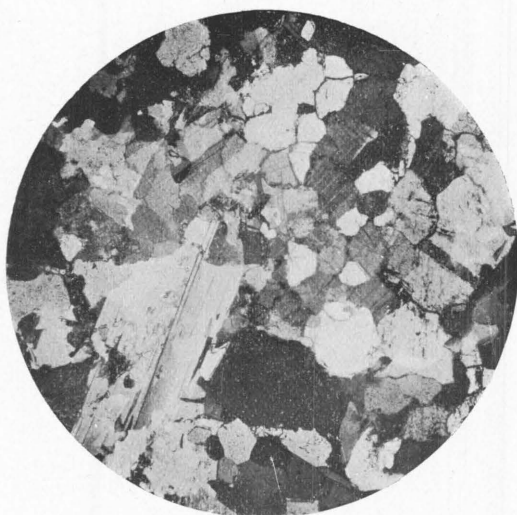
Fot. 4.



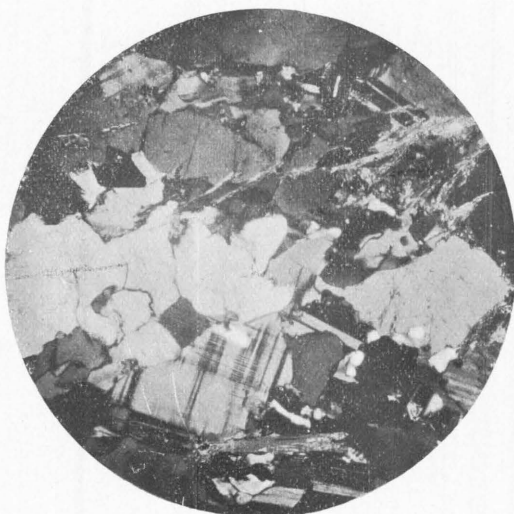
Fot. 5.



Fot. 6.



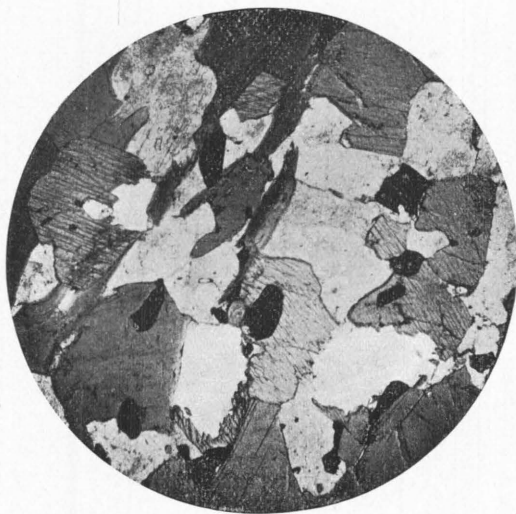
Fot. 7.



Fot. 8.



Fot. 9



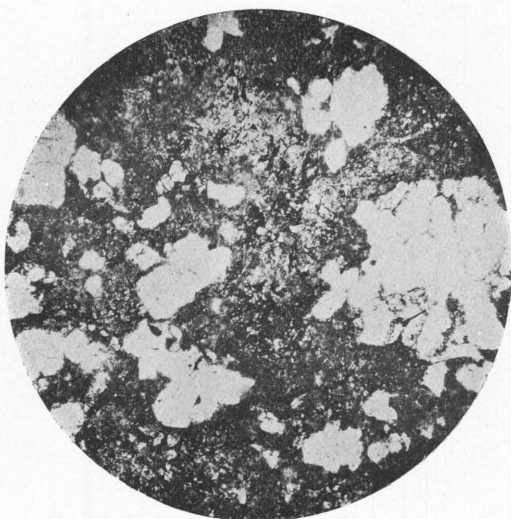
Fot. 10.



Fot. 11.



Fot. ~~12~~ 14



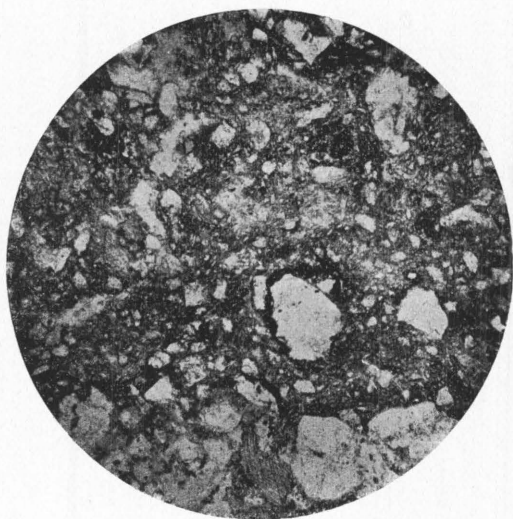
Fot. ~~10~~ / 2



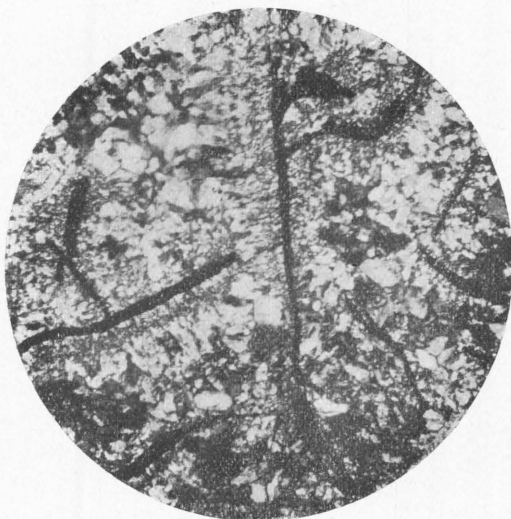
Fot. ~~11~~ / 3



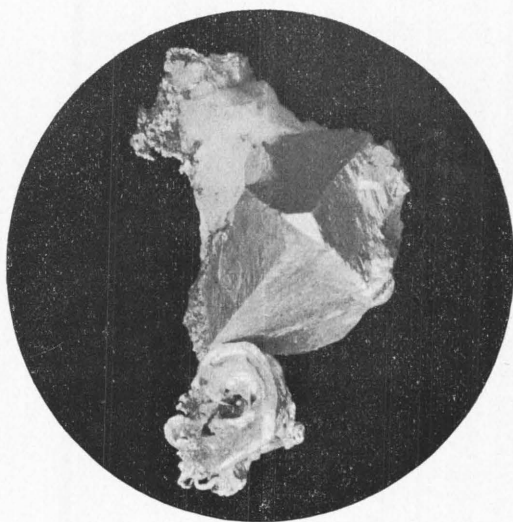
Fot. 15.



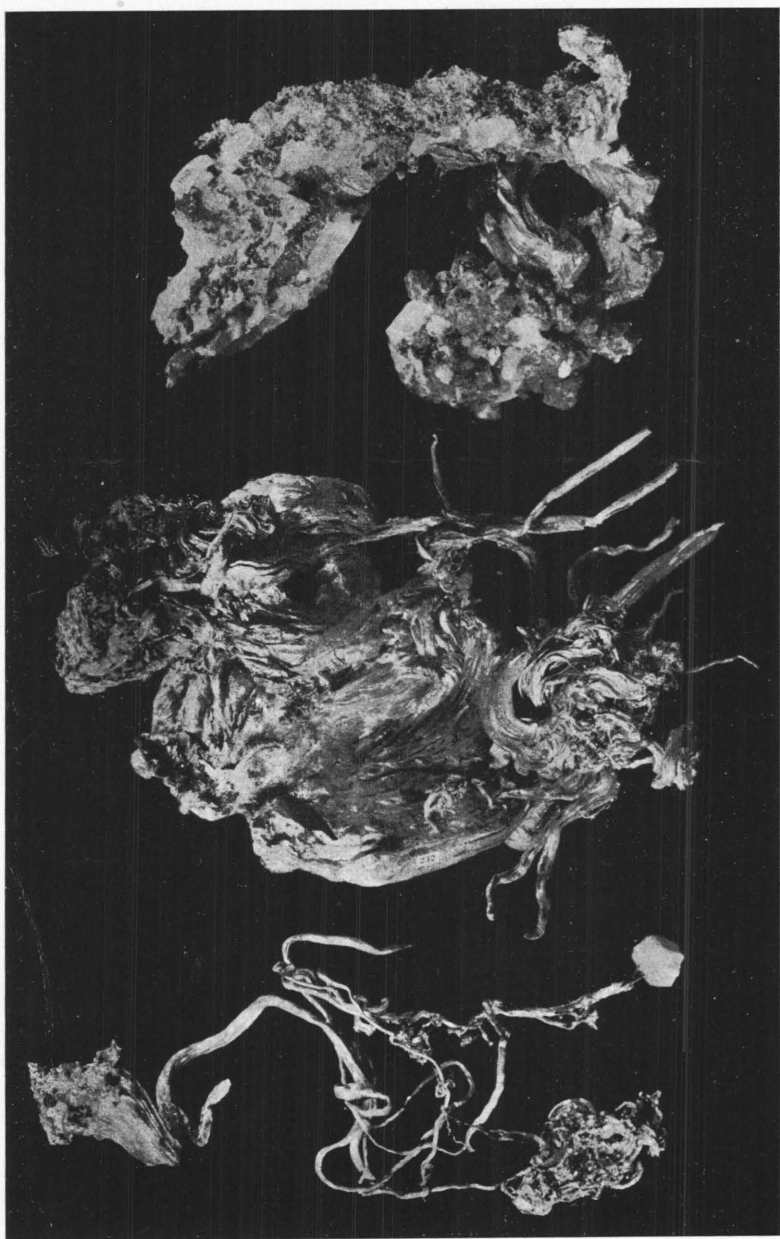
Fot. 16.



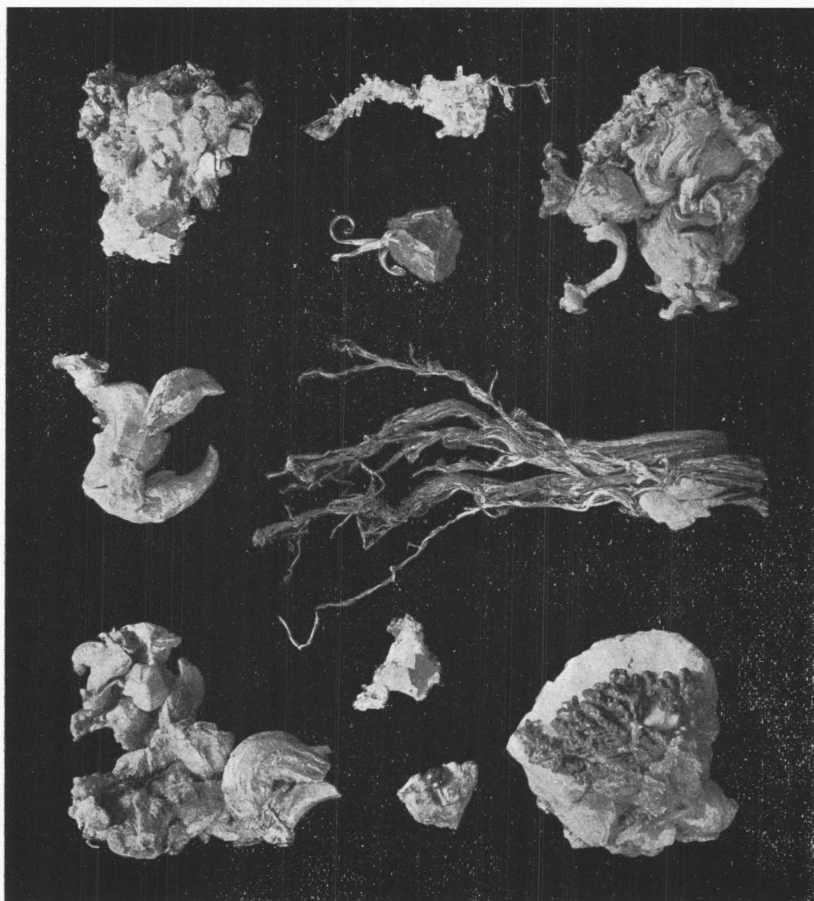
Fot. 17.



Fot. 18.



Fot. 19.



Fot. 20.



Fot. 21.

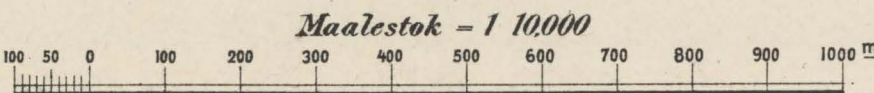
GEOLOGISK KART

OVER

KONGSBERG GRUBEFELT

Utarbeidet av Carl Bugge og Arne Bugge.

Kartet er topografisk en gjengivelse av
J.F.N.Næser's kart optat aar 1889.



- Bygninger
- Gruber og skjær
- Støtter
- Større vøier
- Mindre vøier
- Vandgraver (vandledninger)
- Dammer
- Gjerder

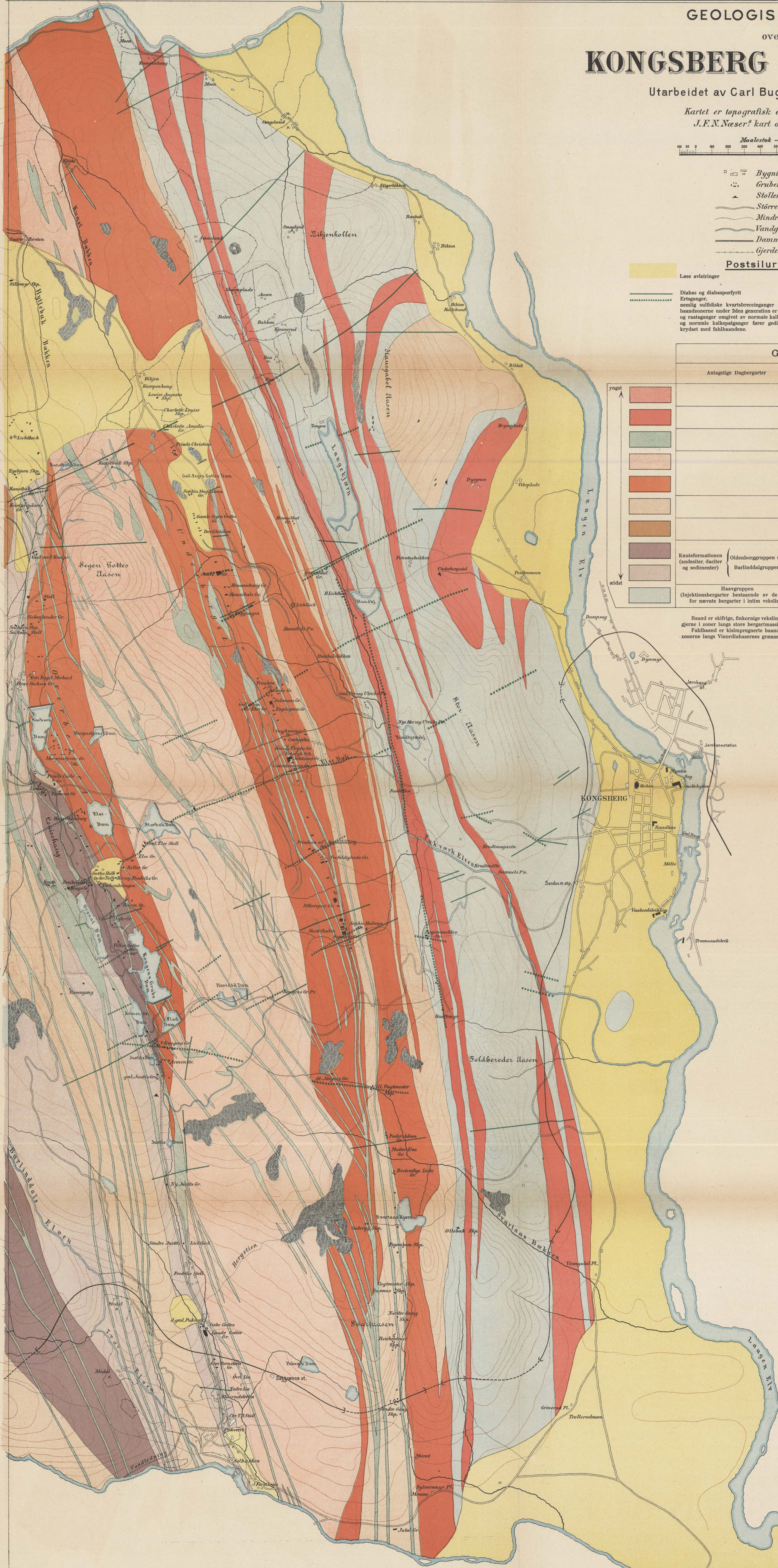
Postsilurisk

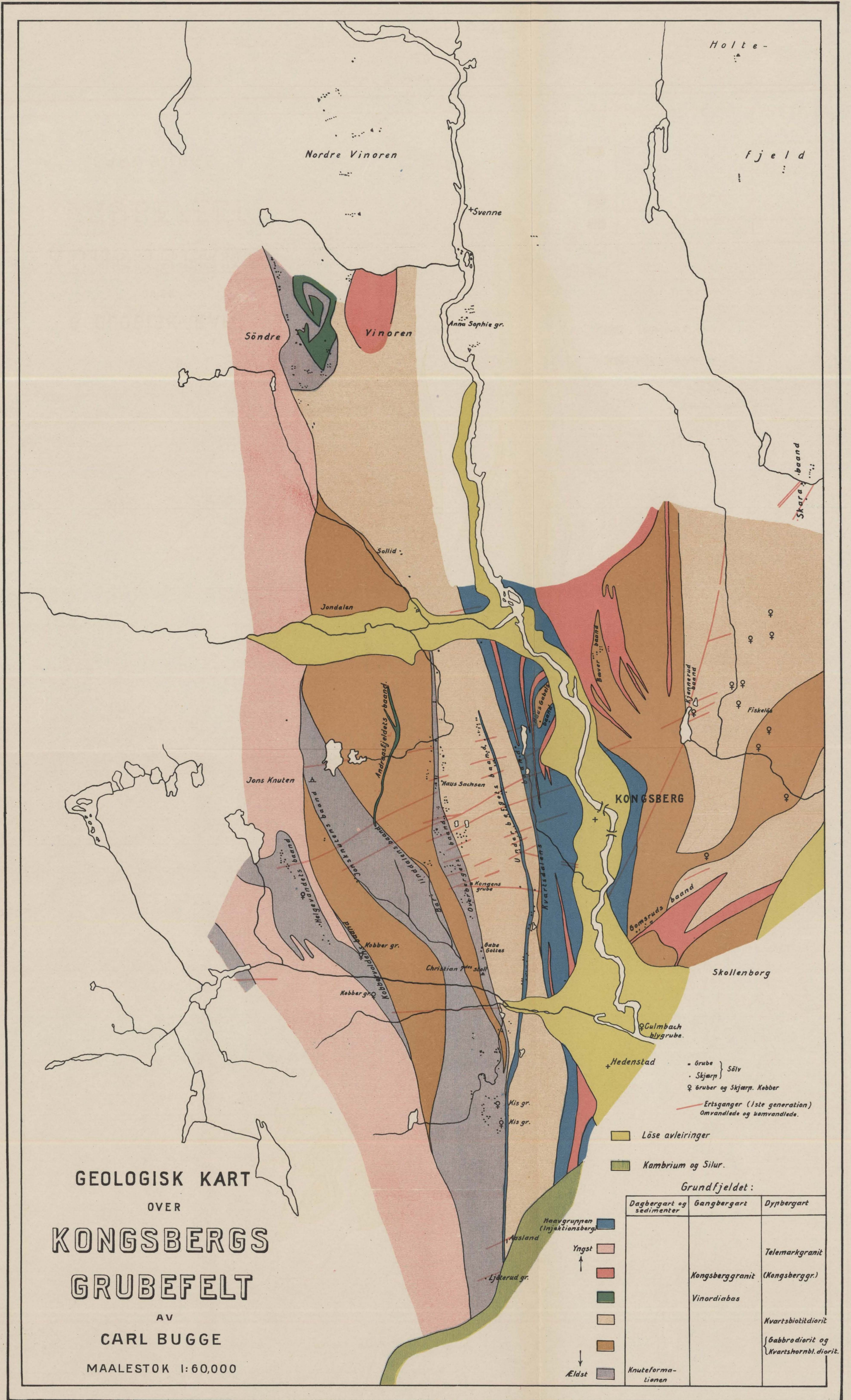
Diabas og diabasporfyr
Etesganger, nemlig sulfidiske kvartsbrecieganger av 1ste generation som i baandzonerne under 2den generation er omvandlet til hovedganger og raataganger omgivet av normale kalkspatganger. Hovedganger og normale kalkspatganger fører gediget sølv og sølvglans i krydset med fahlbaandene.

Grundfjeldet

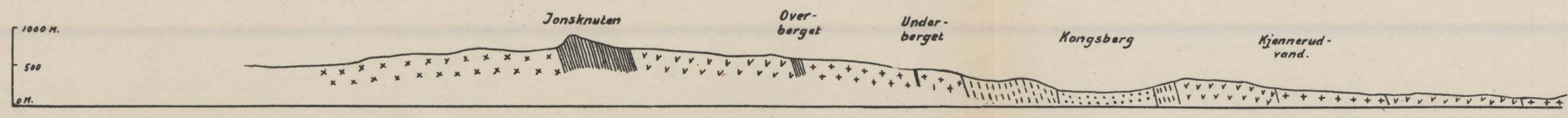
Antagelige Dagbergarter	Hypabyssiske Bergarter	Abyssiske Bergarter
		Telemarkgranit
	Kongsberggranit (oftest hypabyssisk)	Kongsberggranit (til dels abyssisk)
	Vinordias (oftest som amfibolit)	
		Kvartsbiotit-diorit - Grovkornig (stenbrudbaand) - Finkornig (ofte med baandarkitektur)
		Kvartshornblendediorit
		Gabbrodiorit
	Knuteformationen (andesiter, daciter og sedimentar)	Oldenborggruppen (mørk) Bærlinddalgruppen (lys)
	Haavgruppen (injeksjonsbergarter bestaaende av de ovenfor nævnte bergarter i intim veksling)	

Baand er skiffrige, finkornige vekslingsbergarter, og de optræder gjerne i zoner langs store bergartmassivers grænser. Fahlbaand er kistimpregnerte baand, og de optræder i baandzonerne langs Vinordiasernes grænser.

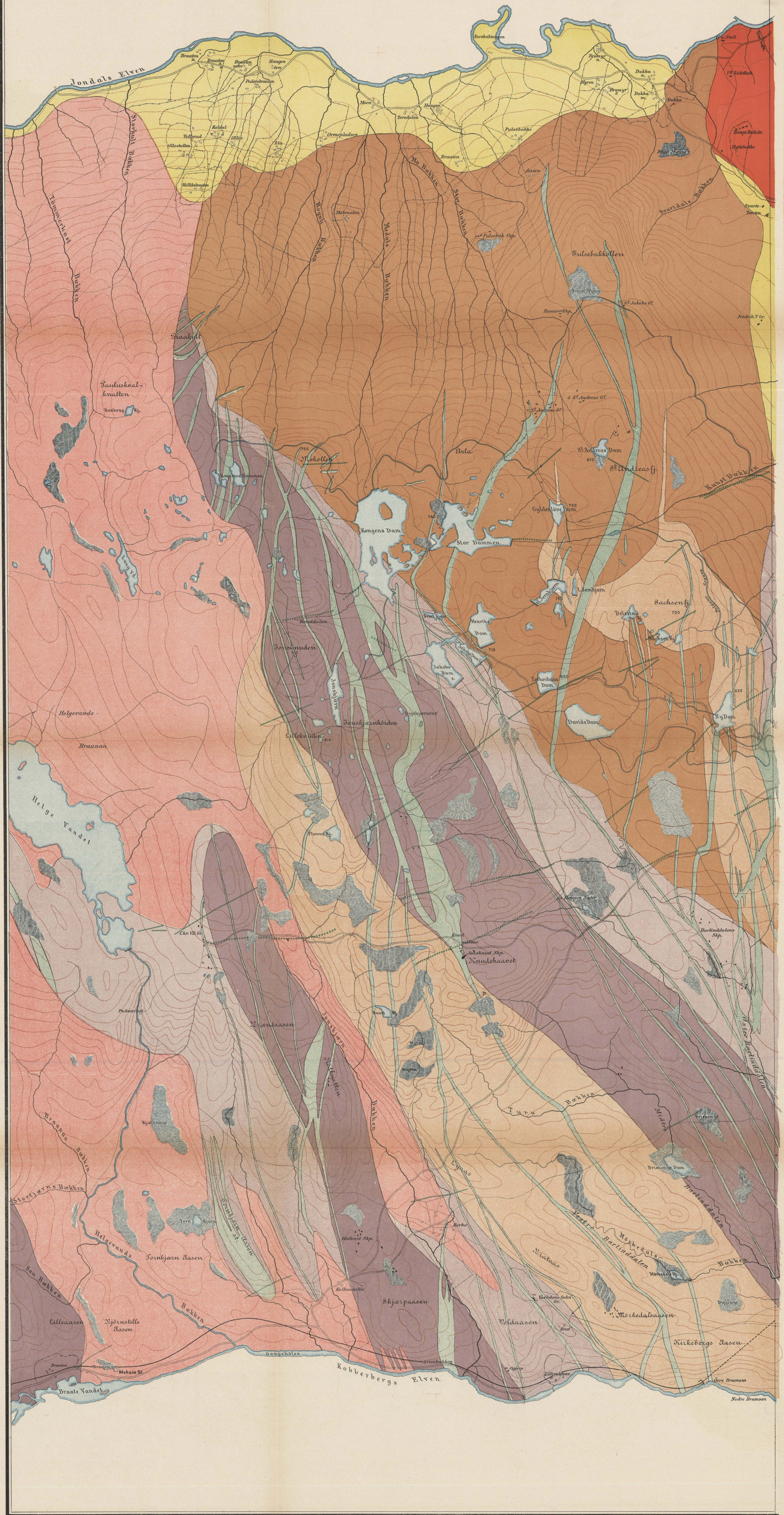


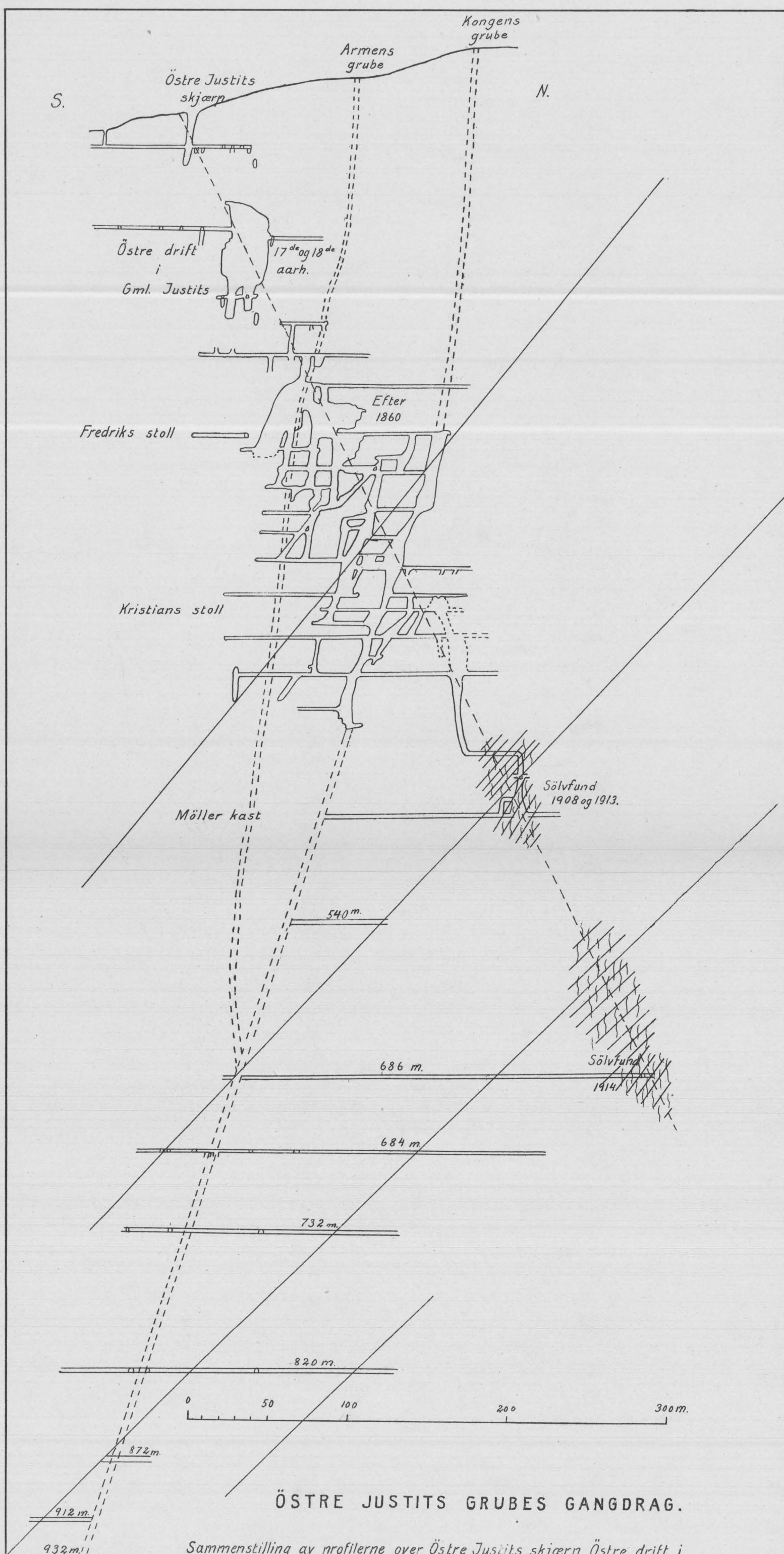


Profil: Jonsknuten - Kongsberg

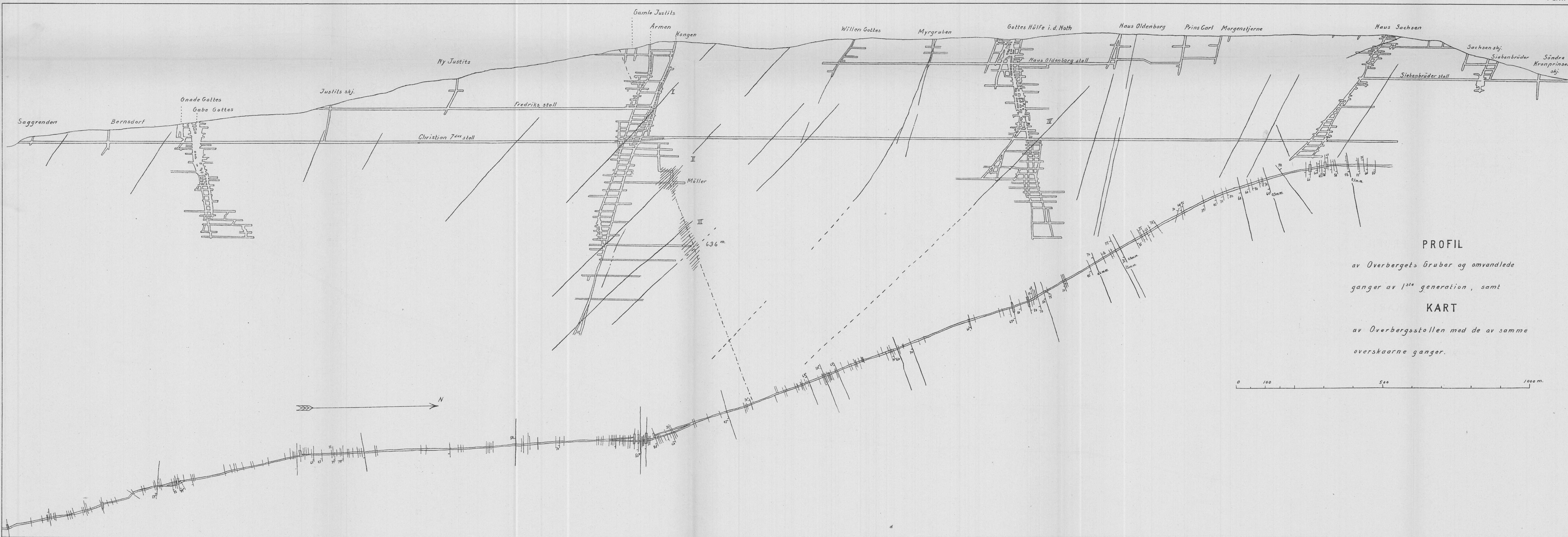
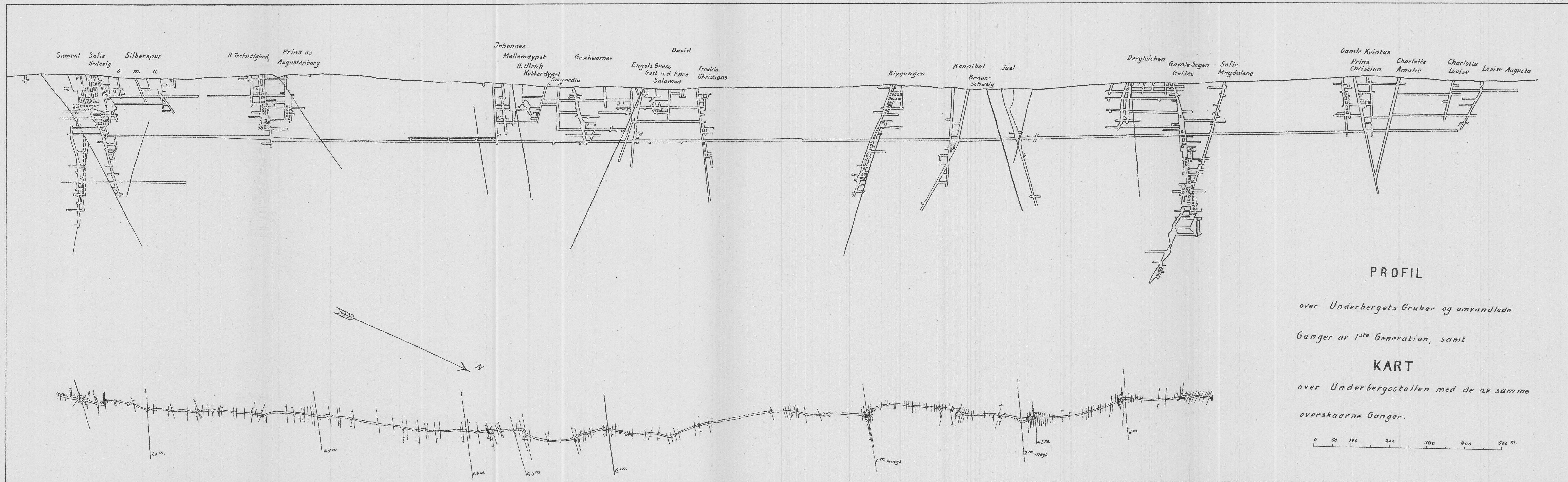


(Fotolito) Den private Opmaaling, Kna.





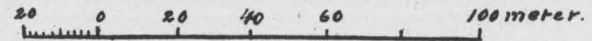
Sammenstilling av profilerne over Östre Justits skjærp, Östre drift i Gamle Justits, Armen og Kongen samt sølvfundene paa Möller og 636 meter. Alle profiler er lagt langs skiktninggangen i vestre baand.



Sö

Niveau Christians stoll

Möller



Kongsbergdiabas

 Vinordiabas (amfibolit).

+ + Grovkornig kvartsbiotitdiorit

 Finkornig - do -

 Amphibolitisk Gneis

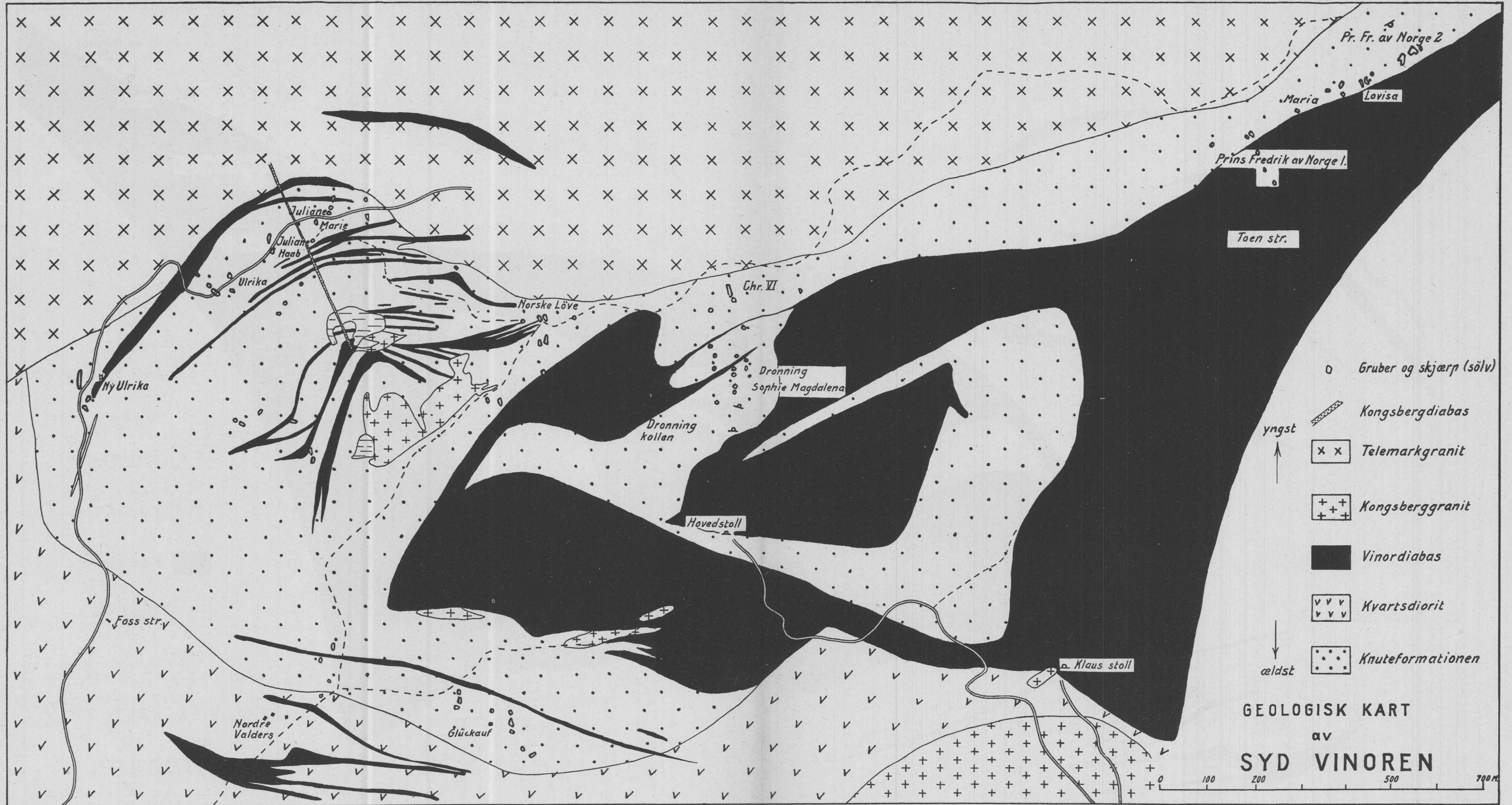
 Granatglimmerskifer } Knuteformationen

 Sericitic Gneiss

682^{meter} Vinordiabasens grænser er fuldstændig
+ indtegnet. Gruberummene er hvide.

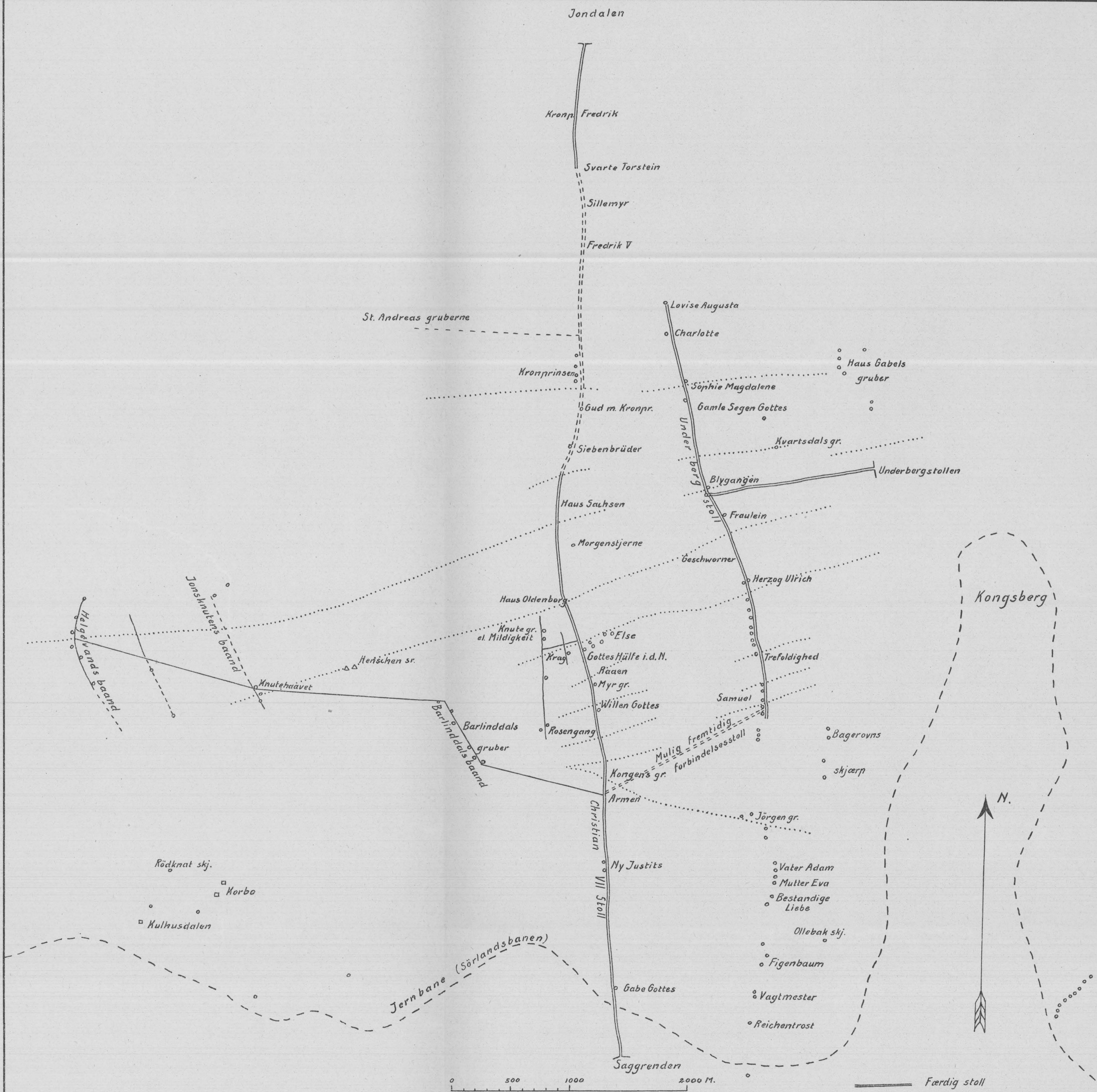
912 meter

Den private Opmaaling, Kr.a.



GEOLOGISK KART
av
SYD VINOREN

0 100 200 500 700 m



Tegning visende den antagelig heldigste retning for en stoll som i fremtiden muligens kan bli drevet fra Overberget til Helgevandsgruberne.

Norges Geologiske Undersøkelse

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

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

44. **Aarboek for 1906.** 50 øre. (Reusch, Referater 1901—1905.)
45. **Aarboek for 1907.** 1 kr. (Indhold: Rekstad, Folgefonnshalvøen. Bugge Bergverksdriften 1901—1905. Stenindustri. Reusch, Skredet i Loen 1905. Holtedahl, Alunskiferfeltet ved Øieren.)
46. Vogt. **De gamle norske jernværk.** 1908. 50 øre.
47. Reusch. **Tekst med geol. kart Jostedalsbræen—Ringerike.** 1 kr.
48. Bjørlykke. **Jæderens geologi.** 1908. 1 kr.
49. **Aarboek for 1908.** 1 kr. 50 øre. (Indhold: Reusch, Den Geologiske Undersøkelsses opgaver. Goldschmidt, Profillet Ringsaker—Brøttum. G. Holmsen, Børgefjeld. Rekstad, Fra Søndhordland (Etne m. m.). Kaldhol, Den nordøstlige del av Ryfylke. Rekstad, Kvartær, Nordmør.)
50. Reusch. **Norges geologi.** 1910. Utsolgt.
51. Vogt. **Norges jernmalforekomster.** 2 kr.
- 52a. Grimnes: **Jæderens jordbund.** 1 kr. 52b. Grimnes. **Kart over Jæderen** med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1:50 000. 2 kr.
53. **Aarboek for 1909.** 1 kr. 50 øre. (J. Rekstad, Strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden. Bindalen og Leka. Werenskiold, Øst-Telemarken. Goldschmidt, Tonsaasen. Oxaal, Børgefjeld. Th. Vogt, Langøen.)
54. Andr. M. Hansen. **Fra istiderne. Vest-raet.** 1 kr. 50 øre.
55. Danielsen. **Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi.** 1 kr.
56. Carl Bugge: **Rennebu.** 1 kr. 25 øre.
57. **Aarboek for 1910.** 1 kr. (Indhold: Werenskiold. Fra Numedal. Hoel, Okstinderne. Rekstad, Ytre del av Saltenfjord. Reusch, De formodede strandlinjer i øvre Gudbrandsdalen.)
58. W. Werenskiold. **Fornebolandet og Snarøen i østre Bærum.** Pris 75 øre
59. **Aarboek for 1911.** 1 kr. (Oxaal. Indre Helgeland. Rekstad. Hardanger Carstens. Mo prg. Marstrander. Svartisen.)
60. W. Werenskiold. **Søndre Fron.** 1 kr. 25 øre.
61. **Aarboek for 1912.** 1 kr. (Indhold: Holmsen. Hatfjeldsdalen. Bugge. Trondhjemfeltet. Rekstad. Bjellaadalen. Rekstad. Øerne utenfor Saltenfjord. Rekstad. Mytilus fauna i Smaalenene. Oxaal. Eksport av sten 1870—1911.)
62. Rekstad. **Bidrag til Nordre Helgelands geologi.** 1 kr.
63. Holtedahl. **Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet.** 1 kr.
64. Reusch. **Tekst med geol. oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke.** 1 kr.
65. Bjørlykke. **Norges kvartærgeologi. En oversigt.** 1 kr. 50 øre.
66. W. Werenskiold. **Tekst med geol. kart Sætersdalen—Ringerike.** 1 kr.
67. Rekstad. **Fjeldstrøket mellem Saltdalen og Dunderlandsdalen.** 1 kr.
68. **Aarboek for 1913.** (Oxaal. Hvit granit. Schiøtz. Isskillet, Fæmund. Reusch. Trysil. Foslie. Ramsøy titanmalmeft.) 1 kr.
69. **Aarboek for 1914.** (Indhold: Rekstad, Lyster og Bøverdalen. Oxaal, Kalkstenshuler i Ranen. Rekstad, Kalksten fra Nordland. Reusch, Hitterens og Smølen's geologi. Holtedahl, Fossiler fra Smølen.) 1 kr.
70. **Fem avhandlinger.** (Indhold: Reusch, Norges Geologiske Undersøkelse. Werenskiold, Det sydlige Norge, Th. Vogt, Nordland. J. H. L. Vogt, Bergverksdrift. Oxaal, Stenindustri.) 75 øre.
71. Kolderup. **Egersund.** 75 øre.
72. J. H. L. Vogt. **Gronggruberne og Nordlandsbanen.** 50 øre.
73. Gunnar Holmsen. **Brædæmte sjøer i Nordre Østerdalen.** 1 kr. 50 øre.
74. Gunnar Holmsen. **Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundsstrøket.** 1 kr.
75. **Aarboek for 1915.** 1 kr. (Indhold: Holtedahl, lagttagelser over fjeldhøgningen omkring Randsfjordens nordende. Holtedahl, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finmarken. Rekstad, Kvartær tidsregning. Reusch: Den formodede littorinasenkning i Norge. Rekstad, Helgelands ytre kyst-rand. J. H. L. Vogt, Om manganrik sjøalm i Storsjøen, Nordre Odalen.)
76. John Oxaal. **Norsk granit.** kr. 1.50
77. Goldschmidt. **Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen.** 1 kr.
78. Holmgren: **Natursten.** 50 øre.
79. **Aarboek for 1916.** 1 kr. (Indhold: Holmsen, Rendalens bræsjøer. Holmsen, Sørfolden—Riksgrænsen. Rekstad, Kyststrøket mellem Bodø og Folden. Reusch, Litt om Jutulhugget.)
80. J. Rekstad. **Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart.** Kr. 1.50.
81. **Aarboek for 1917.** 1 kr. (Indhold: Reusch, Seterne i Østerdalen. Holtedahl, Kalkstensforekomster paa Sørlandet. G. Holmsen, Sulitelmattrakten. Rekstad, Fauske—Junkerdalen.)
82. Carl Bugge. **Kongsbergfeltets geologi.** [Karter, pl. i konvolut.] Kr. 5.00.

Norges Geologiske Undersøkelse.

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

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

Endvidere er utkommet:

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

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

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

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

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

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