Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

Publication details, including instructions for
authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/sgff19>

Ytterligare om kontakten vid Naarajärvi i Lavia

Eero Mäkinen

Published online: 06 Jan 2010.

To cite this article: Eero Mäkinen (1914) Ytterligare om kontakten vid Naarajärvi i Lavia, *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 36:3, 185-203, DOI: [10.1080/11035891409443489](https://doi.org/10.1080/11035891409443489)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035891409443489>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is

expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at
<http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

Ytterligare om kontakten vid Naarajärvi i Lavia.

Af

EERO MÄKINEN.

(Härtill Tafl. 2.)

I marshäftet af Geologiska Föreningens Förhandlingar för år 1913 ingår en uppsats af prof. SEDERHOLM, utgörande en komplettering till de beskrifningar öfver denna kontakt, som han tidigare publicerat.¹ Genom dessa kompletterande undersökningar anser prof. SEDERHOLM sin ursprungliga uppfattning af kontakten såsom en sedimentär bildning-hafva blifvit bestyrkt. Till denna uppfattning har äfven dr GAVELIN² efter sitt besök på platsen anslutit sig, medan prof. HOLMQUIST³ uttalat sig emot densamma. Emedan denna lokal erhållit en viss betydelse för den finska urbergsindelningen (den utgör ju hittills det enda ställe, från hvilket prof. SEDERHOLM kunnat anföra positiva bevis för en subbottnisk diskordans), torde en möjligast mångsidig belysning af bergarternas kontaktförhållanden vara önskvärd. Vid upprättandet af en karta öfver kontakthållarna och under ett senare besök på platsen sistlidne somnar samt genom undersökningen af det härunder samlade materialet har jag nämligen erhållit en från prof. SEDERHOLMS framställning afvikande uppfattning, för hvilken jag här nedan skall redogöra.

¹ »Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland». Bull. de la Comm. Géol. de Finlande n:o 6, (1897), s. 165.

Geologisk öfversiktskarta öfver Finland. Sekt. B. 2. Tammerfors bergarts-kartan, (1911), s. 54.

² G. F. F. Bd. 34, (1912), s. 230.

³ G. F. F. Bd. 34, (1912), s. 388.

Ursprungligen hade hela det lilla området (c. 9 km²) af »gneisgranit», som ligger norr om skiffersnibben vid Lavia kyrkoby, af prof. SEDERHOLM¹ betecknats såsom »prebottniskt», d. v. s. äldre än skifferarna. I sin senaste uppsats indelar han emellertid eruptivbergarterna här i två skilda grupper: å ena sidan den »prebottniska» dioriten, å den andra den »postbottniska graniten (samt kvartsdioriten) och därmed förbundna granitisationsfenomen». Den förra gruppen skulle omfatta endast en c. 100 m lång, af skiffern delvis omsluten häll (omkring siffran 1 på kartan), medan den öfriga delen af »gneisgranit-massivet» vore yngre än skifferarna. Dock anser prof. SEDERHOLM, att den »prebottniska» dioriten (eller åtminstone en denna mycket liknande kvartsdiorit) förekommer närmast skiffern äfven utanför den ofvannämnda hällen och förklarar dess intrusiva natur gentemot skiffern (mellan siffrorna 2 och 3) genom palingenes.. Att denna indelning åtminstone på petrografiska grunder icke är berättigad, torde framgå af det följande.

Den rådande typen inne i »gneisgranit»-massivet är en makroskopiskt grå, tämligen massformig, medelkornig bergart, bestående af ljus fältspat, hornblende, biotit och något kvarts. Den innehåller här och där små skifferbrottstycken. Under mikroskopet igenkänner man: plagioklas, hornblende, biotit, mikroklin och kvarts; akessoriskt granat, apatit, malmkorn, titanit och zirkon. Plagioklasen bildar ända till 3 mm mätande, tjockt tafvelformiga individer och visar tvillinglameller såväl efter albit- som periklinlagen. Dess ljusbrytning jämförd med kvartsens är: $\omega < \alpha_1$; $\epsilon \approx \gamma_1$; utsläkningsvinkeln $\perp$ PM 17°—18° och sammansättningen alltså omkring Ab₆₅An₃₅. — Hornblendet visar gröna och gula absorptionsfärger ($c > b > a$), utsläkningsvinkeln cc är omkring 18°. — Biotiten är brun, med kraftig absorption (parallellt med genomgångarna svartbrun). — Kvarts och mikroklin förekomma i små mängder som utfyllning. Den

¹ »Eine arch. Sedimentformation», s. 165, samt Beskrifning till kartbladet »Tammerfors», s. 51.

förra bildar små undulerande korn med hakiga gränser eller är t. o. m. alldeles fint granulerad. — Titaniten uppträder i nära samband med hornblende och biotit utfyllande kantiga luckor emellan skilda korn och sprickor i dessa. — Plagioklasen visar ställvis en svagt utbildad idiomorf begränsning emot kvarts och mikroklin, men för öfrigt är den ursprungliga stelningsstrukturen förstörd genom metamorfos. Mineral-

	I.			II.			III.			IV.		
	%	Mol. prop.	Mol. %	%	Mol. prop.	Mol. %	%	Mol. prop.	Mol. %	%	Mol. prop.	Mol. %
SiO ₂ . .	63.80	1063	69.41	61.38	1023	66.86	60.01	1000	65.15	48.42	807	53.13
TiO ₂ . .	0.96	9	0.59	0.85	11	0.72	1.06	14	0.91	0.90	11	0.72
Al ₂ O ₃ . .	15.82	155	10.13	16.52	162	10.59	16.61	163	10.62	18.80	181	12.12
Fe ₂ O ₃ . .	0.61	4	4.25	0.75	5	6.27	0.79	5	6.71	1.03	6	9.15
FeO . .	4.06	57		6.23	86		6.70	93		9.14	127	
MgO . .	2.72	68	4.44	2.72	68	4.45	3.24	81	5.28	4.55	114	7.50
CaO . .	5.62	100	6.54	5.21	93	6.08	5.94	105	6.84	12.89	230	15.14
Na ₂ O . .	3.21	52	3.40	3.53	56	3.66	3.65	49	3.19	1.50	24	1.58
K ₂ O . .	2.77	19	1.24	1.97	21	1.37	1.95	20	1.30	0.94	10	0.66
H ₂ O . .	0.64	—	—	0.86	—	—	0.71	—	—	1.18	—	—
P ₂ O ₅ . .	0.20	—	—	0.35	—	—	0.27	—	—	0.51	—	—
	100.14	—	100.00	100.00	—	100.00	100.00	—	100.00	99.95	—	100.00

	s.	A.	C.	F.	a.	c.	f.	k.	n.	m.	FeO : MgO
I.	70.00	4.64	5.49	9.74	4.7	5.5	9.8	1.44	7.4	5.7	4.9
II.	67.58	5.03	5.56	11.24	4.6	5.1	10.3	1.29	7.3	6.4	5.8
III.	66.06	4.49	6.13	11.99	4.0	5.4	10.6	1.29	7.1	6.4	5.6
VI.	53.58	2.24	8.88	22.91	1.3	5.2	13.5	0.99	7.1	5.2	5.5

I. Kvartsdiorit, Lavia, Naarajärvi, 1 km NW om siffran 1 på kartan. Anal. Eero Mäkinen.

II. D:o, , , mellan siffrorna 2 och 3 på kartan. Anal. Eero Mäkinen.

III. D:o, , , S om siffran 1 på kartan. Anal. Eero Mäkinen.

IV. Gabbro, , , brottstycke i breccian. Anal. Eero Mäkinen.

kornen äro sönderknäckta och granulerade i kanterna, så att murbruksstrukturen börjar göra sig gällande (jmf. fig. 17 i prof. SEDERHOLM uppsats). Såväl på grund af sin mineralogiska som kemiska sammansättning, hvilken framgår af analysen I, sid. 187, är bergarten en kvartsdiorit och icke en granitisk bergart (jfr prof. SEDERHOLM uppsats, s. 188).

Närmare skiffrens kontakter blir denna hufvudtyp något mera basisk. Den högre halten af femiska mineral ger sig makroskopiskt tillkänna genom en mörkare färg. Äfven under mikroskopet märker man, att den relativa mängden af hornblende och biotit har tilltagit samt att plagioklasen i allmänhet är rikare på anortit. Utsläkningsvinkeln i snitt $\perp$ PM hos plagioklasen är 18° — 20° , och dess sammansättning går alltså ned ända till $Ab_{60}An_{40}$. De öfriga beståndsdelarna äro desamma som i hufvudtypen. Bergarten är äfven här i allmänhet nästan massformig, utom där den bildar gångar i skiffern, då en äfven under mikroskopet framträdande skiffrighet kan skönjas. Då öfvergången från den förhärskande typen till denna mera basiska typ med endast några tiotal meters afbrott kan följas, så måste den senare anses för en basisk gränsmodifikation af den förra. Detta framgår äfven ur deras kemiska sammansättning (analyserna I och II). Profvet för analysen II, representerande gränsmodifikationen, är taget midt emellan siffrorna 2 och 3, c. 15 m från kontakten. Denna basiska typ bildar hela det på kartan synliga området NE om kontaktlinjen mellan siffrorna 2 och 3, och utanför kartan återkommer den också öfverallt närmast skiffern med samma beskaffenhet. Den måste vara bildad genom differentiation, emedan en anrikning af basiskt material genom uppsmältning och assimilation af skiffern är utesluten, då denna öfvervägande är mera acid än dioriten.

Hufvudbergarten i den »prebottniska» kuppen omkring siffran 1 är en mörkgrå, små- till medelkornig kvartsdiorit, som öfverhufvud är nästan massformig och endast ställvis, t. ex. SE om siffran 1, äger en otydligt framträdande parallell-

textur. Benämningen gneis för denna bergart är ingalunda berättigad. Den består väsentligen af plagioklas, hornblende och biotit med underordnad kvarts och mikroklin samt innehåller aksessoriskt apatit, titanit, granat, zirkon och malmkorn. — Plagioklasens ljusbrytning, bestämd enligt den Beckeska metoden, är: $\omega < \alpha_1$, $\varepsilon < \gamma_1$; $\varepsilon \geq \alpha_1$ $\omega < \gamma_1$, och utsläckningsvinkeln i snitt $\perp$ PM varierande i skilda preparat mellan 18° och 20°; dess sammansättning är sålunda $\text{Ab}_{64}\text{An}_{36}$ — $\text{Ab}_{60}\text{An}_{40}$. — Hornblendet består af den vanliga varieteten med mörkgröna och grüngula absorptionsfärger, utsläckningsvinkeln ε är 17°—19°. — Biotiten äger kraftig absorption: parallellt med genomgångarna svartbrun, vinkelrätt emot dem brungul. Kvarts och mikroklin förekomma som utfyllning. Mängden af titanit är icke fullt så stor som i de ofvanbeskrifna typerna, men emedan analysen (III) trots detta visar en relativt högre halt af TiO_2 , torde titan ingå delvis i hornblende och biotit, delvis i malmkornen (Ti-haltig magnetit). Strukturen är starkt kata klastisk, de större kornen, i synnerhet plagioklastaflorna, äro sönderknäckta och granulerade i kanterna. Såväl strukturellt som till sin mineralsammansättning är denna »prebottniska» kvartsdiorit t. o. m. i minsta detaljer så lik den »yngre», särskilt den basiska gränsmodifikationen vid siffrorna 2 och 3, att bergarternas skiljande på rent petrografiska grunder är omöjligt. Den »prebottniska» dioriten är äfven till sin kemiska sammansättning, såsom framgår af analysen III, praktiskt taget identisk med denna basiska gränsmodifikation (anal. II), hos den »yngre» dioriten. Såsom petrografisk typ kan sålunda den »prebottniska» dioriten vid siffran 1 lika väl som den till »yngre» diorit hörande gränsmodifikationen vid siffrorna 2 och 3 betraktas såsom en differentiationsprodukt ur samma magma som den något acidare kvartsdioriten i »gneisgranit»-massivet (jämf. särskildt de OSANN'ska talen under analystabellen). Äfven om man tager i betraktande, att fullkomligt identiska bergarter kunna uppträda i skilda geologiska formationer, så är dock frånvaron af strukturella olik-

heter, i synnerhet angående metamorfosens grad, mellan den »yngre» och »äldre» dioriten påfallande. De skulle ju enligt prof. SEDERHOLM skiljas af en sedimentationsperiod, hvarunder äfven metamorfosen borde hafva hunnit inverka.

Denna likhet förklarar prof. SEDERHOLM i sin uppsats så, att dioriten (»kvartsdioriten l. hornblendegraniten») NE om siffrorna 2 och 3 i själfva verket ursprungligen varit den äldre dioriten, som senare under den postbottniska tiden impregnerats med aplit, hvarigenom den blifvit palingent eruptiv och sålunda kunnat genomsätta skiffern. Att de relativt smala och glest uppträdande gångbergarterna (»apliterna») skulle förmått omvandla hela dioritmassan i magmatiskt tillstånd förefaller dock osannolikt. Likaså skulle man vänta, att dioriten här, ifall den blifvit på detta sätt impregnerad med aplit, skulle skilja sig från den oomvandlade, prebottniska dioriten mera än analyserna (II och III) utvisa. Gångbergarterna äga också ganska skarpa gränser, utan att visa tecken till en intim impregnation i den omgifvande hufvudbergarten. Slutligen visar den mineralogiska sammansättningen af dessa »apliters eller rättare dioritporfyrs (jämf. vidare s. 202) så stor släktskap med dioriten, att de naturligast kunna anses för denna åtföljande gångbergarter, och följaktligen icke såsom förorsakare af dioritens eventuella palingenes. Prof. SEDERHOLM medger äfven i sin uppsats (s. 191), att bevisen för palingenes icke äro »fullständiga». Från prof. SEDERHOLMS synpunkt sedt är det dock nödvändigt att fasthålla vid palingenesen, emedan kontaktbreccians sedimentära natur — hvärs bevisande just är hufvudändamålet med prof. SEDERHOLMS uppsats — utan palingenes icke kan konsekvent genomföras.

Breccian förekommer nämligen med typisk beskaffenhet också utanför den prebottniska kalotten: vid siffrorna 4, 5 och 6. Från 6, där dioriten ingår som brottstycken i breccian, kan breccian utan afbrott följas till siffran 2, där den bildar gångar i skiffern. Vidare finner man vid närmare undersökning af den lilla dioritlinsens gränser vid siffran 7 (där dioriten på

grund af sin brecciestruktur af prof. SEDRRHOLM betecknats som prebottnisk), att dioriten äfven här förhåller sig intrusivt gentemot skiffern. Skiffern innehåller nämligen i linsens närhet några (5—10 cm breda och t. o. m. ett par meter långa) böjda och starkt pressade ådror af dioriten. I SE:a ändan af linsen är gränsen mycket oskarp, i det dioriten här intimt inträngt i skiffern, bildande en blandningsbergart med denna.

Äfven vid själfva den »prebottniska» diorithällens gränser finnas ställen, där dioritens yngre ålder gentemot skiffern kan observeras. Gränsen mellan diorit och skiffer är nämligen icke så enkel som den tidigare, af mig upprättade, kartan anger. Kontakten har i själfva verket det utseende, som återges af Tafl. 2.¹ Dioriten visar när ställvis »brecciestrukturen» med skarpa gränser emot skiffern, ställvis åter är gränsen otvetydigt intrusiv med ådergneisartade, vresiga blandningsbergarter och inneslutningar af skiffern i den eruptiva bergarten (t. ex. NE om siffran 1). SW om siffran 1 finnes i skiffern en öfver 10 m lång och c. 0,5 m bred gång af diorit, delvis med »brecciestruktur».

Dessa motsägelser ökas ytterligare däraf, att i skiffern omkring siffran 1 utbildats en exogen kontaktzon. På något afstand från dioriten är skiffern ljusgrå till mörkgrå, finkornig samt genomgående *utprägladt skiffrig*. Under mikroskopet visar den sig bestå väsentligen af kvarts, plagioklas, biotit något mikroklin samt innehåller därjämte granat, apatit, malmkorn och, som omvandlingsprodukter i plagioklasen, muskovit och epidot. Plagioklasens sammansättning varierar mellan $Ab_{80}An_{20}$ — $Ab_{60}An_{40}$ i skilda preparat. Strukturen karakteriseras af emot hvarandra skarpt begränsade, polygonala kvarts- och fältspatkorn med emellan dem inklämda biotittafflor. Dessas subparallella läge och därjämte anordningen af kvarts- och fältspatkornens längdaxlar i samma riktning framkallar en

¹ På klichén blef endast gränslinjen mellan diorit och skiffer omkring siffran 1 korrigerad, medan beteckningarna icke förändrats.

typisk kristallisationsskiffrighet. Denna beskaffenhet visar skiffern ställvis ända till dioritens omedelbara kontakt, men för det mesta äro såväl mineralsammansättningen som i synnerhet strukturen och texturen förändrade inom en vanligen 10—20 cm, undantagsvis 0,5 m bred zon från gränsen. Skiffern består här af rikligt kvarts med plagioklas, biotit, obetydligt grönt hornblende samt hyser ännu aksessoriskt titanit och apatit. Plagioklasens sammansättning går ned till $Ab_{33}An_{43}$. Biotithalten har betydligt förminskats. Strukturen har förändrats så, att kvarts- och fältspatkornen bilda oregelbundna i hvarandra inflätade korn med hakiga gränser, och biotit-faflorna genomsätta kvarts- och fältspatkornen, medan de i den »oförändrade» skiffern ligga inklämda mellan dessa. Detta antyder, att kvarts och fältspat blifvit omkristalliserade, medan biotitfaflorna, som i några preparat fortfarande visade sig hafva förblifvit i subparallellt läge, antagligen äro rester från ett tidigare stadium: den kristallisationsskiffriga skiffern. Ehuru sålunda under mikroskopet en otydlig parallelltextur, förorsakad af biotiten, ännu kan skönjas, äger bergarten makroskopiskt karaktären af en fullkomligt *massformig, tät och kompakt hornfels*. Och emedan denna förekommer endast omedelbart emot skiffern, anser jag den vara bildad genom dioritens kontaktinverkan.

Nu finnes det i dioriten ända till meterlånga slingrande och med hvarandra anastomoserande ådror, hvilka utstråla från den omgifvande skiffern (fig. 1). Dessa ådror äga makroskopiskt samma täta, felsitiska, massformiga beskaffenhet som den ofvan beskrifna, kontaktmetamorfoserade skiffern. Emedan de därför synbarligen hafva bättre än dioriten kunnat motstå förvittringen, bilda de uppstående valkar i bergytan. Under mikroskopet ser man, att kvartshalten har ökats, medan biotiten nästan h. o. h. försvunnit, så att den obetydliga halten af femiska mineral nästan enbart bildas af ett grönt hornblende. Plagioklasen äger ännu mera basisk sammansättning, ända ned till $Ab_{20}An_{80}$. Dessa ådror äro äfven

mikroskopiskt *fullkomligt massformiga*. Hufvudbeståndsdelarna, kvarts och plagioklas, äro på samma sätt försedda med hakiga gränser och inflätade i hvarandra som i den kontaktmetamorfoserade skiffern. Denna struktur har ingenting gemensamt med skifferns struktur omkring dioriten. Längre bort från gränsen öfvergå ådrorna i nästan ren kvarts.

Därigenom att dessa ådror blifva allt talrikare uppstår den typiska breccian, hvilket framgår ur öfvergången från dioritkuppens (omkring siffran 1) SE:a gräns mot SW och vidare mot W. För att få en riktig uppfattning af breccians beskaffenhet

Fig. 1. Felsitiska ådror i dioriten, utstrålande från skiffern. SE om siffran 1 på kartan. Svart betecknar diorit, hvitt de felsitiska ådrorna och skifferns felsitiska randzon, streckadt skiffer (skiffrig). Skala 1:30.

måste man egentligen se den på själfva stället. Jag afstår därför här från längre beskrifningar, i synnerhet som prof. SEDERHOLM i sin senaste uppsats lämnat en sådan, och anför endast några egenskaper hos breccian, som för mig synas klargöra dess uppkomst. Man kan i breccian skilja hufvudsakligen mellan två element: »cementet» och brottstyckena. Det förra är mera enhetligt, medan de senare äga en mycket heterogen sammansättning.

Detta framträder redan på grund af den ljusare eller mörkare färgen hos brottstyckena. Ofta kan t. o. m. ett och samma fragment bestå å ena sidan af den ljusare, å andra sidan af den mörkare varieteten. De ljusa delarna likna makroskopiskt fullständigt den innanför breccian förhärskande dioriten. Mineralsammansättningen är densamma som hos denna, utom att

plagioklasen är långt mera basisk, ända ned till $Ab_{30}An_{70}$, och att den för rikligt granater. Plagioklasen innehåller som interpositioner amfibolnålar samt runda, poikilitiska korn af kvarts och nybildad plagioklas. Strukturen är här liksom i den förhärskande typen starkt kataklastisk. Man kan dock särskilja, att den genom nybildningar delvis förstörda plagioklasen (jfr fig. 5 i prof. SEDERHOLMS uppsats) bildar kors och tvärs gående, tjocka taflor (010), antydande en ursprunglig ofitisk struktur. Då denna typ genom mellanformer öfvergår i den förhärskande dioriten inne i kalotten, anser jag den vara en mera basisk, genom differentiation bildad modifikation ur samma magma. De mörkare färgade brottstyckena i breccian representera en ännu mera basisk typ. De bestå af en makroskopiskt nästan svart, småkornig bergart, som innehåller plagioklas ($Ab_{20}An_{80}$), rikligt hornblende och biotit, akessoriskt mest titanit och malm jämte granat, apatit, kvarts och zoisit. Plagioklasen är äfven här fylld af nybildningar och förekommer som tjocka taflor liksom i den förra typen. En analys (IV) gaf till resultat en typisk gabbrosammansättning. Då dessa mest basiska brottstycken allestädes förekomma närmast skiffergränsen, anser jag, att de (före breccians bildning) äro genom differentiation utskilda från dioritmagman.¹ Denna metagabbro, som trots nybildningar och kataklas ännu har en karaktäristisk struktur, är skild från de mörka zoner, hvilka ofta omge brottstyckena emot cementet² och bestå enbart af subparallellt anordnade hornblende- och biotitindivider. Liknande mörka zoner finnas ofta omkring basiska brottstycken i graniter. De mörkaste brottstyckena skulle enligt prof. SEDERHOLM vara bildade genom förvittring af den mera saliska dioriten. Förvittringen skulle resulterat i en anrikning af oxidhydrater, och brottstyckena skulle på detta sätt hafva blifvit rikare på femiska mineral

¹ Ca 2 km mot SE från Naarajärvi förekomma i dioriten nära skifferns kontakt oregelbundna, ända till 5 dm mätande sliror af likadan metagabbro, som består hufvudsakligen af hornblende och plagioklas ($Ab_{17}An_{83}$).

vid den därpå följande regionalmetamorfosen». Huruvida förvittringsprocesserna under arkäisk tid varit sådana, att de kunnat åstadkomma detta, kan man naturligtvis icke säga. Men det är dock icke endast anrikningen af femiska mineral, som karakteriserar öfvergången mellan dessa bergarter och på samma gång antyder differentiation, ty äfven plagioklasen öfvergår samtidigt från en sur andesin ($\text{Ab}_{60}\text{An}_{40}$) i dioriten genom labrador ($\text{Ab}_{30}\text{An}_{70}$) till bytownit ($\text{Ab}_{20}\text{An}_{80}$) i gabbbron. De af nybildade kvarts- och plagioklaskorn genomsållade plagioklastafflorna i gabbbron äga ej heller det utseende, som skulle känneteckna förvittring, utan de äro karakteristiska för den omvandling, som fältspaten i basiska bergarter undergår vid kontaktmetamorfos.¹ Anrikningen af kalcium står f. ö. i motsats till den vanliga gången af förvittringsprocesser. Trots stora afvikelser i andra hänseenden synes nämligen kalcium vid förvittringen i allmänhet blifva bortförd.² Dessutom vore det ju en underbar tillfällighet, om förvittringen af en diorit skulle ge till resultat en öfvergång till gabbro. Epidotmineralen i brottstyckena kunna knappast heller anföras som bevis för en under arkäisk tid försiggången förvittring, ty det är ju föga sannolikt, att dessa eventuella förvittringsprodukter ännu, efter den metamorfos, som omvandlat det (enligt prof. SEDERHOLMS uppfattning) ofvanpå dioriten aflagrade sedimentmaterialet till glimmerskiffer, fortfarande skulle antingen förblifvit oförändrade eller gifvit upphof till bildningen af dessa mineral. Epidotmineralen bilda idiomorfa prismer och synas hufvudsakligen bestå af klinozoisit med isomorfa skikt af pistazit. Äfven i cementet och t. o. m. i skiffern ser man korn af klinozoisit, hvarvid plagioklasen alltid är mycket basisk. Epidotmineralens uppträdande är sålunda förbunden med förekomsten af en kalkrik plagioklas, som tydligen är en primär beståndsdel i dioritens gabbroida gränsfacies.

¹ Jämf. O. H. ERDMANSDÖRFER i Jahrb. d. k. preuss. Landesanstalt, 25, 1904, s. 21.

² Jämf. t. ex. W. F. CLARKE: The Data of Geochemistry (1911). S. 462.

»Cementet» i breccian består väsentligen af kvarts och basisk plagioklas ($\text{Ab}_{40}\text{An}_{60}$ — $\text{Ab}_{25}\text{An}_{75}$), samt af grönt hornblende som små oregelbundna korn här och där. Närmast gabbrobrottstyckena innehåller »cementet» rikligt zoisit samt enstaka poikilitiska diopsidindivider, hvilka dock till stor del omvandlats till uralitiskt hornblende. Aksessoriskt, för »cementet» därjämte apatit, titanit, malmkorn och granat. Till sin struktur är det fullständigt likt de felsitiska ådrorna i dioriten på hällens E:a och SE:a sida. Texturen i det på detta sätt sammansatta »cementet» är under mikroskopet fullkomligt massformig, makroskopiskt kan den uppvisa en »fluidal» strimmighet. Däremot har jag icke observerat de »skiffer- och gneisartade» strukturer i »cementet», hvilka angifvas af prof. SEDERHOLM (s. 175). Genom att kvartshalten tilltager, särskildt i de tunnaste ådrorna, öfvergår »cementet» i nästan ren kvarts med det utseende, som fig. 6 i prof. SEDERHOLMS uppsats visar. — I nära samband med »cementet», som bildar tunna, slingrande ådror mellan brottstyckena, förekomma midt inne i breccian 2—3 dm mätande oregelbundna skifferpartier. I det prof. SEDERHOLM anser, att »cementet» består af sand, som runnit in mellan lössprängda dioritblock, anför han dessa skifferpartier som bevis för sin uppfattning, emedan de skulle representera »större partier af kvartsitiskt skiffermaterial, som utfyller mellanrum mellan bollarna och här visar en utpräglad skiktning — — —». Sålunda framställer fig. 3 i prof. SEDERHOLMS uppsats ett parti af breccian, på hvilket ställe äfven en »sandstensgång»-liknande utfyllning (de vertikala strimmorna) skulle förekomma. Det förefaller mig emellertid osannolikt, att sand som rinner in i ett stenröse skulle kunna bli skiktad, att så stora mellanrum mellan de lössprängda blocken skulle finnas, som figuren anger, och att skiktningen i en sandstensgång skulle löpa parallellt med gånggränsen. Emedan nyssnämnda figur afbildar förhållandena ganska schematiskt, meddelar jag från samma ställe motstående bild (fig. 2), som är ritad i skalan 1:10 med tillhjälp af 10

em rutor. Skiffern (s) på prof. SEDERHOLMS afbildning (öfverst till höger) är icke den omgifvande skiffern utan ett isoleradt parti från denna liksom äfven de andra med s betecknade partierna midt inne i breccian. Skiktning har jag icke kunnat observera i dem, och i alla händelser är deras strimighet helt olika den äkta skiktning, som förekommer i skiffern å det kartlagda områdets SE:a del (jfr fig. 9 i prof. SE-

Fig. 2. Parti af breccian, NNW om siffran 1. Beteckningen densamma som för fig. 1. Skala 1:50. S. betecknar samma ställen som motsvarande bokstaf å fig. 3 i prof. SEDERHOLMS uppsats.

DERHOLMS uppsats). Tvärtom äga skifferpartierna i breccian under mikroskopet en liknande massformig textur och hornfelsstruktur, som kännetecknar den omvandlade skiffern på hällens E:a sida. Den makroskopiskt synliga »skiktningen» har synbarligen uppkommit därigenom, att tunna dioritådror trängt in mellan förskiffringsplanen i skiffern. De »psammitiska» skikten visa sig nämligen under mikroskopet bestå af diorit. Sådant skiktadt cement finnes också annorstädes, t. ex. SW om siffran 1, där man ser tydliga, fina, parallella ådror af diorit, injicerade i skiffern. »Sandstensgångar» har jag icke heller kunnat observera, utan äro de på prof. SEDERHOLMS teckning synliga vertikala cement»strimmorna sammanhängande och analoga med det öfriga »cementet».

Gränserna mellan »cementet» och brottstyckena äro icke alltid skarpa. Från de ljusaste brottstycken finnas öfvergångar till »cementet», hvilket under mikroskopet synes därpå, att dioritens beståndsdelar, i synnerhet plagioklasen, blifva granulerade i kanterna och till sist förekomma som grofkorniga aggregat i en omgifvande finkornig massa, hvilken äfven till sin sammansättning småningom smälter ihop med det kvartsrika »cementet». Öfvervägande är dock gränsen skarp och framträder redan makroskopiskt genom en smal mörk zon omkring brottstycket. Dessa zoner bestå nästan enbart af subparallellt anordnade hornblendestänglar och biotittafflor, påminnande om basiska randzoner omkring brottstyckena i gräniter. De mörkaste gabbrofragmenten omgifvas ytterligare af en makroskopiskt ljusgrön, tät zon, hvilken består hufvudsakligen af diopsid. Därjämte förekomma något plagioklas, som dock till största delen är omvandlad i en aggregatpolariserande saussuritmassa, zoisitnålar och kvartskorn. Diopsiden är svagt gulfärgad och utan pleochroism; utsläkningsvinkeln $c:c = 40^\circ$. Den är rikligt poikilitiskt genomvuxen af de andra beståndsdelarna och visar äfven från hvarandra h. o. h. isolerade, parallellt orienterade snitt, tydligen tillhörande en och samma individ. Diopsidzonen gränsar emot gabbbron i en

skarp linje, som utmärkes af tätt liggande hornblendestänglar. Däremot öfvergår den småningom i »cementet», sålunda utgörande en endogen kontakt af detta emot brottstyckena.

Vid »cementets» gränser emot den omgifvande skiffern upprepas samma förhållande, som redan beskrifvits från kontakten på E:a och SE:a sidan. Skifferns mineralsammansättning närmast breccian är: väsentligen kvarts, plagioklas, biotit; akessoriskt granat, zoisit, epidot, apatit och malmkorn. — Plagioklasen är här mycket basisk, varierande emellan $Ab_{20}An_{80}$ — Ab_3An_{97} . Epidot och zoisit bilda små idiomorfa nålformiga kristaller. Närmast cementet är skiffern äfven här felsitisk och makroskopiskt massformig, men visar mikroskopiskt en väl framträdande kristallisationsskiffrighet, förorsakad af de strängt parallella biotitlamellerna. Granaten bildar porfyroblaster, hvilka synbarligen äro nybildningar, då parallellstrukturen omkring dem alltid är förstörd, utan att de själfva äro sönderkrossade. Äfven omgifvas granaterna af »tomrum», i hvilka biotiten är försvunnen. Emellan »cementet» med massformig textur och skiffern finnes sålunda en skarp kontrast. Gränsen emellan dem är ställvis öfvergångsartad, ställvis på en sträcka af flere meter längs kontakten så skarp, att den t. o. m. under mikroskopet tydligt framträder. Kontrasten ligger här icke endast i den olika texturen utan äfven i mineralsammansättningen. Kvarts-plagioklasbotten är visserligen densamma (t. o. m. plagioklasens sammansättning), men medan biotiten är det dominerande femiska mineralet på skifferns sida, fattas den däremot totalt i »cementet», och i dess ställe förekommer närmast gränsen amfibol. Amfibolen äger än mörkgröna — gula absorptionsfärger ($c > b > a$) och en utsläckningsvinkel $c:c$ 18° — 19° , än är den mycket ljus ($//c$ gulgrön, $//a$ ljusgul), medan utsläckningsvinkeln $c:c$ endast utgör 12° . Amfibolstänglarna äro orienterade strålformigt, så att de bilda mycket trubbiga vinklar emot gränsytan. De äro genomsållade af poikilitiska kvarts- och plagioklas-korn, och ofta äro från hvarandra isolerade korn så noggrant

parallellt orienterade, att de måste anses tillhöra en och samma individ (fig. 3). Denna struktur, den skarpa gränsen och amfibolstänglarna emot gränsytan, representerande en endogen kontakt, kunna knappast förklaras på annat sätt, än att cementet har kristalliserat ur magma. En utpräglad, regional kontaktmetamorfos, som ju också kunde åstadkomma en sådan implikationsstruktur, kan här icke komma i fråga, emedan företeelsen är begränsad till endast den smala kontaktzonen. Ytterligare framgår ur det ofvan sagda, att »cementet» måste vara en yngre bildning än skiffern och ingalunda

Fig. 3. Endogen kontakt af »cementet» (nederst) med poikilitiska hornblendestänglar (svart) emot skiffern (skiffrig). Förstoring 2,5 ggr.

samtidig därmed, såsom prof. SEDERHOLMS tolkning fördrar. Skifferns kristallisationsskiffrighet förutsätter inverkan af tangentiellt tryck (Stress) redan före bildningen af »cementet», som äger fullt massformig textur, d. v. s. skiffern har varit skiffrig redan före »cementets» utkristallisation. Huruvida diabashornfels-strukturen i gabbrobollarna förorsakats af »cementets» eller redan tidigare genom dioritens inverkan, kan icke afgöras. Bildningen af den ofvan beskrifna diopsidzonen omkring gabbrobollarna torde däremot rättast tillskrifvas »cementets» inverkan på gabbbron.

Emedan »cementet» sålunda visar sig vara en magmabergart, men å andra sidan äfven står i nära samband med skiffern, i det »cement-ådrorna» tränga in i dioriten såväl från

den omgifvande skiffern som från skifferpartier inne i breccian (jfr fig. 1 och 2), anser jag den sannolikaste förklaringen till breccians bildning vara följande: Dioritens inverkan på skiffern resulterade delvis i kontaktmetamorfos, delvis i uppsmältning (upplösning) af skiffermaterial. På de ställen, där utprägladt basiska gränsmodifikationer utskiljts emot afkylningsytan, blef skillnaden mellan den basiska eruptivbergartens (gabbrons) och det uppsmälta sura skiffermaterialets stelningspunkter så stor, att den förra stelnade tidigare och kunde genomträngas af det senare. I hvilken grad skiffermaterialet först införlivats med dioritens magma och senare vid afkylningen utskiljts som acida sliror, eller om båda komponenterna ända från början blifvit oblandade, kan icke afgöras. En reaktion emellan dem är dock sannolik och antydes därpå, att »cementet» äger hvarken kvalitativt eller kvantitativt samma mineralsammansättning som skiffern.

Beskrifningar af liknande kontaktförhållanden emellan en yngre basisk eruptiv bergart och en äldre sur eruptiv- eller sedimentbergart föreligga från olika håll, och den teoretiska förklaringen är i hufvudsak densamma. Sålunda beskriver prof. SEDERHOLM¹ från olivindiabasområdet vid Raumo i Finland ett granitbrottstykke, som sänder i diabasen »små fältspatrika ådror». På det citerade stället omnämner han, att samma förhållande förekommer vid rapakivigranitens och olivindiabasens gräns på Ulfön i det Ångermanländska rapakiviområdet. Synbarligen samma kontakt har senare beskrifvits af J. M. SOBRAL,² som anser, att bildningen af små mikropegmatiska ådror, utstrålande från gränsen och granitfragmenten i diabasen, måste tillskrifvas diabasens inverkan på graniten genom uppsmältning. Enligt A. GAVELIN³ finnas

¹ Beskrifn. t. kartbl. »Tammerfors», s. 110—111.

² JOSE M. SOBRAL: »Contributions to the Geology of the Nordingrå region». Uppsala 1913, s. 119—123.

³ A. GAVELIN: »Om relationerna mellan graniterna, grönstenarna och kvartsit-leptitserien inom Loftahammarområdet». S. G. U. Ser. C. N:o 224, s. 89—92. Jfr särskildt fig. 25.

i Loftahammarområdet inträngningar från omgifvande leptit och kvartsit i grönstenar, hvilka gångformigt genomsätta de förra och sålunda ursprungligen måste hafva varit yngre. W. S. BAYLEY¹ har gifvit en vidlyftig beskrifning öfver kontaktförhållandena mellan gabbro och kvartsiter från Pigeon Point i Minnesota. Genom gabbrons inverkan på kvartsiten har här bildats en finkornig acid bergart (»red rock»), hvilken genomsätter icke endast kvartsiten utan också gabbron.

Emedan prof. SEDERHOLM tilldelat ej blott breccian utan äfven gångbergarterna stor vikt för åldersindelningen, må äfven dessa sistnämnda här i korthet behandlas. Ifrågavarande gångbergarter äro ljusgråa till mörkgråa, småkorniga bergarter, bestående väsentligen af kvarts, plagioklas och biotit. Mikroklin förekommer i underordnad mängd; apatit, granat, zirkon, titanit och zoisit äro de vanligaste aksessoriska beståndsdelarna. Hornblende är för det mesta närvarande endast i små mängder eller saknas h. o. h. Plagioklasen är andesin med sammansättningen $Ab_{63}An_{33}$ till $Ab_{60}An_{40}$. Strukturen är starkt kataklastisk. Dock kan man se, att den ursprungliga strukturen varit porfyrisk med ända till 5 mm långa porfyrisk plagioklastaflor. Biotiten förekommer samlad i större grupper, hvilka makroskopiskt synas som mörka prickar. Dessa bergarter motsvara alltså närmast dioritporfyriter och äro sannolikt själfva dioriten åtföljande gångbergarter. De genomsätta både breccian (vid siffran 5) och dioriten såsom kors och tvärs löpande, ganska skarpt begränsade gångar och ådror. Emedan prof. SEDERHOLM anser, att dessa »apliter» palingenetiskt öfverfört dioriten i magmatiskt tillstånd, så att den (mellan siffrorna 2 och 3) kunnat tränga in i skiffern, är det af vikt att betona, huru gångarna uppträda vid denna intrusiva gräns. De öfvertvåra nämligen skarpt själfva dioritens gångar, hvilka löpa parallellt med skiffrens skifferighet, och kunna följaktligen icke sättas i samband med denna tidigare intrusion, än mindre hafva förorsakat

¹ W. S. BAYLEY i Bull. of the U. S. Geol. Surv. n:o 109, 1893.

denna. Från dessa dioritporfyriter skiljer sig den gång, som genomsätter den »prebottniska» dioriten SE om siffran 1, hufvudsakligast genom en högre halt af hornblende och granat. Då det nu bevisligen finnes gångbergarter något yngre än dioritens intrusion i skiffern, förlorar ju också denna gång sin betydelse som »filum labyrinthi» (sid. 187 i prof. SEDERHOLMS uppsats) i de motsägelser, hvilka uppstå genom antagandet, att breccian vore en sedimentär bildning. Prof. SEDERHOLM anser metabasitgångarna vara ursprungliga effusivbergarter och äldre än »de yngre granitisationsföreteelserna», sålunda äfven äldre än den ofvannämnda gången SE om siffran 1, samt anför detta som bevis för åldersindelningen (s. 178). Metabasitgångarna skulle nämligen härstamma från det skede, då den »prebottniska» dioriten låg upplyftad närmare jordytan. Hvarken för deras natur af ursprungliga effusivbergarter eller för deras höga ålder gentemot den omnämnda gången finnas emellertid några bindande bevis. För det första äro de redan omkristalliserade till plagiomfiboliter, och för det andra äro de icke anträffade i kontakt med andra gångbergarter. Huruvida pegmatiterna, bestående hufvudsakligen af kalifältspat och kvarts, kunna sammanföras med dioriterna är osäkert. Pegmatiterna uppträda som allra yngsta bildningar i trakten och hafva för åldersindelningen ingen betydelse.