

OM OPRINNELSEN AV ENKELTE GRUNNFJELLSAMFIBOLITER I AGDER

AV

TOM. F. W. BARTH

1. Oversikt.

Hensikten med denne lille avhandling er å henlede skandinaviske grunnfjellsgeologers oppmerksomhet på den spesielle måte hvorpå enkelte amfiboliter i Sørlandets grunnfjell er opstått.

Det er ofte ikke lett å finne sikre holdepunkter for en genetisk tydning av grunnfjellets amfiboliter. Det viser sig, at de kan være dannet på så mange slags vis. De kan representere oprinnelige eruptiver eller sedimenter, men de kan også være dannet på rent metasomatisk måte, altså ved reaksjon mellom et oprinnelig material (som ikke behøver å ha nogensomhelst likhet med en amfibolit) og inntrengende magmatiske oppløsninger. En slik opprinnelse har enkelte amfiboliter i Vest-Agder like nord for Kristiansand by.

Tidligere har jeg kunnet vise, at fjellgrunnen her over store arealer er dannet ved at et oprinnelig pre-kambrisk sediment sank dypt ned i jordskorpen og der gjennomgikk en intens injeksjons-metamorfose, hvorved også metasomatiske prosesser (særlig den pneumatolytiske metasomatose) spilte en meget stor rolle (4).

Resultatet av denne metamorfose er de nuværende bergarter, som stort sett kan henføres til: 1) amfiboliter, 2) dioritisk-granitisk gneis, 3) pegmatit (tint).

2. Amfiboliter dannet ved metasomatose av kalksten.

Man kan efter min mening lage sig det beste billede av denne prosess ved å tenke sig det oprinnelige pre-kambriske sediment synke dypere og dypere ned i jordskorpen. Til slutt synker det like ned i jordens granitskall.¹

¹ „The earth's acid scell“ efter DALY (6). Dette granitskall, hvorpå kontinentenes sedimenthulle hviler, stikker jo som bekjent på enkelte steder frem til jordoverflaten gjennom vinduslignende åpninger i sedimentdekket, og det består mest av eruptivt material, som på mange steder er blitt gjenopsmeltet og in-trudert som pre kambriske batholiter.

Både i sin oprinnelige smeltede tilstand, og hvis det senere blir gjenopsmeltet, så måtte dette skall forholde sig som en magma; krystaller vilde dannes og synke ned, og lettflyktige bestanddeler vilde stige tilværs og danne en gasformig eller fluid fase.

Det er derfor lett å tenke sig at disse dypt nedsunkne sedimenter i løpet av meget lange tidsrum har stått i nær berøring med slike lettviskose derivater av regionale, dyptliggende magmabassenger.¹

Sedimentene vilde da fullstendig gjennembløtes av dette ichor og gasformig eller fluid material vilde kunde trenge inn i hvert molekyl av det sedimentære material, oppløsning og assimilasjon over lokale eller regionale områder vilde også finne sted. De oprinnelige sandleir- og mergelholdige sedimenter vil derved mekanisk og metasomatisk kunne granitiseres. Det er de nuværende vidt utbredte dioritiske og granitiske gneiser. Men de oprinnelige kalksedimenter vil ikke så lett vint kunne overføres til en granitisk gneis.

GOLDSCHMIDT (8) har i sitt arbeide over kontaktmetamorfosen i Oslofeltet vist hvordan kalksteinene spilte en rolle som absorpsjons- eller filterapparater.

På samme måte i Agders grunnfjell: ved en selektiv absorpsjon særlig av SiO_2 , FeO , TiO_2 , men også av Al_2O_3 , MgO , S og F er forskjellige slags skarnbergarter opstått, særlig hornblendeskarn, og ved fortsatt metamorfose vil til slutt all kalksten forsvinne og hornblendeskarnet blir det eneste gjenværende. Men det er ikke alltid lett å erkjenne denne bergart som et oprinnelig hornblendeskarn, ti den står ikke i synlig forbindelse med noen kalksten mere, den er blitt en almindelig grunnfjellsamfibolit.

Går så metamorfosen ennu et skridt videre, kan granittmagmaet også blande sig mekanisk med amfiboliten; der opstår da øiegneiser. Ved ennu sterkere innvirkning vil all hornblenden på grunn av kalitilførsel overføres i biotit, og sluttproduktet blir altså de almindelige, biotitrike grunnfjellsgneiser, i hvilke altså biotiten, som stofflig

¹ Det var et slikt lettviskost system som man tenkte på når man før snakket om granitiske safter. Og det er disse safter som efter SEDERHOLM (9) spiller den største rolle ved anatektiske og palingene prosesser. Han har kalt dette system en *granitisk ichor* (= lymfe). Og da anatexen er en regional foreteelse, som efter min mening krever en medvirkning av „saftene“ fra jordens granit skall for å kunne foregå, så har jeg foreslått at man ganske generelt lar begrepet ichor omfatte flytende, — fluide deler av jordens granitskall, for derved å adskille dette begrep fra de mer lokale lett-viskose magmaderivater som enhver granitinstrusjon bringer med sig.

intet har til felles med den opprinnelige kalksten, likevel representerer en helt og holden omvandlet kalkspat.

Men bare i det heldigste tilfelle kan man finne beviser for at en slik gneis skylder en kalksten sin opprinnelse.

3. Lignende amfiboliter fra andre områder.

Amfibolitene derimot vil det i mange tilfeller være lettere å identifisere som omvandlede kalkstensrester; og det er da også sikkert nok at disse amfiboliter fra Kristiansand ikke er enestående i å ha en slik opprinnelse.

I det vel kjente arbeide over Haliburton og Bancrofts geologi har ADAMS og BARLOW (3) påvist, hvordan mange amfiboliter innen dette område er dannet ved metasomatose av kalkstener, og omtrent samtidig nevner MENNELL (9), at enkelte pre-kambriske amfiboliter i Rhodesia må være opstått på samme vis. Men da han ikke har betonet dette faktum så sterkt, og heller ikke har ført så gode beviser som ADAMS har gjort i sine publikasjoner (1), (2), så forblev i over 15 år Haliburton-Bancroft distriktet det eneste område, hvorfra slike metasomatiske amfiboliter med sikkerhet var kjent.

Disse amfiboliter optrer i den såkalte Grenville-formasjon, et mektig, pre-kambrisk sediment, for det meste bestående av kalksten, som mot nord strekker sig inn i det laurentiske høiland i Kanada, og og mot syd når omtrent midt ned i New York State. Dette areal er over 200 000 km² stort, eller større enn hele det sydlige Norge.¹

ADAMS er en av de første som har gjort gode detalje-undersøkelser innen dette veldige område, og han blev derved drevet til den nevnte antagelse av enkelte amfibolitors opprinnelse. At også andre områder innen Grenville-serien skulde opvise lignende amfiboliter var bare å vente, og det er derfor ikke forbausende at SMYTH og BUDDINGTON (5), (11) nylig fant at enkelte amfiboliter fra det vestlige Adirondack også var opstått på denne måten.

Det har været de feltgeologiske og delvis de kjemiske undersøkelser som har ført til de nevnte konklusjoner. Men da tektoniken i grunnfjellet som regel er meget innviklet, kan det ofte være vanskelig å komme til en genetisk tydning bare ved hjelp av måten hvorpå

¹ Naturligvis er dog ikke grenville-sedimentene enerådende over hele dette område nu; de er gjennomhullet av intrusjoner av granit og anorthosit. Særlig er dette tilfelle for Adirondack-fjellenes vedkommende.

bergartene forekommer; kjemien har heller ikke ydet stor hjelpen, for på grunn av alle slags metasomatiske omvandlinger er de forskjellige bergarters kjemiske sammensetning i høi grad blitt forandret og utjevnet. ADAMS betoner også sterkt at de nevnte para-amfiboliter kan opnå en sammensetning som er praktisk talt identisk med ortoamfibolitenes. Han skriver (2), s. 566: „The amphibolite has originated in three entirely different ways, the resulting rock, although of such diverse origin, often being practically identical in appearance and in composition. These three modes of origin are as follows:

1. By metamorphism and recrystallization of impure calcareous sediments.

2. By the alteration of the limestone through the action of intruding batholiths of granite.

3. By the alteration of the basic dikes and similar igneous intrusives.

Tabell 1. *Analyse av hornblendebergarten og beslektede bergarter.*

	Vest-Agder				Ontario		
	I	II	III	IV	I	II	III
SiO ₂ ...	49.0	43.3	48.80	68.26	50.20	50.00	48.81
TiO ₂ ...	1.4	1.2	1.23	0.71	0.75	0.82	0.74
Al ₂ O ₃ ...	10.3	13.6	14.68	14.96	13.89	18.84	16.62
Fe ₂ O ₃ ...	1.3	1.6	1.51	1.36	1.18	2.56	1.17
FeO ...	7.5	9.7	8.81	3.31	5.31	5.51	7.47
MnO ...	-	-	0.20	0.03	-	0.08	0.12
MqO ...	5.1	8.2	7.25	1.00	6.38	4.63	8.28
CaO ...	21.0	14.5	9.96	2.84	17.71	10.65	10.30
BaO ...	-	-	0.00	0.07	-	-	-
K ₂ O ...	0.3	1.3	1.23	2.89	1.30	1.18	0.76
Na ₂ O ...	1.7	2.0	3.24	3.95	1.79	4.46	3.31
P ₂ O ₅ ...	-	-	0.03	0.19	-	-	-
H ₂ O - ...	-	-	0.14	0.07	} 1.66	} 1.00	} 0.95
H ₂ O + ...	0.5	2.3	1.96	0.37			
CO ₂ ...	1.3	2.1	0.44	spor	0.00	0.10	0.55
Sum ...	99.4	99.8	99.76*	100.01	100.08	99.97	99.17

* Inneholder dessuten ZrO₂ = 0.23 0/0, Cr₂O₃ = 0.05 0/0.

Analyser fra Vest-Agder: (Se lit. 4)

- I. Pyroxenskarn, Baneheia, geometrisk anal.
- II. Skapolit-hornblendeskarn, Baneheia, geometrisk anal.
- III. Ordinær amfibolit, Baneheia, analyt: M. Bendig.
- IV. Øiegneis (hornblendefri), Baneheia, analyt: O. Røer.

Analyser fra Ontario: (Se lit. 2).

- I. Pyroxenskarn (omregnet fri for calcit) Maxwells crossing. Anal. M. F. Connor.
- II. Typisk amfibolit, Maxwells crossing, Anal. M. F. Connor.
- III. Gang av amfibolit som kutter kalksten, Methuen. Anal. M. F. Connor.

Tabell 1 inneholder analyser fra Vest-Agder, visende overganger fra kalksten til amfibolit og videre til øiegneis. Analysene fra Ontario viser overgangen til amfibolit og viser dessuten at denne amfibolit er blitt nesten identisk med orto-amfiboliter (1) ti mens anal. II etter ADAMS er tatt fra en typisk amfibolit som er opstått av kalksten, så er anal. III fra en basisk instrusivgang som gjennomsetter Grenville-kalken.

4. Eksempler på forskjelligartede forekomster av amfibolit i Agder.

Den samme trefoldige opprinnelse som ADAMS fant for amfibolitene i Ontario gjenfinner man også i Agder.

1) For å ta dem i samme orden som ADAMS, kan først nevnes noen eksempler på slike amfiboliter, som er opstått ved metamorfose av urene, kalkholdige sedimenter.

Rett nord for Kristiansand, ved Indre og Ytre Egevann, består fjellgrunnen av vekslende lag av amfibolit og forskjellige arter av dioritiske og granitiske gneiser. Typisk er et lite parti som går under det lokale navn av Helvedesdalene. Navnet kommer av at lagene som stryker nord—syd her står omtrent lodrett, og da de forskjellige slags lag viser en meget forskjellig motstand mot forvitringen, er terrenget sprukket op i smale juv eller daler med loddrette vegger så det er meget vanskelig å komme frem tvers på strøkretningen. Disse amfiboliter kan neppe tolkes anderledes enn som urene kalklag i et pre-kambrisk sediment.

I en veiskjæring på den sørlandske hovedvei i Søgne, 25 km. vest for Kristiansand finnes amfiboliter som antagelig har en lignende opprinnelse. Men her har metamorfosen vært sterkere; sedimentet er blitt helt innhyllet i det fremtregende ichor, så ethvert spor av en opprinnelig lagdeling er forsvunnet, se fig. 1.

2) Den geologiske optreden av disse para-amfiboliter er derfor ikke meget forskjellig fra slike amfiboliter som er opstått ved metasomatose av rene kalkstener. Kartskissen på figur 2 gir et godt

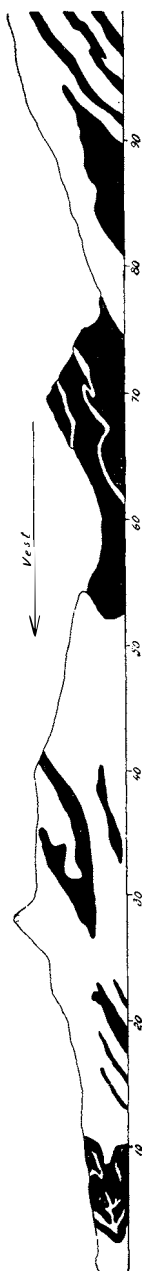


Fig. 1. Veiskjæring på sørlandske hovedvei i Søgne, 25 km vest for Kristiansand.
Sort = amfibolitt. Hvit = gneis, delvis pegmatitisert.

inntrykk av, hvordan amfiboliter, som er opstått på sistnevnte måte, optrer i naturen. Kartet fremstiller Baneheia, like nord for Kristiansand, hvorfra også analysene i tabell 1 stammer, og at amfibolittene her er opstått av kalksten, synes å være ganske sikkert; men hvis man bare hadde deres geologiske opptreden å holde sig til, vilde det være umulig å erkjenne dette faktum.

3) Også amfiboliter som representerer omvandlede basiske eruptiver finnes i Agder. Således synes det store amfibolittområde i Iveland, syd for Evje, å være opstått ved omvandling av gabbroide eruptiver. Amfibolittens forbindelse med Evjegabbroen er ikke kjent, men det synes rimelig, at der er et slektskap mellom dem.

5. Eksempler på amfiboliter fra Adirondacks.

I Adirondacks-fjellene, som ligger i Grenville-formasjonens sydlige område, kan man også finne eksempler på de forskjelligste amfibolitt-typer.

Blandt Grenville-sedimentene kan man finne mange slags para-amfiboliter, og ofte ser man gabbro-forekomster som viser allehånde overganger til orto-amfiboliter. Man kan selvfølgelig ikke så hyppig finne amfiboliter som bevislig er opstått av rene kalkstener, men de finnes dog, og i det følgende skal en slik forekomst beskrives.

Grensene for det store, eruptive anorthosit-område i Adirondacks følger omtrent den vestre strand av Lake Champlain (denne sjø danner grensen mellom Vermont og New York State), men store tunger og inneslutninger av Grenville-sedimenter rekker på sine steder milevidt innover i anorthositen.

I den bratte ur som danner østellet av et av de høieste fjell i Adirondack, Pokamoonshine,

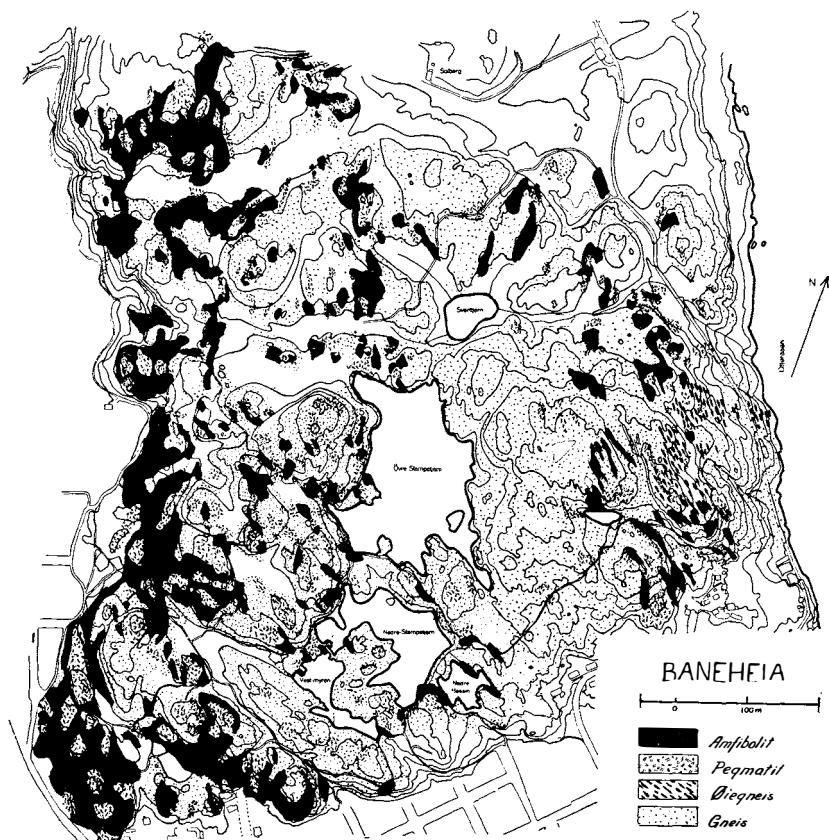


Fig. 2.

omtrent 15 km vest for Lake Champlain, kan man finne en ca. 50 m lang linse av kalksten helt innesluttet i anorthosit. En ganske smal sone av skarn, bare noen få cm bred, finnes på somme steder; men i linsens strøketning, der hvor den kiler ut i anorthositen, går den kontinuerlig over i et hornblendeskarn, som videre fortsetter som en svart stripe, og til slutt blir helt identisk med de såkalte basiske slirer som meget hyppig finnes i anorthositen. Disse slirer har alltid vært ansett for basiske utsondringer i anorthositmagmaet og de er vel også ofte det men det er i hvert fall en mulighet for at en flerhet av dem er dannet ved metasomatose av kalkstens-inneslutninger.

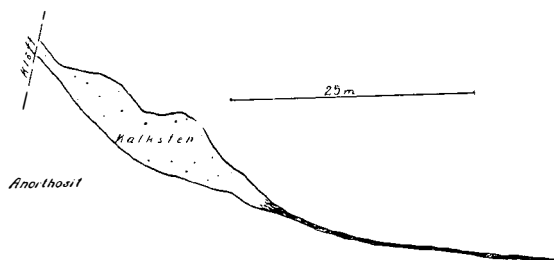


Fig. 3. Profil av en kalkstensinneslutning, som av det omgivende anorthositmagma delvis er blitt presset ut til en flat kake (fremtrer i profilet som en lang hale), hvorved den samtidig metasomatisk blev omdannet til en amfibolit. Fra en bratt styrtning på østsiden av Pokamoonshine.

6. Studier av hornblender fra amfiboliter.

Man kan få et godt begrep om sammensetningen av hornblendene fra Baneheia ved å beregne mineralinnholdet av analyse nr. III s. 204.

Men hvordan de analog dannede kanadiske hornblender er sammensatt kan ikke nøiaktig angis, da der aldri har vært gjort nogen mineralogisk undersøkelse av dem.

Angående detaljberegningen av analyse III se lit. (4). Resultatet følger i tabell 2, linje 2.

Tabell 2. Analyser av aktinolitiske hornblender.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
1. Philipstadit, Filipstad*	45.2	0.8	7.3	7.5	15.8	8.4	12.3	0.8	0.3	0.7
2. Aktinolitisk hornblende fra amfibolit i Baneheia	44.4	1.2	5.9	2.6	15.7	13.3	11.2	1.3	1.3	2.9
3. Aktinolit, Kragerø**	51.8	1.3	4.4	2.6	5.5	19.4	10.6	2.5	0.3	1.2

* R. A. DALY, Bull. Soc. Min. France 22, 133, 1899.

** S. L. PENFIELD and F. C. STANLEY, Am. Journ. Science 23, 23, 1907; W. E. FORD, idem. 37, 179, 1914; H. S. WASHINGTON, Amer. Mineral. 8, 66, 1923.

Som man ser er hornblenden fra Baneheia en aktinolitisk varietet, som både i kjemisk og optisk henseende står mellom en philipstadit en aktinolit fra Kragerø.

Tabell 3. *Optiske konstanter for hornblender dannet ved metasomatose av kalkspat.*

Finnested	c:γ	2V _z	β
Filipstad, analyse 1	15.5°	52°	
Andesin-Amfibolit, analyse 2	11°	67°	1.66
Kragerø, analyse 3.	13°	76.6°	1.644
Kvarts-hornbl.-skarn, Baneheia	14°	68°	
Skapolit hornbl. skarn, Baneheia	14°	55°	
Hornblendeskarn, Kalkheia	11°	74°	
Labrador-Amfibolit, Baneheia	10°	64°	
Øiegneis, Baneheia	20°	65°	
Øiegneis, —	21°	67°	

Tabell 4. *Optiske konstanter for hornblender dannet ved rekrytllisasjon av et urent, kalkholdig sediment.*

Finnested	c:γ	2V _z	β
Lagdelt amfibolit, Egevang	12°	62°	
Lagdelt amfibolit, —	18°	66°	
Homogen amfibolit, Salvestjern	21°	70°	
Homogen amfibolit, —	17°	68°	
Lagdelt amfibolit, Søm	22°	85°	
Homogen amfibolit, Søgne	19°	80°	1.668

Tabell 5. *Optiske konstanter for hornblender dannet ved metamorfose av en basisk eruptiv bergart.*

Finnested	c:γ	2V _z	β
Lyst lag i amfibolit, N. Iveland	23°	68°*	
Mørkt lag i amfibolit, —	20°	72°*	
Tett amfibolit, Flekkerøy	16°	76°	
Epidotførende amfibolit, Kinn	15°	76°	
[Amfibolit, Landbr.høiskolen, Ås	22°	84°	1.673]

* Den ene akse er meget sterkt dispergert, $\rho > \nu$.

I tabell 3 finnes en sammenstilling av optiske data, først for de hornblender hvis analyser er gitt i tab. 2, derpå følger data for andre hornblender som også er opstått av kalksten ved tilførsel av magmatiske oppløsninger.

Til sammenligning finnes i tabell 4 data for hornblender fra para-amfiboliter, som altså representerer et metamorft sediment, og tabell 5 inneholder data for hornblender fra slike bergarter der antas å være forandrede eruptiver.

Tabell 6. *Optiske konstanter for hornblender fra Adirondacks.*

Finnested	$c:\gamma$	$2V\alpha$	α	β	γ
Omvandlet kalkstensinneslutning, Pokamoonshine	13°	ca. 60°	1.686	1.705	1.712
Basisk inneslutning, Mt. Bigelow	13°	-	1.677	1.694	-
Omvandlet gabbro, Aiden Lair	12°	-	-	1.69	1.70
Hornblende anorthosit, Baker Mt.	25°	88°	-	-	-

Disse tabeller synes å vise, at alle hornblender fra amfibolitene og skarnbergartene i Baneheia er aktinolitiske varieteter. Derimot er det ikke rimelig, etter tab. 4 og 5 å dømme, at hornblendene fra de andre amfibolit-typer i Agder har en aktinolitisk sammensetning.

Hvis man tenker over dette synes det heller ikke urimelig å anta, at der i de førstnevnte bergarts-typer ofte vil dannes en aktinolitisk (aluminiumfattig) hornblende. Ti mens kalkstenene virket som absorpsjonsapparater for de magmatiske gasser, kunde alt det absorberte jernoksyd og magnesia øieblikkelig brukes til dannelsen av hornblenden, mens det absorberte aluminiumoksyd derimot først og fremst gikk inn i plagioklas-molekylet. Først i øiegneisene, hvor det meste av hornblenden allerede er omdannet til biotit, har aluminiumtilførselen vært så rikelig at aktinoliten kunde omdannes til en almindelig hornblende.

Da det granitiske ichor over store deler av Sørlandet antagelig hadde en meget ensartet sammensetning, synes det rimelig å anta, at omvandlingen av pre-kambriske kalksedimenter overalt måtte foregå efter det samme skjema. Hvis det derfor innen denne metamorfe

provins lykkes å finne andre amfiboliter med aktinolitiske hornblender, bør man altså alvorlig overveie muligheten av, at disse amfiboliter re-representerer pre-kambriske, metasomatisk omvandlede kalkstensrester.

Men det er innlysende at disse spekulasjoner bare kan gjelde for amfibolittene i Agder. Hvor de fysiske og kjemiske forhold var annerledes vil også andre regler gjelde. I Sulitelmafeltet, for eksempel, er der efter VOGT (12) på visse steder, på grunn av de spesielle betingelser som hersket under metamorfosen, av en gabbro blitt dannet en grønnsten med aktinolitisk hornblende.

Om forholdene i Ontario er det vanskelig å uttale sig, da hornblenden derfra ikke har vært undersøkt; men et blikk på analysene i tab. 1 viser, at amfibolittene fra Maxwell's crossing på tross av sin opprinnelse har et så høit aluminium-innhold, at dens hornblende neppe kan være aluminium-fattig.

Det samme gjelder også for den på side 207 beskrevne amfibolittforekomst fra Pokamoonshine. De optiske konstanter av hornblenden herfra utelukker med sikkerhet en aktinolit, se tab. 6. Denne hornblende synes ikke å være meget forskjellig fra andre hornblender i Adirondack, dannet på ganske andre måter. Sannsynligvis hadde det anorthositiske magma slike mengder av aluminium å sende inn i sidestenen, at alle nydannede mineraler øieblikkelig kunde bli mettet på denne bestanddel.

English Summary on the Origin of Certain Pre Cambrian Amphibolites in Agder (Southern Norway).

This paper draws attention to the fact that pre cambrian amphibolites in the province of Agder have the same threefold origin as has been found by ADAMS in the case of the amphibolites of the Haliburton and Bancroft areas, (c. f. lit. 3.). These three modes of origin are stated (in English) on p. 204.

Table 1 shows a comparison of the chemical compositions of the Norwegian and the Canadian rocks.

Some occurrences of amphibolites of different origin are given: *Fig. 1* shows an example of a para-amphibolite that has been formed through the metamorphic action of a granitic magma or ichor on an impure calcareous sediment which eventually became entirely bathed in the magma. *Fig. 2* presents a map of a little area of pre cambrian rocks in which all the amphibolites have originated by alteration

of limestones through the action of a granitic ichor. The same mode of formation has also the amphibolite of *fig. 3*, forming a basic schlieren in the anorthosite of the eastern slope of Pokamoomshine Mt. in the eastern Adirondacks. It is suggested that some of the numerous basic schlieren in the anorthosites of this area may have originated in a similar way.

In tables 2 to 6 data of amphiboles of different origin have been compiled. It is seen that actinolitic hornblendes occur in those Norwegian amphibolite types which have been formed by the alteration of pure limestones, whereas the other types contain common hornblendes. This fact may be due to the different origin of the different rocks, for, while the granite magma was fusing SiO_2 , FeO , Al_2O_3 , etc. into the limestones, the iron and the magnesium oxides were at ones able to participate in the formation of the new hornblende molecules, whereas the greatest part of the alumina would be used up by the formation of the plagioclase molecules, causing thus a deficiency of the alumina to enter into the hornblendes. Only in a later stage of the metamorphism, during the formation of the augen-gneises, the continual supply of alumina finally managed to transform the actinolite into a common hornblende.

Within this same methamorphic province therefore, the finding of actinolite bearing amphibolites may be indicative of this mode of formation.

However, these condition may not hold true out of this province. E. g. in the Adirondacks the anorthositic magma probably was able to fuse so much of alumina into the adjacent limestones that all the new formed minerals at once got saturated with this oxide, for from table 6 it is obvious that the hornblende from said para-amphibolite of Pokamoomshine, in spite of its origin, is far from being an actinolitic variety.

Department of Mineralogy and Petrography

Harvard University,

Cambridge, Mass. August 1929.

Literatur.

1. ADAMS, F. D.: "On the Origin of the Amphibolites of the Laurentian Area of Canada." *Journ. Geol.* 17, 1—19, 1909.
2. — "The Origin of the Deep-seated Metamorphism of the Pre Cambrian Crystalline Schists." *Compt. rend. Congr. Géol. Int. Stockholm* 1910, S. 536—572.
3. ADAMS, F. D. and BARLOW, A. E.: "Geology of the Haliburton and Bancroft Areas." *Memoir No. 6. Canada Geol. Survey* 1910.
4. BARTH, TOM: „Zur Genesis der Pegmatite im Urgebirge. II Ein syntektischer Gesteinskomplex aus dem südlichsten Norwegen.“ *Chemie der Erde* 4, 95—136, 1928.
5. BUDDINGTON, A. F.: Abstract of "Granite Phacoliths and Their Contact Zones in the Northwest Adirondacks": *Bull. Geol. Soc. Am.* 40, 100, 1929.
6. DALY, R. A.: "Igneous Rocks and Their Origin." New York 1914.
7. — "The Outer Shells of the Earth." *Am. Journ. Science* 15, 108, 1928.
8. GOLDSCHMIDT, V. M.: „Die Kontaktmetamorphose in Kristiania-Gebiete.“ *Vid. Selsk. Skr. I, Kristiania* 1911. No. 1.
9. MENNELL, F. P.: "Geological Structure of Southern Rhodesia." *Quart. Journ. Geol. Soc.* 66, 353, 1910.
10. SEDERHOLM, J. J.: "On Migmatites, II." *Bull. Comm. géol. Finlande*, Nr. 77, 1926.
11. SMYTH jr., C. H. and BUDDINGTON, A. F.: "Geology of the Lake Bonaparte Quadrangle." *New York State Museum Bull.* No. 269, 1926.
12. VOGT, THOROLF: „Sulitelmafeltets geologi og petrografi.“ *Norges Geol. Undersk.* Nr. 121, 1927.