

OM  
GRANIT OCH GNEISS

DERAS UPPKOMST, UPPTÄDANDE OCH UTBREDNING  
INOM URBERGET I FENNOSKANDIA

AF

J. J. SEDERHOLM

MEÐ 8 TAFLOR, EN PLANTECKNING, EN GEOLOGISK ÖFVERSIKTSKARTA ÖFVER FENNOSKANDIA OCH  
11 FIGURER I TEXTEN

---

*ENGLISH SUMMARY OF THE CONTENTS*

ON GRANITE AND GNEISS

THEIR ORIGIN, RELATIONS AND OCCURRENCE IN THE PRE-CAMBRIAN  
COMPLEX OF FENNO-SCANDIA

WITH 8 PLATES, A COLOURED PLAN, A GEOLOGICAL SKETCH-MAP OF FENNO-SCANDIA AND 11 FIGURES

---

x

HELSINGFORS

JULI 1907

## FÖRETAL.

*Under sommaren 1906 var jag på grund af deltagande i landtdagens förhandlingar hindrad att företaga några längre geologiska forskningsfärder. Jag gjorde då i stället, utgående från min bostad å Hermansö, E. om Lappvik station vid Hangöbanan, samt zoologiska stationen Krogen å Tvärminne, ströftåg i den kringliggande skärgården, särskildt till öarna vid hafsbandet.*

*Dessa trakter hafva sedan längre tid lemnats å sido vid de geologiska undersökningarna. Under senaste årtionden hafva vi främst haft vår uppmärksamhet riktad på de egentliga skiffarna samt de yngsta eruptiv- och sedimentbergarterna i landet. För gneiserna hafva vi, om jag så får uttrycka mig, haft en viss respekt, och specielt de sydfinska skärgårdstrakterna med sin orediga blandning af gneiser och graniter hafva syntts mig erbjuda ett föga tacksamt arbetsfält.*

*Emellertid fann jag vid dessa exkursioner, att trakten, långt ifrån att vara ointressant, tvärtom erbjöd svaret på frågor, öfver hvilka jag länge förgäfvos grubblat. Ehuru de resultat, jag kommit till, på grund af den korta tiden för mina hittills gjorda undersökningar, hvilka komma att fortsättas under detta och följande år, måste anses vara provisoriska, har jag dock icke velat dröja med deras offentliggörande. Jag anser det nämligen vara hög tid at dessa spørsmål ånyo komma under debatt, och jag har äfven funnit att de vunna resultaten blott innebära en ytterligare konsekvens af de åsikter jag tidigare kommit till inom andra trakter af Fennoskandia, ehuru jag icke förr vågat fullt utdraga dessa yttersta konsekvenser.*

*Hufvudinnehållet af föreliggande uppsats har förut offentliggjorts i form af ett föredrag å januari mötet i Geologiska föreningen i Stockholm. Till den fennoskandiska kollegkretsen riktar sig främst äfven föreliggande meddelande, som är afsedt att senare*

*efterföljas af en utförligare framställning på ett allmännare känt språk.*

*Till min vän, prof. J. A. Palmén, som med outtröttlig välvilja sedan årtionden tillbaka med råd och dåd befordrat alla geologiska studier, likasom äfven de geografiska och zoologiskt-botaniska arbetena i landet, ber jag att få uttala mitt hjertliga tack för den gästfrihet, han visat mig å den af honom grundade zoologiska stationen Krogen i Tvärminne.*

*Till Herr Arthur Borgström i Hangö står jag äfven i förbindelse för att han genom lån af en snabbgående motorbåt befordrat mitt arbete och till Mr. och Mrs. Roger Tappan för välvillig hjälp vid redigeringen af den engelska resumén, för hvilket jag här ber att få uttrycka min stora tacksamhet.*

*Helsingfors den 1 juli 1907.*

*J. J. Sederholm.*

---

## INLEDNING. SPÖRSMÅLET OM GRANITENS OCH GNEISENS UPPKOMST OCH DESS STÄLLNING TILL DE ÖFRIGA URBERGSPROBLEMEN.

Snart tjugo år äro nu förflutna sedan den tid, då spörsmålet om granitens och gneisens inbördes förhållanden, om begreppens rätta definition och om dessa bergarters genesis var föremål för ifrig diskussion bland fennoskandiska geologer och särskildt inom Geologiska föreningen i Stockholm<sup>1</sup>. Plutonistiska och neptunistiska åskådningar bröto sig vid detta minnesvärda meningsutbyte mot hvarandra på ett sätt, som gaf föga förhoppning om möjligheten att komma till ett samförstånd. Likväl torde det icke främst hafva berott på denna omständighet, att diskussionen särskildt hvad beträffar frågan om gneisens genesis icke blef mera fruktbringande. Ty kampen mellan dessa grundåskådningar är så gammal som geologin, och långt efter våra dagar skall man fortfarande att strida om vattnets och den inre jordvärmens och öfverhufvudtaget de utifrån och inifrån verkande krafternas betydelse i hvarje särskildt fall. Hvilken aktuell betydelse den principiella motsättningen mellan plutonism och neptunism ännu i vår tid eger, visas bäst af det intressanta meningsutbytet mellan de amerikanska geologer, hvilka med Van Hise vilja tillskrifva dagvattnet och öfriga från jordytan utgående agentier en hufvudroll vid malmfyndigheternas bildning, och de hvilka i likhet med Weed, Spurr, Lindgren, Kemp m. fl. fästa större vikt vid den eruptiva verksamheten<sup>2</sup> — en strid som ju nu genom Sjögrens inlägg<sup>3</sup> rörande de svenska malmfyndigheterna flyttats öfver på svensk botten.

<sup>1</sup> Mötet den 3 maj 1888. Geol. För. Förh. Bd. 10. N:o 117, s. 295.

<sup>2</sup> Ore Deposits, a Discussion. Engineer. and Min. Journ. New York. May 1903.

<sup>3</sup> Mötet den 3 maj 1906. G. F. F. Bd. 28. N:o 243, s. 314. Sjelf har jag varit i tillfälle att studera „eiserner Hut“-bildningen i den del af Fennoskandia, där den förekommer i måhända mest typisk form, nämligen inom den trakt S. om Enare, som under istiden var isdelare och hvarest därför vittringsgrus kvarligger „in situ“ och berggrunden jemte där förekommande malmgångar är vittrad till flere tiotal meters djup. Vid en jämförelse mellan de företeelser, jag där iakttagit samt de analoga fenomen, som skildras i litteraturen i ämnet, och hvad man är i tillfälle att se vid andra fennoskandiska malmfält, har jag för min del kom-



Men det finnes en annan grundväsentlig meningsolikhet, som vid nämnda diskussion om granit och gneis i Geologiska föreningen spelade en icke oviktig roll och som öfverhufvudtaget för uppfattningen af urbergets uppkomst är af ännu större betydelse än striden angående vattnets och den inre jordvärmens relativa betydelse, och det är schismen mellan den aktualistiska doktrinen och dess motsats, eller hvad man kan kalla den exceptionalistiska läran. Så länge det kunde anses möjligt, såsom ännu år 1901 var den officiella åsikten vid Sveriges geologiska undersökning<sup>1</sup> och man äfven vid ifrågavarande diskussion sökte göra gällande, att större delen af våra urbergsgraniter och gneiser kunnat uppkomma på en tid, då förhållandena på jordytan varit sådana, att grofkristalliniska bergarter afsatte sig *på* densamma i de heta urhafven, syntes det ur det exakt petrografisk synpunkt temligen lönlöst att diskutera, hvilken roll de plutoniska krafterna, sedimentationen eller metamorfosen spelat vid deras bildning. Först måste utgångspunkten göras fullt klar.

För oss, som icke ville nöja oss med den ignorabimusförklaring, den exceptionalistiska tolkningen på sätt och vis innebär, innan det gjorts åtminstone ett försök att ur den induktiva vetenskapens ståndpunkt förklara urberget, gälde det främst att påvisa, huruvida bergarter, bildade under samma förhållanden som de nuvarande, d. v. s. äkta sediment och yteruptiv, förekomma inom denna komplex. Vi behöfde icke söka dem förgäves. Särskildt i Finland möta vi snart sagdt vid hvarje steg bergarter, hvilka på det mest otvetydiga sätt visa sig vara äkta konglomerat, sandstenar, leror, tuffer<sup>2</sup> eller effusivbergarter<sup>3</sup> i metamorf omklädnad och likväl till stor del äldre än några af urbergets mest utbredda granit- och gneisformationer.

Studiet af dessa metamorfoserade sedimentformationer ledde oss in på stratigrafiska spörsmål, och särskildt i Finland blef vårt mit till den bestämda öfvertygelsen, att den „sekundära anrikningen“ vid bildningen af våra nordiska malmer i jembredd med de plutoniska inflytelserna spelat en alldeles underordnad, i regeln alls ingen roll.

<sup>1</sup> Jfr Upplysningar till Geologisk öfversiktskarta öfver Sveriges berggrund. 1901, s. 23—24.

<sup>2</sup> J. J. Sederholm, Über eine archaische Sedimentformation etc. Bull. Comm. Geol. de Finl. N:o 6. 1899.

Benj. Frosterus, Bergbyggnaden i sydöstra Finland. Ibid. N:o 13. 1902.

<sup>3</sup> J. J. Sederholm, Studien über archaische Eruptivgesteine etc. Tschermaks Min. u. Petr. Mitth. XII. 1891.

Jfr äfven Otto Nordenskjöld, Über archaische Ergussgesteine aus Småland. Bull. Geolog. Inst. Univ. of Upsala 1893, s. 133.

närmaste mål åstadkommandet af en åldersindelning för de prekambrika sedimentformationerna, medelbart äfven för de dem mellanlagrande eller underlagrande eruptivmassorna<sup>1</sup>. Numera är största delen af landet och särskildt alla de trakter, där sedimentära skiffrar förekomma i större utsträckning, geologiskt kartlagda, och det har visat sig, att den af oss uppställda indelningen i sina hufvuddrag eger giltighet åtminstone för hela Finland och ryska Karelen och sannolikt skall kunna användas t. o. m. för ännu större delar af Fennoskandia (jmför den bifogade geologiska kartskissen af Fennoskandia).

Då såsom hufvudindelingsgrund härvid användts de stora diskordanser, hvilka beteckna så långvariga afbrott i sedimentationen, att under dem de på djupet stelnade stora eruptivmassorna hunnit frameroderas i dagen, komma i regeln hvar och en af dessa prekambrika sedimentformationer att åtskiljas från de till tiden närmaste af en period af bergskedjeveckning och granitintrusion. Endast den öfversta, *jotniska* afdelningen gör ett undantag i detta afseende, i det att efter densammas aflagring icke någon mera betydande bergskedjeveckning synes hafva egt rum inom Fennoskandia, medan under mellantiden mellan dennas och de närmast underliggande *jatuliska* formationernas aflagring de sistnämnda väl hunnit veckas, men icke eroderas till så stort djup, att de under postjatulisk tid möjligen framträngda, på djupet stelnade större granitmassorna framträdde i dagen. Basiska eruptivmassor af jatulisk ålder, hvilka till sin ursprungliga beskaffenhet varit diabaser, finnas där emot öfverallt tillsammans med ifrågavarande sedimentformationer och jemte dem äfven i mindre mängd acidare, plagioklasrika bergarter, hvilkas sammansättning stundom närmar sig granitens. På samma sätt ledsagas de jotniska formationerna af diabaser och labradoriter, men äfven af kvartsporfyrier och i dem öfvergående, till stor del „hypabyssiska“ graniter, hvilkas typ i många afseenden afviker från urbergets i gneiser öfvergående, abyssiska granitbergarters.

Den af Ramsay uppställda *onegtska* formationen<sup>2</sup> skiljes, såsom framgår bl. a. af O. Trüstedts arbeten i östra Finland senaste sommar, icke genom någon egentlig diskordans från den jatuliska, ännu mindre genom en hiatus af sådan betydelse, som de hvilka åtskilja

<sup>1</sup> J. J. Sederholm, Om indelningen af de prekambrika formationerna i Sverige och Finland etc. Geol. För. Förh. Bd. 19, s. 21.

<sup>2</sup> W. Ramsay, Om de prekambrika formationerna och bergveckningarna i den sydöstra delen af Fennoskandia. Geol. För. Förh. Bd. 24, s. 29.

de öfriga för Fennoskandia uppställda geologiska afdelningarna, och hit räknade aflagringar kunna därför, såsom äfven Ramsay numera gör<sup>1</sup>, med lika rätt betecknas som jatuliska eller möjligen *öfverjatuliska*. De jatuliska formationerna hafva vi nu med i allmänhet korta afbrott lyckats spåra ända till Lappland, där de bl. a. förekomma N. om Torneå och i Kittilä, nära intill svenska gränsen.

En stor del af kvartsitformationerna såväl i denna trakt som i östra Finland, hvilka jag på min 1897 utgifna, numera temligen föråldrade öfversiktskarta<sup>2</sup> fört tillsammans med de jatuliska bildningarna, höra emellertid till den af Frosterus<sup>3</sup> och Ramsay uppställda *kaleviska* afdelningen, hvilkens aflagringar sedan dess visat sig ega en mycket betydande utbredning. Sommaren 1904 lyckades jag följa de kaleviska bergarterna i obrutet sammanhang från östra Finland till Lappland (jfr. den geologiska öfversiktskartan) där de enligt Tanners senare undersökningar sträcka sig ända till norska Finmarken och dyka in under de yngsta prekambrika samt paleozoiska sedimentformationerna. Rötterna af den kaleviska bergskedjan, som sträcker sig i en dubbel båge från Karelen till Kuusamo och därifrån förbi Tanas källor vidare mot N., kunna sägas bilda Finlands geologiska ryggrad. Vid tiden för Frosteri undersökningar i Karelen kände man inga säkert postkaleviska graniter, men senare undersökningar hafva visat att de vidt utbredda graniterna i norra Finland till större delen äro af postkalevisk ålder och förhålla sig till nämnda formationer alldeles lika som vissa urbergsgraniter till de äldre, prekaleviska skifferformationerna. Medan de kaleviska formationerna i östra Finland sålunda öfvervägande hafva en „algonkisk“ typ, hafva de i norra Finland, där de med graniten bilda gneisartade blandningsbergarter, ofta urbergshabitus.

Såsom jag sommaren 1905 lyckades konstatera, förekommer inom den kaleviska formationen i norra Finland en ganska betydande diskordans, i det före aflagringen af en del sandstensartade, ehuru brant uppresta kvartsiter en ganska vidtgående veckning, metamorfos, vittring och erosion af de äldre kaleviska kvartsiterna, dolomiterna och basiska eruptivbergarterna egt rum. Likväl genom sättas äfven de *öfverkaleviska* sedimenten af de nämnda postkaleviska graniterna.

<sup>1</sup> W. Ramsay. Ueber die präcambrischen Systeme im östlichen Teile von Fennoskandia. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1907. N:o 2, s. 38.

<sup>2</sup> Atlas öfver Finland, Blad N:o 3. Fennia 17 och Bull. Comm. Geol. N:o 6.

<sup>3</sup> l. c. s. 64.

Först i och med de *bottniska* skifferformationerna är man fullt inne i urberget. Ty huru tydligt dessa än visa sedimentära strukturer och ställvis äfven diskordanser mot liggandet, äro de å andra sidan i stor skala oupplösligt sammanväfda med de kanske mest utbredda urbergsgraniterna till gneisartade blandningsbergarter. I ännu högre grad gäller detta om de antagligen ännu äldre, *ladogiska* skifferarna i östra Finland, hvilka hvila direkt på den äldsta, *katarkeiska* granitgneisen.

Om det än kan anses sannolikt och t. o. m. säkert, att denna indelning särskildt hvad beträffar de undre afdelningarna skall komma att ytterligare utbyggas, vågar jag dock hysa den bestämda förhoppningen, att den i sina viktigaste drag skall komma att ega bestånd, m. a. o. att, åtminstone hvad östra delen af den fennoskandiska urbergskomplexen angår, *det stratigrafiska problemet kan betraktas som i viss mån löst*. Detsamma gäller äfven, så vidt angår de egentliga skifferarna, det petrografiska problemet om deras uppkomst, i det man om flertalet af de olika bergartstyper, som förekomma inom de finska skifferformationerna, kan med bestämdhet säga huru de uppkommit, eller åtminstone från närliggande trakter uppvisa fullt motsvarande bergarter, hvilkas genesis är klargjord.

Men härmed är, såsom jag redan upprepade gånger framhållit<sup>1</sup>, urbergets bildning ingalunda fullständigt förklarad. Då injektionen af de stora arkeiska granitmassorna synbarligen stått i ett visst samband med de bergskedjeveckningar, som gifvit sedimentformationernas skikt deras ofta lodräta läge, likasom med metamorfosen af de sistnämnda och särskildt äfven varit orsaken till, att diskordanserna så ofta blifvit utplånade, kunna vi icke anse urbergets gåta löst, innan granitens likasom gneisens genesis blifvit klargjord.

Men då vi nu gå till studiet af dessa problem, kunna vi börja från en enligt min tanke fullt säker utgångspunkt. Vi veta med bestämdhet, att redan före tiden för framträngandet af de vidt utbredda „yngre arkeiska“ graniterna i södra Finland, vid hvilken den öfvervägande delen af „ådergneiserna“ i dessa trakter bildades, d. v. s. under den *bottniska* tiden, förhållandena på jordytan varit sådana, att äkta sediment där kunnat bildas, under lika vilkor som

---

<sup>1</sup> Bulletin Comm. Geol. Finl. N:o 6, s. 253.

J. J. Sederholm, Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der kristallinen Schiefer von Finland. Comptes Rendus IX. Congrès Géol. Intern. Vienne, 1903, s. 624.

senare. Frånvaron af kvartsitiska sediment och förekomsten af lersediment med en skiktning, som jag ej kan tolka annorlunda än som analog med hvarfviga lerans, alltså beroende på förefintligheten af utpräglade årstider, synes t. o. m. tyda på att klimatet varit temligen tempererad. I hvarje händelse äro vi tvungna att söka tolkningen af de abyssiska magmabergarterna från samma tider ur aktualistisk synpunkt<sup>1</sup>. En diskussion, vid hvilken man söker för-

<sup>1</sup> Gentemot P. J. Holmquist (jfr. artikeln: Är urberget bildadt under aktuella förhållanden? G. F. F. Febr. 1907, s. 89) vill jag ytterligare framhålla, att de petrografiska bevisen för antagandet, att aktuella förhållanden rådt i östra delen af Fennoskandia åtminstone under de jatuliska, kaleviska och bottniska tiderna, dock synas mig hafva gifvits i sådan detalj och fullständighet, att *onus probandi* numera måste anses åligger dem, som antaga, att samtidigt härmed exceptionella förhållanden kunde hafva rådt inom vestra delen af samma område, eller att sådana förhållanden inträdt under mellantiderna mellan aflagringen af dessa sedimentformationer. För antagandet att de granitintrusionstider, som åtskilja sedimentationsperioderna i Fennoskandia, skulle beteckna ett återinträde af kaotiska förhållanden på jordytan, synes mig finnas så mycket mindre anledning, som jag just anser att den teori, jag i denna uppsats förfäktar, aflägsnar den sista anledningen härtill, i det den ger en fullt tillfyllestgörande förklaring för de hittills svårtydda intrusionsfenomenen i urberget ur synpunkten, att de äro orsakade af den abyssiska magmans reaktion inifrån utåt på de redan stelnade delarna af jordklotets yterskorpa. Denna åsikt synes Holmquist äfven sjelf omfatta, och då är det väl anledning att pröfva, i hvilken mån äfven den från yngre sediment afvikande beskaffningen hos äldre arkeiska skiffrarna i mellersta Sverige kan låta förklara sig genom antagandet, att de genomgått omvandlingsprocesser af detta eller andra slag.

Jag är gerna villig att medgifva, att för de *pre*-bottniska skiffrarna antagandet af en uppkomst genom „aktuella orsaker“ icke är fullt bevisad, men de visa petrografiskt så stor likhet med de yngsta prekambriskas skiffrarna, att den i alla fall icke kan sägas vara osannolik. Huru Holmquist kan vilja draga de bland Tammerforsskiffrarna förekommande omvandlade *äkta* tufferna in under området för den antiaktualistiska förklaringsprincipen förstår jag däremot ej. Om man invänder, att de arkeiska sedimenten och yteruptiven trots öfverensstämmelser i hufvudsak likväl i *något* afseende *kunna* vara olika yngre bergarter, så är ett sådant påstående enligt min tanke mera ofruktbart än den konsekvent vidhållna antiaktualistiska ståndpunkten. Ty det utsäger ingenting alls i sak, annat än en *partiell* ignorabimusförklaring, och på detsamma kan därför ingenting byggas. Må man då säga, i *hvilket* afseende man anser en afvikelse i den *petrografiska primärbeskaffningen* förefinnas eller vara möjlig. Först då kan en diskussion af saken gifva något resultat.

Min uppfattning om de svenska hälleflintornas sannolika genesis skall jag framlägga längre fram i denna uppsats.

Med afseende å Holmquists antagande, att bergskedjeveckningarna under prekambrisk tid försiggått på annat sätt än senare, vill jag framhålla, att jag tidigare uttalat mig i alldeles samma riktning som han (Fennia 8. N:o 3, s. 127 ff.). Hela

klara de postkaleviska, de postbottniska eller t. o. m. de postladogiska graniternas och gneisernas genesis från ståndpunkten af den hypotes, som Sterry Hunt betecknande kallat den „kaotiska“, förefaller sålunda ur min synpunkt sedd ofruktbar. Endast med afseende å de katarkeiska granitgneiserna vill jag lemna möjligheten af en exceptionalistisk tolkning öppen.

I de trakter jag tidigare i detalj undersökt, särskildt inom Tammerforsgebitet, har jag i allmänhet funnit, att den yngre arkeiska graniten egt en tydligt eruptiv karaktär äfven i den mening, att den tydligen visat sig vara framträngd från större djup. Här för tala både dess tydligt irruptiva kontakter och förekomsten af kvartsporfyrrzoner vid gränserna mot äldre bergarter. På sådana ställen är den ganska skarpt skild såväl från sedimenten som från

vår finska indelning af urberget är äfven väsentligen grundad på antagandet, att de prekambrika bergskedjeveckningarna påverkat åtminstone stora delar af Fennoscandia temligen likformigt. Ehuru denna arbetshypotes har visat sig synnerligen användbar, ville jag likväl i alla fall f. n. icke uttala någon bestämdare åsikt i den svårlösta frågan, huruvida början af den paleozoiska eran verkligen betecknat en i viss mån kritisk tidpunkt i jordklotets historia.

Aktualismen är för mig på intet vis en dogm, för hvilken jag skulle fordra ett obetingadt erkännande. Jag vill endast upprepa, hvad jag många gånger förut framhållit, att den aktualistiska förklaringsprincipen, tillämpad på urberget, endast innebär, att man först bör se till, om ej de fenomen, vi där möta, låta förklara sig genom inverkan af de agentier, som äro verksamma äfven i nutiden och öfverhufvudtaget de oss närmare liggande geologiska perioderna, innan vi antaga att de bildats på något sätt, om hvilken den direkta erfarenheten hittills ej gifvit oss någon kännedom. Detta är ju endast naturvetenskapens gamla regel, att man bör fortskrida från det kända till det okända, ej i omvänd ordning.

En andra sats, som jag fortsättningsvis ville hålla på och betona, är den att man vid urbergets studium bör lägga största vikt vid de slutsatser, man kommit till på de jämförelsevis klara och rediga ställena, och fasthålla vid de där vunna resultatena, äfven då man kommer in i de terränger, hvilkas byggnad genom en mängd djupt ingripande processers inverkan blifvit invecklad och svårtydd. Släpper man den en gång funna Ariadnetråden, står man snart rädlös i mörkret inför nya gåtor, och icke ens den största skarpsinnighet, den största rikedom på nya, men mot hvarandra stridande synpunkter kan då föra en ut ur urbergets labyrint.

Jag förstår nog min vän Holmquists önskan att *hålla flera möjligheter öppna* beträffande urbergets bildningar. Men för min del anser jag att vid arbete i en komplex med så invecklad byggnad som denna faran att så att säga „trassla in sig“ är så stor, att det är bättre att börja med ett i viss mån ensidigt fasthållande vid vissa synpunkter, och att först pröfva dessa på deras användbarhet, en efter en. Sträfvan efter reda och klarhet träder således här för mig i förgrunden, men denna sträfvan får naturligtvis på intet sätt leda till att man väjer för eller söker förtolka de fakta, som ej stämma med hypoteserna.

äldre graniter, och urberget visar ovanligt rediga drag, i det större sammanhängande granit- och skiffergebit omvexla. Likväl finnas äfven i sådana trakter vanligen ställen, där sediment- och eruptivbergarter af olika åldrar äro på det mest invecklade sätt sammanblandade, och hvarest därför de nyss så rediga dragen af formationernas petrografi och stratigrafi blifva mer eller mindre fullständigt utplånade och äfven bestämmandet af bergarternas åldersföljd möter stora svårigheter. Där alla sediment genom granitinjektions inverkan fått samma prägelse, är det ofta svårt att säga, till hvilken af omnejdens skifferformationer de ansluta sig, och äfven graniternas uppträdande visar motsägelser.

På grund af storleken af de enskilda granitgebiten och uthålligheten af skifferzonerna i Finland möter dock åldersbestämningen här i allmänhet icke oöfvervinneliga svårigheter. Vida mera komplicerad är urbergets byggnad i mellersta Sverige, där de enskilda skiffergebiten äro mindre sammanhängande och graniterna äfven förete större vexlingar än i de motsvarande finska områdena.

Då jag tidigare studerat de gneisartade blandningsbergarter, som uppkommit genom injektion af granit i skiffrika bergarter, har jag främst haft att göra med sedimentära skiffer, inmängda med granitådror, de af mig s. k. „ådergneiserna“. Likväl fann jag redan vid afslutandet af revisionen af kartbladet Tammerfors, att äfven en intim inblandning af yngre granit i de äldre, starkt tryckskiffrika, prebottniska *gneisgraniterna* egt rum och att en del af de inhomogena gneisartade bergarterna således bestå icke af en blandning af sediment och eruptivmagma, utan af tvenne eruptivbergarter.

Särskildt i trakten af Raumo i S.W. delen af nämnda kartblad befans en stor del af den tidigare under Gyllings ledning som gneis kartlagda terrängen bestå icke såsom jag antagit af en blandning af skiffer och granit, utan af starkt skiffrik gneisgranit i blandning med yngre granit. I enlighet härmed är äfven bergarten angifven på kartan. Jag har icke varit i tillfälle att underkasta alla de inom kartbladet Tammerfors område förekommande gneiserna en förnyad revision ur denna synpunkt, men tror likväl, att för en stor del, om ej flertalet af dem den gamla tydningen fortsättningsvis är riktig, d. v. s. att de bestå af en blandning af prebottnisk skiffer och pre-, delvis äfven postbottnisk granit. Däremot sträcker sig den vid Raumo förekommande formationen därifrån vidare mot S. längs kusten förbi Nystad, och senare har jag i Kumlinge i Åbo skärgård konstaterat att liknande blandningar af två graniter, den

ena skiffrig och gneisartad, till färgen grå, den andra massformig och än grå, än röd till färgen, ega stor utbredning i denna del af landet. I Bromarf, W. om Hangö, har jag vidare i förbigående studerat liknande blandningsbergarter. Det var likväl först senaste sommar, jag fick tillfälle att egna dem en mera ingående uppmärksamhet. Då jag härvid tror mig hafva funnit en tydning af saken, som ger en utgångspunkt för bedömandet af problemet om tillgången vid granitintrusionen, om gneisens bildningssätt och öfverhufvudtaget hela det djupare urbergets uppkomst, vill jag här lemna en redogörelse för mina iakttagelser för att söka väcka andras intresse för dessa enligt min tanke synnerligen betydelsefulla företeelser.

Det är klart att då det gäller fenomen, sådana som granitinjektion, -assimilation o. d., skärgården och särskildt hafsbandet skall utgöra det tacksammaste arbetsfältet. Ty då de mikroskopiska strukturerna, när det gäller bergarter, som blandats, steluat och omformats på stort djup, äro föga upplysande, har man vid studiet af sådana bergarter vida större nytta af slipade stycken i mycket stort format, sådana vi t. ex. vid Geologiska kommissionen låtit utföra af de finska klotgraniterna, än af tunnt slipade mikroskopiska preparat. Då det emellertid är omöjligt att i större utsträckning använda denna metod, i det redan brytningen och transporten af så väldiga stycken, som härför erfordras, blefve synnerligen kostsam, måste man i stället vända sig till de tillfällen, naturen själf erbjuder. Nu äro de släta, af isen slipade och polerade och af vågorna ständigt rensköljda klipporna i den yttre skärgården de mest idealiska, af naturen själf förfärdigade „slipade praktstuffer“, man kan önska sig, hvilka låta alla enskildheter i bergarternas sammansättning och inbördes förhållanden framstå fullt lika tydligt som i en med konst slipad yta. Då man här i ett sammanhang ofta kan öfverskåda ytor, som mäta flere hundra m<sup>2</sup>, är det tillfälle, naturen här erbjuder att tränga dess hemligheter in på lifvet, verkligen det mest storartade. Här om någonsin skall således problemet om gneisens och granitens uppkomst kunna lösas.

## GRANITEN OCH GNEISEN I SKÄRGÅRDEN ÖSTER OM HANGÖ.

Geotektoniken i den trakt, hvarom här närmast är fråga, har tidigare alltid förefallit mig så svår, att dess utredning syntes mig hardt när hopplös. Berggrunden består nämligen här af en oredig blandning af olikartade granitiska och gneisartade bergarter, hornblendeskiffrar, kalkstenar, hälleflintor, glimmerskiffrar, kvartsiter och andra säkert sedimentära bergarter, hvilka så godt som alltid



sakna en tydligt igenkänlig botten och på alla sidor omgifvas af, likasom simma uti de stora eruptivmassorna. De trakter jag tidigare (1884 och 85) undersökt i detalj, hafva ej heller lämnat mig några uppslag till sakens utredande, dels emedan jag då var för oerfaren, dels måhända äfven emedan härfvan på dessa ställen var ännu trassligare än eljes.

I Hangö skärgård består berggrunden öfvervägande af en blandning af två ofta nog ganska väl skilda bergarter, en grå, starkt skiffrig gneisgranit och en merendels massformig, rödligt yngre granit. Härtill komma vidare mindre partier af hornblendeskiffer och hornblendegneis, kalksten och tillsammans med den förekommande hälleflintgneis, kvartsit etc.

Gneisgraniten synes i allmänhet förherska på Hangöudds fasta land och är äfven på Tvärminne ön, där zoologiska stationen Krogen är belägen, den rådande bergarten. Det är en i allmänhet ganska likformig, glimmer- eller hornblenderik bergart, hvars utpräglade skiffrighet utan tvifvel är att betrakta som uppkommen genom tryck på fast bergart. Vid Tvärminne är den i allmänhet mörk, hornblenderik, nästan dioritisk till sin beskaffenhet, men i regeln är den dock mera granitisk. Detta är särskildt fallet på holmarna utanför Tvärminne, där den ofta är ögongneisartad, hvarvid parallelstrukturens karaktär af tryckskiffrighet ännu tydligare en eljes framträder. Den är här synnerligen lik den prebottniska gneisgraniten i Tammerfors—Björneborgstrakten, och då ett antal smärre områden af liknande gråa gneisgraniter, öfverallt genom-satta af de yngre graniterna i samma trakter, förekomma i följd med korta afbrott såväl längs linjen Tammerfors—Tammela—Hangö som längs kuststräckan Raumo—Nystad—Åbo, tror jag att en framtida revisionsundersökning i dessa trakter skall kunna säkert uppvisa deras samhörighet. Den stora utbredningen af grå gneisgranit äfven i Nyland framträder icke på de äldre geologiska kartorna, likasom ej heller på den här bifogade öfversiktskartan, emedan denna bergart dels kartlagts som gneis, dels utan vidare hopslagits med de massformiga yngre graniterna i samma trakter.

Den yngre graniten är här som annorstädes i Nyland vida mera omvexlande till sin beskaffenhet, men alla de olika afarterna äro genom öfvergångar nära förbundna med hvarandra. Några massiv af de alltigenom massformiga, ofta porfyrtartade, till åldern ännu yngre graniter, som förekomma här och där längs sydkusten, t. ex. vid Borgå, där bergarten är nästan rapakivilik och liknar den på Jungfrun i Kalmarsund förekommande, samt vid Moss-

haga E. om Åland, finner man icke i denna trakt. Som typ för nu i fråga varande bergart kan man betrakta de mera massformiga delarna af den kända graniten från Drottningberget vid Hangö.

Denna yngre granit är i allmänhet rödlätt, stundom äfven blekare gulgrå, i regeln medelkornig, icke sällan dock äfven pegmatitartad eller öfvergående i aplit och i sina mera typiska former fullt massformig, hvarigenom den skarpt kontrasterar mot den utprägladt skiffriga gneisgraniten. Vid Tvärminne Krogen likasom på många andra ställen bildar den i gneisgraniten ytterst skarpt begränsade, raka ådror, som stundom tvärt afskära skiffriingsytorna i gneisgraniten, men oftare i sned vinkel genomskära dessa (fig. 1). Medan gneisgranitens strykning är temligen konstant N. 80° W., är gångsystemets vanligaste riktning E.N.E. Gångarna äro vid Krogen till sin massa vida underordnade gneisgraniten, medan de något nordligare ofta nog blifva öfvervägande.

Det bästa beviset för att de båda graniterna verkligen äro till åldern vidt skilda bergarter finner man på det lilla skäret S. Rofholmen, S. om Krogen. Här genomskäres gneisgraniten snedt emot sin skiffriighet af en nästan vertikal gång af en mörk bergart (fig. 2). Då man ser den på något afstånd,

skulle man tro att man har att göra med en af de i skärgården icke ovanliga gångarna af trappartad diabas. Vid närmare betraktande finner man emellertid till sin öfverraskning, att gångbergarten är en typisk *hornblendeskiffer* (skiffrig amfibolit). Gången fortsätter skarpt begränsad öfver ett tiotal meter, men afskäres därpå af en gång af *pegmatit*, som äfven i smärre ådror injicerar gångmassan (jf. fig. 3). Då nu pegmatiten utan tvifvel representerar den yngre granitintrusionen, har således tiden för denna och den äldre granitens bildning åtskilts genom en period, hvarunder den senare hunnit pressas, eroderas (ty trappgången har nog icke inträngt på stort djup) och sedermera ånyo sänkas till de djupare delar af jordskorpan, där graniten kunnat uppträda i magmatillstånd. Antagandet, att en stor hiatus åtskiljer dessa bergarter, innebär för öfrigt icke

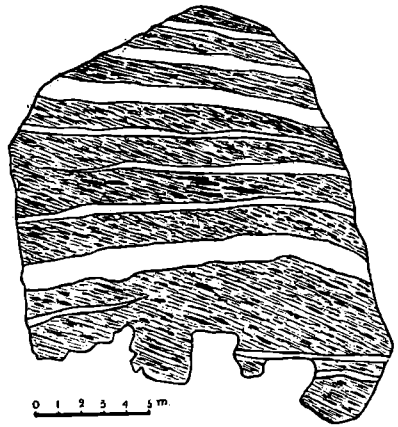


Fig. 1. Gneisgranit genomskatt af ådror af yngre granit. Kobb mellan Vikarskår och Kvarnskår N. om Tvärminne Krogen.

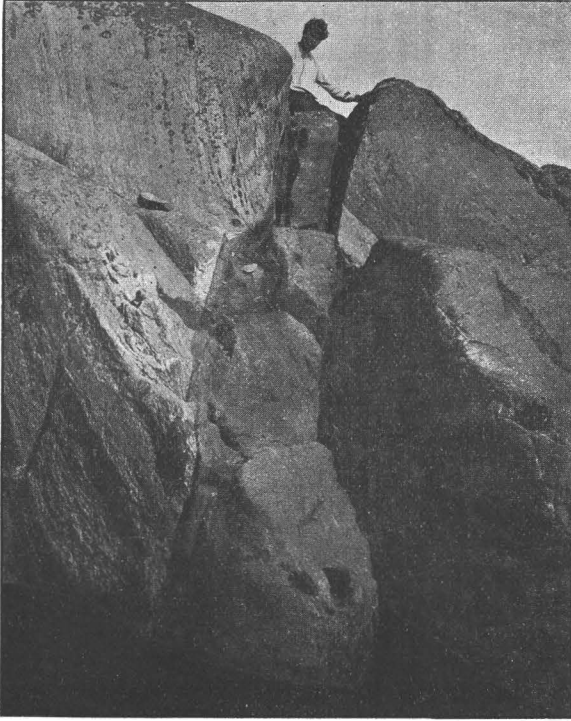


Fig. 2. Gång af hornblendeskiffer genomskärande gneisgranit på S. Rofholmen vid Tvärminne Krogen.

något nytt, om vår uppfattning af deras samhörighet med de pre- och postbottniska graniterna är riktig, då ju dessa vid Tammerfors åtskiljas af hela den bottniska sedimentformationen och vid Tammela likasom vid Pellinge i Borgå skärgård af ofantliga massor uralitporfyrisk (från början basaltiska) effusivbergarter. Med nämnda eruptivmassor ligger det närmast till hands att provisoriskt parallelisera äfven denna egendomliga gångbergart, som förekommer inom samma stråk som Pellingezonen.

Huruvida nu alla de hornblendeskiffer, resp. hornblendegneispartier, som man finner i ifrågavarande trakt, äro sådana gångar, har jag icke lyckats med full säkerhet utreda. Mycket antagligt är, att här äfven förekomma mera lagerartade massor af liknande metamorfoserade basiska eruptivbergarter, ty sådana finner man här och där i skärgården mellan Pellinge och denna trakt, och i Lojo äfvensom Finby finnas hornblendeskiffar i stor utsträckning tillsammans med säkert sedimentära kalkstenar.

Fasthålla vi nu emellertid vid att vi här hafva att göra med åtminstone tre väl skilda bergartsformationer (hvertill ytterligare kommer kalksten etc.), så hafva vi således en säker utgångspunkt för bedömandet af de intressanta blandningar mellan dessa bergarter, vi finna i samma trakter.

En plats, där man synnerligen väl kan studera dem och där jag först fick tag i den ledtråd, jag senare sökt följa, utgöra skären Spikarna, hörande under Tvärminne zoologiska station. Dessa små af vågorna renspolade, kala klippor bestå till sin hufvuddel af en ögongneisartad grå gneisgranit, i hvilken förekomma flera 10 till 30 m breda, i E.N.E. löpande zoner af en ådergneisartad bergart (fig. 4). Inom dessa är bergarten genomdragen af ett nät af tätt till hvarandra framlöpande ådror af granit, som är dels pegmatitartad eller aplitisk, dels medelkornig, röd och i allo lik Hangögraniten. De gå i allmänhet i hufvudsak parallelt med zonernas hufvudriktning, men vid noggrant iakttagande finner man äfven sådana som gå tvärt emot denna. Äfven dessa anastomosera med de öfriga ådrorna. En tvärt mot de öfriga gående pegmatitgång genomskar dock skarpt en del af de parallelt med skiffriheten gående ådrorna, men anastomoserade med andra af dessa. I blandningen förekommer äfven en på sina ställen väl igenkänlig hornblendeskiffer, således alla de tre komponenter, som i trakten äro vanliga.

För att utreda saken gjorde jag en noggrann planteckning i skalan 1:100 öfver den mest typiska delen af den ostligaste holmen, omfattande en yta af några hundra m<sup>2</sup>, hvarvid många detaljer framkommo, som jag förut hade förbisett. Denna planteckning medföljer uppsatsen, reducerad till hälften mindre skala. Jag tog äfven af hållarna så många fotografier, att de väl torde kunna sägas vara de i proportion till sin storlek noggrannast afbildade berghållar, som existera. Jag kan dock icke här införa mera än en del af dessa afbildningar, hänvisande i öfrigt till det mera detaljerade arbete, jag i en framtid kommer att offentliggöra.

Hornblendeskiffern bildar delvis större sammanhängande partier, delvis och öfvervägande är den söndersprängd i skarpkantigt

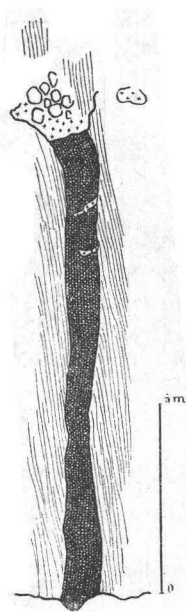


Fig 3. Planteckning af hornblendeskiffergången på S. Rofholmen vid Tvärminne Krogen.

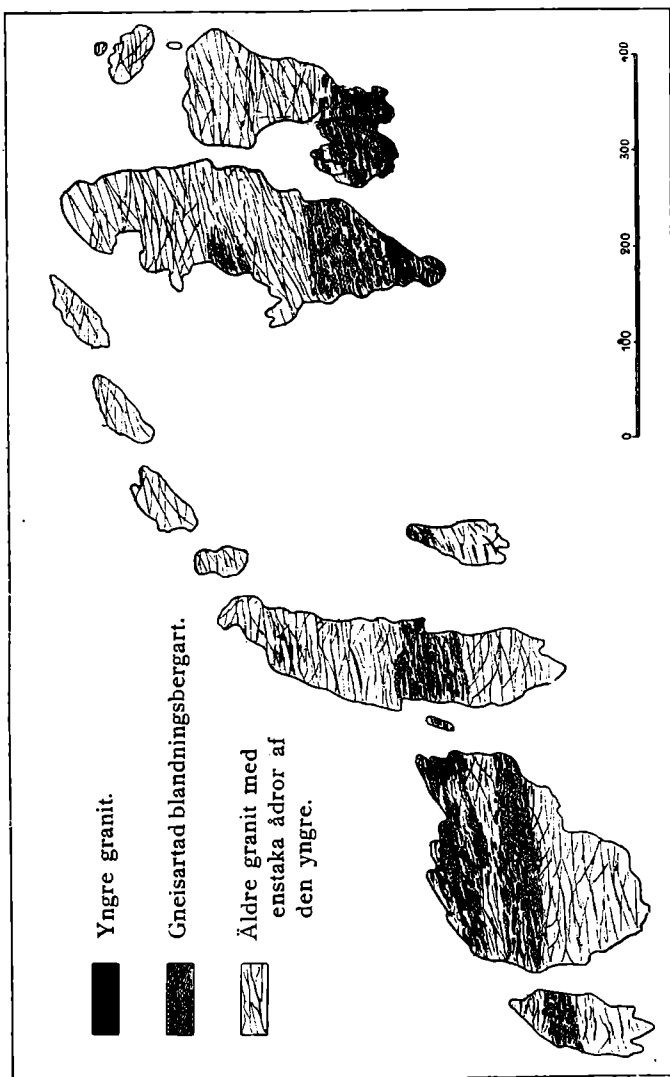


Fig. 4. Skären Spikarna i Tvärminne skärgård E. om Hangö.

begränsade stycken, omkring hvilka graniten i ådrorna är påfallande hvit, apitisk till sin beskaffenhet (jf. fig. 1, tafl. I, som afbildar ett ställe från N. delen af den å planteckningen afbildade hällen närmast intill den lilla viken). Men den har äfven på andra ställen delat sig i mera oskarpt begränsade stycken, hvilkas trasiga former synas tyda på sönderslitning. På ett af de vestra skä-

ren ser man huru en från sidan inskjutande, oskarpt begränsad granitåder sammanhänger med en mängd smala ådror med en ännu otydligare begränsning, hvilka som ett ganska regelbundet nät genomdraga hornblendeskiffern och likasom sönderdela den i en mängd partier (fig. 1, tafl. II). Denna nätstruktur beror synbarligen på en begynnande uppsmältning. Drifves denna något längre, lösgöra sig de enskilda delarna bättre från hvarandra och böja och vrida sig på det egendomliga sätt, som är karaktäristiskt för detta slag af gneiser. Ett vackert prof på en sådan bergart finner man strax bredvid i samma håll (fig. 2, tafl. II) och ungefär midt på den i planteckningen afbildade hållen å den vestligaste af Spikarna (fig. 2, tafl. I). I det ostligaste af skären finna vi partier, i hvilka uppsmältningen har hunnit ännu ett steg längre. Här finnas nämligen i de bredare granitzonerna i sydligaste delen af holmen brottstycken af hornblendeskiffer, hvilka till en del äro rätt väl bibehållna, till en del åter så starkt söndersmultna, att hufvudsakligen endast glimmerskelettet återstår, hvarför en del endast bilda oskarpt begränsade, i graniten försmältande fläckar (fig. 1, tafl. III).

Synnerligen intressanta äro förhållandena mellan den yngre graniten och gneisgraniten (ögongneisen). Icke blott inom de nämnda gneiszonerna, utan äfven utanför dem är gneisgraniten alldeles full af i densamma försmältande smala ådror af rödaktig granit. I enskilda fall äro de väl skilda från den omgifvande bergarten, mestadels dock så intimt förbundna med denna, att blott den rödaktiga färgskiftningen hos ådrorna skiljer bergarterna från hvarandra. Fig. 1, tafl. V, visar ett sådant parti. I en del fall äro bergarterna ännu fullständigare införlifvade, så att blandningen på flera meters sträcka visar karaktärer, påminnande om hvardera bergarten, och oskarpa gränser mellan dem båda. Där ådrorna af „yngre granit“ ligga tätt och äro intimt inväfvade, visar gneisgraniten ofta starka veckningar, hvilka synbarligen här som i motsvarande varieteter af den utaf hornblendeskiffer uppkomna „ådergneisen“ uppstått genom rörelser i en halfsmålt massa.

Särskildt inom de nämnda „ådergneiszonerna“ visar gneisgraniten ofta sådana veckningar (fig. 5), och en stor del af brottstyckena i den breccieartade massan i dessa (jfr. planteckningen öfver den ostligaste Spiken) består äfven af mer eller mindre tydligt igenkänlig gneisgranit. Dessa brottstycken visa här äfven samma böjningar och om sönderslitning erinrande former, som förekomma hos de motsvarande fragmenten af hornblendeskiffer och äro säkert att tolka på samma sätt som dessa.

I det lilla skär, som ligger S.E. om den vestligaste af Spikarna, består bergartens hufvudmassa af en bergart, som visar mycket utpräglad parallelstruktur och äfven i öfrigt liknar den gråa gneisgraniten, men är mycket rikligt och intimt inblandad med ådror och strimmor af röd granit. Denna granitiska massa innesluter ett skarpkantigt parti af hornblendeskiffer (fig. 2, tafl. III), hvars former visa att det uppkommit genom att ett större lagerartadt parti afslitits vid rörelser, gående snedt emot parallelstrukturen i skiffern. Närmast intill brottstycket går parallelstrukturen i den

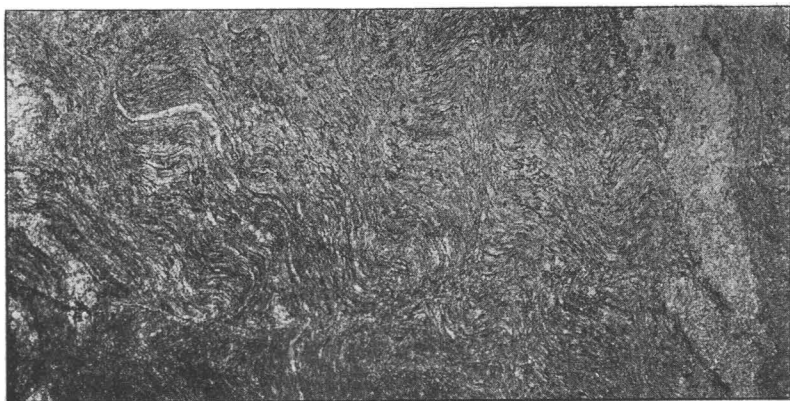


Fig. 5. Gneisgranit blandad med ådror af yngre granit och starkt veckad.  
Den vestligaste af Spikarna i Tvärminne skärgård.

omgifvande gneisgraniten parallelt med brottstyckets gränser, således i tre hvarandra snedvinkligt skärande riktningar. Allt detta måste väl tolkas som beroende på rörelser i en halfsmålt massa, hvars mest tunnflytande delar inträngt i brottstycket, som f. ö. möjligen kan vara att tolkas som en afsliten del af en gång.

På andra holmar i trakten finnes röd, massformig granit i ännu större mängd. Så är t. ex. fallet på Långskär, S.E. om Spikarna, där denna granit innehåller talrika, till stor del flackt liggande brottstycken af grå gneisgranit, som är dels jämnkornig, dels porfyrartad och ofta visa egendomligt trasiga, på resorption häntydande former.

På holmen Porsskär (på kartan Farskär), som ligger vid farleden 10 km E. om Hangö, visar gneisgraniten begynnelsestadierna af samma uppsmältningsfenomen, som iakttagas på Spikarna, i en ännu mera påtaglig form. Först uppkommer en typisk nätstruktur, hvarvid de enskilda delarna mellan maskorna något böjts och

förskjutits, utan att något från dem skarpare afvikande ådermaterial förekommer emellan dem (fig. 1, tafl. IV). Sedermera börjar materialet vid maskorna mera likna den yngre graniten och uppträda mera åderartadt, utan att dock visa någon som helst bestämmande gräns mot den omgivande typiska gneisgraniten, genom hvars omsmältning de synbarligen uppstått (fig. 2, tafl. IV). På samma holme förekommer en zon af hornblendeskiffer, som längs en sträcka af ett par tiotal m har nästan lika tydlig gångkaraktär som på Rofholmen, men till en annan del af sin sträckning ter sig som en obestämdt begränsad zon af granitinjicerad hornblendegneis, för att därpå temligen plötsligt h. o. h. försvinna.

I Hangö möter man nu skildrade fenomen i en ännu mera utpräglad form. I klipporna vid badhusviken förherrsakar en bergart, som till sin hufvudmassa ännu är att beteckna som en ganska typisk gneisgranit, men som i ännu högre grad än bergarten på Porsskär är uppblandad med sådana strimmor, som antagit en mera massformig struktur och till sitt utseende börja närma sig den „yngre graniten“. Blandningen är så intim, att man icke gerna kan tänka sig någon inträngning på sprickor, utan mera får intrycket af en saft, som genomträngt hela bergarten. En intressant form af denna bergart är likasom flammig på grund af förekomsten af små korta stumpar af granitådror, hvilka sluta blindt, men vid noggrant iakttagande visa sig förbundna genom glidytor, längs hvilka förskjutningar egt rum och som äro att likställas med dem som förekomma i bergarten på Porsskär. Denna bergart är intressant, emedan den står ganska nära de former af söndersmälta brottstycken, man ofta iakttagit i stora granitmassiv (Ragunda, Tamerforsgebitet etc.), där inneslutningarna äro alldeles fulla af dels anastomoserande, dels blindt slutande granitådror.

Inom sjelfva staden förherrsakar i allmänhet gneisgraniten, likväl ofta genomsvärd af ytterst otydligt begränsade ådror af rödaktig granit. I Drottningberget äfvensom på udden E. om detta och på Högholmen W. därom förekommer däremot den röda Hangögranit, som i så stor utsträckning brutits och förädlats till monument och andra stenarbeten. I friskt brott ser bergarten ganska likformig ut, men redan då man fuktat ytan (fig. 2, tafl. IV) och än mera då den slipas, framträda i stenen otaliga mörka fläckar. I de talrika monumenten af Hangögranit i Helsingfors har man därför ett ypperligt tillfälle att studera denna bergart. I många fall, t. ex. i den bergart, som bildar hufvudstycket i Alexandersmonumentet, ligga dessa af glimmer markerade fläckar så tätt, att någon



egentlig ådermassa icke förekommer mellan de enskilda, i någon mån olika orienterade brottstyckena, hvilka utan tvifvel äro att betraktas som en gneisgranit, som starkt omsmälts utan att förlora sin parallelstruktur. I en del slipade stycken visar t. o. m. bergarten ännu en gråaktig färg, och kan då stundom vara genomdragen af ådror med en rödaktig färgskiftning. Men det finnes äfven varieteter, som till sin hufvuddel bestå af en alldeles massformig bergart, men äfven dessa kunna dock i den eljest likformiga ytan här och där visa spöklika rester af resorberade brottstycken, hvilkas former blott svagt antydast af det vid omsmältningen kvarblifna glimmerskelettet.

Förekomsten af dessa glimmerstrimor är äfven i tekniskt hänseende af stor betydelse. Utseendet störes visserligen icke så mycket däraf, då fläckarna äro mycket svagt framträdande och man i Ryssland, där Hangögraniten har sin förnämsta marknad, icke fäster afseende vid denna omständighet. Men det ojämnna klåf, som utmärker vissa delar af Hangögraniten, beror utan tvifvel på förekomsten af dessa i olika partier olika orienterade glimmerstrimor, d. v. s. af bergartens maskeradt breccieartade karaktär. Samma förklaring tror jag är tillämplig för många andra nordiska graniter med ojämnt klåf. Här och där finner man i Hangögraniten äfven mot densamma skarpt afstickande brottstycken af svart hornblendeskiffer, hvilka genomsättas af ådror af röd granit.

I trakten E. om Tvärminne förhärskar i allmänhet den gråa gneisgraniten. Den innehåller h. o. d. smärre inlagringar af kalksten, som stundom äro vid ränderna blandade med skarnmineral, särskildt idokras och granat, och visa oskarpa gränser mot graniten, stundom åter som jemnmala, mot graniten väl begränsade skikt ligga inlagrade parallelt med dennas skiffrihet, samt ännu oftare partier af hornblendeskiffer, hvilka äfven uppträda företrädesvis lagerformigt. Likväl är det möjligt att de åtminstone till stor del äro af samma härkomst som de tidigare nämnda gångarna. Hornblendeskiffern visar ofta synnerligen vackra veckningar. Detta är isynnerhet fallet på sådana ställen, där gångar af yngre granit förekomma i större mängd. Ett synnerligen vackert exempel på en starkt veckad och med granitiska ådror inblandad hornblendeskiffer finner man vid sjömärket på S.W. udden af Hasselhoimen (fig. 1, tafl. VI). Ådrorna bestå dels af en ljus aplit, insprängd med små hornblendekorn, dels af en pegmatitartad bergart. Omedelbart utanför bildytan och parallelt med dess öfre rand framlöper en rak gång af typisk pegmatit. Såsom af bilden framgår, omvexla i

gneisen skarpa knäckningar (synliga i synnerhet i det inre venstra hörnet) och mjuka veckningar.

Ett annat typiskt exempel iakttages på S. W. udden af Elgö, närmast Halsholmen (beteckningen på taflan är oriktig). Talrika gångar af granit genomsätta här den af hornblendeskiffer jemte omgifvande gneisgranit bestående hufvudbergarten. Den sistnämnda bergarten är såsom fig. 2 å tafl. VI visar starkt veckad, men är tillika äfven knäckt på åtskilliga ställen. Vid den tid, då hornblendeskiffern varit till en del spröd, till en del halfplastisk, har den omgifvande gneisgraniten tydligen varit alldeles plastisk. Den visar dock i allmänhet ganska bestämda gränser mot den massformiga yngre graniten. Å andra sidan finnas i gneisgraniten strimmor, hvilka äro oskarpt begränsade mot denna och närmast te sig som ett slags sekret från denna, hvilka mycket påminna om den yngre graniten och särskildt dess aplitiska afarter. Äfven i hornblendeskiffern finner man ofta liknande sekretädror, hvilka där ofta äro alldeles ljusa, men innehålla skarpt framträdande små hornblendekorn. Iakttagelserna tala för att äfven här uppmjukningen af de äldre bergarterna varit samtidig med inträngandet af den yngre, gångformiga graniten.

Medan på detta och många andra ställen hornblendeskiffern sålunda varit till stor del plastisk, finnas på flera andra holmar i trakten liknande blandningar, i hvilka den är h. o. h. söndersprängd i skarpkantiga stycken och hvilka sålunda haiva karaktären af breccior. Sådana förekomma t. ex. på W. udden af Brännskär E. och på Klobben S. om Tvärminne Krogen.

Den mellan fragmenten liggande massan är till större delen grå till färgen och öfvergår ofta utan gräns i den i närheten förekommande gneisgraniten. Likväl finnes på Brännskär äfven ådror af en ganska typisk, rödaktig yngre granit mellan brottstyckena, och dessa visa blott delvis bestämd, delvis åter alldeles oskarp gräns mot den gråfärgade delen. Äfven gångartade bildningar af ett material, nästan lika basiskt som brottstyckena, förekomma och därjemte äfven en mellanform, som ser ut som en syenit- eller minnetartad bergart. Dessa breccior har jag ej hittills lyckats fullt förklara, men är böjd att tro, att de äfven uppkommit vid tiden för den yngre granitens intrusion, då i allmänhet i trakten så vidtgående omsättningar inom bergarterna egde rum.

Medan de nu skildrade förhållandena i alla fall äro jämförelsevis rediga och lätta att tyda, förekomma i stora delar af skärgården mellan Tvärminne och Ekenäs en ännu intimare blandning af grå gneisgranit, rödaktig „yngre granit“, hornblendeskiffer, kalk-

sten m. m. Denna blandning är fullt lika oredig som den, hvilken förekommer i Houtskär och N. delen af Korpo i Åbo skärgård och hvilken, då jag som ung geolog undersökte densamma, bragte mig att förtvifla om möjligheten af en utredning. Öfverhufvudtaget påminna förhållandena mycket om de i dessa trakter rådande.

Synnerligen typiska former af dessa blandningsbergarter finner man t. ex. på Hermansö, E. om Lappvik station vid Hangöbanan. Stundom finner man här en ännu tydligt igenkänlig gneisgranit, mestadels dock bergarter, som till beskaffenheten stå midt emellan denna och den rödaktiga „yngre graniten“, och midt ibland dessa granitiska massor, utan bestämd gräns mot dem, inlagringar af hornblendeskiffer, kalksten och tillsammans med denna förekommande hälleflinta. Pegmatitådror förekomma öfverallt, dels i nära förbindelse med öfriga graniter, dels genomdragande hornblendeskiffern och hälleflintan och med skarp gräns mot dessa. Kalkstenen är tydligt lagerartad och vexellagrar med hälleflintan, som är starkt veckad och till stor del söndersliten i en mängd fragmentartade stycken. Mot sidorna öfvergår den vanligen utan bestämd gräns i den omgifvande graniten. Hornblendeskiffern visar mångenstädes en vexellagring af mörkare och ljusare skikt, hvilka senare ofta öfvergå i granitlika delar. På andra ställen genomskäts hornblendeskiffern af skarpt begränsade granitådror, hvilka äfven här vid gränserna mot den basiska bergarten ofta äro mycket ljusa, aplitiska till sin beskaffenhet.

Hvad som i synnerhet ådrager sig uppmärksamhet, är det nyckfulla sätt, på hvilket i dessa bergarter veckningar och skarpa knäckningar omvexla. Än visar hornblendeskiffern en mängd små förkastningar, som man vore frestad att tillskrifva vanliga dislokationer, än visar den böjningar, som tyda på att den befunnit sig i alldeles plastiskt tillstånd, och båda dessa modifikationer finner man på ett afstånd af blott ett par meter från hvarandra. Pegmatitgångar, som tvärt genomskära skiffern, visa förskjutningar om en å två meter, utan att något spår till sprickbildning i den fullständigt igenläkta bergarten kan iakttagas. Synnerligen vackert framtråda dessa fenomen i bergen N. om dr. Hausens villa. Samma skikt af hornblendeskiffer kan på ett ställe visa de mjukaste veckningar, tätt bredvid skarpa knäckar, medan fortsättningen af den linje, som på ett ställe ter sig som en förkastning, tätt invid genomskär axeln i ett veck (fig. 1 och 2, tafl. VII; märk äfven den mörkare strimman i den undre bildens midt, som här snedt afskurits genom glidningar i en riktning, vinkelrät mot förkastningens).

Det förefaller som om graden af plasticitet hos hornblendeskiffern stode i samband med den omgifvande granitens natur, i det den där den omgifves af grå gneisgranit förhåller sig mera som en fast bergart, medan den i samma mån som den omgifvande bergarten mera liknar „yngre granit“ visar allt högre plasticitet. I samma berg finnas äfven bergartsmodifikationer, som te sig som breccior af granit med inneslutna sönderslitna skiktfragment af hornblendeskiffer (fig. 6), medan åter i andra hållar på samma holme blandningen af granit och starkt upplösta skifferskikt visar företeelser, påminnande om fluidala rörelser.



Fig. 6. Breccieartad blandning af gneisgranit, hornblendeskiffer och yngre granit. Berg N. om dr. Hausens villa å Hermansö, Pojo socken.

SLUTSATSER. JEMFÖRELSE MED LIKNANDE FENOMEN FRÅN ANDRA FENNOSKANDISKA GRANITOMRÅDEN. ASSIMILATIONS- OCH INJEKTIONSLÄRORNA I DEN GEOLOGISKA LITTERATUREN.

Såsom framgår af här meddelade beskrifningar och bilder, visar berggrunden inom denna terräng en ständig vexling mellan bergarter, som vid tiden för den yngre granitens intrusion varit så fasta, att de varit alldeles spröda, och andra, som samtidigt varit uppmjukade ända till och t. o. m. utöfver gränsen af upp-

smältning. Det är af en bergarts massa som befunnit sig i *smältande* tillstånd, som det hela gör intryck.

Jag tror att de slutsatser, man här kommer till, medgifva en ganska vidsträckt generalisering. Terrängen är som redan framhållits typisk för hela den finska sydkusten, och meddrager man till jämförelse de fakta, som tidigare under årens lopp insamlats i andra trakter af Fennoskandia, erhålles icke endast en bekräftelse af många här gjorda iakttagelser, utan äfven en förklaring af företeelser, som man tidigare förgäfvades grubblat öfver.

Jämföras för det första de starkt veckade typiska gneiserna med de likartade bergarter, man förut känner från andra trakter (jag erinrar t. ex. om mina beskrifningar och bilder af „ådergneiser“ från Tammerforstrakten<sup>1</sup>, *så torde man om alla dessa starkt veckade („vresiga“) med granitådror blandade gneiser kunna uttala den satsen, att deras struktur icke beror på att veckningen här varit „våldsammare“ än annorstädes, utan är att tolkas som beroende på rörelser i en bergarts massa, som i sin helhet befunnit sig vid gränsen till smältning,*<sup>2</sup> vare sig då orsaken varit tillförelse af värme och material genom granitiska eruptivmassor eller helt enkelt den, att bergarten jemte sin omgifning vid bergskedjerörelser pressats så djupt ned i jordens inre, att värmets där varit tillräckligt att smälta den. Anmärkningsvärdt är att vi så sällan i Fennoskandia påträffa ådergneiser med deformerade pegmatitådror eller tätt liggande veckförkastningar, sådana som t. ex. känneteckna gneiserna i skotska Högländerna. Tvärtom hafva de här i regeln pressats föga efter sin första bildning, d. v. s. efter tiden för motsvarande granitinjektion.

På samma sätt tror jag mig, vid revision i tankarna af allt hvad jag sjelf sett eller genom andra erfarit om fennoskandiska eller utländska granitområden, kunna våga uppställa den sats, *att strimmighet i graniter, orsakad af de mörka mineralens anordning, där den icke är att tolkas som tryckskiffrighet, i de flesta om ej alla fall är beroende på resorption af skiffriga eruptiv- eller sedimentbergarter. Äfven fläckigheten i graniter torde i flertalet fall bero på förefintligheten af ofullständigt resorberade brottstycken.*

Jag har tidigare, i mitt år 1893 utgifna arbete Om bärggrunden i södra Finland<sup>3</sup> framhållit, att parallelstrukturen i de syd-

<sup>1</sup> Bull. Comm. Géol. de Finl. N:o 6, figg. 73 o. 74. sid. 133 o. 135. Fennia. 8. N:o 3. tafl. II.

<sup>2</sup> jfr. l. c. s. 134.

<sup>3</sup> Fennia. 8. N:o 3, s. 17—19. Deutsches Referat, s. 141.

finnska gneisgraniterna icke kan vara uppkommen genom tryck på fast bergart, utan att „strimmigheten uppkommit under den tid, då åtminstone en del af bergarten ännu befann sig i magmatillståndet“, genom inverkan af ensidigt tryck „på en bergart, som ännu åtminstone delvis befann sig i plastiskt tillstånd.“ „Samma förklaring“, framhöll jag härvid, „låter då äfven använda sig för att förklara uppkomsten af parallelanordningen af de enskilda bergartsbeståndsdelarna. De glimmerrika strimmorna vore sålunda att betrakta som ett slags fluidala företeelser. Till icke ringa del torde de dessutom härröra just af sådana i graniten inneslutna, men till större delen uppsmälta skifferskikt“.

I detta försök till förklaring ligger en tanke besläktad med den som Weinschenk senare utvecklat i sin bekanta piëzokristallisationsteori<sup>1</sup>, likväl med den väsentliga åtskilnad, att Weinschenk anser trycket hafva verkat orienterande på de enskilda mineralen, särskildt glimmerbladen, vid deras utkristallisation och medan bergarten befann sig i halfplastiskt tillstånd, medan min förklaring hufvudsakligen afsåg att betona, att parallelstrukturen var af äldre datum än bergartens definitiva stelning. — Såsom jag nu tänker mig saken, hvarvid jag anser uppsmältningen hafva spelat en ännu vida större roll än jag först antog, och hafva drabbat icke blott skiffrar, utan äfven tryckskiffriiga graniter, med ett ord hela berggrunden i denna trakt, blir icke mycken plats kvar för antagandet af en tryckets orienterande inverkan på den halfplastiska magman. Allra minst ville jag antaga, att detta förmått verka i högre grad orienterande vid den primära utkristallisationen af glimmerbladen. Tvärtom visar det sig öfverallt, att strimmigheten likasom det lodräta läget hos skiffningsplanen äro minnesmärken från de pressningar, bergarterna i fast tillstånd undergått, om de än till stor del bibehållit sig äfven sedan dessa undergått förnyad uppsmältning.

Tryckskiffrigheten är således enligt min tanke den ursprungliga formen för skiffrigheten äfven i detta slag af gneisartade graniter. Dennas uppkomst låter äfven enkelt och osökt förklara sig på induktiv väg. Vi kunna i många graniterränger, särskildt äfven

<sup>1</sup> F. Weinschenk, Ueber das granitische Centralmassiv und die Beziehungen zwischen Granit und Gneiss. Abh. K. Bayer. Akad. d. Wiss. II. Kl. XVIII Bd. III. Abth. 1894, s. 91.

Idem, Dynamométamorphisme et piëzocristallisation. Mém. du VIII. Congr. Géol. Int. Paris 1900.

Idem, Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Abh. K. Bayer. Ak. d. Wiss. II. Kl. XXII. Bd. III Abt., s. 796 ff.

våra områden af prebottnisk porfyrgranit, påvisa huru parallelstrukturen småningom utvecklas genom utvalsning af de enskilda mineralen och genom bildningen af glidytor, på hvilka glimmer och andra mörka mineral utkristallisera. Deremot är det svårt att inse, huru i en massa, som befinner sig i flytande form och där således trycket fördelas lika öfverallt, detta skulle kunna verka i högre grad orienterande. I den trakt hvarom här är fråga, finner man talrika exempel på, att genom smältningen lösgjorda delar af bergarter med förut lodrätt skiffriighet sträfvat att intaga ett annat, mindre brant läge, eller ock böjts i en riktning, normal mot deras allmänna parallelstruktur, och att trycket sålunda icke förmått orientera dem parallelt med denna (jfr. bilderna, särskildt fig. 2, tafl. III).

Äfven då man talar om en fluidalstruktur i graniter och andra djupbergarter måste man erkänna, att de rörelser, som egt rum i en abyssisk magmamassa, utan tvifvel varit ganska olikartade mot dem, som skett i de effusiva bergarterna, till hvilka ju begreppet fluidalstruktur ursprungligen hänfört sig. Exempel på rörelser i magman finna vi visserligen nog inom denna terräng. Jag vill utom de redan beskrifna bilderna här meddela närstående teckning af en häll vid Kägra i Bromarf, N. W. om Hangö, som jag iakttog för ett par år sedan. Man finner vid första ögonkast på densamma, att strömningar i magman egt rum, som både orienterat de

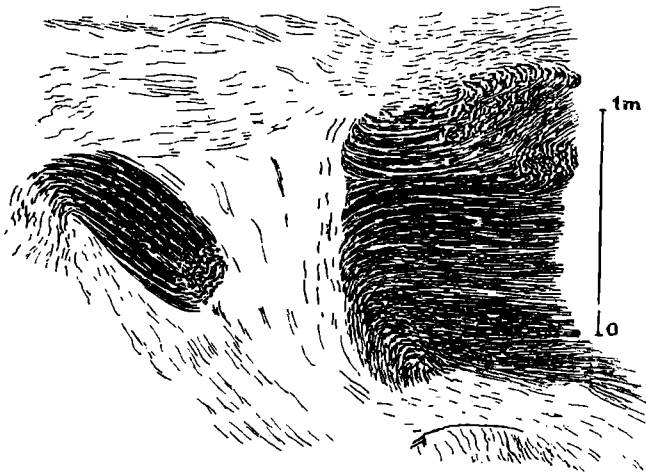


Fig. 7. Strimmig granit med brottstycken af gneis, visande fluidala fenomen.  
Kägra i Bromarf, N.W. om Hangö.

i densamma som rester af uppsmälta bergarter bevarade glimmerstrimmorna och de närmaste delarna af inneslutna skifferfragment, men *hvilka gå i olika, delvis hvarandra skärande riktningar*. Ett sådant fall som detta synes mig fullkomligt svåra mot antagandet, att trycket under stelnandet skulle hafva kunnat verka orienterande på glimmerbladen i hela massan och gifva dem alla ett parallelt läge.

Äfven klotgraniten från Wirvik vid Borgå visar vackra prof på fluidala rörelser, vid hvilka glimmerstrimmorna icke heller rönt inverkan af parallelstrukturens allmänna riktning i trakten<sup>1</sup>.

Där i djupbergarter, som icke visa uppsmältningsfenomen, förekommer en verklig gränsfluidalstruktur, synes mig denna oftare hafva förorsakat en parallelanordning af fältspaterna och andra liknande, tafvelformiga mineral, eller en zonal omvexling af ljusare och mörkare mineral, än en parallelanordning af de primärt utkristalliserande glimmerbladen.

Liksom i så många öfriga fall måste vi äfven vid studiet af de parallelstrukturer, som uppkommit i magmor under deras stelnande, börja med de fenomen som stå oss närmast i tiden.

Våra yngsta graniter, rapakivigraniterna, innesluta i så mycket mindre grad än öfriga fennoskandiska graniter fragment af skifferbergarter. Fil. kand. B. Eskola har dock vid undersökning af rapakiviområdet E. om Nystad konstaterat att fenomen, liknande de här beskrifna, icke h. o. h. saknas vid kontaktorna mot äldre bergarter. Vid detta områdes N. W. gräns förekomma eruptivbrecior, i hvilka cementet utgöres af en ofta pegmatitartad rapakivi, medan brottstyckena bestå af gneis och andra skiffriiga bergarter. Dessa fragment äro delvis skarpkantiga, men delvis visa de äfven böjningar och intim inblandning af granit mellan skiffriingsytorna i likhet med ådergneiserna. Likaså har Benj. Frosterus redan tidigare från norra gränsen af det viborgska rapakiviområdet beskrifvit liknande företeelser<sup>2</sup>. De här i rapakivin rikligt förekommande brottstyckena af gneisgranit och andra äldre bergarter visa synnerligen karaktäristiska injektions- och assimilationsfenomen. I Ragunda saknas icke heller, där rapakivigraniten innehåller talrika fragment af basiska bergarter, insmältningsfenomen, som äro i viss

<sup>1</sup> Benj. Frosterus, Ueber ein neues Vorkommen von Kugelgranit unfern Wirvik bei Borgå in Finland. Tschermaks Min. u. Petr. Mitth. XIII. 1892, s. 191 ff. o. 196.

<sup>2</sup> Benj. Frosterus, Beskr. till Bergartsk. Sekt. C. 2. St: Michel, Geol. öfversiktsk. ö. Finl., s. 88.



mån analoga med dem vi möta hos de starkt veckade och ådrade gneiserna. Äfven här är graniten närmast diabasen icke sällan aplitisk, hvit och nästan fri från mörkare mineral (fig. 8).

Hos den grofkorniga graniten från Borgå, som står rapakivin ganska nära till struktur och geologiskt uppträdande, finna vi i de



Fig. 8. Diabasfragment i rapakivigranit vid Hammarforsen i Ragunda i Sverige. De mörkaste delarna utmärka *diabas*, de hvita *aplit*, de schrafferade en *hornblenderik granit*. *Rapakivigraniten* är betecknad med korta streck. C.  $\frac{1}{30}$  nat. st.

jemnkorniga gränsszonerna fenomen, som starkt påminna om de här afhandlade, i det bland de talrikt förekommande brottstyckena af främmande, mestadels basiska bergarter, som med graniten bilda synnerligen typiska eruptivbreccior, jemte de öfvervägande skarpkantiga äfven finnas sådana, som visa starka böjningar och en delvis upplösning i likhet med hvad i de arkeiska graniterna är vanligt (fig. 9), hvarvid äfven här gneisartade blandningsbergarter i smått uppkommit.

Äfven de postkaleviska graniterna i norra Finland visa vid gränserna såväl mot amfibolitiska bergarter, glimmerskiffrar och kvartsiter i stor utsträckning liknande upplösningsfenomen, ehuru

blandningsbergarterna här ofta äro anmärkningsvärdt rätskiffriga. I synnerligen karaktäristiska former finner man dem i Pudasjärvi och kringliggande socknar N. om Uleåträsk inom de sydligaste delarna af det nordfinska gebitet af postkalevisk granit.

I största skala och mest typisk form finner man dock dessa fenomen hos de yngre arkeiska (postbottniska) graniterna, medan däremot parallelstrukturen hos de prebottniska gneisgraniterna i

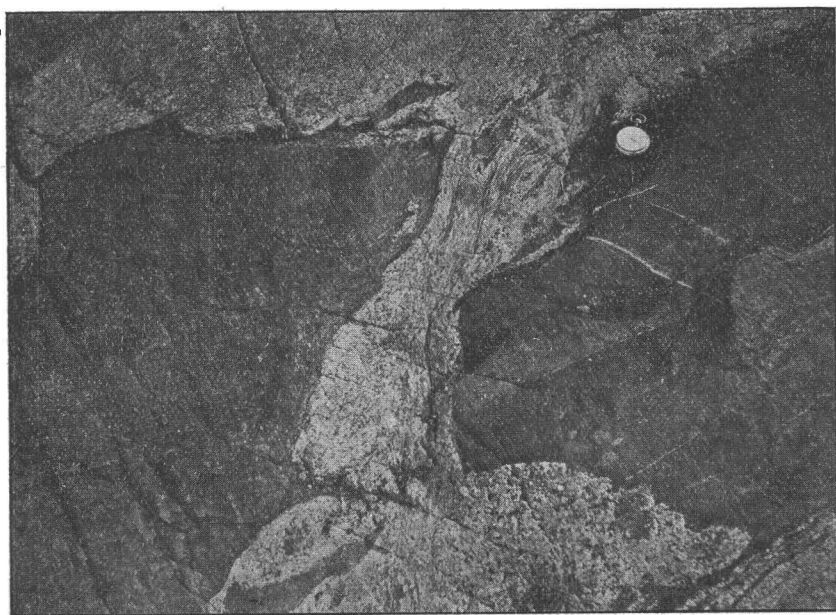


Fig. 9. Brottstycken af hornblendeskiffer i Onasgranitens gränsson.  
Rågskår S.W. om Onas, Borgå socken.

regeln är en synnerligen typisk trycksriffighet. Inom det stora centrala massivet af postbottnisk granit finner man visserligen icke i den utsträcking man kunde hafva anledning att vänta strimliga eller gneisartade bergarter. De inneslutningar, som här förekomma, bestå mestadels af basiska bergarter, som klufvits sönder i otaliga skarpkantiga brottstycken. Där inneslutningarna eller den närliggande, af granit injicerade bergarten består af mera typiska skiffrar, saknas ej heller här, såsom framgår af i det föregående meddelade exempel, typiska „ådergneiser.“ Jag har äfven i norra Ruovesi iakttagit gneisgranitiska bergarter, som förena den äldre och yngre granitens karaktärer och som jag redan för några år sedan var böjd att tolka som uppkomna genom omsmältning af den förra.

Inom den zon af arkeiska bergarter, bland dem såsom förher-skande postbottniska graniter, som sträcker sig längs finska sydkusten från Åbo till Lovisa och på andra sidan om det viborgska rapakivigebitet vidare längs Ladogas nordkust, och som på vestra sidan Östersjön torde hafva en fortsättning i Uppland, är det dock som dessa strimmiga och bandade graniter och ådrade gneiser bäst kunna studeras.

I Helsingfors omedelbara närhet uppträda de i mycket karaktäristisk form, ehuru man här likväl hittills saknat den rätta synpunkten för deras bedömande. I bergen i själfva staden förekommer hornblendegneis tillsammans med pegmatitartad granit, som med denna bildar ådergneiser, men den bergart som hufvudsakligen användts till socklar, trottoarstenar och andra stenarbeten i Helsingfors och hvilken till största delen brytes i Sörnäs N. om staden, är af annat slag. Den består af en blandning af grå, ofta porfyrartad gneisgranit (ögongneis) och ådror af rödaktig yngre granit, i hvilken de båda komponenterna äro på samma sätt blandade som i de beskrifna bergarterna från Hangö skärgård, men där den gneisgranitiska delen ofta är ännu starkare uppsmält än i flertalet af dessa (figg 2—3, tafl. VIII). Det hela hafva vi stundom skämtsamt brukat förlikna vid en „stufning“, i hvilken graniten utgjort soppan och en ofta till oigenkänlighet „sönderkokad“ bergart motsvarar köttstyckena. Hela tillvägagången vid den process, genom hvilka den bildats, blir dock svårforeståelig, så länge man är fången i foreställningen om en injektion „lit par lit“ af den senare stelnade granitmagman i de äldre bergarterna. Ty huru har en så fullständig sönderkrossning af dessa, som teorin fordrar, kunnat ega rum på sådana djup, hvarest i regeln allt är nära plasticitetsgränsen, eller huru har i annat fall den på högre nivåer mekaniskt sönderpressade massan kunnat tryckas ned till detta djup, utan att sprickorna igenläkts? Hela saken blir emellertid enkel och lätt förklarlig, om man ej tänker sig sönderkrossningen och „insprutningen“ som i viss mån oberoende processer, utan uppfattar det hela som en bergartmassa, som *hållit på att smälta sönder*, kort före den tidpunkt då den „yngre granitens“ magma definitivt stelnade. Denna teori förklarar på ett nöjaktigt sätt alla de foreteelser, vi här möta, och hvilka den i Helsingfors bosatte geologen har anledning att begrunda redan hvarje gång han i regnväder vandrar öfver dessa trottoarstenar, hvilkas nötta och våta yta visar ifrågavarande fenomen nästan lika väl som skärgårds-klipporna. Härigenom förklaras enkelt såväl den intima blandningen af brottstycken af „äldre“ och ådror af „yngre“ granit, den

orediga strukturen i den förra, den om infrätning erinrande formen hos vissa från pegmatitådror i de bättre bevarade gneisgranitpartierna utgående utlöpare (fig. 1, tafl. VIII), förekomsten af veckningar med ytterligt stark utdragning af midtskänklarna och ofta nog en granitisk strimma midt uti dessa samt talrika andra liknande fenomen, (fig. 2 o. 3, tafl. VIII), som denna bergartsblandning har gemensam med de ådergneisartade bergarterna. Särskildt då man jämför denna bergart med den å Spikarna, Porsskär etc. samt vid Hangö stad förekommande, kan man ej tvifla på att samma förklaring gäller för hvardera.

Intressanta omvandlingsfenomen hos de i Helsingforstraktens gneisgraniter ofta förekommande brottstyckena af hornblendegneis, hvilkas randzon förvandlats till glimmergneis, hafva beskrifvits af F. J. Wiik<sup>1</sup>.

Utom de redan nämnda ställena i Åbotrakten, där jag iakttagit liknande blandningar, förekomma enligt Berghells beskrifningar<sup>2</sup>), afbildningar och stuffer sådana i synnerligen typisk gestalt i sydligaste delen af skärgården mellan Åbo och Åland.

I den östra delen af det stråk, i hvilket kustgraniterna uppträda, finner man fullt lika typiska uppsmältningsföreteelser som i dess mellersta delar. I Jaala S. om Heinola iakttog jag redan under den första sommaren, jag som extra geolog deltog i fältarbeten, i härvarande graniter liknande insmältningsföreteelser. S. om Ruhmasjärvi i Jaala aftecknade jag t. ex. det i fig. 10 åtgifna partiet, hvars beskrifning jag afslöt med orden: „hela företeelsen utgöres alldeles ögonskenligt af ett i graniten inneslutet gneisfragment, som i densamma blifvit uppmjukadt, böjdt och delvis upplöst“. Denna uppfattning kan jag ännu i allo vidhålla.

I trakterna E. om Vuoksen före-

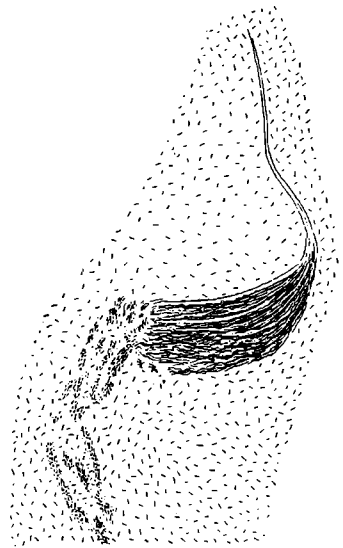


Fig. 10. Brottstycke af gneis i röd granit från S stranden af Iso Ruhmasjärvi i Jaala. I gneisen finnas hvita strimmor och linser af kvarts och den smala snibben är uteslutande utfylld af detta mineral.  
C.  $\frac{1}{20}$  nat. st.

<sup>1</sup> F. J. Wiik. Om brottstycken af gneis i gneisgranit från Helsinges socken. Bidr. t. känned. af Finl. natur o. folk, utg. af F. Vet.-Soc. H. XLVI. 1887.

<sup>2</sup> H. Berghell, Beskrifning till kartbladen N:o 23 o. 24, Jurmo och Mörskär. F. G. U. 1892, s. 10—12.

komma i mycket stor utsträckning graniter, som delvis äro alldeles massformiga, delvis gneisgranitiska, med täta öfvergångar emellan hvardera. Dessa bergarter, som förena karaktärerna af våra prebottniska och postbottniska graniter, äro tvefvelsutän äfven uppkomna genom uppsmältning af de förra under postbottnisk tid. Här kan man ofta iakttaga fenomen, som synbarligen berott på rörelser i en halfplastisk magma, i det zoner af mer eller mindre resorberad, tryckskiffrig porfyrgranit visa parallela vindlingar och en af glimmerstrimmor uppfylld, nästan fullständigt omsmält granit visar anordning af dessa strimmor parallelt med sin gräns mot de tidigare stel-

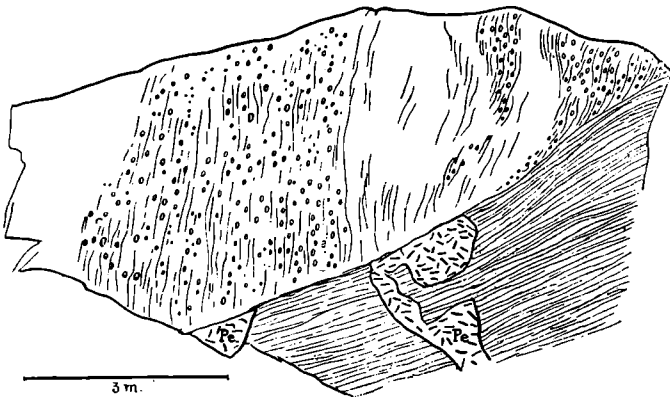


Fig. 11. Parti i jernvägens stenbrott W. om Antrea station i St André. Ofverst strimmig porfyrgranit, undertill medelkornig granit, som visar en parallelt med gränsen gående strimmighet, samt en till större delen bortsprängd, utmed teckningens plan gående gång af pegmatit (Pe).

nade delarna (Fig. 11). Graniten i denna trakt är utan tvefel att betrakta som en direkt fortsättning af stråket längs Finska vikens norra kust, ehuru det stora viborgska rapakivigebitet afbryter det direkta sambandet. Äfven vid Ladogas nordkust förekomma fortsättningsvis liknande graniter, och här äro assimilationsfenomenen ofta synnerligen storartade. I Sordavala socken finner man t. ex. på öarna i Ladoga öfvergångar mellan granit och glimmerskiffer, som ske så småningom, att det är alldeles omöjligt att säga när den ena bergarten börjar och den andra upphör. Glimmerskiffern är här så massformig, att den klyfver sig ungefär på samma sätt som en granit och i ganska stor skala brytes för att användas som råmaterial för grafstenstillverkning, men öfvergår dock i andra säkert sedimentära glimmerskifferar och fylliter af mera vanlig typ.

Vi komma sålunda på olika ställen till den förklaring af de sydfinska „kustgraniternas“ och gneisartade bergarternas genesis, att de i stor skala bildats genom uppsmältning af de äldre bergarterna, hvarvid en stor del af dessa dock förblifvit i osmält eller halfsmält tillstånd, efter granitens stelnande teende sig som i denna simmande större eller mindre brottstycken eller, där de blifvit fullständigare resorberade, som inhomogeniteter i densamma.

Jag har tidigare i det längsta velat uppfatta graniten i våra trakter som i egentlig mening eruptiv, d. v. s. som ett nedifrån, från de stora okända djupen kommet magma. Jag har härvid ledts af det induktiva åskådningssättet, som manar en att så länge det blott någonsin är görligt söka analogier mellan de på djupet försiggångna processerna och sådana som tilldragit sig vid eller närmare intill jordytan, således i detta fall att så länge det är möjligt tillgodogöra erfarenheterna från vulkanområden eller genom grundare erosion i dagytan framskaffade eruptivmassor. Denna uppfattning har jag dock äfven stödt på direkta iakttagelser bl. a. i Tammerforsområdet, där äfven det stora, centrala gebitet af postbottnisk granit ännu visar igenkänliga, om ock af senare regionalmetamorfos något beslöjade gränzoner med kvartsporfyrisk struktur, således tecken på att magman hunnit en nivå, där redan afkylande inflytelser begynte göra sig gällande. Jag har emellertid tillika hänvisat på, att då antagandena om granitmagmans härkomst från större djup och dess uppkomst „in situ“ genom återuppsmältning af fasta bergarter ingalunda kunna betraktas som kontradiktoriskt motsatta, är frågan för hvarje enskildt gebit egentligen den, om erosionen där blottat så stora djup att vi nått till sjelfva Plutos smedja, den „fabrik“, där de granitiska massorna kunna å nyo antagit smältflytande form. Tidigare har jag föreställt mig, att de nordiska geologerna möjligen skulle nödgas resa så långt som till Kanada för att på något för en ovanligt djupgående erosion utsatt ställe af dess ofantliga urbergsområde få se sådana af erosionen blottade granitfabriker. Numera börjar jag dock allt bestämdare tro, att vi utan att veta det haft dem tätt invid vår egen dörr, d. v. s. att den här afhandlade kustgranitzonen just är en sådan terräng af bergarter, som varit pressade ned till gränsområdet af de djupa delar af jordskorpan, där enligt den gamle grekens uttryck allt är flytande, *πάντα ῥεῖ*.

Att den nu skildrade zonen i sin helhet befunnit sig i smältande, d. v. s. delvis smält, delvis halfsmält och fast tillstånd, därom hyser jag icke längre tvifvelsmål. Jag har icke här kunnat ut-

lägga hela mitt iakttagelsematerial, men i de släta skärgårdsklip-porna kan man se dessa företeelser i så rik omväxling, att det är möjligt att framlägga bilder, som likasom i kinematografisk följd visa den successiva uppsmältningen af de olika bergarterna. Trak-ten är dessutom lätt tillgänglig, och den af en diskussion intres-serade kan således lätt få tillfälle att bryta en lans på den för geologen lämpligaste arenan, ute i den fria naturen, där den som slås till marken kan på Antaios vis hemta nya krafter, hoc est nya argument genom beröring med allas vår moder jorden.

Hvad diskussionen gäller, är enligt min tanke blott, om vi kunna tolka alla dessa uppsmältningsfenomen genom antagandet, att graniten sjelf från större djup fört med sig den värme, som be-höfts för uppsmältningen, eller om vi skola tänka oss att de berg-arter, som undergått omsmältning, genom veckningsrörelser eller nedsjunkning nått till gränsen för den *magmasfär* eller *tektosfär*<sup>1</sup>, som man måste tänka sig finnas närmast under den fasta lito-sfärens djupaste delar. Nu äro de granitådror, som skulle hafva åstadkommit upplösningen, på många ställen i massa vida under-ordnade de delar som ombildats, ja t. o. m. partier, där väl afskilda ådror af „yngre“ granit saknas, visa en begynnande smältning eller upplösning (jfr. fig. 1 och 2, tafl. IV). Där den yngre graniten före-kommer i större mängder, visar den ofta trots sin eljes starkt för-ändrade beskaffenhet en ganska väl bibehållen parallelstruktur, konform med den hos de äldre gneisgraniterna i trakten rådande, hvilket visar att den är bildad *in situ* och icke att uppfattas som en i egentlig mening intrusiv bergart. Hela omvandlingsprocessen har synbarligen försiggått i så stor skala, att det synes mig vara ganska liten principiell åtskilnad mellan att antaga, att man här nått ett djup, vid hvilket nedifrån framträngande väldiga magma-massor länge förmått hålla sig flytande och utöfva en så stark upplösande inverkan på sin omgifning, eller att de fasta bergar-terna här pressats ned till sådana djup, att den inre jordvärmens förmått smälta dem. Enklast synes mig därför vara att antaga, att vi hafva att göra med bergartsmassor, som befunnit sig nära eller invid gränsen till djupets magmaocean och som stelnat så att säga „in statu renascenti“ eller då de hållit på att pånyttfödas till postbottnisk granitmagma.

<sup>1</sup> Det af *Gürich* (Granit und Gneis Himmel und Erde, 1905 XVII, s. 248) föreslagna namnet *tektosfären* förefaller mig att vara språkligt oegentligt, hvarför jag tillåter mig att föreslå denna modifikation af detsamma.

Detta hindrar ingalunda att graniten ofta kan uppträda som en eruptiv bergart. Omsmältningen har tydligen försiggått ganska ojemnt. I en del stråk hafva bergarterna blifvit mycket starkt upplösta, medan de tätt bredvid hållit sig fasta och temligen oförändrade, företeende rätliniga, skarpa kontakter mot de dem injicerande granitådrorna. En vexelverkan har tydligen egt rum mellan ett med bristningar förbundet nedsjunkande af de ännu i fast tillstånd befintliga delarna och uppstigande rörelser i magman, som äfven omedelbart utfyllt alla bildade sprickor.

Antagandet af en sådan regional omsmältning af litosfärens djupare delar, eller m. a. o. en pånyttfödelse eller *palingenesis* af den eruptiva magman, är för öfrigt på intet vis stridande mot de slutsatser, man kommit till vid studiet af mindre, i högre nivåer stelnade eruptivmassor. Man bör blott sträfva att gifva en hvar hvad honom tillkommer, och icke däraf, att ett mindre granitmassiv vid kontakten mot de omgifvande skiffarna visar ingen tillförsel af material och en blott svag kontaktmetamorfos, draga den slutsatsen, att detta gäller äfven de största batolitiska granitmassorna, likaså omvänt ej af iakttagelser i nu beskrifna trakter dekretera hvad som bör hafva egt rum vid de i högre nivåer stelnade eruptivmassorna.

Alla eller åtminstone det stora flertalet geologer äro väl ense om, att i jordens inre temperaturen är så hög, att den vid en viss nivå är tillräcklig att smälta alla bergarter. Man skjuter således blott spörsmålet ifrån sig genom att antaga, att magman kommit från större djup. Endast erfarenheten kan afgöra om dessa djupsens hemligheter någonstades ligga för oss uppenbarade.

Stübels antagande af lokala magmahärdar<sup>1</sup>, uppkomna vid bildningen af jordens första „pansartäcke“, hvilket i viss mån erinrar om Athanasius Kirchers gamla lära om „pyrofyliacier“ i jordens inre, kan jag trots all min aktning för nämde utmärkte geolog, hvars vänskap var mig synnerligen dyrbar, icke dela. Ty jag kan icke förstå, huru den olikhet i temperatur, som från början kunnat råda mellan de af honom antagna magmahärdarna och de omgifvande delarna af jordskorpan, icke under de ofantliga geologiska tidrymdernas lopp skulle utjämnats. Arrhenii antagande

<sup>1</sup> A. Stübel, Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Mitth. Mus. f. Völkerk. Leipzig, 1901, s. 7.

Idem. Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Veröffentl. d. Vulkanolog. Abt. d. Grassi-Mus. zu Leipzig, 1903, s. 67.



af ett jordinre, som skalvis är jämförelsevis likformigt till sin fysikaliska beskaffenhet, vid ett visst djup flytande, ännu längre ned gasformigt, om än till sin konsistens fastare än stål,<sup>1</sup> synes mig stå i bättre öfverensstämmelse äfven med geologiska data, särskildt de resultat, man kommer till i djupa snitt genom jordskorpan.

Man bör naturligtvis icke, då man söker göra sig ett begrepp om tillståndet i magmasfärens öfversta delar, utan vidare på den samma öfverföra de föreställningar om en „smälthytande“ magmas egenskaper, vi erhållit vid betraktande af de moderna vulkanernas lavaströmmar. Under det oerhörda trycket i jordens inre måste magman förhålla sig som en glasmassa, hvilken trots den ofantliga hettan visar ungefär samma grad af kompressibilitet som de närmast liggande delarna af litosfären, blott med den skilnad, att den eger amorfa ämnens plasticitet, hvarföre hvarje tryck på densamma fortplantar sig till hela dess massa, på samma sätt som ett tryck på en vattensäck, egde den än Atlantens dimensioner, verkar likformigt på hvarje del af densamma. Inom magmasfären råder sålunda ingen skilnad mellan radielt och tangentielt tryck. Inom de djupaste delarna af litosfären, d. v. s. inom alla djupt eroderade basalkomplexer, finna vi däremot bevis för att ett öfvermåttat starkt tangentialtryck varit rådande i den företrädesvis lodräta ställningen hos alla skiffningsplan, gångsprickor eller andra ytor, längs hvilka massförflyttningar egt rum. Detta kan möjligen tolkas sålunda, att rörelserna här företrädesvis utlöst sig i radiella komponenter. Där spänningen inom dessa djupaste delar af litosfären blifvit öfvermåktig, har den resulterat i en rörelse nedåt, en nedpressning i den eftergifvande magman (en rörelse endast åt sidan kunde ju på detta djup ej åstadkomma någon lättnad). En ökning af trycket i magman har åter gifvit denna ökad lösningsförmåga, d. v. s. ökad förmåga att bana sig väg uppåt, hvarvid den främst angripit jordskorpan's svagaste delar, de stora dislokationszonerna.

Den öfverallt under jordskorpan, säkert äfven under dess mest stabila delar, sådana som t. ex. den ryska sedimentplatån, i latent tillstånd förekommande plutoniska kraften öfvergår sålunda blott där i aktivt tillstånd, gifvande anledning till de eruptiva fenomenen, hvarest genom massförskjutningar en minskning af det radielt

---

<sup>1</sup> S. Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik, s. 283.

verkande trycket åstadkommit<sup>1</sup>. Äfven direkta mätningar gifva ju vid handen, att under bergskedjorna massdefekter förekomma. Sedan en gång djupets slumrande krafter blifvit väckta och magman kommit i rörelse, kan den väl verka vidare genom sin egen kraft. På grund af aflastande af trycket äger gasutveckling i den öfverhettade magman rum, hvarigenom den bringas att likasom koka öfver eller för att begagna Stübels karakteristiska uttryck „bornera“ (aufschäumen). Vulkanernas eruptioner äro således i viss mån analoga till geysirfenomenet. Rörelserna i magman ske icke blott på grund af hydrostatiskt tryck, utan äfven i viss mån spontant, på grund af dess så att säga explosiva kraft.

Beträffande många graniter, särskildt de som bilda mindre områden, tänker jag mig således som förut, att de äro i egentlig mening eruptiva bergarter, som i smältflytande tillstånd framträngt från större djup, hvarvid „magman delvis sjelf banat sig väg genom upplösning och insmältning af de omgifvande bergarterna“<sup>2</sup>. Då detta sker där, hvarest minsta motståndet möter, måste de granitiska massorna förete en mångfald af olika former, än stock- eller gångformiga, än med sin hufvudsträckning parallelt med jordytan. Den ändring mina tidigare åsikter undergått ligger hufvudsakligen däri, att jag nu anser erfarenheten från vårt eget område gifva vid handen, att erosionen här blottat djupare nivåer än jag tidigare antagit, så att efter hvad det synes gränsområdena till de stora djupens magmamassor här frambefordrats i dagen, såsom jag i afslutningen af mitt arbete om Tammerforsskiffrarna antog att möjligen kunde vara fallet i Kanada. Att jag särskildt gentemot Lawson såväl i tidigare arbeten som särskildt i mitt vid Wienerkongressen upplästa föredrag sökt göra gällande, att hans teori om en „refusion in situ“ icke vore tillämplig för de af mig undersökta arkeiska terrängerna berodde därpå, att jag i de trakter, jag tidigare i detalj undersökt, funnit liggandena i stor utsträckning bibehållna, om än ofta starkt förändrade genom senare försiggångna granitinjektioner. Jag var därför böjd att antaga, att frånvaron af igenkännliga basalkomplexer i trakterna N. W. om Lake Superior möjligen kunde bero på att de ej tillräckligt ifrigt eftersökts och fruk-

<sup>1</sup> Bull. Comm. Géol. Finl. N:o 5. s. 253.

jfr. L. Milch, Ueber den möglichen Zusammenhang zwischen der Dichtigkeitsverminderung (den Massendefekten) in der Erdrinde und der Entstehung von Tiefengesteinen. Centralbl. f. Min. Geol. u. Paleont. 1903. s. 444.

<sup>2</sup> Jfr. C. R. IX. Congr. Géol. Int. Vienne 1903, s. 625.

tade öfverhufvud att Lawsons teori, använd så att säga partivis för att förklara väl bibehållna basalkomplexers sällsynthet i vissa delar af urberget, kunde leda till minskad ifver vid deras efterletande. Och likväl måste man ur induktiv synpunkt begynna med antagandet, att de dock någonstades kunna finnas kvar och hafva undgått förstörelsen, lika som man äfven beträffande urbergets skiffrar börjar med förutsättningen, att deras primära beskaffenhet någonstades kan vara bättre bibehållen och att sådana ställen således måste efterletas. Hvilken magisk orsak skulle väl hafva föranledt, att uppsmältningen öfverallt fortgått just så långt som till botten af sedimentformationerna och dess inverkan icke någonsin stannat ett stycke djupare ned?

På dessa grunder kände jag mig, ehuru en ifrig anhängare af injektionsläran, som fältgeolog i viss mån motsträfvig mot teorin om en „återuppsmältning in situ“ af de arkeiska sedimentformationernas liggande, tills jag genom studier i naturen kommit till i hufvudsak samma ståndpunkt som Lawson, Michel Lévy m. fl. tidigare förfäktat.

Assimilationsläran har i Amerika åtskilliga anhängare utom Lawson, hvilken är den fältgeolog, som där på senare tid med största ifver förfäktat den<sup>1</sup>. Hans åsikter delas sålunda af flera af de kanadensiska geologer, som undersökt trakter, belägna nära till de af honom kartlagda<sup>2</sup>. I Förenta Staterna har Emerson sökt förklara förhållandet mellan granit-„batoliterna“ i Worcester County i E. Massachussets och de dem omgifvande bergarterna genom antagandet, att de senare i stor skala uppsmälts i de förra<sup>3</sup>. Alexander, H. V. och N. H. Winchell hafva tillämpat en liknande

<sup>1</sup> A. C. Lawson, Report on the Geology of the Lake of the Woods. Geol. Comm. of Canada, Ann. Report New. S. Vol. I. 1885.

Idem, Report on the Geology of Rainy Lake Region. Ibidem Vol. III. 1887. I. F.

Idem, The Archaean Geology of the Region Northwest of Lake Superior Études sur les schistes cristallins. C. R. IV. Congr. Géol. Int. Londres. 1888.

<sup>2</sup> jfr. W.-H.-C. Smith, Report on the Geology of Hunters Island Geol. Comm. of Canada. N. S. Vol. V. 1890-91. I. G.

W. Mc Innes, Report on the Geology of the Seine River and Lake Shebandowan, Ibidem Vol. X. 1897. H.

A. E. Barlow, Report on the Geology of Lakes Nippissing and Temiscaming. Ibidem Vol. X. 1897. I. m. fl. arbeten af kanadensiska geologer,

<sup>3</sup> B. K. Emerson, Difference in Batholithic Granites according to Depth of Erosion. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 10. 1899, s. 499.

teori inom Minnesotas urberg<sup>1</sup>. Bland den äldre skolans geologer i Amerika var idén om en återuppsmältning äfven ganska vanlig. Professor J. D. Dana var bland andra en målsmän för denna uppfattning<sup>2</sup>. Senare har Hawes tillämpat den på Albany graniten i New Hampshire<sup>3</sup> och i nyaste tid har särskildt Daly utbildat assimilations-teorin och använt den för att förklara sättet för de plutoniska massornas framträngande<sup>4</sup>. Äfven Bailey har uttalat sig i samma riktning<sup>5</sup>.

I den britiska geologverlden finna vi äfven en mängd anhängare af nu ifrågavarande lärör. I Skottland har sålunda Horne,<sup>6</sup> Greenly<sup>7</sup> m. fl. beskrifvit injektionsföreteelser i Irland Cole<sup>8</sup>. Teall har i en presidentadress i Geological Society<sup>9</sup> fäst uppmärksamheten på betydelsen af dessa fenomen, och äfven Sir Archibald Geikie har sympatiskt refererat Lawons arbeten och andra uttalanden för assimilationsteorin<sup>10</sup>. C. A. Mac Mahons uppfattning går äfven i viss mån i samma riktning, ehuru han likasom Weinschenk tillskriiver tryck på en ofullständigt stelrad bergart stor

<sup>1</sup> Alexander Winchell, Some Results of Archean Studies. Bull. Geol. Soc. of Amer. Vol. I, s. 357--394. Cf. Ann. Reports Geol. Survey of Minnesota.

N. H. Winchell, The Origin of the Archean Igneous Rocks. Amer. Geologist, Vol. XXI. Nov 1898.

<sup>2</sup> Amer. Journ. Sci. XX. (1880), s. 219 (enligt A. Geikies Textbook of Geology. 3 ed., s. 571)

<sup>3</sup> G. V. Hawes, The Albany Granite and its Contact Phenomena. Amer. Journ. Sci. Vol. XXI. (1881), s. 31--32.

<sup>4</sup> R. A. Daly, The Mechanics of Igneous Intrusion. Amer. Journal, 4. Ser. Vol. XVI, Aug. 1903 o. Vol. XV, April 1903.

Idem, The Differentiation of a Secondary Magma through Gravitative Adjustment. Festschrift z. 70. Geburtstage von Harry Rosenbusch. 1906, s. 203.

Idem, The Okanagan Composite Batholith of the Cascade Mountain System. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 17, 1906, s. 329--376.

<sup>5</sup> W. S. Bailey, The Eruptive and Sedimentary Rocks on Pigeon Point, Minnesota, and their Contact Phenomena. U. S. Geol. Survey Bull. N:o 109. 1893.

<sup>6</sup> J. Horne and E. Greenly, on Foliated Granites and their Relations to Crystalline Schists in Eastern Sutherland. Q. J. G. S., LII, 1896, s. 633. Här äfven literaturanvisningar om andra skotska arbeten.

<sup>7</sup> E. Greenly, The Diffusion of Granite into Crystalline Schists. Geolog. Mag. Dec. IV. Vol. X. N:o 467, s. 207. 1903.

<sup>8</sup> Grenville A. J. Cole, on Composite Gneisses in Boyleagh, West Donegal. Proc. R. Irish Academy. Vol. XXIV. Sect. B., P. 2. 1902. Här uppräknas äfven flera tidigare arbeten af samma förf.

<sup>9</sup> J. J. Harris Teall. The Evolution of Petrological Ideas, President. Address. Proc. of the Geol. Soc. Vol. LVII. s. LXIII, 1901 samt Smithsonian Report för 1902, s. 287--308.

<sup>10</sup> Archibald Geikie, Text-Book of Geology. London 1893, s. 680 ff.

betydelse<sup>1</sup>. Johnston-Lavis teori om „osmosis“ är äfven en modifikation af assimilationsteorin<sup>2</sup>. Sollas<sup>3</sup> och Harker<sup>4</sup> hafva beskriifvit assimilationsfenomen från granitmagmor, som uppsmält basiska bergarter.

I Australien har Andrews tillämpat assimilationsteorin på de granitiska batoliterna i Nya Syd Wales<sup>5</sup>.

Bland nu lefvande geologer i Europa är Michel Lévy den som med största konsekvens och skarpsinnighet företrädtt assimilationsteorin. I sitt år 1888 utgifna arbeten *Sur l'origine des terrains cristallins primitifs*<sup>6</sup>) uttalar han redan den mening, att de zoner, i hvilka vi möta en intensiv och vidsträckt metamorfism, legat ganska nära de delar af jordskorpan, hvarest värmen varit tillräckligt stark, för att å nyo uppsmälta bergarterna och derigenom „förnya det material, af hvilket eruptivbergarterna bilda sig på djupet“. I sitt arbete om graniten från Flamanville och de franska graniterna i allmänhet<sup>7</sup>) formulerar Michel Lévy sina åsikter på följande sätt:

„1: Graniterna måste likasom de vulkaniska bergarterna hafva frambrutit i de sönderbräckta delarna af jordskorpan. Men de upplösa sina salband och sträfva ständigt att utvidga sina rötter.

2:o Deraf följer att de nedsjunkande bergmassor, som kunnat tjena dem som bas, i större eller mindre grad assimilerats af den eruptiva bergarten och förvandlats till granitiska gneiser, sedermera till gneisartade graniter och slutligen till graniter.

3:o Framträngandet af de granitiska massorna kan tidtals visa

<sup>1</sup> C. A. Mac Mahon, Notes on the Gneissose-Granites of the Himalayas. *Geol. Mag. N. S. Dec. IV. Vol. IV. 1899*, s. 304—313 o. 345—355.

<sup>2</sup> H. J. Johnston-Lavis, The Basic Eruptive Rocks of Gran (Norway) and their Interpretation. *Geol. Mag. 1894*, s. 252.

Idem, The Causes of the Variation in the Composition of Igneous Rocks. *Nat. Science. Vol. IV. Febr. 1894*.

<sup>3</sup> A. Harker, on certain Granophyres, modified by the Incorporation of Gabbro-Fragments, in Strath (Skye). *Q. J. Geol. Soc. LII. 1896*, s. 320.

<sup>4</sup> W. I. Sollas, On the Volcanic District of Carlingsford and Slieve Gullion. Part I. On the Relations of the Granite to the Gabbro of Barnavave, Carlingsford. *Trans. Roy. Irish Acad. XXX. 1894*, s. 477. (enl. Harker).

<sup>5</sup> E. C. Andrews, The Geology of the New England Plateau. *Records Geol. Survey N. S. Wales. 1905. Vol. 8*, s. 19 (enligt R. A. Daly).

<sup>6</sup> Études sur les schistes cristallins. *C. R. IV. Congr. Géol. Int. Londres 1888*. Äfven i *Bull. Soc. Géol. France*, 3:e série t. XVI, s. 102.

<sup>7</sup> Bulletin Carte Géol. France, N:o 36, s. 39.

paroxysmer; men den anknyter sig till de långsamt försiggående processerna af assimilation af gabbrobanden och kontaktmetamorfos.

4:o Medelriktningen för de djupa sprickor, i hvilka graniten börjat sitt uppstigande, måste öfverensstämma med massivens längdaxlar. Men för att finna dessa längdaxlar måste man göra undantag med hänsyn till de felkällor, som bero på veckningsrörelser af olika åldrar, hvilka drabbat de sedimentlager, som tjena som täcke för den eruptiva bergarten.

Detta kan verkställas blott i de trakter, som redan till ganska stort djup angripits af erosionen.“

Michel Lévy's uppfattning omfattas allmänt af de franska geologerna. Barrois har ständigt betonat betydelsen af en metamorfism förenad med tillförsel af granitiskt material, d. v. s. en injektion af nytillkommet eller pånyttfödt magma.<sup>1</sup> Lacroix har särskildt vid beskrifningen af de pyreneiska graniterna påvisat, att de i mycket stor utsträckning assimilerat de omgivande bergarterna, som sålunda kommit att utgöra komponenter i deras magma, och har äfven framhållit betydelsen af dessa fenomen för tolkningen af gneisproblemet.<sup>2</sup> Termier anser att i Alperna de granitiska massornas bildning och framträngande står i samband med assimilerande lösningar, „des colonnes infiltrantes“, som bana sin väg uppåt genom de af dislokationer söndersprängda bergmassorna.<sup>3</sup> Duparc och Mrazec hafva<sup>4</sup>, likasom förut Michel Lévy,<sup>5</sup> tillämpat injektionsteorin på Mont Blanc-massivet. Äfven Grubenmann erkänner injektionens betydelse<sup>6</sup>.

I Tyskland har Johannes Lehmann som bekant redan i sitt

<sup>1</sup> Ch. Barrois, Aperçu de la constitution géologique de la rade de Brest. Bull. Soc. Géol. de France. 3 Sér Tome XIV. 1885—1886, s. 678.

Idem, Sur la massif granitique de Huelgoat. Ibid., s. 865.

<sup>2</sup> M. A. Lacroix, Le granite des Pyrenées et ses phénomènes de contact. Bulletin Carte géol. France. N:o 64 (1898) och N:o 71 (1900). Jfr. isynnerhet slutkapiteln samt s. 50, N:o 64.

<sup>3</sup> A. Termier, Les schistes cristallins des Alpes occidentales. IX. Congrès Géol. Intern. Vienne.

<sup>4</sup> L. Duparc et L. Mrazec, Recherches géologiques et petrographiques sur le Massif du Mont-Blanc. Mém. d. l. Soc. d. Phys. et d' Histoire nat. de Genève. Tome XXXIII. N. 1 1898.

<sup>5</sup> A. Michel Lévy, Étude sur les roches cristallines et eruptives des environs de Mont-Blanc. Bulletin Carte géol. France N:o 9. 1890

<sup>6</sup> U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer. I. Allgemeiner Teil. Berlin 1904, s. 5.

stora arbete om de sachsiska granuliterna<sup>1</sup> uppträdt som en deciderad anhängare af injektionsteori<sup>2</sup> och på senare tider hafva bl. a. Chelius, Klemm<sup>3</sup>, Milch<sup>3</sup>, Gürich<sup>4</sup> och Philipp<sup>5</sup> gjort inlägg i samma ritkning. Äfven Sauer erkänner förefintligheten af „amfotera“ gneiser i Schwarzwald och definierar dem som „blandningsbergarter“, sammansatta af eruptivt och sedimentärt material i intim förbindelse<sup>6</sup>. Slutligen fäster Weinschenk stor vikt vid injektionsläran, som han emellertid förbinder med sin hypotes om en piëzo-kristallisation och piëzo-kontaktmetamorfos.<sup>7</sup> I allmänhet har stämningen inom tyska geologkretsar varit emot injektionsläran, och i åtskilliga tyska handböcker och läroböcker i geologi finnas ifrågasvarande fenomen och litteratur alls icke eller ytterst knapphändigt omnämnda.<sup>8</sup>

Bland ryska forskare tillerkänner Loewinson-Lessing assimilationsläran stor teoretisk betydelse.<sup>9</sup> I Finland har bl. a. särskildt min kollega B. Frosterus ingående skildrat injektionsfenomen från olika trakter.<sup>10</sup> I Sverige är i synnerhet Gavelin deciderad anhängare af injektionsläran.<sup>11</sup> Äfven Holmquist har uttalat sig för densamma.<sup>12</sup> I Norge har Reusch i sitt stora arbete om Böm-

<sup>1</sup> J. Lehmann, Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine. Bonn 1884

<sup>2</sup> G. Klemm, Beiträge zur Kenntniss des krystallinen Grundgebirges im Spessart. Abh. der Grossh. Hessischen Geol. Landesanst. 1895, s. 87.

<sup>3</sup> L. Milch, Über die Entstehungsweise der Tiefengesteinmassive. S. A. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur. Naturw. Sect. Sitzung v. 28 Jan. 1903, s. II. enligt ref. i N. J. 1904. 1, s. 204.

<sup>4</sup> G. Gürich, Granit und Gneis, Ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Gesteine. Vorgetr. i. d. Naturforsch.-Vers. 1904. Himmel und Erde 1905.

Idem, Über Granit und Schieferkontakt in Schlesien. Jahresber. Schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur. Naturwiss. Section, Sitzung v. 28 Jan. 1903.

<sup>5</sup> H. Philipp, Vorläufige Mitteilungen über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwald. Centralbl. für Min. Geol. u. Paleont. 1907

<sup>6</sup> A. Sauer, Das alte Grundgebirge Deutschlands. Comptes Rendus IX. Congrès Géol. Intern. Vienne 1903.

<sup>7</sup> Jfr. sid. 27, där Weinschenks skrifter i ämnet anföras.

<sup>8</sup> Jfr. F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. III. Leipzig 1894, s. 182, där dock litteraturen i ämnet rätt utförligt refereras; likaså i C. Dölter's intressanta Petrogenesis. 1906; jfr. särskildt s. 118 ff. o. 215 ff.

<sup>9</sup> Loewinson-Lessing, VI. Congrès Géol. St. Pétersbourg 1897, s. 397.

<sup>10</sup> B. Frosterus, Beskrifn. t. Bergartskartan Sekt. C 2 St. Michel. 1902

<sup>11</sup> A. Gavelin, Grunddragen af Kartbladet Loftahammars geologi. Ak. afh. 1905

<sup>12</sup> P. J. Holmquist, Studien über die Granite von Schweden. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. VII. 4. 1906, s. 237, anm.

melön och Karmön redan år 1888 uttalat den åsikten<sup>1</sup>, att graniten i det beskrifna området till en del utgör en omsmältningsprodukt af klastiska bergarter.

Reuschs åsikt är i viss mån en tillämpning eller utveckling af den af Kjerulf<sup>2</sup> uppställda fotgranithypotesen, hvilka åter alldeles öfveresstämmer med E. Suess'<sup>3</sup> batolitteori i dess modifierade form. Brögger har ifrigt polemiserat mot denna Kjerulf-Suess-Michel Lévy'ska uppfattning, särskildt för så vidt man ville tillämpa den på Kristianiagebitet och liknande eruptivområden<sup>4</sup>. I sjelfva verket synes det framgå af hans klassiska arbeten angående detta, att här åtminstone i högre nivåer en ytterst obetydlig resorption af de omgifvande bergarterna<sup>5</sup> egt rum och att magman framträngt i samband med dislokationer i den fasta jordskorpan. Då emellertid Kristianialakkoliten enligt Bröggers framställning stelnat under ett delvis blott 600 m mäktigt lager af täckande sedimentlager, måste förhållandena här hafva gestaltat sig mycket olika mot dem som rådt på större djup, t. ex. vid stelnandet af de djupets magmabassiner, ur hvilka Brögger anser lakkoliternas eruptivmassor stamma. Brögger säger äfven sjelf: „es wäre ja immerhin *möglich*, dass sich in *grösserer Tiefe* die Verhältnisse etwas abweichend gestaltet haben könnten“ och vidare: „ich will ausdrücklich hinzufügen, dass es mir wohl bekannt ist, dass in regionalmetamorphosirtem Gebirge die Resorptions- und Lösungsfähigkeit der Tiefenmagmen oft eine bei weitem grössere gewesen ist, als in nicht regionalmetamorphosierten Gebieten, wie das Kristianiagebiet. Es wäre somit denkbar, dass die „Assimilations“-Thätigkeit der Tiefenmagmen gewissermaassen (wenn auch kaum direct) eine Function des stattgefundenen Druckes gewesen sei“.

<sup>1</sup> H. Reusch, Bömmelöen og. Karmöen 1888. Jfr. isht s. 256—305, 377 ff. och 421 ff.

<sup>2</sup> Th. Kjerulf, Udsigt over det sydlige Norges Geologi. Kristiania 1879, s. 60 och s. 142. Såsom Brögger påpekar, äro dessa ställen i den tyska upplagan återgifna så, att meningen blir en annan.

<sup>3</sup> E. Suess, Einige Bemerkungen über den Mond. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Abt. 104. Febr. 1895, s. 33.

<sup>4</sup> W. C. Brögger, Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Skrifter udg. af Videnskabssekkabet i Christiania. 1895. I. Math.-naturvid. Klasse. 1896, s. 116. Der Mechanismus der Eruption der Tiefen-gesteine.

<sup>5</sup> Jag har dock i Kristiania området tagit stuffer af basiska inneslutningar i Nordmarkit, som i smått visa de mest typiska assimilationfenomen, alldeles påminnande om ådergneiserna.



„Zu einem Durchschmelzen“ tillägger förf., „des flüssigen Erdinneren von der ewigen Teufe aus ist aber auch sogar im Grundgebirge gewiss ein weiter Sprung über die tiefe Kluft zwischen den Beobachtungen und der Hypothese“.

Den i sist anförda mening uttalade afvaktande ståndpunkten har som jag redan framhöll hitills äfven varit min. Om jag än vid mitt arbete i djupt eroderade regionalmetamorfoserade gebit haft ständig anledning att studera injektions- och assimilationsfenomen och beträffande de nämnda teorierna gått vida längre än Brögger, har jag dock stått tveksam gentemot dess mest vidt gående konsekvenser och särskildt den teoretiskt så plausibla batolitteorin, ända till dess jag fått grundad anledning att hoppas, att det skall lyckas att med fullt säkra iakttagelser fylla den af Brögger framhållna klyftan och sålunda i fältet verifiera E. Suess storslagna och geniala uppfattning af de i olika delar af verlden förekommande eruptivmassorna som en denudationsserie, hvilken från vulkaniska täcken genom kupper, gångar och lakkoliter leder ned ända till det eviga djupets bottenlösa magmamassor.

Hos den äldre skolans geologer var den här omordade uppfattningen ännu allmännare än den varit hos senare tiders. Under vår vetenskaps tidigare utvecklingsskeden, då blicken ännu icke förvirrades af iakttagelsernas oändliga mångfald och mängd, hade man öfverhufvudtaget lättare än nu att fullt utdraga konsekvenserna af alla slutsatser. Vi finna därför att i de flesta fall sjelfva grundtanken eller den filosofiska innebörden i de moderna geologiska teorierna med största klarhet och skärpa uttalats redan af de forskare, som kunna räknas till geologins grundare. Så äfven med åsikten om en omsmältning af litosfärens djupare delar eller palingenes af den granitiska magman.

J. Roth ger en värdefull sammanställning af dessa äldre läror, ur hvilka nedanstående citat delvis äro hemtade<sup>1</sup>. Bland äldre metamorfiker märkes särskildt Durocher, som hemtade sina exempel bl. a. just från den trakt, hvarom här är fråga<sup>2</sup>. Denne tillskrifver injektionsprocesserna stor betydelse och antager att de metamorfiska företeelserna i regeln förorsakas af ett „bain de granite“, som funnits under de kristallina terrängerna. Delesse lärde att alla plutoniska bergarter voro af metamorfiskt ursprung, „icke

<sup>1</sup> Justus Roth, Über die Lehre vom Metamorphismus und die Entstehung der krystallinischen Schiefer. Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1871

<sup>2</sup> J. Durocher, Études sur la structure orographique et la constitution géologique de la Norwège, de la Suède et de la Finlande.

en orsak till, utan en verkan af metamorfismen»<sup>1</sup>. Lyell ansåg likaledes gneisen bestå af metamorfoserade sediment, som undergått halfsmältning, medan graniten uppkom vid en högre grad af inverkning, vid fullständigare smältning. Sålunda förklaras öfvergången mellan granit och gneis<sup>2</sup>. Ja, redan hos sjelfva lärofadern Hutton möta vi samma åskådning. Han ansåg att de kristallina skiffarna omvandlats „genom den inre värmen, den underjordiska elden eller en viss slags orsak till uppsmältning, med hvilket namn man än må kalla den eller genom hvilket medel den än framkallats“ och att graniten, som „flutit i jordens innandömen och genom ändring af plats kommit i dagen“, af naturen „formats enligt samma grundsats som hvarje annat fast berglager (consolidated substratum)“; härmed afses möjligen den kristallina skifferkomplexen, som på annat ställe karakteriseras som „extremely consolidated in its mass“<sup>3</sup>.

Jag behöfver väl icke framhålla, att dessa äldre åsikter hvad detaljuppfattningen angår icke kunna anses hålla streck inför modern uppfattning, i det särskildt uppfattningen af gneisen såsom en yttersta led i den metamorfa serien lera— lerskiffer— lerglimmerskiffer— glimmerskiffer etc. varit af synnerligen olyckligt inflytande på utvecklingen af de metamorfiska lärorna. Därför var det af så stor betydelse, då Lossen omsider i sitt epokgörande arbete om Taunusskiffarna uttalade, att vi icke i gneisen utan i glimmerskiffern hafva att söka motsvarigheten („arkitypen“) till de yngre sedimenten. Genom Lossens arbeten leddes för första gången tanken från den teoretiska diskussionen af diverse *möjliga* teorier till ett *detaljstudium* af sådana metamorfoserade sediment- eller eruptivbergarter, om hvilkas första bildning man hade någon säkrare kännedom, och beträddes sålunda den väg, som skulle leda till bättre resultat. Det är därför som alla metamorfiker, äfven de som icke kunna känna sig tillfreds med teorierna om en „dynamometamorfos“ och en inom snäfvä gränser verkande kontaktmetamorfos som allena saliggörande förklaring till de metamorfiska fenomenen, måste känna sig stå i så stor tacksamhetsskuld till Lossen, Rosenbusch och de andra petrografer, som gått i spetsen

<sup>1</sup> Delesse, Études sur le métamorphisme des roches. 1861, s. 87, enl. J. Roth, l. c. s. 210.

<sup>2</sup> Ch. Lyell, Manual of Elementary Geology, Ed. V. 1855, s. 603, enl. J. Roth, l. c. s. 183.

<sup>3</sup> J. Hutton, Theory of the Earth. I., s. 239, 317 o. 319 enl. J. Roth, l. c. s. 159, 164 o. 165, noterna.

för denna utveckling. Lossen förhöll sig för öfrigt själf enligt personligt meddelande till förf. alls icke fientlig mot antagandet af en granitinjektion i de kristallina skiffrarna, hvilket ju utgör den åskådning, från hvilken den här utvecklade utgått och af hvilken den utgör den yttersta konsekvensen.

Jag har med det föregående velat framhålla, huru djupa rötter denna åskådning har och i huru nära samband den står med geologins af dess flesta idkare erkända grundläror. Ur fackarbetarens synpunkt har ju dock en teoretisk åsikt värde icke så mycket i och för sig, så länge den står så att säga fristående som 'en vacker, abstrakt tankebyggnad, utan att kunna bringas i direkt anslutning till de fakta, han skådar rundt omkring sig och hvilka det är hans yrke att förklara. Ty huru ofta har han ej, icke sällan med en viss faderssmärta, fått bevittna „det stora sorgespelet i vetenskapen, då en skön hypotes slås ihjäl af ett obehagligt faktum“. Det är först då en lära kan göra tjänst som en arbetsteori, som den får något egentligt värde för fältgeologen, hvilken sålunda är tvungen att i enlighet med skaldens ord „tillkämpa sig sin ärfda lott,“ för att fullt kunna räkna den som sin egen.

Jag kan därför ingalunda vänta att den här framlagda åsikten genast skall möta allmänt erkännande, särskildt från deras sida, som hittills rört sig i urbergsterränger blinda för den oerhörda betydelsen af granitinjektionsfenomenet och dess allmänna förekomst. Men hvad jag hoppas är att man åtminstone icke längre skall helt enkelt förneka, att sådana fenomen alls existera, likasom äfven att man skall erkänna, att jag för min del på induktiv väg och icke genom auktoritetstro eller logiska slutsatser i studerkammaren kommit till denna åsikt om en pånyttfödelse eller palingenes af den granitiska magman.

Orsaken till att jag vågat framkomma med detta nya namn, trots rikedomerna på termer inom detta område, är att jag velat rätt kraftigt framhäva den, om jag så får uttrycka mig, filosofiskt-geologiska betydelsen af processen, som är regional i egentlig mening och åtminstone att likställas med metamorfosen och öfriga stora geologiska processer. Enligt den uppfattning, jag här sökt göra gällande, är ju regionalmetamorfosen att anses som en svagare form af den omvandling, som på större djup åstadkommer palingenes. Vi återkomma således till en åsikt, väsentligen lik den gamla läran om en plutonisk metamorfism.

Jemsides med termen palingenes, som ju i främsta rummet hänför sig till frågan om magmans bildning, kan man äfven fort-

sättningsvis använda uttrycken återuppsmältning m. fl. Vill man begagna dessa termer i grekisk dräkt, böra de i analogi med ordet eutektik m. fl. bildas af verbet *τρίψω*, smälta. Förslag i denna riktning hafva äfven redan gjorts af Loewinson-Lessing, som kallar assimilations- eller insmältningsteorin den „syntektiska“ teorin. I enlighet härmed skulle assimilationen kallas *syntexis*. Gürich har senare föreslagit termen *diatexis*<sup>2</sup>. Detta ord har dock en bibetydelse af fullständig uppsmältning, genomsmältning, medan en sådan i de fall det främst gäller att beteckna eller vid de blandade bergarternas bildning icke egt rum. Formen *anatexis*, som har bibetydelsen af återuppsmältning och äfven af en reaktion nedifrån uppåt, synes mig då vara att föredraga. Syntexis hänför sig lämpligast till de fall, där flera komponenter deltagit i återuppsmältningen, men icke till dem, där man blott har att göra med en äldre granit och ett genom dess pånyttfödelse uppkommet, senare stelnadt magma. Hela fråga om dessa termers användning kan lämpligast tillvidare lemnas i någon mån öppen. Särskildt då det gäller begynnelseformerna af processen, hvilka dock redan falla utom den vanliga regionalmetamorfosens gebit — hit höra enligt min tanke hufvudmassan af våra finska „gneiser“ — synes det mig bekvämare att använda en sådan term med allmännare betydelse, som palingenes, anatektisk omvandling 1. dyl. än den precisare beteckningen återuppsmältning. Särskildt Lawsons uttryck „återuppsmältning in situ“ synes mig icke alltid fullt tillämpligt, emedan smältprodukterna i många fall synas hafva ganska snabbt aflägsnats genom diffusion eller andra rörelser i magman. Man skulle eljes finna mera fullständiga öfvergångszoner särskildt mellan de basiska bergarterna och den yngre graniten vid kontakterna. Nu äro emellertid såsom upprepade gånger framhållits just dessa ofta kantade af mycket ljusa, aplitiska bergarter.

Denna företeelse ställes i sitt rätta ljus vid en jämförelse med tillgången vid basiska magmors stelnande och de resultat, studiet af de eutektiska fenomenen gifvit vid handen. Klyfningen af vissa magmor i aplit och minett är i viss mån en motsvarighet till hvad vi här iakttaga, i det den visar, att de saliska och femiska delarna hafva benägenhet att skilja sig från hvarandra. På samma sätt finna vi, att vid stelmandet af diabasbergarterna, t. ex. af olivin-diabaserna vid Björneborg och i Ångermanland och af diabasen vid

<sup>1</sup> C. R. VII. Congr. Géol. Int. St: Pétersbourg. 1897, s. 372

<sup>2</sup> Himmel und Erde, 1905, XVII, s. 241.

Ladoga, en mycket sur magma ofta uppträder som sista kristallisationsrest, hvilken vid stelmandet ger upphof åt en plagioklasrik mikropegmatit med inströdda stänglar eller korn af hornblende, och det är därför ganska naturligt, att då bergarter af samma kemiska sammansättning vid återuppsmältningen börja „safta sig“, den först bildade produkten är en liknande acid magma. På inneslutningar af hornblendeskiffer synes den redan smälta graniten äfven ofta verka svagare lösande än på de ännu fasta granitpartierna, antingen emedan vid tillkomsten af de mera basiska delarna eutektiken rubbas och lösningsförmågan därigenom minskas eller emedan magmans vattenhalt inverkar på denna förmåga. Alla dessa processer göra öfverhufvudtaget mera intryck af en småningom skeende *upplösning* af de olika beståndsdelarna, än af en vanlig uppsmältning<sup>1</sup>.

I kemiskt hänseende återstår här mycket att göra, både för att finna den rätta förklaringen till många ännu gåtfulla företeelser i denna terräng och emedan man här har hopp om att på en väg motsatt den vanliga komma till en förklaring af samma företeelser, som den moderna petrografen söker utreda genom studiet af de primära stelningsfenomenen i eruptivmagmor.

Enligt min tanke äro assimilations- och differentiationslärorna ingalunda mot hvarandra diametralt motsatta, stridiga begrepp, om det äfven beträffande enskildheternas tolkning ofta kan blifva strid mellan dessa olika hufvudsynpunkter. Det kan icke falla mig in att antaga, att olikheten mellan alla de olika magmor, som under prekambrisk och senare tider uppträdt inom Fennoskandias område, skulle kunna vara att söka endast i en assimilation af olikartade ytbergarter. Ty huru på denna väg förklara t. ex. den rikedom på alkali och särskildt natron, som karaktäriserar de fennoskandiska nefelinsyenitbergarterna? Man kan ju icke antaga, att öfver hela denna trakt funnits stensaltlager, som assimilerats af

---

<sup>1</sup> I sin uppsats: Är urberget bildadt under aktuella förhållanden, G. F. F. XXIX. 1907, talar Holmquist äfven (s. 100) om „magmatiska upplösningprocesser, om hvilka åsikter lörut framställts af flera forskare“, särskildt öfvertygande af A. C. Lawson, och tillägger i en not: „alltså icke *uppsmältningar* i den af Sederholm angifna meningen“. Emellertid talar just Lawson alltid om återuppsmältning (*refusion in situ*), medan jag tvärtom, såsom framgår af ofvanstående uttalande, i hvilket jag ej infört någon ändring sedan mottagandet af Holmquists uppsats, äfvensom af det sid. 39 anförda citatet, tänkt mig processen väsentligen som en lösning af de stelnade delarna i de redan smälta partierna. Någon synnerligen väsentligen åtskilnad mellan dessa sätt att uttrycka sig ser jag f. ö. ej.

magman. Någon annan källa för natronet har man svårt att finna, hvarför den enda möjligheten är att antaga, att det är ett „neogent“ eller „juvenilt“ ämne, och att dessa magmabergarters olikhet mot tidigare eruptivers inom samma terräng beror på stelnings- och differentiationsföreteelser inom den underjordiska magman.

Jag kan icke heller tänka mig att, såsom Daly m. fl. antagit, den acida karaktären af den granitiska magman skulle kunna förklaras genom att ett tidigare förefintligt, mera basiskt universal-magma med sig införlifvat kvartsitiska sediment. Ty med undantag af de ämnen, som i löst form stanna i oceanens vatten, afsätta sig ju alla de ämnen, som bildas vid eruptivmassornas förvittring, förr eller senare som sedimentära bergarter, och om nu dessa genom palingenes å nyo införlifvas med den underjordiska magman, återställes i det stora hela dess förra beskaffenhet. Inom de prekalleviska terrängerna i Finland, hvilka företrädesvis varit utsatta för palingenes, spela kvartsitiska sediment en ganska underordnad roll. De skifferbergarter, som omsmälts jemte gneisgraniterna, hafva till stor del varit ursprungligen fältspatshaltiga skiffrar, kalkstenar, plagiambioliter<sup>1</sup> etc., hvilka således icke gjort magman mera acid. I de antagligen djupaste eroderade delarna af Fennoskandia finna vi öfverallt stora granitiska massor, och inom alla större urbergsområden, likasom i de kristallina basalkompexerna af yngre ålder, synas graniter och granitiska gneiser vara de förherskande beståndsdelarna<sup>2</sup>. *Sedimenttäckets tunnhet* i förhållande till tjockleken af de granitiska basalkomplexer, som magman vid sin väg uppåt måste genomsmälta, förklarar på ett enkelt sätt dessa fakta. Vi måste således utgå från antagandet, att jordskorpan öfversta delar allt sedan uråldsta tider haft en öfvervägande granitisk sammansättning, som ej heller palingenesen i regeln förmått ändra. Särskildt i här

<sup>1</sup> Detta af amerikanska petrografer föreslagna namn är i denna bemärkelse vida att föredraga framför termen amfibolit, som bör reserveras för de väsentligen af hornblende bestående bergarterna. Vid Finlands geologiska undersökning hafva vi på senare tider begynt använda ordet *metabasit* som gemensamt namn för metamorfoserade (amfibolitiserade) basiska bergarter (diabaser etc.). Termen, hvars särskilda delar förut användts i samma bemärkelser som här, har föreslagits af dr. Victor Hackman.

<sup>2</sup> För vissa delar af den kanadiska skölden anser man sig visserligen hafva konstaterat att de äldsta till åldern bestämbara bergarterna vore af basisk karaktär. Dessas ålder är emellertid på intet sätt lika noggrant bestämd som våra stratigrafiskt definierbara äldsta graniters, och äfven i Kanadas urberg är medelsammansättningen öfvervägande granitisk

i fråga varande fall synes mig den pånyttfödda magman hafva haft en så öfvervägande granitisk karaktär, att alla inblandningar af afvikande beskaffenhet försvunnit i smältan, utan att hafva förmått i högre grad influera på dess beskaffenhet.

Märkvärdigt är kalkstenens förhållande. Såväl här som i Åbo skärgård finner man den på ett sådant sätt bevarad midt i de stora granitmassorna, att det förefaller högst egendomligt att den icke h. o. h. smultit upp i dessa. Svårigheten af en kemisk förklaring af detta förhållande är dock den samma, vare sig man tänker sig graniten uppkommen genom palingenes eller framträngd från jordens inre i eruptivt tillstånd, och detta spörsmål är således på sätt och vis oberoende af det här afhandlade, om det ock därmed eger sammanhang. Men detta är ju icke det enda fall, där kemisten tillsvidare snarare får lära af de geologiska naturprocesserna, än tänka på att fullständigt förklara desamma.

#### GEOLOGISKA TILLÄMPNINGAR. FÖRSÖK TILL INDELNING AF DE PREKAMBRISKA GRANITERNA I FENNOSKANDIA. GRANSKNING AF DEN SVENSKA HYPOTESEN OM EN SÄRSKILD PORFYRTID.

Vi komma nu till den geologiska tillämpningen af den uppställda teorin; ehuru jag naturligtvis i detta förberedande meddelande måste behandla denna sida af saken med största möjliga korthet. Då den indelning af de prekambriskas formationerna, vi försökt genomföra i Finland, i ganska väsentlig mån är grundad på sedimentens kontaktförhållanden mot graniterna, så kunde det synas som om grunden för denna indelning genom palingenesteorin bragtes att vackla, då enligt denna samma granitmassa på ett ställe kan utgöra grunden för en sedimentformation, på ett annat i palingen form genomtränga densamma. Likväl uppkommer härigenom i de flesta fall ingen förvirring. *I geologisk mening måste man betrakta de delar af de granitiska massorna, som efter en viss gifven sedimentbergarts aflagring befunnit sig i smältflytande tillstånd, såsom yngre än denna, medan hvarje granitparti, som stelnat före detta sediments bildningstid och allt sedan dess bibehållit sig i fast tillstånd, måste anses vara äldre.* På likartadt sätt kan ju äfven af samma bergmassa, som på ett ställe utgör liggandet för en sedimentformation, på ett annat ställe bilda sig vittrings-

grus och genom dess omlagring yngre sediment, som öfverlagra den förra och således äro yngre. Långtifrån att åstadkomma förvirring i urbergets indelning, förklarar palingenesteorin tvärtom många skenbara inkonsekvenser. Törnebohm har särskildt ofta framhållit, att samma granitiska massa vid kontakten mot ett närliggande berglager på ett ställe kan förefalla äldre, på ett annat yngre än detta. Det gäller då att på sådana ställen undersöka, huruvida icke granitmassan innesluter genetiskt olikvärda element. En annan omständighet, hvilken endast kan förklaras genom antagande af en vidtgående injektion eller assimilation med de abysiska magmamassorna, är som redan nämnts den, att underlaget för urbergets sedimentformationer så ofta icke mera finnes i behåll, utan dessa likasom simma i ett haf af granit.

Hvad beträffar åldersbestämningen för de prekambriskas sedimentformationerna, så göres ju denna icke endast på grund af enstaka kontakter mot en granitmassa, utan *på grund af sedimentens förhållande till hela den komplex af företeelser, af hvilken de stora bergskedjeveckningarna, granitintrusionerna och metamorfosen utgöra de enskilda delarna*. Härtill komma ännu, vid bestämmandet af bergarternas åtskilnad eller samhörighet, sedimentens primära petrografiska karaktärer, hvilka där de, såsom icke sällan är fallet, bero på viktiga klimatologiska och geofysikaliska egendomligheter hos ifrågavarande perioder, förtjena vida större afseende än man i allmänhet vill egnä dem.

Om sålunda palingenesteorin helt visst uppfordrar till en ompröfning af tidigare gjorda slutsatser angående indelningen af urberget och väl äfven kan leda till en „omvärdering af många värden“ på detta område, tror jag dock att den beträffande *sedimentformationerna* snarare skall bidra till ett utbyggande och förklarande af den gamla indelningen än verka förstörande på denna.

Beträffande uppfattningen af *graniternas* åldersförhållanden torde däremot förändringen blifva vida större. Ty vid bestämmandet af dessa har man särskildt i Sverige i ganska stor utsträckning, jemte förhållandet till porfyrrerna och hälleflintorna, begagnat parallelstrukturens tydlighet som ett kriterium. Till frågan om de prekambriskas porfyruptionernas antagna geologiska samtidighet öfver hela Sverige skola vi i det följande återkomma. Beträffande senare nämnda omständighet åter framgår af den här gifna framställningen, att där, såsom särskildt i södra Finland och mellersta Sverige i stor utsträckning är fallet, *parallelstrukturen uppkommit genom ofullständig resorption af inneslutna partier af tryck-*



*skiffriga äldre bergarter, kan enligt den här företrädde uppfattningen dess förekomst eller m. a. o. en gneisartad habitus icke i och för sig betraktas som bevis för en relativt hög ålder af bergartmassan i dess helhet, om det än är obestriddigt, att injektionsfenomenen äro mindre pregnanta hos de yngsta, mindre djupt eroderade granitmassorna. Denna sats tvingar, om den är riktig, till en ganska stor förändring af indelningen af graniterna särskildt i mellersta delen af Fennoskandia.*

Däremot är den strimmighet, som uppkommit genom tryck på fast bergart, om man ser saken i stort, ett godt kriterium vid åldersbestämningen. Rapakivgraniternas frihet från tryckskiffriighet och öfverhufvudtaget regionalmetamorfa inverknings öfver hela östra Fennoskandias område är ju ett af alla erkänt faktum, hvilket är af stor betydelse vid alla paralleliseringar af bergarterna inom denna terräng. De arkeiska graniterna i sydvestra Finland skilja sig äfven mycket skarpt från hvarandra med afseende å graden af tryckmetamorfos. Den äldre, i regeln gråa graniten är så godt som alltid ytterst starkt skiffrig, och denna skiffriighet visar sig i synnerhet hos de porfyrtade varieteterna tydligt vara uppkommen genom tryck på fast bergart, hvilket egt rum före den yngre arkeiska granitens frambrutande. Denna är däremot, där den icke genom assimilation upptagit partier af den förra eller af andra skiffriga bergarter, ganska massformig, icke sällan i fullt lika hög grad som Stockholmsgraniten. Äfven där den yngre arkeiska graniten i form af raka gångar genomskär den gneisartade, kan man konstatera, huru relativt svaga de pressningar varit, som efter dess stelnande egt rum inom denna terräng. Redan genom denna genomgående olikhet i graden af tryckmetamorfos och genom sina kontaktförhållanden skilja sig således dessa båda arkeiska granitformationer i sydvestra Finland väl från hvarandra, hvarför redan Durocher på sin tid framhöll deras åtskilnad. Den stora ålderskilnaden mellan dem framhäfves ännu skarpare därigenom, att den äldre graniten *efter sin pressning*, men före den yngre granitens intrusion, genomträngts af gångar af hypabyssiska eller efusiva basiska bergarter, såsom af de här beskrifna metamorfoserade trappbergarterna i Hangötrakten och af apofyser från det stora uralitporfyrittäcket W. om Tavastehus, samt att det genom sitt läge omedelbart under bottenlagren i de bottniska sedimenten i Tammerforstrakten, genom den totala frånvaron af gångar vid kontakterna mot dessa och förekomsten af bottenbreccior och konglomerat på ett par ställen vid denna gräns visar sig tillhöra un-

*derlaget* för de bottniska formationerna<sup>1</sup>, hvilka de yngre arkeiska graniterna öfverallt genomtränga, där de komma i beröring med dem. Indelningen af de arkeiska graniterna i sydvestra Finland kan således fotas på en verkligt geologisk indelningsgrund, förhållandet till en mäktig formation af sedimentbergarter jemte tillhörande karaktäristiska effusiv- och gångbergarter.

Bland de i större massor förekommande arkeiska graniterna i sydvestra Finland kan man däremot icke på geologiska grunder särskilja flera än dessa två. Petrografiskt skilja sig visserligen de yngre graniterna i kusttrakten stundom i ganska hög grad från dem i det centrala området. Men de förstnämnda genomtränga uralitporfyrrerna i Tavastehustrakten och vid Pellinge nära Borgå, hvilka hafva en utprägladt bottnisk typ, och såväl inom den sydfinska kustgranitens zon som i de små områdena mellan denna och det centrala gebitet finnas varieteter, som alldeles likna den massformiga graniten i detta. De egenskaper, genom hvilka kustgraniterna skilja sig från det centrala områdets graniter, nämligen förekomsten af strimliga, gneisartade varieteter och ofta äfven en halt af granat hos de förra, förklaras enkelt genom det här gjorda antagandet, att de i så stor skala assimilerat äldre bergarter<sup>2</sup>.

Endast lokalt finna vi inom kustgranitens zon smärre områden (t. ex. Onasgraniten vid Borgå och Mosshagagraniten E. om Åland) af en svagare pressad, porfyrtad, ofta nästan rapakivilik granit, som synes vara afgjordt yngre än den förra.

I hufvudsak har men således inom denna trakt att göra med tvenne arkeiska graniter, en äldre, starkt pressad, gneisartad, i all-

---

<sup>1</sup> De, hvilka tilläfvventyrs ännu anse grunderna för detta antagande otillräckliga, emedan man längs stora delar af kränslinjen mellan sedimenten och deras ligganden icke finner kontakter, som på ett ovedersägligt sätt skulle bevisa granitens högre ålder, synas mig begära det orimliga. Ty då t. o. m. vid kontakten mellan vida yngre graniter och på dem aflagrade ometamorfoserade sandstenar kan vara svårt att af kontakterna bedöma deras åldersförhållanden (jfr. t. ex. kontakten mellan rapakivigraniten och sandstenen E. om Ramstafjärden i Ångermanland), så är det väl icke att vänta, att förhållandena skola vara absolut entydiga vid gränsen mellan en sedimentformation, som nu står *lodrätt*, och dess underlag. Tvärtom måste här, äfven då ej granitinjektion förekommit, glidningar, öfverskjutningar och sammanpressningar hafva bidragit att göra förhållandena invecklade, och man måste därför bygga sina slutsatser på de ställen, där förhållandena äro klara, och på en betraktelse af förhållandena emellan de olika formationerna i stort, och icke på de oklara ställena bygga en oklar teori, som konsekvent genomförd öfverallt leder till orimligheter.

<sup>2</sup> Jfr. Fennia. 8 N:o 3. s. 17 o. 18.

mänhet grå prebottnisk granit och en yngre, än röd, än grå postbottnisk granit, som än är massformig, än genom assimilation af skiffriga bergarter blifvit strimmig, men icke undergått starkare pressning efter sitt stelnande.

Med afseende å åtskilnaden mellan den postbottniska och den i norra Finland förekommande postkaleviska graniten kan man däremot icke i lika mån som kriterium använda graden af metamorfos eller den prägel, bergskedjeveckningarna påtryckt dem. De förete visserligen hvardera vissa karaktäristiska egenskaper och den postkaleviska är nog i stort sedt svagare metamorfoserad, men varieteter finnas, som särskildt makroskopiskt, hvad deras habitus beträffar, icke synnerligt mycket afvika från hvarandra. Äfven de postkaleviska graniterna hafva i ganska stor utsträckning assimilerat äldre skiffriga bergarter och hafva då fått en gneisartad habitus. Detta är i synnerhet fall inom sydligaste snibben af det postkaleviska granitområdet, särskildt inom Pudasjärvi socken.

Medan åtskilnaden mellan de prebottniska och postbottniska graniterna i sydvestra Finland således i lika hög grad grundar sig på petrografiska olikheter (graden af metamorfos), som på förhållandet till sedimentformationer och kontaktförhållandena inbördes, är åtskilnaden mellan de postbottniska och de postkaleviska graniterna i främsta rummet grundad på stratigrafiska skäl, d. v. s. deras förhållande till de prekambriskas sedimentformationerna. De postkaleviska graniterna genomtränga kvartsiterna och de metamorfoserade basiska eruptivbergarterna i de kaleviska formationerna, medan de postbottniska graniterna af flera skäl måste antagas vara framträngda under mellantiden mellan de bottniska och de kaleviska sedimentens aflagring.

Nu har man visserligen hittills icke funnit bottniska och kaleviska sediment i omedelbar beröring med hvarandra, och i händelse detta vore fallet, vore det dock troligen ganska svårt att igenkänna de förra, emedan den starka och djupgående vittring, som försiggått under den kaleviska tiden, i hög grad påverkat och förändrat bergarterna i de kaleviska sedimentens underlag. Men antagandet af de senares yngre ålder är dock högst sannolikt af en mängd olika skäl.

De bottniska bergarternas skikt stå genomgående lodrätt, medan de kaleviska ofta äro vida svagare dislocerade. De förstnämnda äro visserligen vid Tammerfors lokalt underbart väl konserverade, men visa dock i allmänhet en mera kristallinisk karaktär än de kaleviska, bland hvilka i den öfre afdelningen finnas nästan sand-

stensartade kvartsiter. Injektionen af de graniter, som genomtränga de bottniska skiffarna, har drabbat ännu större områden än den postkaleviska granitintrusionen, ådergneiser förekomma sålunda i ännu större skala tillsammans med de postbottniska än med de postkaleviska graniterna. Underlaget är i öfverensstämmelse härmed vida bättre bibehållet vid de kaleviska formationerna än de bottniska, i det uppsmältningen särskildt i sydöstra Fennoskandia lemnat de förra oberörda, medan den postbottniska palingenesens inverkan dock sträckt sig öfver samma trakt.

De bottniska och prebottniska skiffarna stryka öfvervägande i E.—W.-liga riktningar. Detta är i hufvudsak strykningen inom hela stråket längs Finlands sydkust, där uralitporfyriterna vid Pellinge och Tavastehus och de (sannolikt äldre) kalkstensförande formationerna i Nyland stryka i E. N. E., medan Tammerförsskiffarnas hufvudstrykning är E.—W. Ännu N. om Uleåträsk finner man hos de äldre skiffarna en E.—W.-lig strykning, som tvärt afbrytes af den N.—S.-liga i det kaleviska stråket (jfr kartan). En i hufvudsak E.—W.-lig strykning (eller längdutsträckning af zonen) kännetecknar äfven Skellefteåskiffarna, af hvilka en stor del in i enskildheterna visa så stor likhet med Tammerförsskiffarna; särskildt gäller detta de i hvardera förekommande konglomeraten och rullstenarna i dessa <sup>1</sup>.

Medan sålunda strykningsriktningarna hos det bottniska och prebottniska urberget i mellersta Fennoskandia öfvervägande synas vara E.—W.-liga, stryka de kaleviska zonerna i finska och ryska Karelen samt i Lappland, där de ej omorienterats af senare veckningar, afgjordt i N.—S., ofta med någon afvikelse mot N. W. I den mån de i E.—W. utdragna områdena af äldre skiffar och graniter närma sig dessa zoner med N.—S.lig strykning, antaga de samma strykningsriktning.

Den postkaleviska veckningen har således synbarligen på dessa ställen omorienterat den under den postbottniska veckningsperioden uppkomna strykningen och visar sig sålunda tydligen vara uppkommen senare än denna äldre veckning.

Härtill kommer ännu, att de kaleviska sedimenten ofta förekomma i de närmast yngre, jätuliska sedimentens omedelbara liggande, visserligen med en ganska utpräglad diskordans mot dem,

<sup>1</sup> Möjligt är, att en del af Skellefteåskiffarna kunde vara att hänföra till de ladogiska eller kaleviska aflagringarna, då de förekomma på en plats, där man just kunde vänta att finna dessa olika formationer i beröring med hvarandra.

men i alla fall med nära anslutning till dessa, *samt att de post-kaleviska graniterna i norra Finland genomtränga graniterna af post-bottnisk typ*. I de kaleviska sedimentens omedelbara liggande anträffas massformiga graniter af sistnämnda typ, hvilka äfven i form af rullstenar förekomma i de i dem ingående konglomeraten; i de bottniska skiffrarnas liggande finnas däremot uteslutande gneisartade graniter.

Vi kunna således inom stora delar af Fennoskandia grunda graniternas åldersbestämning på deras förhållande till vidt utbredda sedimentformationer. Vi finna härvid, att de rörelser, genom hvilka dessa formationer veckats och som bestämt deras förhållande till graniterna och dessas framträngande, visserligen icke berört hela detta område, men väl så stora delar af detsamma, att en parallelisering på grund af förhållandet till dessa processer väl låter genomföra sig äfven på sådana ställen, där sedimenten saknas eller äro oigenkänliga till sin beskaffenhet. Det komparativa studiet af hela den fennoskandiska terrängen är således för urbergsgeologin oundgängligen nödvändigt, emedan det lätt kan hända, att nyckeln till vissa gåtor finnes blott på ett enstaka ställe.

I detta medvetande har jag gjort ett försök att sammanställa de iakttagelser, som redan finnas gjorda i olika delar af Fennoskandia, till ett helt, för att söka finna sammanhanget mellan dess olika delar. Den karta, som söker åskådliggöra detta, är på sätt och vis en utvidgning af den lilla kartskiss, jag tidigare offentliggjort<sup>1</sup>, men upptager nu äfven de olika granitformationerna. Då kartan hufvudsakligen afser att gifva uttryck åt en uppfattning, icke att sammanfatta resultaten af en enligt enhetliga synpunkter gjord undersökning af Fennoskandias olika delar, hade det i visst afseende varit bättre att gifva framställningen en schematisk form. Ty den faran ligger nära till hands, att en karta, som naturtroget, om än i stark förminskning, upptager en mängd detaljer, kan ingifva den med ämnet icke närmare förtrogne föreställningen att vår kunskap i saken är exaktare än i sjelfva verket är fallet. Dessutom inbjuder en sådan karta vida mera till kritik än en schematisk framställning, då man här kan tadla icke blott uppfattningen, utan äfven enskildheterna. Emellertid afser ju äfven en schematiserad karta att vara en om ock förenklad framställning af faktiska förhållanden, och jag anser det därför ärligare att gifva dessa i en form, som så noga som möjligt motsvarar verkligheten.

<sup>1</sup> Bull. C. G. F. N:o 6, s. 220.

För kritik skall jag endast vara tacksam, då hufvudafsikten just är att väcka en diskussion till life. Jag utber mig endast att man härvid måtte taga hänsyn till de stora svårigheterna af hvarje första försök till en sammanställning af ett så heterogent iakttagelsematerial och icke alltför starkt förebrå mig, att jag äfven på ett gebit, som icke tillhör mitt egentliga arbetsområde, vågat föreslå en ganska stor förändring af den rådande uppfattningen angående åldersföljd etc. Detta beror på att utgångspunkterna för åldersbestämningen, såsom jag i det följande skall närmare utlägga, i Sverige och Finland delvis varit ganska afvikande från hvarandra. För öfrigt äro de förändringar af indelningen af de prekambriskas formationerna i Sverige, jag föreslagit, i alla fall vida mindre revolutionära, än de, hvilka De Geer i sin intressanta och stimulerande uppsats „Om algonkisk veckning i Fennoskandias randområden,“<sup>1</sup> hvilken med afseende å sin syftning och slutsatsernas bärvidd är att i viss mån likställa med föreliggande arbete, föreslog för hela det nämnda området. Ty medan De Geers hypotes, om den vore riktig, skulle h. o. h. vända upp och ned på alla tidigare indelningar af urberget, lemna mina förslag, särskildt hvad beträffar sedimentformationerna, hufvuddragen i den svenska indelningen i ganska vidsträckt mån orubbade, och jag har öfverhufvudtaget i högre grad än De Geer försökt sammanställa och *mutatis mutandis* bygga på tidigare arbeten.

Helt och hållet främmande är mig f. ö. icke heller det svenska urberget, då jag, delvis under den mest sakkunniga ledning, haft tillfälle att besöka en del af dess mest typiska områden och äfven sökt följa med litteraturen i ämnet. Överblicken öfver de svenska graniterna är nu betydligt underlättad, sedan Geologiska byråns öfversiktskarta af år 1902, innefattande en sammanställning af ett så ofantligt material af värdefulla iakttagelser, och P. J. Holmquists gedigna arbete om de svenska graniterna utkommit. För Norge har jag hållit mig till Björlykkes senaste kartor<sup>2</sup> och vänskapligt meddelade uppgifter af dr. H. Reusch, men har här i regeln icke kunnat försöka åtskilja graniter af olika åldrar. Kartans inom Olonets fallande del har välvilligt utarbetats af prof. W. Ramsay.

---

<sup>1</sup> Geol. För. i Stockholm Förh. Bd. 21 H. 7. 1899.

<sup>2</sup> K. O. Björlykke. Geologisk översiktskart over det sydlige Norge. Norge i det nittende aarhundred. 1902.

Idem, Geologisk översiktskart over Fjeldgrunden i det sydlige Norge. Det centrale Norges fjeldbygning. N. G. U. N:o 39. 1905.

I hvarje händelse hoppas jag att redan af en blick på min kartskiss skall framgå att det, såsom äfven De Geer, Högbom m. fl. anticiperat, finnes vissa hufvuddrag gemensamma för de delar af Fennoskandia, som nu åtskiljas genom Bottenhafvet och de politiska gränserna. Äfven om af mitt försök ej annat resultat blefve bestående, än medvetandet om denna enhetlighet i Fennoskandias geologiska byggnad, vore jag tillfreds.

Det första drag, som faller i ögonen vid betraktandet af denna karta, är den motsättning mellan de enformiga granitgneisområdena i öster och sydvest och en mellanliggande terräng med mera omvexlande byggnad, som af mig tidigare antydts och särskildt skarpt framhållits af De Geer.

Om nu enformigheten af urbergets byggnad inom östligaste delen af Fennoskandia delvis kan vara beroende på att den är ofullständigt känd, torde det dock icke vara tvifvelaktigt, att stora områden af granitiska gneiser eller gneisgraniter i denna trakt, d. v. s. Kolahalfön och ryska och finska Karelen, bilda hufvuddelen af berggrunden. I enstaka gebit, särskildt Olonets, täckas de af rester af prekambriskas sedimentbergarter, som erosionen lämnat kvar, eller genomsätts af graniter i form af talrika ådror eller större områden. Graniter af postkalevisk ålder torde sålunda vara ymnigare i Kolahalföns gränstrakter mot Finland än å kartan angifves. Graniter af yngre arkeisk typ äro rätt vanliga i finska och ryska Karelen, men ännu ganska ofullständigt kända.

Större delen af området består emellertid af gneisgranitiska bergarter, vida starkare pressade än de nyssnämnda. Bland dem finnas möjligen motsvarigheter till vestra Finlands prebottniska graniter. En stor del af granitgneisen i denna trakt torde sannolikt vara betydligt äldre än de kaleviska sedimenten, då de redan i deras bottenkonglomerat ega sin gneisartade beskaffenhet, medan en del dem genomträngande graniter, då de anträffas som rullstenar i dessa konglomerat, hafva en fullt massformig beskaffenhet, hvadan således tiden för gneisgranitens pressning genom en granitintrusionsperiod är skild från den kaleviska tiden.

Sedt i stort, kan man således beteckna östligaste delen af Fennoskandia, eller området *Kola—Karelen*, som ett *granitgneisgebite*, hvilket eger sin motsvarighet i det *vestsvenska granitgneisområdet*.

Det Kola-karelska granitgneisområdet är icke så skarpt begränsadt mot W. som det kan förefalla, ty mindre områden af all-

deles likartade bergarter finnas ännu inom gränserna för den mera omvexlande terrängen W. därom.

Om dessa äldsta granitgneisers sannolika bildningssätt vill jag ej nu yttra mig, utan öfvergår först till att omtala de arkeiska granit- och gneisområdena inom det centrala Fennoskandia, hvilka där förekomma i omvexling med skifferar af olikartad beskaffenhet.

Detta centrala parti afskiljes i flera delar särskildt genom två större granitgebit, det centralfinska och det norrländska, samt genom det stråk, i hvilket här beskrifna bergarter uppträda, hvilket sträcker sig längs Finlands sydkust och genom mellersta Sverige.

Området mellan de stora granitgebiten och det kola-karelska granitgneisområdets vestra gräns sönderfaller i två delar, den ena omfattande svenska och finska Lappland (utom de nordligaste och ostligaste delarna af det senare) eller med ett ord *Norrbottnen*, det andra *stråket mellan Bottenviken och Saimasjöarna*. I det norrbottniska området förhärskar kaleviska skifferbergarter och postkaleviska graniter. De förra äro stundom utprägladt klastiska, stundom, där de intimare injicerats med graniterna, mera kristallina och t. o. m. gneisartade till sin beskaffenhet, med ständiga, ofta snabba öfvergångar mellan dessa olika utbildningsformer. I vester finnas här stråk af äldre graniter, mer eller mindre ymnigt genomdragna af den yngre graniten och delvis genom palingenes öfvergående i denna. Denna företer därför talrika öfvergångsformer till gneisartade bergarter. I hvilken grad äfven äldre, prekaleviska skifferbergarter här förekomma, kan f. n. näppeligen afgöras. Deras strykning har i hvarje händelse omorienterats till öfverensstämmelse med den kaleviska och metamorfosen samt palingenesen under postkalevisk tid torde väl hafva påtryckt dem ungefär samma prägel. Ej heller kan man utan därpå särskildt riktade undersökningar afgöra, i hvilken mån prekaleviska, men postbottniska graniter förekomma i Norrbotten inom sydvestligaste delen af det lappska området. På den finska sidan sträcka sig de större områdena af postkalevisk granit ej längre mot S. än till trakten af Uleåträsk. Smärre gebit af denna postkaleviska granit, hvars kontaktzoner ofta utmärkas af en riklig cyanithalt, synas förekomma ännu längre mot S., och särskildt torde de yngsta pegmatiterna inom stråket Bottenviken—Saima i allmänhet vara af postkalevisk ålder. I hufvudsak äro dock de massformiga graniterna inom sist nämnda stråk af postbottnisk typ, men öfvergå äfven genom mellanformer, som torde vara att tolkas som palingena bergarter, i äldre, gneisartade graniter, hvilka öfverensstämma antingen



med den prebottniska gneisgraniten i S. W. Finland eller med granitgneisen i Karelen. Skifferarna i samma trakt äro, som redan nämnts, af dels kalevisk, dels högre ålder (den skifferartade „*glimmergneisen*“ i denna trakt, likasom öfverhufvudtaget i Finland, torde vara af öfvervägande ladogisk ålder), hvarvid de äldre skifferarnas strykningsriktningar äro mera ost-vestliga längre ifrån de kaleviska skifferzonerna, men i samma mån de närma sig dessa antagit deras utpräglade N. N. W.-liga strykning. Ändringen i strykningsriktningarna i trakten S. E. om det centrala granitgebietet, hvilket likasom i en tång omfattas af det sydfinska stråket med E. N. E.-lig och stråket Bottenviken—Saima med N. N. W.-lig strykning, beror således ej såsom jag tidigare ansett vara möjligt på en omsvängning af riktningar, uppkomna under en och samma veckningsperiod, utan såsom Frosterus redan år 1902 framhöll som möjligt, på att den senare, öfvertvärande postkaleviska veckningen inom sitt utbredningsområde omorienterat och delvis utplånat den äldre strykningen.

Gränsen mellan det kola-karelska granitgneisområdet och nu omtalade zon går parallelt med det största och mest sammanhängande stråket af kaleviska skifferar i Finland. Vid södra delen af denna gräns förekomma emellertid äfven jatuliska kvartsiter ställvis längs densamma, inklämda i den veckförkastning, som utmärker en stor del af gränslinjen. Ännu under postjatulisk tid hafva sålunda rörelser egt rum längs denna gräns. Emellertid är öfverensstämmelsen i strykning mellan de kaleviska och de jatuliska bergarterna icke allmänt förhanden. I Olonets, där diskordansen mellan båda formationerna enligt Ramsay är väl utpräglad, stryka de kaleviska skifferarna vid Seesjärvi i mera N. W.-liga riktningar, medan jatulen här stryker i N.—S. eller N. N. W. Strykningen hos de jatuliska sedimenten gör i Karelen stundom tvära böjningar eller rättare knyckar, tydande på att vid ifrågavarande veckningsperiod olika block af jordskorpan rört sig temligen oberoende af och förskjutits mot hvarandra (jfr. kartan). I norra Finland stryker jatulen i regel i E.—W., öfvertvärande den i allmänhet N.—S.-liga strykningen hos de kaleviska bergarterna, hvilka emellertid närmast jatulen omorienterats till öfverensstämmelse med dess strykningsriktning. Detta är särskildt tydligt i Kuusamo och Kuolajärvi (S. W. om Kantalaks viken), där de kaleviska skifferarnas N.—S.-liga hufvudstrykning är

<sup>1</sup> B. Frosterus, Die Grundzüge des geologischen Baues des süd-östlichen Finlands. Förh. vid. Nord. Naturforsk. o. Läkaremöt. i Helsingfors 1902. IV, s. 28—29.

utpräglad äfven N. om det jatuliska området, men närmast detta böjer sig utefter dess rand till E.—W.-lig.

Om nu således de jatuliska veckningarna ställvis förmått omorientera de äldre kaleviska, torde det dock icke råda tvifvel om, att den förherrsande N.—S.-liga strykningen hos sedimenten från sistnämnda tid väsentligen berott på veckningsrörelser, som egt rum redan före den jatuliska tiden. Särskildt förhållandet till den postkaleviska graniten, hvars sydligaste utlöpare går parallellt med det längsta kaleviska sedimentstråket, synes ådagalägga detta.

Man bör emellertid härvid erinra sig, att enligt den här företrädda uppfattningen af de största granitområdena som delar eller vikar af djupets bottenlösa magmaocean, bildningen af ett sådant område sönderfaller i flera faser, den första innefattande tiden för de omgivande bergarternas insjunkande och granitmagmans inträngande, de senare magmans successiva stelning på stort djup och dess frambefordrande i dagen genom dislokations- och erosionsprocesser. Det är sålunda tänkbart, att de postjatuliska rörelserna utöfvat väsentligt inflytande på frambefordrandet i dagen af de djupets granitmassor, hvilka under de närmast efter den kaleviska tiden försiggångna veckningarna blandades med sedimenten från denna tid.

Gränsen mellan granitgneisområdet och det *centrala Fennoskandia* uppstod visserligen nog före den jatuliska tiden, eftersom denna tids sediment ofta hvila direkt på granitgneisen. Men de svaghetslinjer, som betecknade denna gräns, synas äfven senare hafva funnits kvar och hafva föranlett dislokationer längs densamma under postjatulisk tid, hvarvid nu den centralare delen, som förut var den sänkta, synes hafva höjt sig i förhållande till granitgneisen, på samma gång som i Karelen randen af sistnämnda område sköts öfver granitgneisen. Genom samma rörelser bragtes möjligen äfven i norr de postkaleviska granitmassorna närmare dagytan och kunde därefter småningom frameroderas.

Om vi nu gå öfver till mellersta Fennoskandias centralaste del, som är så annorlunda uppbyggd än de nu omtalade zonerna, så finna vi där främst de redan omnämnda stora granitgebiten i Norrland och mellersta Finland, hvilka omgivas af områden, i hvilka gråa gneisgraniter äro de förherrsande bergarterna.

Det *centrala finska granitområdet* kantas emellertid särskildt i söder af smala zoner af bottnisk skiffer, och vid det *stora norrländska granitområdets* nordöstra rand finna vi likaså Skellefteåskiffra, hvilka som redan nämndes visa mycken likhet med de

bottniska, i synnerhet i hvad angår de i dem ingående konglomeraten med deras vexlande eruptivbergarter<sup>1</sup>. Vid fortsättningen af den gränslinje mellan områdena Norrbotten och Bottenviken—Saima å ena sidan och de stora granitgebiets å den andra, vid hvilken Skellefteåskiffrarna ligga, finner man i Finland äfven skiffrar, som visserligen äro starkare granitiserade och i öfrigt omvandlade än Skellefteåskiffrarnes hufvuddel, men eljest mycket likna dem och likasom dessa innehålla konglomerat af omvexlande beskaffenhet.

Såväl detta förhållande till de närmast omgifvande skiffrarne af bottnisk typ som deras allmänna läge och kontaktförhållanden gentemot omgifvande bergarter knyta de tvenne stora granitgebiten i Norrland och mellersta Finland nära tillsammans. Nu betraktas emellertid den finska centralgraniten på tidigare anförda grunder som en *postbottnisk* granit, äldre än de postkaleviska graniterna i norra Finland och Norrbotten, medan däremot graniten i det stora norrländska området af Högbom och andra senast kartlagts som den  *yngsta*  graniten af urbergstyp i dessa trakter<sup>1</sup>.

Jag kan dock icke finna de hittills anförda skälen för den norrländska porfyrgranitens relativt unga ålder vara på något sätt öfvertygande. Hufvudskälet är väl det, att den uppträder i nära samband med en massformig grå granit af Stockholmsgranitens typ, som man i Sverige vant sig att betrakta som karaktäristisk för urbergets yngsta afdelning. Det måste emellertid framhållas, att Stockholmsgraniten icke kan anses särskildt lämplig som utgångspunkt för en åldersbestämning, då den icke förekommer i en trakt med sammanhängande, till beskaffenhet och ålder väl definierbara sedimentära skiffrar. I Finland förekomma massformiga graniter af denna typ såväl här och där inom kustgranitzonen  *med otvetydiga öfvergångar till dess genom palingenes uppkomna, strimmiga graniter*  (t. ex. i särskildt typisk form vid Nystad samt vid Kumlinge i Åbo skärgård, Bergö i Hitis, W. om Hangö, S:t Andrea och Sordavala i Viborgs län o. s. v.) som äfven i stor utsträckning just inom det centrala granitgebitet N. om Tammerfors. Äfven här öfvergå de mångenstädes i strimmiga graniter af nog så arkeisk typ. Jemte sådan jämnkornig grå granit förekomma i det centrala området äfven porfyrartade graniter, som ofta äro alldeles lika den

<sup>1</sup> A. G. Högbom, Skellefteåfältets geologi och bergarter. Föredrag. Geol. För. i Stockholm Förh. N:o 196, Bd. 1899, s. 636—38.

<sup>1</sup> S. G. U. Geologisk öfversiktsskarta öfver Sveriges berggrund.

A. G. Högbom, Norrland, Naturbeskrifning. 1906, s. 52 o. Berggrundskartan.

norrländska. Graniten i Jämsä W. om Päijänne kan sålunda i stuf alldeles icke skiljas från den granit från Pilgrimsta station, af hvilken jag genom Holmquists vänlighet erhållit profver, medan graniterna E. om Päijänne ofta på ett hår när likna de grå porfyrgraniterna från Norrland. Ännu vid kusten S. om Wasa förekomma smärre områden af massformiga grofva porfyrgraniter, alldeles lika en del norrländska, och i hela den trakt, som ligger mellan de stora gebiten i Sverige och Finland, finnas talrika små områden af massformiga graniter af Stockholmsgranitens typ, hvilka mycket likna bergarterna i det finska centralområdet och som ännu närmare sammanknyta de bägge stora områdena. De, graniter jag sett t. ex. vid Örnsköldsvik och Wasa, likna alldeles hvarandra inbördes och äfven Tammerforsgraniten.

Den norrländska porfyrgraniten är ofta ganska starkt mekaniskt omformad. Den har denna egenskap i fullt lika hög grad som den finska centralgraniten och är mycket mera pressad än de postkaleviska graniterna i norra Finland. Men till åtskilnad från dem är den som porfyrtartade graniter i allmänhet *vida mindre strimmig på grund af assimilation af skiffriga bergarter* än de postkaleviska graniterna, hvilka som nämndt i stor utsträckning äro gneisartade till sin beskaffenhet. Måne det icke är denna motsättning mellan den primärt massformiga porfyrgraniten och de på grund af palinogenes strimmiga, gneisartade norrländska graniterna, som väsentligen varit afgörande för åldersbestämningen? Och dock kan det såsom ofvan framhållits inträffa, att af två graniter i närbelägna trakter den yngre i större utsträckning assimilerat skiffriga bergarter än den äldre, och en gneisig habitus bör i sådana fall ej användas som ålderskriterium.

Den tvära gränsen mellan det stora norrländska granitområdet och zonen med nordsydlig strykning i norr därom behöfver ej heller nödvändigtvis antyda att det förra är en yngre bildning, då skiffrarnas strykning i alla fall böjer sig utefter gränsen. Den torde kunna tolkas sålunda, att de väldiga granitmassorna såväl här som på finska sidan gjort ett starkare motstånd såväl mot de postkaleviska veckningarna som mot en neddoppning i djupets magmamassor eller deras framträngande nedifrån, likasom äfven mot senare dislokationer, än de närmast i N. E. och E. om dem liggande zonerna, hvilka såsom nyss visats just ligga längs de postkaleviska dislokationslinjerna.

På alla dessa grunder vågar jag enligt Högboms tidigare förödmö hänföra graniterna i det stora norrländska gebitet (Refsunds-

graniten etc.) till urbergsgraniterna<sup>1</sup> och betrakta dem som afgjordt äldre än Rätansgraniten, som han i sitt Jämtlandsarbete fört till de postarkeiska graniterna, men på sin senaste karta öfver Norrland gifvit en lägre plats i färgschemat än Refsundsgraniten<sup>2</sup>. Denna jemte tillhörande dels porfyrtartade, dess jämnkorniga graniter för jag med föga tvekan tillsammans med den postbottniska graniten i det centrala finska området.

Emellan samt söder om dessa granitområden finna vi på ömse sidor af Bottenhafvet områden med likartad beskaffenhet, och äfven strykningsriktningarna fortsätta sig på ömse sidor om hafvet. Förhershkande äro starkt pressade gråa gneisgraniter jemte starkt omvandlade skifferar, som i allmänhet äro i hög grad granitiserade. Dessa komplexer anser jag vara af i hufvudsak prebottnisk ålder (jfr. s. 54); ehuru äfven postbottniska graniter här förekomma i mindre massor.

Ännu mera mot söder möta vi då den zon, där de bergarter förekomma, som i början af denna uppsats beskrifvits och tolkats till sin uppkomst. Denna sydfinska kustgranitzon går i S. W. med stor bredd ut i hafvet och fortsättes i öarna i Åbo skärgård.

Man kan icke gerna tvifla på, att den i Uppland och öfverhufvudtaget hela Svealand förekommande granit- och gneiszonan är en direkt fortsättning till detta sydfinska stråk, som sålunda i sin helhet kan betecknas som det *sveco-fenniska stråket* (eller den sv.-f. granit- och gneiszonan). De uppländska skifferarna och särskildt kalkstenarna kunna betraktas som direkta fortsättningar till de finska, som med små afbrott kunna spåras genom hela den mellanliggande skärgården. Äfven graniternas förhållande visar stor likhet på hvardera sidan om Bottenhafvet, som ju icke är och icke borde betraktas som en geologisk gränslinje, minst af allt för de arkeiska bildningarna. Särskildt Upsalagranitens i så många hänseenden gåtfulla förhållanden synas mig först genom den här uppställda teorin få sin rätta förklaring. Den har alltid förefallit mig påminna mycket om en prebottnisk granit, men då jag såg den i naturen måste jag dock erkänna, att den är ganska olik den typiska, starkt tryckskiffrika prebottniska graniten från Tammerförstrakten. Af alla författare, som beskrifvit densamma, särskildt Högbom<sup>3</sup>, framhållas

<sup>1</sup> A. G. Högbom, Geologisk beskrifning öfver Jämtlands län. S. G. U. Ser. C. 140. 1895, s. 10.

<sup>2</sup> Idem, Norrland. Naturbeskrifning. Uppsala 1906. Berggrundskartan.

<sup>3</sup> A. G. Högbom. Om de s. k. urgraniterna i Upland. Geol. För. i Stockholm Förh. N:o 151. Bd. 15. 1895, s. 241 ff.

de ständiga öfvergångarna mellan massformiga graniter, gneiser och „urgraniter“ i denna trakt och de obestämda gränserna mot närmast liggande granityper. Uppsmältningsteorin ger en enkel förklaring af dessa öfvergångar, likasom äfven af sliror, „basiska utsondringar“, sekretgångar, veckade pegmatitådror etc. och slutligen äfven de egendomliga kontaktförhållandena gentemot hälleflintan och uralitporfyren i trakten af Upsala. Trots allt hvad som anförts härför, har jag nämligen svårt att tänka mig dessa bergarter med deras typiska effusivstrukturer som gränzoner i graniten, som i struktur och uppträdande har en så äkta abyssisk karaktär. En del mindre hälleflintpartier måste i hvarje händelse tolkas som lösryckta brottstycken. Hvarför kan detta icke gälla äfven de större partierna, som då kunna vara antingen lösryckta delar af en större massa eller partier af en söndersmält gång i likhet med hornblendeskifferpartierna i trakten E. om Hangö? Ytbergarterna äro till sin struktur så analoga med de finska, inom samma zon och under liknande förhållanden till omgifvande bergarter i vida större massor förekommande basiska arkeiska effusivbergarterna, att man i det längsta ville undvika att använda en alldeles annan teori för deras förklarande. Jag har f. ö. äfven vid det tavastländska uralitporfyrområdets södra gräns iakttagit för mig hittills gåtfulla kontaktförhållanden, hvilka jag nu är böjd att tolka som beroende på att liggandets granit här som palingent eruptiv genomtränger uralitporfyren.

Blandningsbergarterna emellan granit och „paragneis“ i Stockholms skärgård anser Holmquist vara bildade genom „intensiva injektions- och digestionsmetamorfa processer“,<sup>1</sup> hvilket antagande, om man förklarar intensiteten af fenomenet på här föreslaget sätt, går synnerligen väl ihop med min teori. Holst har från trakten af Dalarö och Utö beskrifvit ganska typiska anatektiska fenomen.<sup>2</sup> Södermanlands gneisterräng synes mig, så vidt jag kan döma af hvad jag sett af densamma i trakten N. om Bråviken samt i omgifningen af Södertelje, snarare vara att tolka som en komplex af gamla sediment- och eruptivbergarter, förändrade genom injektion och palingenes, än som en motsvarighet till de katarkeiska granitgneisformationerna, hvilka äro vida mer enhetliga. Härmed vill jag

<sup>1</sup> P. J. Holmquist, Studien über die Granite von Schweden. Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. VII. 1906, s. 237.

<sup>2</sup> N. O. Holst, Beskr. till kartbl. Dalarö och Utö. S. G. U. Ser. Aa. N:o 80 & 81, s. 30.

ej bestrida, att mer eller mindre starkt metamorfoserade eller omsmälta gamla granitgneiser äfven kunde befinna sig bland dem.

Hvad beträffar de sedimentformationer, som deltagit i omsmältningen, så finnas bland dem i den sveco-fenniska zonen på finska sidan säkert sådana, som äro af bottnisk typ (särskildt uralitporfyrrerna vid Pellinge etc.), men flertalet af dem och särskildt de kalkstensförande zonerna likasom äfven de här och där förekommande kvartsiterna visa dock mera likhet med de ladogiska skifferna och synas mot E. direkt öfvergå i dessa. Äfven i Sverige förete flertalet af de i denna palingena zon ingående skifferna likartade karaktärer, och först i de skifferstråk, som i W. mantelartadt omgifva den, finner man sådana, som afgjordt påminna om våra finska bottniska skiffer. Detta hindrar naturligtvis ej, att bottniska skiffer äfven på svensk sida kunnat i ganska stor utsträckning förekomma i den sveco-fenniska zonen, ehuru de af graniten assimilerats.

Hvad särskildt angår de acida effusivbergarterna, hvilkas ymniga förekomst är karaktäristisk för det svenska urberget, så synas de till en del vara äldre än de graniter, vi här sammanfört med de postbottniska graniterna i Finland, d. v. s. af bottnisk eller högre ålder, till en annan, måhända större del af senare datum. Till denna fråga skall jag återkomma längre fram.

På samma sätt som vid det sveco-fenniska stråkets östra ända strykningen från i hufvudsak E. N. E.-lig öfvergår till N. N. W.-lig, finna vi att äfven vid dess vestra ända skifferna antaga en ganska utpräglad N.—S.-lig strykning, som är konform med längdutsträckningen af de yngsta urbergsgranitområdena i samma trakt. Särskildt i trakten kring Dalelven S. E. om Siljan får man ett tydligt intryck af att graniterna med N.—S.-lig strykning *öfvertvåra dem med E.—W.-lig*. De förra beteckas äfven af Törnebohm som yngre än de senare. Då nu dessa såsom ofvan gjorts gällande äro att betrakta som postbottniska, låge det under den sannolika förutsättningen, att de stora bergvecknings- och granitintrusionsperioderna varit få till antalet och samtidigt drabbat stora delar af Fennoskandia, närmast till hands att antaga, att de relativt yngre graniterna tillhörde den stora *postkaleviska* granitintrusionsperioden. I hvarje händelse har vid hvardera ändan af det sveco-fenniska stråket en analog och möjligen samtidig geotektonisk tilldragelse egt rum.

De yngsta urbergsgraniterna fortsätta sig från mellersta Sverige ned till *Smdland*, hvars granitgebit äfven har en i hufvudsak N.—S.-lig längdutsträckning. Hälleflintområdena i denna trakt stryka visserligen öfvervägande i E.—W., hvilket emellertid kan vara ett

minne från en äldre veckningsrörelse. Men de invid eller nära intill granitområdets kant förekommande kvartsitformationerna vid Vestervik och Vestaná, hvilka äro de enda svenska sedimentformationer, hvilka till sin beskaffenhet och stratigrafi i högre grad erinra om våra mäktiga och vidt utbredda kaleviska formationer, stryka konformt med granitområdets längdutsträckning och gränsen mot granitgneisen. Då härtill kommer, att de småländska graniterna äfven petrografiskt mycket likna de lappska postkaleviska graniterna och i medeltal äro svagare metamorfoserade än graniterna i det postbottniska palingena stråket, torde man vara berättigad att uppställa den arbetshypotes, att gränsen mellan granitgneisområdet och det mellersta Fennoskandia i S. W. liksom i N. E. uppkommit under postkalevisk tid och stått i samband med framträngandet af de postkaleviska graniterna, de yngsta graniter af urbergstyp, vi ega inom denna terräng.

Huruvida nu alla granitiska bergarter i detta stora område låta inpassa sig i denna indelning och icke möjligen särskildt i Sverige graniter finnas, som äro yngre än de postkaleviska och dock afgjort äldre än rapakivin, Siljansgraniten och andra „jotniska“ graniter, vill jag här lemna ofgjort. Då jag här håller mig till hufvuddragen i urberget och jag äfven anser förekomsten af en tredje grupp urbergsgraniter, yngre än de postkaleviska, icke vara bevisad, kan jag för tillfället lemna dem å sido och har på kartskissen förenat denna grupps graniter med någon af de öfriga.

Angående de *norska* urbergsgraniternas ålder kan man väl f. n. i de flesta fall icke ens uttala några förmodanden. Att graniterna i norska Finmarken, som nära ansluta sig till de postkaleviska graniterna på östra sidan om fjällkedjan och äfven petrografiskt ofta likna dem, äro af motsvarande ålder, synes dock icke osannolikt. De flesta öfriga norska präkambriska graniter hafva på kartan betecknats med samma färg som den postbottniska graniten, med hvilken öfverhufvudtaget betecknats de massformiga urbergsgraniterna af icke närmare bestämd ålder.

Enligt den uppfattning, vi här sökt göra gällande, skulle sålunda det fennoskandiska urberget hafva en i viss mån symmetrisk byggnad och skulle motsättningen mellan dess mellersta delar och granitgneisområdena i S. W. och N. E. hafva berott på af granitintrusioner ledsagade väldiga dislokationer under postkalevisk tid. Det är således enligt min uppfattning icke Fennoskandias gränsområden, såsom De Geer velat antaga<sup>1</sup>, hvilka undergått starkaste

<sup>1</sup> G. De Geer. Om algonkisk bergveckning inom Fennoskandias gränsområden. Geol. För. i Stockholm Förh. N:o 196. Bd. 21. 1899, s. 675.



förändringar under yngre prekambrisk tid. Tvärtom är det just den mellan de stora periferiska granitgneisområdena liggande trakten, som påverkats vid dessa rörelser, i det den blifvit sänkt<sup>1</sup>, delvis till så stort djup, att den ånyo uppsmälts af magman, medan granitgneisområdena blifvit jämförelsevis oberörda af dessa processer, på grund af att de förblifvit på en högre nivå, än den som intagits af magmasfären under postkalevisk tid. Icke heller hafva dessa väldiga rörelser inträffat hufvudsakligen under „algonkisk“ tid, i den mening, hvori De Geer fattar detta begrepp, utan företrädesvis vid öfvergången mellan denna tid och den arkeiska. Eljes sammangår den här uppställda teorin väl med De Geers hypotes så till vida, som genom den gifvits en på erfarenhetsväg vunnen förklaring af omvandlingsprocesser af fullt så storartad och genomgripande art<sup>1</sup> som De Geers antagande fordrar, men hvilka då det gjordes icke voro af någon fennoskandisk geolog eller petrograf kända. Om Bäckström vid diskussionen af De Geers föredrag kunde yttra, att „urbergsgeologien just nu vore i behof af ett otvetydigt exempel på verkningarna af enbar dynamometamorfof på stort djup“<sup>2</sup>, så af-såg han väl därmed främst att betona, att det vore önskvärdt, att petrografen blefve i tillfälle att studera omvandlingar, som egt rum på sådant djup. Detta anser jag numera att man verkligen är i tillfälle att göra, ehuru resultatet af dessa studier blir att ifrågasvara fenomen icke, såsom äfven De Geer då syntes benägen att antaga, äro att rubricera som verkningar af „enbar dynamometamorfof“, utan tvärtom bevisa den fullkomliga otillräckligheten af dynamometamorfosteorin såsom förklaring för urbergets egenartade beskaffenhet.

Gälde det blott den teoretiska grundupplättningen, så skulle jag således nu nog kunna instämma i De Geers förslagsmening, som af honom utvecklats med en så beundransvärd konsekvens och logisk tankeskärpa. Dess svaghet ligger däri, att den hvilar hufvudsakligen på några detaljiakttagelser i ett område, där alls inga „algonkiska“ sediment förekomma och som f. ö. är föga typiskt, äfvensom på allmänna betraktelser öfver kartorna, medan förf. icke tagit tillräcklig kännedom om det iakttagelsematerial, som ligger

<sup>1</sup> Att östra Sverige blifvit *sänkt* i förhållande till vestra delen, har antagits äfven af svenska forskare, bl. a. H. Bäckström; jfr hans arbete Vestanåfältet. S. G. U. Ser. C. N:o 168. 1897. s. 675.

<sup>2</sup> Diskussion vid mötet den 4 jan. 1900 med anledning af G. De Geers föredrag. Geol. För. Förh. Bd. 22, s. 127.

till grund för de åsikter och särskildt de indelningar af urberget, han med ett slag sökte kullhäfva, hvarför det äfven, såsom Törnebohm med rätta framhöll, måste sägas om detta vackra tankeexperiment, att det „föga satisfierar förhållandena i naturen“.<sup>1</sup>

Jag har tidigare varit böjd att betrakta de äldsta granitgneiserna som delar af den „första stelningskorpan.“ Enligt den uppfattning, jag här sökt göra gällande, måste emellertid jordskorpan stelnande anses hafva räckt en längre tid, fortskridande utifrån inåt i den mån afkylningen fortgått och erosionen gjort vissa delar af litosfären tunnare, medan åter andra delar af den tidigare stelnade delen af jordskorpan ånyo införlivats med den underliggande magmasfären<sup>2</sup>. Då härvid säkert den först stelnade jordskorpan, d. v. s. den som bildats före de första sedimentens aflagring, mångenstädes blifvit förstörd, och man i ingen händelse kan tänka sig, att den allestädes skulle återfinnas i sin ursprungliga form under de stora eruptivområdena, kan man säga, att den allestädes närvaro eller „ubikviter“, som Rosenbusch velat tillerkänna „den första stelningskorpan“<sup>3</sup> egentligen icke tillkommer denna, utan uteslutande *magmasfären*, som hvars yttersta stelnade del eller omklädnad stelningskorpan kan betraktas.

Ur denna synpunkt sedt är det sålunda temligen likgiltigt, om man betraktar de äldsta granitgneiserna såom tillhörande stelningskorpan eller som urgamla granitiska djupbergarter. Att de äro äldre än de flesta säkert igenkänliga sedimentära urbergsskiffrar anser jag sannolikt. Huruvida eller i hvilken utsträckning de äro azoiska, kommer väl alltid att blifva svårt att afgöra, då de djupast stelnade magmamassorna naturligtvis i alla händelser äro de, som minst kommit i beröring med sedimentära bergarter, och det således alltid måste blifva svårt att om någon af dem, huru ärevärdigt gamla de än må te sig till sin beskaffenhet eller genom sitt förhållande till andra bergarter, försäkra att de ovilkorligen varit de första som afsatts på jordens yta.

Rosenbuschs sats, att „das Grundgebirge an verschiedenen Or-

<sup>1</sup> l. c. s. 116.

<sup>2</sup> Med afseende å antagandet af en reaktion nedifrån står min uppfattning sålunda den åsikt ganska nära, som Holmquist senast uttalat (Geol. Förh. Bd. 29, s. 91 ff.).

<sup>3</sup> H Rosenbusch. Zur Auffassung des Grundgebirges. N. J. 1889. Bd. II, s. 87.

ten der Erde sehr verschiedenes Alter haben kann und haben muss“<sup>1</sup>, kan sålunda äfven tillämpas på stelningskorpan och gäller öfverhufvudtaget i fullt lika hög grad de djupast liggande gneis- och granitformationerna som de öfre, till stor del af sedimentära skiffrar bestående delarna af de kristallina komplexerna. Om man icke vill återvända till åsikter, som stå läran om en hydrokemisk metamorfos nära, blott med den skilnad att man nu tillskrifver „tryckets“ inverkan de reaktioner, man tidigare tillskref dagvattnet, så måste man ju anse, att äfven „regionalmetamorfosen“ ytterst beror på en reaktion inifrån utåt, att den bör uppfattas som en „anogen“<sup>2</sup> process, och då följer konsekvent häraf, att icke blott denna, utan äfven de direkta inverkningarna af djupets väldiga magmamassor än kunna nå högre, än lägre upp i den geologiska formationsserien. I sjelfva verket finna vi ju äfven på flera ställen af jordklotet, bl. a. i Bretagne, enligt Barrois öfvertygande skildringar,<sup>3</sup> terränger som förete i hufvudsak samma prägel som det nordiska urberget, men där granitens intrusion och gneisbildningen försiggått i paleozoisk tid. Är den här framställda åsikten riktig, försiggår gneisbildningen än i den dag som är i de djupaste delarna af jordskorpan svaghetszoner, under de stora bergskedjorna.

Jag har vid den i det föregående gifna öfversikten af de fenoskandiska graniternas förhållanden till de omgifvande bergarterna icke tagit större hänsyn till deras ställning till den s. k. „porfyrrernas och hälleflintgneisernas grupp“, hvilken omständighet dock i Sverige användts som en hufvudgrund vid bestämmandet af graniternas åldersförhållanden. Jag anser nämligen hypotesen om den geologiska samhörigheten af alla dessa svenska porfyrrer „från Skåne upp till nordliga Lappland“ vara icke blott osannolik, utan bevisligen oriktig, och skall här i korthet anföra mina skäl för detta kätterska påstående.

Det kan väl numera anses bevisadt, att en stor del af dessa bergarter hafva karaktären af yteruptiver eller tuffer. Otto Nordenskjölds bevisföring beträffande de småländska hälleflintorna synes mig på ett fullt öfvertygande sätt ådagalägga, att bland dem finnas *äkta* effusivbergarter, till sin primära struktur i intet afseende

<sup>1</sup> l. c. s. 97.

<sup>2</sup> Mot denna af Becke åter i användning bragta term torde i språkligt hänseende berättigade anmärkningar kunna göras; *άνω* betecknar ett högre läge, ej en rörelse uppåt, och anogen betyder således egentligen bildad uppe, i ett högre läge, medan det tvärtom just är fråga om djupets bildningar.

<sup>3</sup> l. c.

olika dem som bildats vid moderna vulkaner<sup>1</sup>, på samma sätt som min undersökning af de finska uralitporfyrrerna och deras tuffer gaf vid handen, att stelningsbetingelserna för de bottniska basiska effusivbergarterna hvad beträffar temperatur etc. varit alldeles lika de under senare tider rådaude. Mikroskopiska studier af Högbom<sup>2</sup>, Bäckström<sup>3</sup> m. fl. på andra svenska hälleflintor visa, att Otto Nordenskjölds slutsatser kunna utvidgas att gälla flertalet af de svenska hälleflintbergarterna och porfyrrerna, hvarmed naturligtvis icke är sagdt, att alla dessa porfyrrer ovilkorligen måste hafva nått till sjelfva jordytan. En del kunna naturligtvis äfven hafva stelnat som intrusivbäddar eller gångar nära densamma<sup>4</sup>.

Är det nu a priori sannolikt, att bildningen af alla dessa till graden af metamorfos så olika bergarter skulle hafva skett vid en viss tidpunkt, d. v. s. att den granitiska magman endast under en viss begränsad tidrymd i Fennoskandia skulle hafva utgjutit sig i dagytan eller stelnat i dess närhet? Näppeligen. Då kunde man på ungefär lika goda grunder antaga, att alla dels ometamorfoserade, dels mer eller mindre starkt omvandlade diabasbergarter i Finland och Sverige, från de katarkeiska och ladogiska börjande och ända upp till de jotniska, i stort sedt kunde vara af ungefär samma ålder, hvilket emellertid skulle leda till en sammanslagning af nära ett tiotal olikartade, delvis genom väldiga diskordanser och storartade tektoniska rörelser skilda eruptivformationer. Antagandet af de effusiva granitbergarternas liktidighet är icke i och för sig mera sannolikt, och skulle väl icke hafva uppstålts i våra dagar, då man icke mera tillskrifver eruptivbergarternas struktur samma betydelse som förr för deras åldersbestämning och icke längre gör skilnad mellan en trapp och en basalt, en ryolit och en kvartsporfyr. Om nu denna sedan äldre tider kvarlevande lära om en särskild porfyrtid icke är sannolik, kan man väl icke heller försvara dess användning enbart såsom *arbetshypotes*. I sjelfva verket är det lätt att visa, att den icke varit till gagn för en riktig uppfattning af de svenska graniternas åldersförhållanden, utan tvärtom af ett synnerligen ödesdigert inflytande på densamma.

<sup>1</sup> Otto Nordenskjöld, Über archaische Ergussgesteine aus Småland. Bull. Geol. Inst. of Upsala I, s. 133—255.

<sup>2</sup> A. G. Högbom, Om de s. k. urgraniterna i Upland. Geolog. För. Förh. Bd. 15. 1893, s. 260—62.

<sup>3</sup> H. Bäckström, Vestanåfältet. S. G. U. Ser. C. N:o 168. 1897.

<sup>4</sup> Jfr. Otto Nordenskjöld, Über die Kontaktverhältnisse zwischen den archaischen Porphyren („Hälleflinten“) und Graniten im nordöstlichen Småland. Bull. Geol. Inst. of Upsala. N:o 9. Vol. V. Part I. 1900.

Låt oss efterse till hvilka konsekvenser den leder. Rätansgraniten betecknas af Högbom i hans Jemtlandsarbete som en post-arkeisk granit, „som ansluter sig rätt nära till Ragundagraniten“, och Holmquist framhåller att Siljan-Rätansgraniterna petrografiskt icke med fullständig säkerhet kunna skiljas från rapakivibergarterna. De nämnda graniterna äro nu, såsom flera förf. framhållit och jag äfven själf förvissat mig om i Siljanstrakten, genom fullständiga strukturella öfvergångar förbundna med Dalaporfyryrna, hvarför äfven namnet *Dalagraniter* synes mig för dem vara det lämpligaste. Ehuru jag för min del skulle vilja tro, att dessa graniter, som äro något mera pressade än rapakivin, kunna vara något äldre än denna, anser jag dock att man kan enas om att de stå den nära till sin bildningstid och har äfven räknat dem till min jötniska afdelning.

Men nu anses Dalaporfyren enligt gammal häfd vara samhörig med de pressade porfyryrna i trakten S. om Dalarne och med Smålandsporfyryrna. Följden är att såväl Jernagraniten som Smålandsgraniterna, af hvilka senare en del enligt Otto Nordenskjöld visa otvetydiga öfvergångar till kvartsporfyryr och hälleflintor, skulle komma att föras till samma grupp som Dalagraniterna (och kanske äfven rapakivin). Men då nu Upsalagraniten förhåller sig ungefär på samma sätt till inneslutningar af hälleflinta som graniterna i Skåne, parallelliserar Otto Nordenskjöld äfven denna med Smålandsgraniterna och framhåller ytterligare år 1900, att „tillsvi-dare ingen enda grund föreligger att betvifla deras ungefärliga lik-tidighet“<sup>1</sup>.

Nu är Upsalagraniten såsom jag ofvan sökt göra sannolikt analog med de prebottniska gneisartade graniter, som undergått omsmältning i det sveco-fenniska stråket, och i hvarje händelse måste den väl räknas bland de *äldre* urbergsgraniterna. Men teorin om porfyryrnas ungefärliga liktidighet, använd såsom arbets-hypotes, leder till antagandet af dess samhörighet med Dalagraniterna och möjligen t. o. m. med rapakivigraniterna, de yngsta pre-kambriska graniterna!

Holmquist har emellertid gått ännu ett steg längre och vill göra gällande, att åtminstone en del af järngneisen är sammanhörig med östra Sveriges hälleflintgneiser. Måhända har han härvid för litet tagit hänsyn till de sekundära processer, som i urberget hopcementerat genetiskt olikartade bildningar med hvarandra. Vare nu härmed huru som helst, är det ett faktum att man vid använd-

<sup>1</sup> Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. V. Part I. 1900, s. 3

ning af läran om porfyrearnas samtidighet och de mest auktoritativa svenska geologers uttalanden om deras förhållanden till graniterna kommer till den slutsats, att järngneisen och rapakivin, A och O i Fennoskandias prekambrika geologi, „i stort tillhöra en och samma afdelning af urberget“. Måne icke detta kunde sägas vara att se sakerna litet för mycket i stort?

Enligt min tanke kan en lära, som så litet fyller den första fordran man bör ställa på en arbetshypotes för urberget, att hjälpa till att afdela detta och att bringa reda däri, icke att ytterligare hopbinda dess redan i naturen så starkt hoptrasslade härfva, icke betraktas som lämplig för angifna ändamål.

I sjelfva verket har icke heller denna princip konsekvent vidhållits vid indelningen och åldersbestämningen af de svenska graniterna. Homquist sammanför *icke* Dalagraniten (Siljansgraniten) och järngneisen, ehuru han anser hvardera uppträda i samband med porfyrier, utan ger dem tvärtom plats vid motsatta ändor af schemat för åldersindelningen. Oaktadt Otto Nordenskjöld, härvid konsekventare än öfriga svenska geologer, på grund af porfyriteorin paralleliserar Smålandsgraniterna och Upsalagraniten, har detta ej vunnit efterföljd. Törnebohms berggrundskarta särskiljer dem tvärtom skarpt från hvarandra, och äfven vid bestämmandet af åldern för de nordsvenska graniterna har porfyrtidsteorin icke följdriktigt tillämpats. Icke heller har samma förf. vid utarbetandet af sin geologiska öfversiktskarta öfver mellersta Sveriges bergslag, den första geologiska karta som gör rättvisa åt den rika omväxlingen och de ständiga öfvergångarna mellan urbergets bergarter, lagt denna eller någon annan universalhypotes till hufvudgrund för detaljerna af åldersbestämningen, utan han har synbarligen mera rättat denna efter kontaktförhållandena och öfverhufvudtaget den kännning med naturen, hvarje verklig fältgeolog, främst den som sett mera af Skandinavien urberg än någon annan, ständigt måste bibehålla. Därför äga äfven dessa på sin tid epokgörande kartor ett så stort och bestående värde, medan de, om porfyrtidsteorin verkligen konsekvent tillämpats, måhända strängt taget icke bordt upptaga mera än en enda granitformation, afdelad enligt petrografiska grunder i ett antal underafdelningar.

Visserligen medgifver Törnebohm angående porfyriruptionerna inom Eldfaldsområdet, att de kunna hafva fortgått något längre än inom öfriga porfyrområden, men detta är enligt min mening på intet sätt tillräckligt, då det blott bidrager ett öfverskymma den stora hiatus, som skiljer våra yngsta prekambrika bildningar från

det egentliga urberget. Den farligaste konsekvensen af porfyrtids-teorin är enligt min tanke just den, att den är för *trång*, att den bidrager till att upprätthålla föreställningen om de prekambriskas bildningarna såsom nära förbundna, inom en till sin längd jemförelsevis begränsad „urtid“ uppkomna formationer. Jag anser i motsats härtill, att ett studium af de mest typiska lokaliteterna tvärtom måste leda till slutsatsen, att dessa aflagringar bilda mäktiga, af stora diskordanser åtskilda sedimentformationer, som vid särskilda tider utsatts för bergskedjeveckning och angrepp af djupets granitiska magma, och att den prekambriskas tiden till sin längd snarast torde kunna tillställas med den postkambriskä.

Att Holmquist kan tänka sig erosion och aflagring af urbergets lager-serier försiggå, utan att diskordanser uppkomma (detta ehuru bergskedjeveckningar samtidigt pågå), bevisar äfven huru starkt han är fången i denna schematiserande uppfattning. Han synes äfven enligt min tanke i alltför hög grad vilja anse de trakter i mellersta Sverige, han sjelf och hans kolleger i detalj undersökt, som normgifvande för urberget. I sjelfva verket måste i enlighet med den uppfattning, jag här sökt göra gällande, såväl den inom Sverige fallande delen af det sveco-fenniska stråket som stora delar af Småland anses vara i alltför hög grad angripna af anatektiska omvandlingsprocesser, som utgått dels från de talrika mindre granitområdena i denna trakt, dels äfven direkt från den subkrustala smältan, för att de prekambriskas superkrustala formationernas stratigrafi och öfverhufvudtaget deras primära beskaffenhet här med full framgång skulle kunna utredas. Det är icke på sådana ställen vi få tag i den ända, med hvilken vi måste börja, för att kunna nysta upp härivan i urberget. Skellefteåtrakten, vestligaste delen af Bergslagen, vestra Wenernstranden, Vestanåfältet och liknande områden erbjuda i detta afseende helt andra möjligheter, som äfven delvis redan tillgodogjorts.

Det är förvånande, att en så skarpsinnig geolog som Holmquist, som vid sitt djupgående petrografiska studium af de svenska graniterna haft ständig anledning att taga äfven deras geologi i betraktande, förbisett huru omöjligt det är bringa ofvan anförda fakta och särskildt äfven hans uppfattning af en del porfyrrers urgamla ålder i samklang med porfyrtidshypotesen. Likväl framgår det tydligt af hans senaste uttalanden, att hos honom tvifvel börja vakna på sanningen af denna dogm. I sitt granitarbete framhåller han sålunda, huru starkt åsikterna om de medelsvenska graniternas ålder vexlat, hvilka svårigheter de öfversiktliga framställningarna

hafva att kämpa med och i huru hög grad man ännu kan betrakta ifrågavarande frågor som öppna<sup>1</sup>, och i sin senaste uppsats framkastar han mot slutet tanken, att de fundamentalsatser om porfyreernas och „hälleflintornas“ ställning, på hvilka han väsentligen byggt hela sin framställning, kanske dock tåla att närmare prövas på sin giltighet.

Det är denna pröfning, jag här vill försöka utföra. Huru än resultatet häraf må utfalla, är jag min vän Holmquist, likasom äfven min högtärade kollega prof. A. E. Törnebohm, med hvilken jag brevexlat i saken, tacksam för det tillfälle de beredt mig till vänskapligt meningsutbyte angående dessa ämnen. Ty det kan ej vara till gagn för utvecklingen af den riktiga uppfattningen af urbergets geologi, att de djuptgående differenser, som här ännu finnas, få döljas eller undanskymmas af en skenbar eller verklig öfverensstämmelse angående en del frågor. Inom en vänkrets, sådan som den, som omfattar större delen af de fennoskandiska geologerna, kunna de stora frågorna lätt likasom somna in, innan de äro lösta, och därför är en ärlig meningsstrid här att föredraga framför en på falska förutsättningar hvilande fredlig öfverensstämmelse. För egen del vill jag endast uttala, att jag är mera tacksam för äfven en skarp kritik af mina arbeten, förutsatt att den visar att kritikern tagit kännedom om däri anförda argument och fakta och sökt förena dem med det som hans egen erfarenhet gifvit vid handen, än för ett vänskapligt erkännande, gifvet af en som icke haft tid eller anledning att noggrannare genomläsa dem.

Hvad nu hypotesen om en särskild porfyrtid beträffar, så är min bestämda öfvertygelse den, att om vi granska förhållandena i naturen utan förutfattade meningar, så visar den sig så litet riktig, att det tvärtom kan göras gällande, *att nästan hvarje granitformation inom Fennoskandia, särskildt alla sådana, som genom sin struktur eller sitt uppträdande visa sig hafva stelnat närmare dagytan*, (d. v. s. ega hvad Brögger kallar hypabyssisk karaktär), *oberoende af sin ålder åtföljas af kvartsporfyrtade strukturmodifikationer*. Och vid åtskiljandet af dessa eruptivformationer från hvarandra visa sig deras *kontaktförhållanden* inbördes och gentemot de prekambriskas sedimentformationerna samt deras *förhållande till de stora veckningsrörelserna* och däraf följande *olika grad af metamorfos* gifva de kriterier, vi fåfängt sökt i hypotesen om en porfyrtid.



Genom ett uppräknande af följande till en del förut väl kända fakta skall jag söka ådagalägga detta.

*Rapakivigraniterna*, som såväl till sina primärstrukturer, förhållandet till omgifvande, till en del mycket karaktäristiska bergarter och frånvaron af dynamometamorfa fenomen visa så enhetliga drag, åtföljas i alla de skilda områdena, utom möjligen Ragunda, af kvartsporfyrartade strukturvarieteteter, hvilka på öarna i Finska viken bilda stora massor och här ligga horisontalt utbredda på en abraderad arkeisk berggrund med tuffer vid gränsytan. Då en rad af staffelbrott skiljer Finlands landmassor från palæozoi-cum i Estland, behöfva dessa kvartsporfyrmassor icke nödvändigtvis bilda en direkt fortsättning till det stora rapakivimassivet, utan kunna hafva ursprungligen intagit än högre nivå än detta. I hvarje händelse råder det intet tvifvel angående den genetiska samhörigheten.

Huruvida rapakiviområdena äro att uppfattas som batolitiska eller lakkolitiska massor, därom har jag icke ännu kunnat bilda mig någon bestämd övertygelse. Utvecklingen af mina åsikter har i allmänhet gått i den riktning, att jag varit böjd att tillskrifva de skiljaktigheter mellan dem och urbergsgraniterna, jag från början så starkt betonat, en allt mindre betydelse. Men likväl kan jag icke h. o. h. frigöra mig från föreställningen, att rapakivimassiven möjligen kunde vara åtminstone till en del snarare täckformiga än klumpformiga massor. Otvifvelaktigt är att deras öfre gränsyta ofta är temligen brant lutande. Detta är fallet både i Ragunda och vid Pitkäranta. Men det finnes äfven ställen, som jag förut omtalat, vid hvilka rapakivin förefaller att hvila på en undre, horisonta gränsyta. Det låter ju dock tänka sig, att de stora granitiska massorna likasom öfriga eruptiver närmare jordytan, där skiktade sedimentlager, parallelt med jordytan gående öferskjutningsplan etc. möta, kunna breda ut sig i löreträdesvis horisontal riktning. Särskildt beträffande rapakivigraniterna och andra porfyrartade graniter, som uppträda i nära förbindelse med kvartsporfyrer, ville jag ännu lemna denna möjlighet öppen. Öfverhufvudtaget bör man akta sig för att i ifvern för en eller annan teoretisk åskådning för mycket schematisera sina begrepp af de granitiska massornas former. Säkerligen finnas bland dem, såsom redan ofvan (s. 39) framhållits, en stor mångfald af olika utbildningsformer. Måhända skall man genom att i detalj studera de exempel i smått, som erbjudas af de mindre granitmassor, hvilkas genomskärningar man är i tillfälle att iakttaga i de släta skärgårdshällarna längs Finlands sydkust och på andra ställen i Fennoskandia, få många fingervisningar

rörande den rätta uppfattningen af äfven de större granitmassivens former.

Med afseende å rapakivgraniternas *ålder* vill jag här i förbigående framhålla, att förekomsten af ostördt liggande och fullkomligt ometamorfoserade lager af *kambrisk blå lera* så nära till rapakivmassivens gräns som på Karelska näset, tvärs för deras utbredningsområdes längdaxel,<sup>1</sup> ger ett ytterligare stöd för antagandet af deras *prekambriska ålder*. Det är beklagligt, att det enligt min tanke på temligen osäkra grunder framkastade antagandet af en samhörighet med de postsiluriska nefelinsyenitbergarterna samt graniterna etc. i Kristianiaområdet<sup>2</sup> nu begynt vinna insteg äfven i de geologiska handböckerna<sup>3</sup>.

*Dalagraniterna*, hvilka så vidt hittills är känt på intet ställe visa full likhet med rapakivgraniterna, men till sina primärstrukturer äro analoga med dessa, åtföljas af porfyrier i ännu större massor. Det är med dessa som kontroversen börjar, ty om dem har man antagit, att de öfvergå i urbergets hälleflintor i trakten S. därom, på samma sätt som Dalasandstenen antagits höra tillsammans med den veckade Dalformationen.

Med afseende å sistnämnda spörsmål kan jag endast upprepa, hvad jag tidigare framhållit,<sup>4</sup> men hvilket icke hittills vunnit beaktande, ehuru ingen efter mig torde hafva besökt ifrågavarande trakt med speciell hänsyn till denna fråga. Svartelfvens sandsten *är icke pressad*, utan visar endast slintytter, sådana som uppkomma genom vanliga förkastningar, och den däri inlagrade grönstenen är icke „genom dislokation omvandlad till en bergart, som liknar Dalslands-seriens kloritstenar“. Ty dessa hafva otvifvelaktigt undergått regionalmetamorfos, om den än är något beslöjad genom tidigare eller senare försiggången vittring, medan däremot grönstenen vid Svartelfven närmast liknar en „Schaalstein“, hopfild af klorit etc.,

<sup>1</sup> W. Ramsay, Om ett sannolikt fynd af kambrisk lera i Wiborgs län. Fennia. 19. No 3.

Soboleffskij har äfven tidigare omnämnt tvenne fynd af samma bildning på finska sidan om gränsen. Горн. Журналъ. 1839.

<sup>2</sup> Om man vidhåller tanken på denna samhörighet borde man väl äfven, i händelse man konsekvent fasthåller vid porfyrtidsteorin och icke någonstädes vågar med ett raskt hugg genomskära den gordiska knuten, anse att Kristianiaområdets eruptivbergarter „i stort“ tillhöra en och samma afdelning som — järn-gneisen.

<sup>3</sup> H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie. Bd. II. I Hälfte. 4. Aufl. 1907, s. 213. Jfr. dock s. 72, där rapakivin betecknas som „echt präcambrisch“.

<sup>4</sup> Geol. För. Förh. Bd. 19. 1897, s. 33, not.

men så vidt jag förstår bedöma saken — och jag tror mig dock ega en viss erfarenhet om metamorfa fenomen — *icke visar spår af att hafva genomgått regionalmetamorfos*. Det bevis för den antagna öfvergången mellan Dalasandstenen och Dalformationen, man velat finna hos Svartelfssandstenen, — det enda sakliga som hittills anförts — är således icke hållbart. Vill man söka bevisa detta antagande, bör man åtminstone göra annat än upprepa redan vederlagda skäl.<sup>1</sup>

Ännu svagare äro dock de fältgeologiska grunderna för det antagna sambandet mellan Dalaporfyrrerna och de pressade porfyrrerna i Svartelfstrakten, ty dessa genomträngas af Jerngraniten, hvars „mikromorfologiska karaktärer“ enligt Holmquist „afgjordt tala för att den snarare hör till urberget än Siljansgraniten“ och hvilken i fältet äfven visar urbergsprägel och bestämdt skiljer sig från sistnämnda granit, som genomtränger den.

Så länge ännu ingenstädes några bevis för öfvergångar mellan urbergets hälleflintor, kvartsiter etc. å ena sidan och Dalarnes horisontalt liggande ometamorfoserade kvartsporfyrrer, sandstenar m. m. å den andra kunnat framläggas, måste väl som en arbetshypotes den åtskilnad mellan postarkeiska bergarter och det regionalmetamorfoserade urberget upprätthållas, som bl. a. Högbom så bestämdt betonat<sup>2</sup>. Dalaporfyrrerna och -graniterna kunna således räknas till de *jotniska* eller, om man så hellre vill, yngre algonkiska bergarterna åtminstone så länge, till dess bättre upplysning därom vinnas.

Möjligt är att en del andra fennoskandiska graniter, t. ex. de i närmaste närhet af rapakivimassiverna förekommande, svagt metamorfoserade Mosshaga- och Onasgraniterna samt den likartade bergarten från Jungfrun i Kalmarsund, kunde vara analoga till Dalagraniterna. Måhända sannolikare är dock att de äro att betrakta som sent stelnade partier af de postkaleviska granitmassorna. Äfven de nämnda graniterna visa ställvis öfvergångar till kvartsporfyriska strukturvarieteter<sup>3</sup>.

Äfven en del graniter i Blekinge kunde *möjligen* vara yngre än de postkaleviska.

<sup>1</sup> Jfr. De Geers yttrande Geol. För. Förh. Bd. 22. 1900, s. 141.

<sup>2</sup> A. G. Högbom, Om postarkäiska eruptiver inom det svensk-finska urberget. Geol. För. Förh. Bd. 15. 1893, s. 209.

<sup>3</sup> L. H. Borgström, Granitporphyr von Östersundom. Bull. Comm. Géol. de Finlande. N:o 22. 1907.

Jag har dock icke försökt att på min lilla karta skilja vare sig dessa eller andra möjligen postjatuliska graniter som en särskild grupp ifrån de öfriga, emedan säkra grunder för deras afskiljande f. n. saknas. På samma grund har jag ej heller kunnat eftersträfvat en i detalj gående sortering af de medelsvenska graniterna i de mindre områdena i Mälaretrakten på de olika granitgrupperna, utan har varit tvungen att här gå temligen summariskt till väga. Det gäller att först få helst de stora hufvuddragen klara.

Gå vi nu till *Smålandsgraniterna*, hvilka enligt Holmquist äfven i strukturellt hänseende visa sig öfverensstämmande och samhöriga, och „i allmänhet visa blott svaga förändringar af de ursprungliga stelningsstrukturerna“, så finna vi att dessa enligt Otto Nordenskjölds undersökningar uppträda i intimt samband med kvartsporfyr- och hälleflintartade bergarter. En del af dessa uppträda härvid gångformigt i de större eruptivmassorna, andra synas vara genom strukturella öfvergångar förbundna med dem, medan ännu andra synas vara så mycket äldre än graniten, att de redan före dess frambrytande hunnit undergå pressning och regionalmetamorfos. Om således här torde finnas hälleflintartade bergarter af ganska olika ålder, synes ett genetiskt samband mellan en del af dessa och graniterna i samma trakt likväl vara omisskänligt<sup>1</sup>.

Hvilken ställning de porfyr- och hälleflintartade bergarterna i Norrbotten intaga till de *postkaleviska* granitiska djupbergarterna i samma trakt, framgår icke med full säkerhet af hittills lemnade uppgifter. Då porfyrrerna i Kirunavaratrakten enligt Lundbohm<sup>2</sup> och Bäckström<sup>3</sup> nära ansluta sig till sådana prekambriskas sediment i trakten, som ännu visa tydliga spår af att hafva genomgått regionalmetamorfos, och dessa porfyrrer öfverhufvud ännu förete urbergsprägel, låge det väl närmast till hands att tänka sig dem som prejutuliska. Möjligen kunna de i stort sedt tillhöra den postkaleviska granitintrusionsperioden, i det de utgjort dess första förelöpare, hvilka, såsom ofta synes vara fallet med begynnelsestadierna af graniteruptioner, spelat öfver i syenitiska och diabasartade bergarter.

I hvarje händelse finnas bland de porfyrartade bergarterna i

<sup>1</sup> Otto Nordenskjöld, Über die Kontaktverhältnisse zwischen den archaischen Porphyren („Hälleflinten“) und Graniten im nordöstlichen Småland. Bull. Geol. Inst. of Upsala. N:o 9. Vol. V. Part I. 1900.

<sup>2</sup> Hj. Lundbohm, Kirunavara-traktens geologi. Geol. Förel. Förel. Bd. 20. 1898, s. 68.

<sup>3</sup> H. Bäckström, Meddelanden i anslutning till föreg. föredr., *ibid.*, s. 71.

Lappland sådana af mycket olika ålder. I Kuusamo hafva vi sålunda iakttagit kvartsporfyrer i de kaleviska formationernas liggande och som beståndsdelar i deras bottenkonglomerat. I andra delar af finska Lappland hafva vi funnit kvarts- och granitporfyrer, som äro yngre än den postkaleviska graniten, bl. a. ett vidt utbredt system af rätliniga, i hufvudsak i N.—S. förlöpande gångar, som äro yngre än alla veckningar, således antagligen posttjuliska, och temligen nära ansluta sig till det system af malmgångar, som utgöra det lappska guldets moderklyft.

Intet af dessa olika slag af finska kvartsporfyrer synes vara att anses som analogt med Kirunaporfyrerna. I Enontekis finnas dock i mindre utsträckning bergarter, som möjligen kunde vara samhöriga med dessa.

Porfyrerna i Norrbotten synas sålunda med hänsyn till sin ställning gentemot omgifvande bergarter vara minst lika varierande som de i Småland förekommande. Man kan här icke ens med full säkerhet säga, huruvida några af dem ansluta sig till traktens i större massor förekommande graniter.

Äfven tillsammans med de *postbottniska* graniterna förekomna kvartsporfyrartade bergarter på några ställen, men de äro merendels starkt beslöjade af regionalmetamorfos. Sålunda finnes vid det centrala finska granitområdets södra gräns en temligen starkt omvandlad kvartsporfyrisk gränsszon. I en annan del af samma granitområde förekommer däremot en regionalmetamorfoserad kvartsporfyr som gång, genomskärande graniten<sup>1</sup>. Huruvida granofyrzonen närmast hälleflintan vid Vaksala vid Upsala, såsom Högbom antagit, hör till graniten i trakten, måste anses tillsvidare ofgjordt, då såsom ofvan framhållits de primära företeelserna här i hög grad beslöjats af den postbottniska palingenesen. I hvarje händelse visar hälleflintan stor likhet med de effusivbergarter, man finner inlagrade i de *bottniska* formationerna såsom effusiva täcken, och hvilka äfven i sällsynt väl bibehållen gestalt ingå såsom rullstenar i deras konglomerat. Inom de bottniska formationerna vid Tammerfors likasom Tammela öfverväga visserligen mera basiska effusivbergarter, men acidare sådana, t. o. m. ryolitiska, saknas ej heller. I östra Nyland finnas äfven i urberget hälleflintartade kvartsporfyrer, äldre än de postbottniska graniterna, och af de svenska hälleflintorna synes en stor del vara af fullt lika hög ålder, i det

<sup>1</sup> J. J. Sederholm, Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo. Bull. Comm. Géol. de Finl. N:o 2. 1895.

de varit utsatta för metamorfos och anatektisk omvandling i det sveco-fenniska palingena stråket.

Huruvida det finnes kvartsporfyrier af ännu högre ålder, synes icke ännu vara säkert fastställt. Mikropegmatitstruktur har jag nog iakttagit i en till åldern säkert bestämd, prebottnisk granit, men i regeln äro de prebottniska bergarterna för starkt metamorfoserade för att tydligt visa så ömtåliga primärstrukturer som de, hvilka karaktärisera kvartsporfyrierna. Holmquist anser som redan nämndt „hälleflintformationen“ möjligen vara af samma ålder som järngneisen. A priori anser jag ingalunda osannolikt, att kvartsporfyrier kunde förekomma i genetisk förbindelse äfven med våra äldsta graniter, men det måste här alltid blifva ytterligt svårt att igenkänna de primära strukturformerna och att säkert fastställa de primära kontaktförhållandena. Bergarter sådana som Utöns hälleflintor behöfva enligt den här företrädde åsikten trots sitt ärevördiga, gneisartade utseende ingalunda tillhöra det äldsta urberget, då de ligga i det stråk, som undergått omsmältning i postbottnisk tid.

Till slut vill jag anmärka, att jag icke känner mig öfvertygad om att *alla* svenska „hälleflintgneiser“ från början varit porfyrier. Vid den popularitet såväl porfyrtidsteorin som äfven sjelfva namnen porfyr och hälleflinta åtnjutit, har säkert mycket betecknats som „hälleflintgneis“<sup>1</sup>, som hellre kunde kallas gneisartad glimmerskiffer eller något dylikt, och hvari fältspatshalten ej är ursprunglig, utan uppkommit genom inverkan af injektion eller begynnande palingenes. Äfven genom stark mekanisk pressning uppkomma ju af vanliga graniter finskiffriga bergarter, som det väl icke alltid är så lätt att skilja från regionalmetamorfoserade porfyrier.

Bland de svenska „hälleflintgneisartade“ bergarter, som kallats granuliter, och hvilka väl till stor del icke fullt motsvara hvad man annorstädes betecknat med detta mycket brukade och missbrukade namn, synas äfven förekomma sådana, som likna granuliterna i finska Lappland. Bland dessa finnas nu varieteter, som till utseende och mineralbeskaffenhet alldeles öfverensstämma med de typiska sachsiska granuliterna (leptyniterna), men äfven till stor del mera gneisartade varieteter, genomsvärmade af ofta ytterst granatrika, pegmatitartade åderbergarter. Att granuliten i Lappland uppkom-

---

<sup>1</sup> Namnet hälleflinta betecknar en flintlik, *tät* fältspatshaltig skiffer, gneis en *fanerokristallin* sådan. Begagnade tillsammans, upphäfvade således begreppen på sätt och vis hvarandra, ungefär som om man skulle tala om en afanit-dolerit.

mit af ett till stor del granitiskt substrat, synes vara säkert. Det finnes begynnelseformer, som kunna betecknas som temligen svagt pressade pegmatiter med sekundär granathalt, medan den öfvervägande delen synes hafva bestått af gråa gneisgraniter. Men äfven kvartsiter och andra sedimentbergarter synas hafva deltagit i omvandlingen, och sannolikt hafva äfven en del granathornblendegneiser (starkt omvandlade metabasiter) på Kolahalvön (jfr. kartan) samtidigt fått sin nuvarande prägel.

Huru man skall tolka de omvandlingsprocesser, genom hvilka dessa ytterst granatrika kristalliniska skifferbergarter uppkommit, synes mig ännu mycket dunkelt, likasom äfven tiden, när denna omvandling i Finland försiggått. Att den skett före slutet af den postkaleviska granitintrusionsperioden synes säkert, då dessa graniter innesluta brottstycken af granulit, men sjelfva granulitbildningen kan tänkas hafva försiggått antingen vid tiden för de postbottniska veckningarna och granitinjektionerna, hvilka bevisligen i södra Finland och mellersta Sverige<sup>1</sup> medfört bildningen af granatrika bergarter, som likna de grofva granulitartade bergarterna i Lappland, eller ock måhända under det tidigare skedet af de bergsbildande processer, som kulminerade i den postkaleviska granitintrusionen. De bergarter, som metamorfoserats till granulit, äro ytterst starkt mekaniskt pressade, men omvandlingen synes under fortgången af samma geotektoniska processer hafva stegrats därhän, att den till stor del faller inom området för de anatektiska fenomenen eller åtminstone vid gränsen mellan denna process och hvad Van Hise med ett icke alldeles lyckligt bildadt namn kallar „anamorfismen“<sup>2</sup>.

Äfven om man nu icke medräknar dessa granulit- eller leptynitartade bergarter, som fortsättningsvis synas mig vara bland de mest gåtfulla i det fennoskandiska urberget, torde man nödgas erkänna, att de bergarter, som förts till de s. k. porfyreernas, hälleflintornas och hälleflintgneisernas grupp, så väl petrografiskt som i synnerhet geologiskt förete en så stor mångfald, att det vore att

<sup>1</sup> F. Svenonius, yttrande vid diskussionen af De Geers hypotes. Geol. Förh. Bd. 22. 1900, s. 134.

<sup>2</sup> C. R. Van Hise, A Treatise on Metamorphism. Monographs of the U. S. Geol. Survey. Vol. XLVII, s. 43. Synkoperingen synes mig vara drifven nog långt vid bildandet af detta namn. Ty då endast ordet metamorfos innefattar betydelsen af en förändring af formen, medan morfos ensamt för sig ungefär skulle motsvara det svenska formning, komma termerna anamorfos och katamorfos att motsvara sådana svenska ordbildningar som „uppförning“ och „nedförning“. Måne väl bekvämlighetsskäl kunna motivera bruket af sådana ordbildningar?

göra våld på naturen, att längre föra dem till samma afdelning. Detta vare sig man med Holmquist anser dem öfverhufvudtaget ega en mycket hög ålder eller, såsom väl allmännare antagits, betraktar dem som bildade mot slutet af den s. k. „urtiden“. Jag vore nästan frestad att säga, att om man vidhåller detta antagande om porfyrrernas liktidighet, så måste man göra det i stöd af det bekanta Hegelska uttalandet, att om en teoretisk sanning icke öfverensstämmer med fakta, — så är det så mycket sämre för fakta.

Att kvartsporfyrer och tillhörande tuffer i så mycket mindre skala förekomma i det finska än det svenska urberget, torde bero därpå, att vi hos oss, särskildt under den stora postbottniska intrusionsperioden, företrädesvis haft att göra med större, på djupet stelnade batolitiska granitmassor, medan i Sverige äfven mindre, hypabyssiska, lakkolitartade granitmassor äro vanligare. På samma omständighet torde det äfven bero, att mellersta Sverige är så mycket rikare välsignadt med malmer, än de finska delarna af samma granitstråk. Ty dessa afsätta sig ju som på många ställen påvisats företrädesvis inom aureolen för de vulkaniska eller hypabyssiska eruptivmassorna, medan betingelserna för deras bildning sannolikt varit vida sämre vid det stora djupets magmamassor, hvarest de sannolikt t. o. m. ånyo förstörts genom magmatisk resorption.

Porfyrisk bergarter kunna tänkas uppkomma under hela den långa tid, hvarunder framträngandet och stelmandet af de stora batoliterna egt rum. Dels kunna de bildas genom eruptioner ur de granitmassiv, hvilka som de första förelöparne för den abyssiska granitmagman först nå till dagytan eller dess närhet, och dessa först bildade effusivbergarter kunna t. o. m. i undantagsfall under fortgången af samma bergveckningsperiod hinna pressas ned i djupet, för att där undergå regionalmetamorfos och palingenes. Dels kunna de tillhöra den döende eruptivmassans sista efterverkningar, och komma då att blifva lika svagt eller svagare metamorfoserade än dennas hufvuddel. På denna grund kunna granitiska effusivbergarter, som i stort tillhöra samma granitintrusionsperiod, i vissa fall, såsom i Småland synes kunna hafva varit händelsen, förete ganska olika typer<sup>1</sup>, hvarvid det kan blifva ännu svårare än eljes att parallelisera dem på grund af deras habitus.

<sup>1</sup> På grund af den stora skilnaden i metamorfos mellan hälleflintorna i Småland, deras olika förhållande mot graniterna och den ostvestliga strykningen hos en del områden vore man dock frestad att antaga, att en del af dessa bergarter vore afgjordt äldre än Smålandsgraniten, möjligen af bottnisk ålder.



Om sålunda kvartsporfyrrerna och med dem likstälda bergarter i de många snitt genom olika djupt eroderade eruptivmassor, som urberget erbjuder oss, så tydligt visa sig samhöriga med på djupet stelnade granitmassor, så frågar man sig, hvar man har att söka de reservoarer, ur hvilka de diabaseruptioner matats, som egt rum så många gånger under den prekambriskas tiden. Så godt som i hvarje sedimentserie finna vi dem inlagrade, och likväl kunna vi i de djupa delar af jordens inre, som erosionens dissekerknif för oss blottat i det fennoskandiska urbergsområdet, ingenstädes konstatera det direkta sambandet mellan diabastäckena och underliggande större magmareseervoarer af uteslutande basisk sammansättning. De förefalla likasom rotlösa. I betraktande af den tydliga konsangvinitet, som i så många fall gör sig gällande mellan de basiska och acida eruptivbergarterna, kan man dock äfven tänka sig, att de förra kommit från *samma* batolitiska massor som de senare. Fakta, som synas tala för slutsatser i denna riktning, äro bl. a. följande. Det är påfallande, att rapakivgraniternas framträngande både föregåtts och efterföljts af eruptioner af diabasartade bergarter (labradoriter och olivindiabaser), att de skandinaviska högfjällens postsiluriska eruptivmassor till sin sammansättning vexla mellan olivinstenar, gabbror och graniter och att de postjatuliska metabasiterna, där de i Kuusamo förekomma i större massor, begynna visa lokala öfvergångar till surare bergarter. På många ställen får man likasom ett intryck af, att *där man närmare ytan har att göra med mera basiska eruptivbergarter, skulle ett djupare snitt blotta graniter*. Måhända kunde man tänka sig saken så, att i de batolitiska massorna den mera basiska magman gerna differentierar sig närmare gränserna, men *såsom mera lättsmält hastigare tränger uppåt, så att säga lättare aftappas, än den granitiska magman*. Denna tanke vill jag blott utkasta förslagvis för att väcka uppmärksamheten på dessa svåra och intressanta frågor, som naturligtvis ej kunna få sitt afgörande i en handvändning. Termier har påpekat, att den vid sedimentens omvandling till skiffrar rikligt försiggående glimmbildningen fordrar ett tillskott af magnesia, hvarför eruptivmassornas aureoler af heta lösningar måste anses vara bärare af detta ämne, likasom äfven af alkalier. Om detta antagande kan bevisas genom sammanställningar af kemiska analyser, skulle det äfven gifva ett visst stöd åt ofvan framkastade tanke.

---

<sup>1</sup> P. Termier. Les schistes cristallins des Alpes occidentales. Conférence faite devant le IX. Congr. Géol. Int. Vienne 1903, s. 20.

## NÅGRA TERMINOLOGISKA FÖRSLAG. SLUTORD.

Återstår ännu att diskutera frågan om nomenklaturen för de gneisartade bergarterna. Det på en del håll väckta förslaget att använda ordet gneis uteslutande som ett strukturbegrepp, för att därmed beteckna tryckskiffriga graniter och andra djupbergarter i „dynamometamorf“ omklädnad, anser jag icke genomförbart, emedan härigenom en stor del, i Fennoskandia måhända hufvuddelen af alla gneiser blefve uteslutna från denna benämning, medan tiden icke ännu är fullt mogen för det definitiva införandet af nya namn för dessa bergarter, om än detta i en framtid nog blir en nödvändighet. Tills vidare måste dock användningen af ordet gneis tillåtas som ett sammelnamn för alla dessa till härkomsten ganska olikartade kristalliniskt-skiffriga bergarter, hvilka förena en af glimmer eller hornblende markerad, utpräglad skiffrihet med en framträdande halt af fältspat, särskildt ortoklas, och öfverhufvudtaget till sammansättningen variera mellan granit och fältspathaltig glimmerskiffer.

Af rent sedimentära gneisartade bergarter (Rosenbusch's „paragneiser“ t. e. d.) finna vi många typiska exempel inom det fennoskandiska urberget. Konglomeratskiffern från Harju i Suodeniemi, likasom äfven den analoga bergarten från Kemie i Tohmajärvi. hafva sålunda hvardera en så grofkristallin, gneisartad struktur, att man på grund häraf väl kunde beteckna dem som konglomeratgneiser. Den omvandlade psammiten från Suoniemi, hvilken jag med upptagande af Hummels term betecknat som en leptit<sup>1</sup>, har särskildt i de delar, som ligga närmare granitunderlaget och synbarligen uppkommit genom omvandling af vittrade delar af detta, en ganska gneisliknande beskaffenhet. Äfven omvandlade pelitiska sediment öfvergå både i denna trakt och Karelens genom finkorniga „fyllitgneiser“ i ganska grofkristalliniska „gneisartade glimmerskiffrar“. Slutligen finnas ju särskildt i Sverige i stor utsträckning omvandlade granitiska effusivbergarter af gneisartad habitus, de nyss afhandlade s. k. „hällefliktgneiserna“. En temligen egenartad ställning intaga de af Frosterus beskrifna „regenerade graniterna“ från östra Finland, hvilka enligt hans öfvertygande framställning utgöras af massor af vittringsgrus af granitiska bergarter, hvilka i den kaleviska formationens botten tillsammans med de äkta sedimentbergarterna från samma tid undergått omvandling. Dessa äro således

<sup>1</sup> Bull. Comm. Géol. de Finl. N:o 6, s. 11.

till härkomsten öfverensstämmande med Rosenbusch's „paragneiser“, medan de till sin sammansättning öfverensstämma med hans „ortogneiser“.

För min del kan jag gerna undvara namnet gneis för alla dessa starkt omvandlade sedimentära skifferbergarter och betecknar dem lika gerna som starkt omvandlade skiffrar. Någon egentlig principiell åtskilnad mot de äkta skiffrarna ligger icke däruti, att metamorfofen här drifvits ett steg längre än i flertalet af dessa. De äro i hvarje händelse att betraktas som „arkityper“ till de moderna sedimenten och kunna bedömas ur samma synpunkt som andra starkt förändrade former af dessa. Hvad åter beträffar de starkt metamorfoserade formerna af de granitiska djupbergarterna, af hvilka vi särskildt bland våra prebottniska graniter hafva att uppvisa synnerligen typiska exempel, så kunna de betecknas som gneisartade graniter (gneisgraniter) eller ock helt enkelt som pressade (tryckskiffrika) graniter, och det vore skada att monopolisera det bekväma namnet gneis för detta rena strukturbegrepp.

De mest typiska varieteterna inom denna grupp af gneiser kännetecknas af en utprägladt zonar omvexling mellan mörkare och ljusare delar och icke sällan en stark veckning och vridning af de förra. Men jämte dessa mera typiska ådergneiser, i hvilka den glimmerrikare komponenten kan vara antingen sedimentär skiffer eller starkt tryckskiffrik, glimmerrik gneisgranit, förekomma äfven andra bergarter, hvilka icke fullt motsvara begreppet gneis i dess hittillsvarande omfattning, men dock synbarligen hafva en likartad härkomst. Äfven för dem är blandningen af två genetiskt olikvärda komponenter det karaktäristiska, af hvilka den ena förhåller sig eruptivt gentemot den andra, men dessa äro på långt när icke alltid skarpt åtskilda. Hit höra sålunda t. ex. de i det föregående beskrifna „gneisgranitiska“ bergarterna, som visa den för en begynnande uppsmältning karaktäristiska „nätstrukturen“, de gneisgraniter, som innehålla intimt inflettade, ofta blindt slutande ådror, de breccieartade graniterna med deras otaliga fragment af mer eller mindre fullständigt upplösta äldre bergarter och slutligen en del strimmiga graniter, som endast i den ännu bibehållna parallelstrukturen visa en svag rest af den ursprungliga bergartens beskaffenhet före palingenesens inträde.

Då för alla dessa olika bergarter *blandningen* af olikartade beståndsdelar är det karaktäristiska, har jag tänkt för dessa föreslå beteckningen *migmatiter* (af *μῆγμα*, blandning). Denna bergartsgrupp intager på sätt och vis en mellanställning mellan graniterna

och de kristalliniska skiffarna af dels sedimentärt, dels eruptivt ursprung, utan skarp gräns mot någon af dessa. För den för många af dessa bergarter karaktäristiska starka veckningen, hvilken icke är sekundär i vanlig mening, utan hör till själfva bergartens väsen, har jag varit betänkt på att äfven föreslå en särskild term, ptygmatiske (af *πτύγμα*, det veckade). Jag förbehåller mig dock såväl för dessa förslags definitiva framställande som för uppställande af den öfriga nomenklatur, som här blir nödig, ytterligare betänketid, till dess jag hunnit närmare begrunda saken. För vänliga råd och upplysningar från kollegers sida är jag mycket tacksam.

Först då dessa blandade bergarter, hvilka bilda en så väsentlig del af det fennoskandiska urberget, hafva erhållit ett allmänt erkänt, hederligt namn, skola de af petrograferna erhålla det beaktande de förtjena, medan nu många stora auktoriteter finnas, som se dem öfver axeln och ej ens vilja erkänna tillvaron af granitinjektionsfenomenet! Men huru då förklara sådana fakta som de, hvilka inregistrerats genom planteckningen af hällen å den ostligaste Spiken och öfriga här meddelade afbildningar? Och huru tänka sig granitens framträngande från större djup, om den haft en sådan formlig skräck för att blanda sig med andra bergarter, som man på dessa håll velat antaga?

Ordningen är för visso en skön sak, så i naturvetenskapen som i samfundslifvet. Men den får ej urarta till förtryck. Och ett förtryck af fakta är det, om man söker inpressa alla bergarter i två skarpt skilda grupper af eruptiva och sedimentära bergarter, hvardera med sitt anhang af metamorfoserade afarter. Ty de äro icke så skarpt skilda, som mången ordningsälskande petrografins mästare velat antaga. De öfvergå i hvarandra på jordytan genom eruptivbergarternas in situ liggande eller ofullständigt omlagrade vittringsprodukter. Och de öfvergå i hvarandra i jordens djup, där den höga värmen utplånar alla skiljaktigheter. Kontinuiteten är fullständig, kretsloppet i den oorganiska naturen utan afbrott.

I det föregående har jag sökt visa, att idén om en „anatektisk“ återuppsmältning af de djupaste delarna af litosfären eller en *palingenes* af den granitiska magman på ett enkelt sätt förklarar fenomen, som vi möta öfverallt i urberget, och att denna teori, som i mer eller mindre bestämd form uttalats af en mängd forskare allt sedan Huttons dagar och under senare tid i synnerhet försvarats af Michel Lévy och Lawson, står i full öfverensstämmelse med rådande geologiska och geofysikaliska åskådningar och icke heller direkt strider mot vare sig kemiska eller petrogenetiska

„lagar“. Den gör rättvisa åt neptunistiska åsikter i så hög grad, att de gamla föreställningarna om „utvecklingen“ af graniter ur bergarter med sedimentär härkomst i dess ljus icke mera förefalla orimliga. Och dock är den till hela sin tankegång allt igenom plutonistisk, i det den opererar med den underjordiska värmen som en geologisk hufvudfaktor, och särskildt beträffande de metamorfiska fenomenen från den trånga läran om en „dynamometamorfos“, orsakad uteslutande af det vid bergskedjeveckningen uppkomna „trycket“, återvänder till den gamla läran om en plutonisk metamorfos, som dock fattas i en exaktare och precisare mening än förr. I sin föreställning om ett kretslopp är den framför allt aktualistisk och bidrager öfverhufvudtaget genom sin anknytning till geofysikaliska och kosmogenetiska läror att bättre inställa våra ensidigt fackmessiga petrografiska eller geologiska uppfattningar i den totalbild af världsförloppet, naturvetenskapen i sin helhet sträfvat att vinna.

Jag vore emellertid fullt tillfredsställd, om jag vid frågans nuvarande skede, då denna förklaring af mig uppstälts hufvudsakligen som en arbetsteori, kunde öfvertyga mina kolleger i Fennoskandia om betydelsen och intresset af dessa fenomen och vikten af deras ingående studium. Vi hafva här, det är min öfvertygelse, i våra gneisformationer ett fullt lika tacksamt arbetsmaterial, som våra skifferområden erbjuda, och böra se till att på grundvalen af detta komma till en sjelfständig uppfattning af den för geologins hela lärobyggnad så betydelsefulla frågan om dessa bildningars, d. v. s. det, hvad beträffar utsträckningen i rummet, djupaste urbergets uppkomst.

---

ON GRANITE AND GNEISS,  
THEIR ORIGIN, RELATIONS AND OCCURRENCE  
IN THE PRE-CAMBRIAN COMPLEX OF FENNO-SCANDIA.

INTRODUCTION. THE QUESTION ABOUT THE ORIGIN OF GRANITE AND GNEISS AND ITS RELATION TO OTHER ARCHÆAN PROBLEMS (p. 5—13).

In beginning, the author refers to the earnest discussion among Fenno-Scandian geologists, about twenty years ago, concerning the origin of the gneissose rocks, and the relations of gneiss and granite to each other. The difference of opinion, however, and especially of the starting points, was at that time too great to allow an agreement. In Sweden, geologists were divided between neptunistic and plutonistic doctrines, and of still greater importance was the fact, that some of those joining in the debate held *actualistic*, others *exceptionalistic* views, the latter believing that a great part of the pre-Cambrian granites were effusive, not abyssic rocks, and that, in general, the temperature, atmospheric pressure and other conditions influencing the crystallization of the rocks, were then quite different, at the surface of the earth, from those of any subsequent time.

It became necessary first to solve that question of principles, ere there could be any hope to bring the controversy to an end, and that could be done only by studying such crystalline schists of the pre-Cambrian basement complex of Fenno-Scandia as were presumably of sedimentary or of true volcanic origin. The problem of the origin of these crystalline schists must therefore be solved, before the solution of the gneiss problem could be possible.

It has now been proved through the investigation of the schists of Finland, that among them rocks are prevalent, which show every sign of having been formed by the same slow processes of sedimentation as younger strata, or by true volcanic action, not differing as to its intensity, or the conditions under which the magma solid-

ified, from that of later ages. These pre-Cambrian sedimentary formations have been traced through the whole eastern part of Fenno-Scandia, and also in the western part of that region there have been found many analogies. At the same time, the Finnish geologists have traced these pre-Cambrian systems, beginning from the youngest, progressing downward in the geological sequence and backward in time, until they have reached what seems to be the oldest basement of this very old region. The method of their researches has been the following: beginning by ascertaining the probable origin of every rock mass of that region, and which of its petrological characters are primary, which secondary, they have used, mainly, the former as criteria, by subdividing the rocks into natural groups. The relative ages of these different rock formations have then been determined by studying their contact-relations to each other, and especially with regard to these granitic masses which have the widest extension; also the relations of the different rocks to the great orogenetic movements, which have affected the region, and have impressed on the rocks their widely differing secondary characters. This study has led to the classification given on the following page, where all the main groups are separated by great unconformabilities, and which seems to hold good at least for a great part of Fenno-Scandia; cf. with the accompanying general geological sketch-map of the same region.

Of the rocks included in these subdivisions, which are probably equally comprehensive with the *systems* of the later geological record, the *Jotnian* are in their petrological characters and stratigraphy similar to the *Torridonian* of Scotland, and the *Keweenawan* of North America. Among them are entirely clastic sandstones and conglomerates. They show, as well as the adjoining eruptives, no traces of having undergone regional metamorphism.

The *Jatulian* have almost the same position, in their relations to the under- and overlying rocks, as the *Upper Huronian* of North America (the author does not mean that they are necessarily synchronous), and they are also petrologically similar. They are everywhere more or less folded and metamorphosed. Thus the Jatulian basic rocks, which have originally been diabases and kindred rocks, are now everywhere changed to plagi amphibolitic rocks („metabasites“<sup>1)</sup>).

---

1) *Metabasites* = metamorphosed basic rocks, ranging from uralite-diabases and uralite-porphyrries to amphibolitic schists. The designation has been suggested by dr. V. Hackman.

CLASSIFICATION OF THE PRE-CAMBRIAN ROCKS OF EASTERN FINNO-SCANDIA.

Names of the subdivisions.	Supercrustal rocks.	Intracrustal rocks.
<b>Jotnian.</b>	Diabases, sandstones, Labradorites, conglomerates.	Rapakivi-granites.
<b>Jatulian.</b> Upper Jatulian. (Onegian). Lower Jatulian.	Unconformability. Augite-porphyrines and their tuffs, „metabasites“, anthracite, dolomites, slates, sandstones.	
	„Metabasites“, dolomites, quartzites and quartzitic sandstones, conglomerates.	
<b>Kalevian.</b> Upper Kalevian. Lower Kalevian.	Unconformability. „Metabasites“, quartzites, conglomerates.	Post-Kalevian granites, injecting the Kalevian and older rocks, thus forming „veined gneisses“.
	Unconformability. „Metabasites“, talc- and chlorite-schists, dolomites, phyllites, quartzites and quartzitic schists (often glassy), conglomerates.	
<b>Bottnian.</b>	Unconformability. Uralite-porphyrines and their tuffs, placioglase-porphyrines, conglomerates, phyllites, leptites &c.	Post-Bottnian granites, injecting the Bottnian and older rocks, thus forming „veined gneisses“.
<b>Ladogian.</b>	Unconformability. Phyllites and mica-schists, glassy quartzites, conglomerates (?), „metabasites“, dolomitic limestones, hälleflintas &c.	Post-Ladogian granites, diorites, amphibolites &c., injecting the Ladogian and older rocks, thus forming „veined gneisses“.
<b>Katarchæan.</b>	Granitic gneisses, „metabasites“ &c.	



The *Onegian* of professor Wilhelm Ramsay does not show any marked unconformability against the Jatulian, and is now united by him with that division, forming its *upper* subdivision. Among these rocks are anthracites occurring at Suojärvi in Finland and Schunga in Olonetz, which are probably the oldest coals found among the stratified rocks of the earth.

The *Kalevian* rocks have a certain similarity to some of the *Lower Huronian* rocks of North America. They are greatly disturbed and very crystalline (the quartzites often glassy), but show in some cases very distinctly their original clastic structures, as well as their stratigraphical relations to their basement. In the southern part of the region in question, they have the same character as the so called Algonkian rocks of America, while in northern Finland, where they are invaded by granites, they correspond to the type commonly held as characteristic of the „Archæan“ rocks. The *Kalevian* rocks of northern Finland are divided by a very marked unconformability in an *upper* and a *lower* subdivision. Both are older than the mentioned granites.

The *Bottnian* rocks do not seem to have any close analoga among rocks hitherto described from more distant regions. Their dips are always vertical, and they have in great measure been injected by granites, transforming many of the sediments into „veined gneisses.“ However, they often show their primary characters astonishingly well preserved, or rather, stereotyped. Also their relations to their basement, although some times obliterated by subsequent crustal movements and injection of granites, are sometime still to be recognised.

The *Ladogian* schists are, broadly considered, still more crystalline, their primary structures very seldom distinguishable; but their stratigraphy is often astonishingly regular, especially where they lie on their basement of very old granitic gneisses.

These rocks, which have thus far not been found to show irruptive contacts with any schists of certainly sedimentary origin, are held to belong to the oldest, *Katarchæan* complex of Fenno-Scandia.

Although this classification will of course be changed in many details by later revision, and probably new divisions will yet be added to it, the author hopes that it will subsist in its main features, and that in general the stratigraphical, as well as the petrological problem of the pre-Cambrian supercrustal<sup>1</sup> rocks of eastern Fenno-

---

<sup>1</sup>) Supercrustal rocks = sediments, effusive volcanic rocks and intercalated eruptives.

Infracrustal rocks = deepseated eruptives, abyssic magmatic rocks.

Scandia may be regarded as solved. And that, he points out, has been done in a decidedly actualistic direction. At least as far back as during the Bottnian time, the climatic conditions were not sensibly different from those of later geological periods, as shown by the existence of rocks, which in spite of their metamorphic character, show themselves to be sediments with the same regular alternation of clayey and sandy material („annual stratification“) as the glacial clays of that same region, explainable only by assuming a regular *change of seasons*.

As a great part of the gneisses of Fenno-Scandia have been formed in post-Bottnian time, and there is no reason to believe, that the intervals between the periods of regular sedimentation remark a recurrence to exceptional or cataclysmal conditions, the author infers, that the explanation of the origin of the gneissose rocks must be searched for on the basis of the actualistic doctrine.

The solution of that problem, as the author has several times previously pointed out, is necessary in order to solve the riddle of the Archæan; not only because the gneisses form so important a part of the Archæan complex of that region, but also because the granitization is the process which has done most to obliterate the primary structures of the Archæan rocks and their stratigraphical relations to each other.

The rocks which are designated as gneisses in Finland are not similar to most granitic gneisses of Germany &c.; such rocks, even when they are highly foliated by pressure, here being called gneissose granites („gneisgranit“). The Finnish, and a great part of the Swedish gneisses are inhomogenous, often very distinctly *veined* rocks. Typical are the „veined gneisses“, formed by injection of granitic veins in sediments of Bottnian or higher age, which the author has described before from the region of Tammerfors and elsewhere.

He has since ascertained, however, that similar rocks also originate by the injection of younger granites into older, *gneissose granites*. During the last year he has had occasion to study such rocks in the islands bordering the southern coast of Finland, whose surfaces, polished by glacial agencies, and washed by the sea, exhibit, especially when wet, the macrostructures of the rocks equally well with specimens polished by art. The microstructures of the rocks in question being less characteristic, here is by far the best opportunity of studying them; areas of several thousand square feet are often available for the purpose.

## THE GRANITES AND GNEISSES IN THE REGION E. FROM HANGÖ.

In the region E. from *Hangö*, at the Gulf of Finland, which the author has investigated in greatest detail, granitic and gneissose rocks, gradating into each other, are predominating. Together with them, occur also „metabasites“ (amphibolitic schists), limestones, occasionally hälleflintas, and quartzites.

At *Tvärminne*, about 12 English miles E. from *Hangö*, the predominant rock is a *grey gneissose granite*. Its very distinct foliation is certainly due to dynamic action. Of later age is a commonly *reddish granite*, which is connected with pegmatitic and aplitic rocks evidently belonging to the same magma. It is often quite massive; in other cases it passes by gradations into gneissose varieties.

This younger granite often forms well defined dykes and veins, intersecting the gneissose granite obliquely to its foliation (fig. 1, p. 15). In other cases both rocks are so intricately commingled that no line of demarcation can be drawn between them.

That the rocks, however, are of very different ages, is shown by the fact, that dykes of a dark „metabasite“ (amphibolitic schist) *intersect* the gneissose granite obliquely to its foliation (fig. 2, p. 16), but are themselves *penetrated* by the younger granite (fig. 3, p. 17).

The small islands *Spikarna* shown on the sketch map p. 18 afford very favourable opportunity for the study of the mixtures of these three rocks. The older, gneissose granite („äldre granit“ on the map) is predominant, but contains everywhere a network of reddish younger granite („yngre granit“). In a zone, striking from W.S.W. to E.N.E., there are mixtures of both granites and the dark amphibolitic schists, all interwoven in a very intricate manner („gneisartad blandningsbergart“ on the map).

The coloured plan accompanying the paper shows the southern part of the most eastward island on a scale of 1:200. The Swedish designations are given below<sup>1</sup>; most of them are easily understood also by comparing with the foregoing explanation.

---

1) Röd granit = red granite; pegmatitiska och aplitiska arter af graniten = pegmatitic and aplitic varieties of the granite; glimmerrika skifferiga delar i blandning med granit = schistose parts, rich in biotite, commingled with the granite; hornblendeskiffer = amphibolitic schist or „metabasite“; starkt pressad grå gneisgranit = highly foliated grey gneissose granite.

The photographs given on plates I—VIII, and the figures explain better than words the process by which these mixed rocks have originated.

Fig. 1, plate I, shows the contact of the gneissose granite and the amphibolitic schist („metabasite“), brecciated and penetrated by aplitic veins. (The place, seen from the W., is in the N.E. corner of the plan, just by the little bay of water).

Fig. 1, plate II, shows how the granite penetrates from the side into the same „metabasite“, and the melting asunder of that rock by the formation of a network of granitic veins.

Fig. 2 on the same plate shows a more advanced stage of destruction; the melting schist beginning to develop the contortions, characteristic of most „veined gneisses“.

Fig. 2, plate I, is another example of the same phenomenon. It can be recognized in the S.W. part of the coloured plan.

Fig. 1, plate III, shows isolated fragments of „metabasite“, which have been, in part, so thoroughly melted that they are almost effaced. (The dark patch crossing the figure is caused by overflowing water, the place lying close to the sea, by the southernmost bay on the rock pictured in the plan).

Fig. 2, plate III, shows a fragment of „metabasite“, probably a part of a dyke, which has been detached by movements of the partly fused rock obliquely to the foliation of the gneissose granite, and the parallel schistosity of the „metabasite“. The granite, thus, now shows banding in three different directions.

Similar are the changes which the gneissose granites have undergone, and which are illustrated in plates IV—V.

Fig. 1, plate IV, shows the initial stage of the transformation of the gneissose granite into „younger granite“. The structure shown in the photograph is not a „meshing“ originated by the mechanical crushing of the rock, and the crystallization of new minerals on the thrust-planes, but the whole rock is penetrated by a network of veins, in which the material is more massive than in the other parts, although not sharply defined from them.

Fig. 2 on the same plate shows an adjoining part of the same rock, where the portions forming the veins are already better segregated, and give still more the impression of an origin quite different from the rest of the rock.

Fig. 1, plate V, shows another rather coarse gneissose granite („Augengneiss“), where the reddish veins are very distinct, although by no means sharply defined.

Fig. 5, p. 20, shows the same rock with the contortions characteristic of these half melted rocks.

Near Hangö are rocks quite similar to these, which imperceptibly grade into the apparently massive, red Hangögranit, which exhibits, when wet (fig. 2, plate V), or polished, the same structure as fig. 1, plate IV, although the network of veins and the fragmental parts are here very indistinctly separated, and the brecciated character of the rock cannot therefore be so readily recognized (the photograph does not illustrate this as well as one which the author has taken too late to be insert in this paper).

In the archipelago E. and N.E. from Hangö are everywhere seen typical instances of the same mixture of rocks. It is interesting to remark, how a dark „metabasitic“ rock in some places behaves like a solid mass, having been split up in numerous fragments, and in the immediate neighbourhood shows soft flexures, evidently having been in a very plastic state; consult fig. 7, p. 28, figs. 1 and 2, plate VI<sup>1</sup>, and figs. 1 and 2, plate VII, where faults and folds alternate. In fig. 2, plate VII, there are evidences of movements (faults) in two directions, at right angles to each other. Fig. 6, p. 25 shows another, more brecciated form of the same mixed rock.

At Porsskär, E. from Hangö, a dyke of „metabasite“, which is in places as well defined as the dyke of S. Rofkolmen (fig. 2, p. 15) when it is surrounded by more typical gneissose granite, is in other places split up in fragments, and shows gradual changes to veined gneisses, similar to the dark rock in fig. 2, plate III. Where it pierces the rock with net-structure, shown in figs. 1—2, plate VI, *it becomes gradually indistinguishable.*

CONCLUSIONS, AND COMPARISON WITH SIMILAR PHENOMENA FROM OTHER GRANITIC AREAS IN FENNO-SCANDIA. THE THEORIES OF ASSIMILATION AND INJECTION IN GEOLOGICAL LITERATURE (p. 25—52).

Even the youngest pre-Cambrian granites of Fenno-Scandia are not altogether free from similar phenomena.

The fragments of diabasic rocks common in the Jotnian rapakivi-granite of Ragunda in Sweden, figured on page 30, exhibit in

<sup>1</sup>) The designation of the place in fig. 2 is incorrect, and should be: S.W. part of Elgö, near to Halsholmen.

large measure typical phenomena of magmatic resorption, and they are also found in the Finnish rapakivi-granites. The surrounding granite is also, here, often aplitic next to the enclosures. The somewhat older „Onas-granite“, from the neighbourhood of Borgå, in Finland, has also, in places, changed the enclosed fragments of diabases to rocks analogous to the veined gneisses (fig. 9, p. 31). Such rocks, however, formed by gradual melting and subsequent recrystallization, occur in greatest measure and most conspicuous forms in the zone parallel to the northern coast of the Gulf of Finland, as here described (cf. the map).

Other instances of intense granitization and melting of fragments, from more distant parts of the region in question, can be seen in fig. 10, p. 33, figs. 1 and 2, plate VIII, which show the typical Helsingfors-granite; and fig. 11, p. 34, where a somewhat later solidified part of the granite shows arrangement of the dark laminæ parallel to its limit against the coarse granite, visible in the upper part of the same figure. That is also a gneissose granite changed by partial refusion.

As far eastward as in the region N. of Ladoga, such phenomena are very common. Here have been observed gradual passages between the granites and often almost massive mica-schists, in which no line of demarcation between these two rocks of different origin can be drawn.

The author has here published only a part of the photographs made and his researches are continued. As he remarks, the polished rock surfaces of the coast islands show the gradual changes with almost cinematographic completeness.

He repeats his former statement, that the strongly contorted structure characteristic of most Finnish gneisses, as shown in the specimens figured here and in his previous paper on the Tammerfors-region, is *not a secondary phenomenon* in truest sense, but *that it originated when the rock was in a melting condition*. He also regards the foliation of the granites, *where it is not of dynamometamorphic origin, as formed by the incomplete melting and recrystallization of schistose rocks*. Also the *spotting* of granites, he ascribes, in most cases, to the existence of incompletely resorbed fragments of older rocks.

In 1893, he explained the parallel-structure of the granites of this coast region as originated by „the resorption of schistose enclosures in the granite“, and „pressure on a rock which was still in part in a plastic state“. Although these explanations seem to contain the same idea as the hypothesis of

piëzo-crystallization, later proposed by Weinschenk, the author differs entirely from that petrologist by assuming that the pressure schistosity („Druckschieferung“) was the original form of the foliation of the granites, and that thus its first formation happened when the rock masses were still in a solid state; although it has also been preserved, in part, after these rocks have undergone refusion or resolution. Especially in the pre-Bottnian granites of S.W. Finland, the dynamometamorphic phenomena are often so conspicuous, that the author thinks that they would convince every opponent of the theory. He asserts that many of the instances shown in his figures, especially fig. 7 (p. 28), fig. 2, plate I, fig. 2, plate III (with foliation in three different directions) and figs. 1—2, plates VI—VII, convincingly refute the assumption (also a *p r i o r i* improbable) that the pressure could cause the parallel arrangement of the minerals in a semi-molten magma.

The author has always been an eager adherent to the idea of an injection of granite into the adjacent rocks, even on a very great scale, and has before assumed that there could be regions where the erosion had proceeded far enough to attain the depth at which the granitic magma was *made* by the resolution of the already solidified deeper parts of the earth's crust. He has, however, only reluctantly applied the theory of a regional refusion or resolution in his own field of research. In the past, he has even formally opposed the use of the theories of Lawson and Michel Lévy in explaining the geological structure of the pre-Cambrian complex of Finland. His objections were based mainly on the fear that the theory of a „refusion in situ“, used as a wholesale explanation of the absence or rarity of recognizable basements among the older pre-Cambrian rocks, would lead to a diminished eagerness in the search of these basements, which must be somewhere present, because it is impossible that fusion should have everywhere destroyed the entire basement, its contact-surface against the overlying sediments being no „magic plane“.

Approaching the question without bias, from the standpoint of a field-geologist, the author has verified in other regions (f. i. near Tammerfors) that the basement complexes of the typical Archæan sedimentary formations *are often preserved*, although in places very much altered by subsequent metamorphism and granitization. In the same regions, even the greatest granitic masses also show, at some places, still recognizable contact-zones with quartz-porphyritic texture, evidences of the fact that the magma, arrived from

below, reached altitudes, where cooling influences were present.

But in the coast region, now in question, the Archæan schists of sedimentary origin, as well as the older, pre-Bottnian gneissose granites, form isolated islands or patches, surrounded by the prevailing great masses of post-Bottnian granites. The sediments have no recognizable basement, and their primary structure is often in a high degree obliterated. Also, where the post-Bottnian granite is not present in greater masses, the Bottnian and pre-Bottnian rocks are commonly full of veins, which have originated, not from without, but by the dissolution of the surrounding rocks. In the opinion of the author, the phenomena of refusion or resolution have occurred here so extensively that it must be assumed that *the whole area has been in a melting condition*, when it was once sunk to so great a depth, that it approached the bottomless magmæcean or *tectosphere* of the earth.

On pp. 40—47, the author enumerates the partisans of the idea of a subcrustal fusion, or resolution, of the lowest parts of the lithosphere, which dates from Hutton's time, and the related theories of assimilation and injection. These ideas have ever since had adherents, but because they led to petrological conclusions not entirely correct, have become more or less discredited among geologists. Especially the eminent German petrologists, who have systematized, with so much success, the science of rocks, have been opponents to that idea. Their petrographical manuals divide the rocks in two sharply separated groups of sediments and eruptives. Although that separation is no doubt necessary as a beginning, it is the author's opinion that even the study of rock-textures (when not limited to microscopical sections) leads to the obligatory assumption of the existence of a third group of *mixed* rocks.

Basing his conceptions on the theories of Arrhenius about the state of the interior of the earth, which are at variance with Stübel's ideas of reservoirs of molten magma, preserved since oldest times, the author reasons that the cooling of the earth causes a gradual increase of the pressure in its interior, which is relieved by eruptions of the magma. In the lowest parts of the lithosphere, the tangential pressure must be very great, because vertical dips are prevalent in the deepest eroded basements. But in the magmasphere (*tectosphere*), the pressure acts uniformly, and, when increased, only gives the magma added power of making its way through the weakest parts of the crust, dissolving them in large measure. In these places, i. e. under the great mountain-chains, the



occasional relief of the pressure may also cause the formation of gases in the magma, which add to its power of expulsion.

As the magma protrudes where the rock masses oppose the least resistance, the forms of the granitic masses must needs be very different. With increased height, the dissolving and metamorphosing power of the magma gradually diminishes, and the conditions along the margins of small granitic areas, where no assimilation has occurred, are therefore not at variance with the re-solution theory, if the rule *suum cuique* is strictly observed.

The author assumes that this process of regional resolution, or as he proposes to name it, the *anatexis* (or anatectic change) of the solid rocks, does not materially alter the composition of the magma, taken as whole, because it must assimilate almost *all* the material resulting from the destruction of the magmatic rocks, whose original composition is thus restored. Granitic rocks predominate in the basal complexes, which the magma penetrates on its upward way, and the sheet of sediments, in comparison, is too thin to have any serious influence on the composition of the greater magma masses. The solving power of the magma always diminishes when its *eutectic* composition is too much changed by the assimilation of rocks of different composition. The diabasic and the granitic magmas seem to be in some way antagonistic to each other, thus readily separating (p. 49).

Following Hutton, the author imagines the process of the destruction and gradual renewal of the solid part of the earth's crust as a *circulation*. The granitic magma, once solidified and, in part, decomposed, undergoes again, when brought into the deeper parts of the earth, a resurrection, or, as the author expresses it, *palingenesis*. The regional metamorphism is caused by a weaker form of the plutonic forces, which at greater depth manifest themselves as regional re-solution or anatexis.

GEOLOGICAL CONSEQUENCES. AN ATTEMPT TO CLASSIFY THE PRE-CAMBRIAN GRANITES OF FENNO-SCANDIA. A CRITICISM OF THE SWEDISH HYPOTHESIS OF A SPECIAL PORPHYRY TIME (p. 52-88).

Proceeding to the geological consequences of the theory advanced, the author maintains, that it will by no means cause any confusion, or conflict with the former classification, although this is in large measure based on the relations of the sediments to the great granitic masses. On the contrary, he hopes that it will rather explain many things hitherto left obscure. Every granite, which

has been in a molten stage after the time of deposition of any given sediment, he considers to be geologically younger than such sediment, while those parts of the granitic masses, which have not since then been fluid, must be regarded as older.

A gneissose character of a granite is only, then, an evidence of greater age, when it is caused by dynamic agencies, or regional metamorphism, the relatively older rocks of every region being in this respect, *broadly considered*, more changed than the younger. But when the gneissose character of a rock is caused by its having assimilated schistose rocks in a large measure, it is no evidence of great age. Gneisses thus occur in connection with every true abyssic granite of Fenno-Scandia, although most abundantly with the post-Bottnian granites.

While the age of the granites in Finland has been determined by their relations to the pre-Cambrian sediments (which here often form long and continuous zones), by the degree of their metamorphism, i. e. their relations to the great orogenetic processes, and by their contact-relations to the surrounding rocks, the granites in Sweden have there been relegated to *types*, which have been afterwards arranged, often somewhat arbitrarily, into groups of different age. The Archæan sediments of Sweden, and especially of the central part of that country, are much less continuous in their distribution than in Finland, and do not afford very much aid in determining the age according to the method of „tracing formations from point to point“, which can be used with such advantage in the eastern, as well as the northern parts of Fenno-Scandia.

Where the views about the age of the corresponding granites on different sides of the state boundary are conflicting, the author follows the opinion, which, in Finland, is almost unanimously endorsed; while Swedish geologists have lately pointed out that very much dissension prevails among them regarding the determination of the age of the granites of their country.

The author has tried to unite, in the accompanying general geological sketch-map of Fenno-Scandia, some conceptions of our present knowledge of the main lines of its geological structure. He points out that the material of facts, upon which the map is based, is of very different value for different parts of the region. The Russian parts (Kola and Russian Carelia) have been mapped, in part, by Russian geologists, and lately by professor Wilhelm Ramsay, but great areas are here still very little known. In Finland, mainly two areas, one forming a triangle between the

towns Wasa, Uleåborg and Kuopio, and the other N.E. from Uleå Lake, are still uninvestigated. The mapping of the southern coast-region cannot be regarded as up to date, having been made, in part, 30—40 years ago. Most of Sweden has been very accurately mapped, but at different times, and according to widely differing methods and principles. The author's endeavour to correlate the Swedish pre-Cambrian sedimentary and eruptive formations with the Finnish is therefore in high degree tentative; and even more so respecting the Norwegian parts of the map, where, especially, the greater part of the granites are presumably undetermined in age relatively to the formations of eastern Fenno-Scandia. Also the tentative correlation of the quartzites of Telemarken and Kragerø with some Finnish-Carelian formations is highly uncertain, considering the great intervening distance, and because no sufficiently detailed accounts have been published about these interesting formations. They have, therefore, been classed on the map with such rocks of eastern Fenno-Scandia as they most resemble.

Although the map is in some degree conjectural in its rendering, the author hopes that it clearly shows common traits on both sides of the existing gulfs, which were formed in late geological time.

Conspicuous in the region E. from Kölen are two areas of predominant granitic gneisses, in the E. and the S.W., with a large central tract between, which has a more varying composition.

In the eastern, *Kola-Carelian area of granitic gneisses*, superposed on this gneissose basement complex, occur some relatively young sedimentary rocks, belonging to the *Jotnian*, *Jatulian* and *Kalevian* subdivisions of the Finnish classification. They contain pebbles of the gneissic rocks in their conglomerates. But there are also, in the pre-Kalevian basement, more massive granitic rocks, similar to the post-Bottnian granites of southern Finland: and in the northern part of the region in question (in Kola & c.), post-Kalevian granites also occur, although they have not yet been distinguished from the old gneissose granites by detailed mapping. The greatest part of these gneissic areas, however, both in eastern Fenno-Scandia and western Sweden, seems to consist of very old gneissose rocks, belonging to the group named *Katarchæan* by the author, which is even anterior to the oldest, *Ladogian*, Archæan sediments of this region.

The tract between these regions of prevalent gneissose granites, forming *Central Fenno-Scandia*, shows a much greater variety.

In the midst of it are two great granitic masses, the *central granitic area* of Finland, and the *granitic area of Norrland* in Sweden. For reasons given in detail on pp. 63—65, the author is convinced that these granites, which are petrologically similar, connected by several smaller areas occurring between them, and bordered with sedimentary schists of Bottnian type, belong to the same group of *post-Bottnian* intrusive granites.

The parts between these great central granitic areas and the adjacent gneissic region E. of it are divided by the author into two regions, *Norrbottnen*, lying N. of the inmost part of the Gulf of Bothnia, and the area between this gulf and Lake Saima (the zone „*Bottenviken--Saima*“). In the former region occur mainly *Kalevian* schists (quartzites, „metabasites“ &c., cf. p. 93) penetrated by *post-Kalevian* granites, often intricately interwoven with the schists, forming gneissic mixtures. But here, also, are older granitic and gneissose rocks, possibly in a still greater measure than shown by the map, and also, in some places, younger Jatulian rocks (folded quartzitic sandstones & c.). In the region S.E. of the Gulf of Bothnia, pre-Kalevian rocks predominate, among them very old, *Ladogian* schists, resting directly on the oldest, *Katarchæan* basement of gneissose granites, also post-Ladogian and post-Bottnian granites and smaller areas of Kalevian and Jatulian rocks.

The strike of the pre-Kalevian rocks is predominantly from W. to E., but, approaching the Kalevian areas, it becomes parallel with the strike of these rocks, which is almost uniformly from N. to S., or from N.N.W. to S.S.E. The strike of the Jatulian rocks, which often show the most conspicuous unconformabilities against their basement, is in some places coincident with that of the Kalevian, but elsewhere intersects it at wide angles, (in Olonetz, N.W. from Lake Onega, and in Kuusamo, W. from Kantalahti).

In the author's judgment, the difference between the gneissic region and central Fenno-Scandia has originated in post-Kalevian, but pre-Jatulian time, the region W. from that boundary then having been *sunk* so deeply as to be invaded by the magma of the post-Kalevian granites. But that difference between the two regions has probably been accentuated during the post-Jatulian dislocations, when the sediments of that age were folded in at the boundary line, along a thrust-plane (cf. the map). At this time, the more central parts of Fenno-Scandia, and especially the region in question, were in their turn *lifted* with regard to the gneissose masses in the E. That upheaval facilitated the later uncovering of the post-Kalevian granites by the work of erosion.

The western limit of central Fenno-Scandia seems to be in many respects analogous to the eastern. Here also occur quartzitic sediments, similar to the Jatulian (Dalsland and Almesåkra Formations<sup>1)</sup> and the Kalevian (Vestanå and Westervik Formations) of eastern Fenno-Scandia, and the latter are penetrated by granites (*Småland granites*). The longer axes of these granitic areas have the same N.-S.-ly directions, which is characteristic of the post-Kalevian granites of Finland, and the pertaining schists.

And just as in this country the Kalevian schists have a N.-S. strike posterior to that of the Bottnian rocks, and, in general, of the older Archæan, so also do the Swedish granitic areas in question, as well as the nearest adjoining schists, have such strikes intersecting the decidedly W.-E.-ly strike in the Archæan of middle Sweden, which continues over the Baltic to Finland, and certainly originated in pre-Kalevian time. Under the not improbable assumption that the periods of granitic intrusion have not been of unlimited number, and that the greatest orogenetic movements in different parts of Fenno-Scandia have been contemporaneous, the author thinks it probable, that the granites of Småland may be of post-Kalevian age; (the contiguous quartzites should then be Kalevian, and have been mapped accordingly.) The central part of Fenno-Scandia should thus present a very symmetrical structure (cf. the map).

The *Sveco-Fennic zone*, where occur the rocks which the author has described in detail in this paper, stretches from southern Finland over to middle Sweden in a W.S.W.-ly direction, which is also the predominant direction of the strike of the schists, involved in the palingenesis in that zone. But, as stated above, the strikes turn at both ends of the zone to a N.-S.-ly direction. Of these schists in the Sveco-Fennic zone, a part is certainly Bottnian, and the palingenesis must therefore have occurred in post-Bottnian time. Most of these schists seem to be even older, possibly, in part, Ladogian. Here we meet the most conspicuous examples of the fact, that schists which on other, not far distant places, show very distinctly the primary characters of true sedimentary or volcanic rocks in a metamorphic condition, are, where they have been exposed to the assimilating action of the abyssic magma, changed to gneissose rocks, in which the primary struct-

---

<sup>1)</sup> Rocks similar to the Almesåkra conglomerates, which occur in northern Finland, seem, however, to be here somewhat younger than the Jatulian.

ures are almost entirely obliterated, even in the best preserved rocks of other parts of this zone.

The rocks surrounding the Sveco-Fennic zone, or lying between this zone and the central granitic areas, are chiefly highly foliated (dynamo-metamorphic) gneissose granites, which are very similar on both sides of the Gulf of Bothnia, and belong to the pre-Bottnian complex. Together with them occur also schists of a probably sedimentary origin, which exhibit the types of the Ladogian schists of eastern Finland, but are here penetrated by granites on a still larger scale.

The author then discusses at some length the idea which has long been entertained by the geologists of Sweden, that the porphyries and hällflintas of that country, most of which, originally, were effusive or intrusive rhyolitic or quartz-porphyrific rocks, must all have been formed during a special „porphyry time“. He shows that this assumption, in itself not very probable, leads to impossible conclusions. Some Swedish geologists refer the porphyry time to the close, others to the beginning of the pre-Cambrian era. The correlation of all granites contemporaneous with the porphyries leads to the conclusion, that there should be no subdivisions at all in the whole pre-Cambrian complex of Sweden. As the author shows in detail, *almost every graniteformation in Fenno-Scandia is connected with quartz-porphyries*, always recognizable except in the oldest, highly metamorphosed rocks. Thus, there appear at least half a dozen genetically well defined groups of pre-Cambrian quartz-porphyries in this region.

As to the different granites shown on his map, the author points out, that the assumption of a pre-Cambrian age for the youngest, the s. c. *Rapakivi-granites* of Finland, is further strengthened by the discovery of the unmetamorphosed Cambrian blue clay, very near to its S.E. boundary, and in the continuation of the longer axis of the region over which the granites outcrop.

These granites distinguished by a peculiar, commonly coarsely porphyritic texture, gradate into true quartz-porphyries, and are only quite locally connected with gneisses, where apophyses from them have penetrated into the contiguous schistose rocks; but they are, commonly, very sharply separated from the older granites, and in general, all regional-metamorphosed rocks of Archæan type in the surrounding basement complex. The author is not convinced that they are really batholithic rocks, although they are possibly such. But there are other facts which seem to indicate that their lower contact-plane is sometimes a nearly

horizontal surface. As it is probable, also, regarding greater granitic masses, as well as other eruptives, when they reach nearer to the surface of the earth, where the bedding-planes of the stratified rocks, joints parallel to the surface or thrust-planes, oppose the least resistance to the ascending magma, that here may be formed intrusive sheets of even considerable extension, it is important to keep this possibility in view, especially with regard to these parts of the granites connected with quartz-porphyrries. The author hopes that the detailed examination of the small granitic masses, which can be studied in the polished rocks at the coast of southern Finland, and elsewhere in Fenno-Scandia, may also afford much elucidation concerning our conceptions of the forms of the greater granitic masses, and the way in which the magma penetrates through the surrounding rocks.

The author further calls attention to the remarkable fact, that while the abyssic rocks, corresponding to almost every formation of effusive rocks of the granite family, are easily found in the deeply eroded pre-Cambrian complex of Fenno-Scandia, it is astonishing not to find any abyssic rocks certainly connected with the rocks of the diabase family, which have erupted during every time of quiet sedimentation in Fenno-Scandia, either forming effusive beds, or being intercalated between the strata of the sediments. This seems to indicate that the diabasic rocks also originate from the same abyssic masses as the quartz-porphyrries and granites, whose more basic parts may have segregated at their margins and been „drained off“ before the acid portions, because of their greater fluidity.

The origin of the „granulites“ (leptynites) of Lapland, the author considers to be more difficult to explain than that of any other crystalline rock of Fenno-Scandia. He holds them to be, possibly, highly metamorphosed granitic and, also, in part, sedimentary rocks, whose metamorphosis has probably approached the state of fusion or resolution.

The oldest, „*Katarchæan*“ gneissose granites, he has formerly assumed to be possibly a part of the first solid crust of the earth. He believes that they are very old rocks, formed, not improbably, before the first sediments were laid down; but according to his present opinion, he cannot maintain that there is any marked difference between the deeper parts of the „first“ formed crust and deeply solidified rocks of later age. The „ubiquity“, which Rosenbusch claims for the „first formed solid crust,“ does not belong to it, but only to the magmasphere (or „tectosphere“) of the earth,

whose different portions are here solidifying, there melting their way through the overlying crust, sometimes apparently rigid and dead, sometimes again called to new life by the process of „palingenesis“. It is not only the formation of the crystalline schists, proper which has occurred at very different ages and has attained very different levels in the geological sequence: the gneisses, also, are of very different age in different parts of the world. In some regions, the granitic magma has not attacked the upper part of the crust since old pre-Cambrian time; while, under the great mountain-chains, gneisses are probably still formed in the present day.

The mountain-making processes, the metamorphism and the protrusion of the great granitic masses are only different phases of the same plutonic activity.

#### SOME PROPOSALS REGARDING TERMINOLOGY. IN CONCLUSION.

Finally, the author discusses some questions of terminology. He objects to the proposal made by some petrologists to restrict the use of the word gneiss to the granites whose foliation is due to dynamic action; these can be called gneissose or, simply, foliated granites. For the true sedimentary gneissose rocks („paragneisses“ of Rosenbusch<sup>1)</sup>), he thinks there is very slight need of the name gneiss. Also sediments which have undergone the highest degree of regional metamorphism, but which however, have not reached or approached the state of „anatexis“ or „palingenesis“, still possess the character of „schists“ rather than „gneisses“.

Most of the Fenno-Scandian gneisses are rocks which have originated in the manner above described, by an action approximating fusion or re-solution. As the author, although inclined to do so, deems it impossible to restrict the use of the word gneiss to such

---

<sup>1)</sup> There are also among the basal rocks of the Kalevian in Finland, „gneissose“ rocks described by Frosterus, which are evidently masses of highly weathered granites, which have been metamorphosed, while lying still *in situ*. These rocks thus combine the composition of the ortho-gneisses with the origin of the para-gneisses of Rosenbusch.

Sauer, who has investigated the same region as Rosenbusch, recognizes the existence of a third group of „amphoteritic“ gneisses.



rocks, he believes that it must remain a comprehensive name with a very wide significance.

For the gneisses here in question, characteristic of which are two elements of different genetic value, one, a schistose sediment or foliated eruptive, the other, either formed by the resolution of material like the first or by an injection from without, the author proposes the name of *migmatites* (from the greek word *μῖγμα*, mixture); the position of this rock group being intermediate between eruptive rocks, proper, and crystalline schists of sedimentary or of eruptive origin. The primary folding caused by melting, he designates as *ptygmatic* (*πτύγμα*, folded matter). These suggestions are made with every reservation. The author intends to make more definite and detailed proposals in other papers, which will treat the same subject more fully.

This preliminary paper chiefly aims to present the gneiss problem for renewed discussion to Fenno-Scandian geologists, who have the best opportunity, at least in Europe, to study these rocks, and to contribute to the solution of the remaining problem of the origin of the deepest parts of the great crystalline complexes.

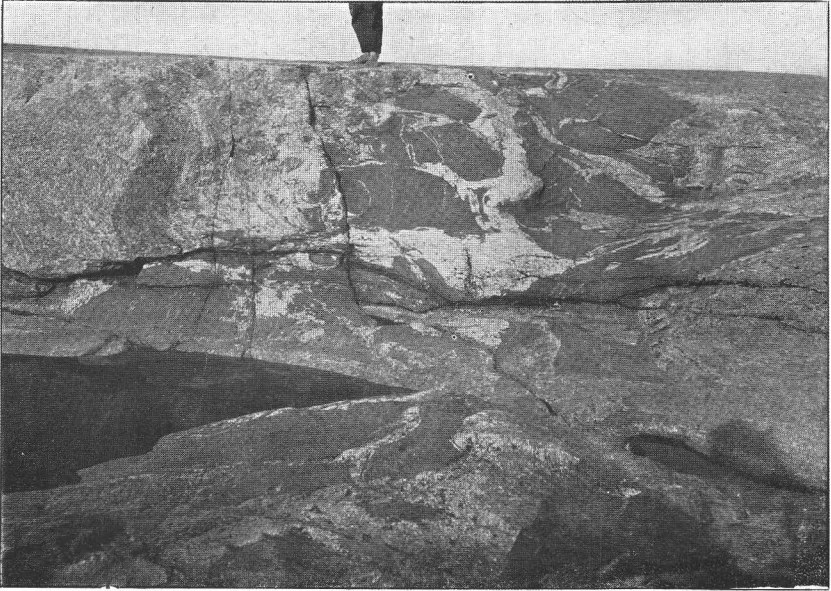


Fig. 1. Grå gneisgranit och hornblendeskiffer, genomsatt af aplitådror. Den östligaste af Spikarna vid Tvärminne.

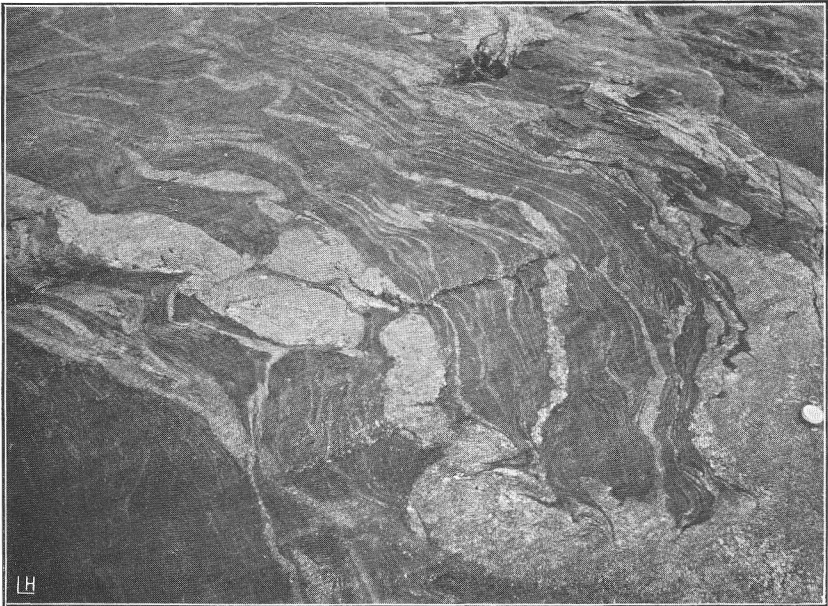


Fig. 2. Ådergneis af hornblendeskiffer och yngre granit. Den östligaste af Spikarna vid Tvärminne.

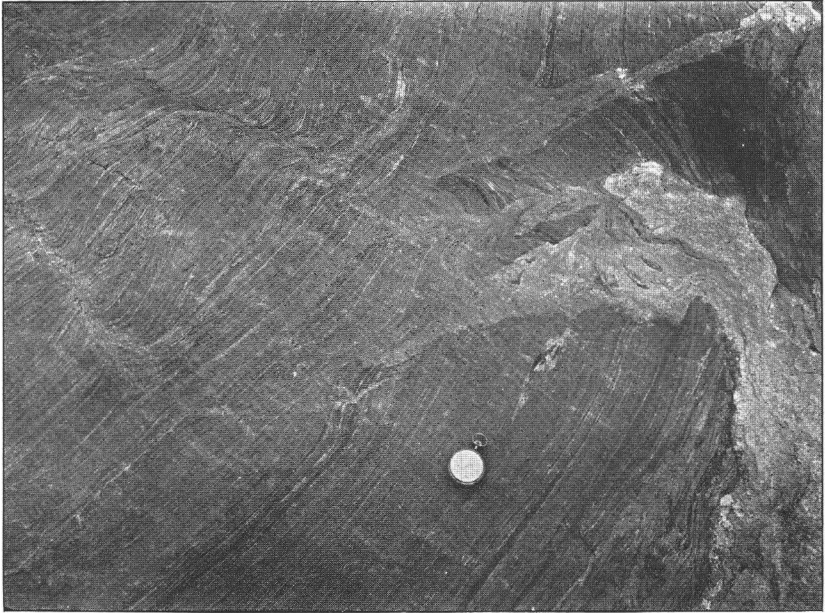


Fig. 1. Hornblendeskiffer med inskjutande vikar och ådror af yngre granit. Den vestligaste af Spikarna vid Tvärminne.



Fig. 2. Ådergneis af hornblendeskiffer och yngre granit. Den vestligaste af Spikarna vid Tvärminne.



Fig. 1. Brottstycken af hornblendeskiffer i yngre granit. Den ostligaste af Spikarna vid Tvärminne.

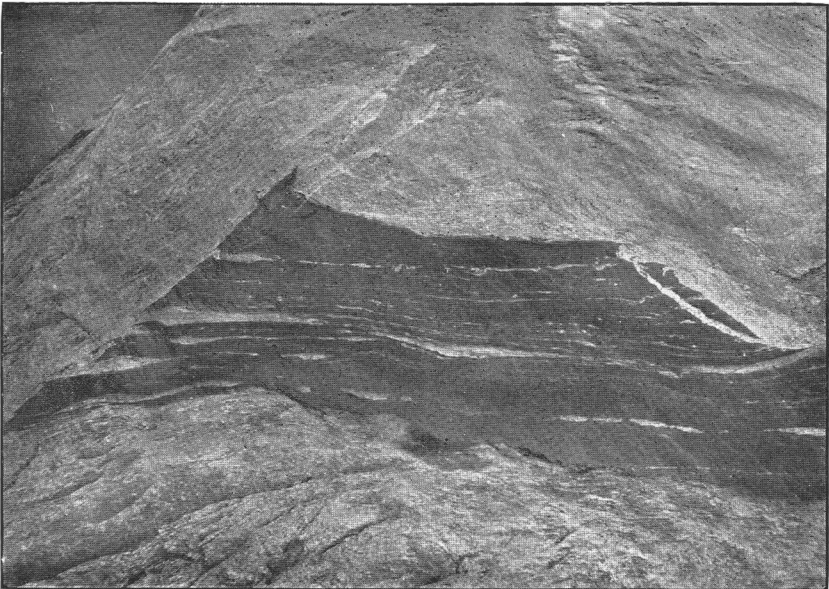


Fig. 2. Parti af hornblendeskiffer i gneisgranit. Skär S.E. om den vestligaste af Spikarna vid Tvärminne.

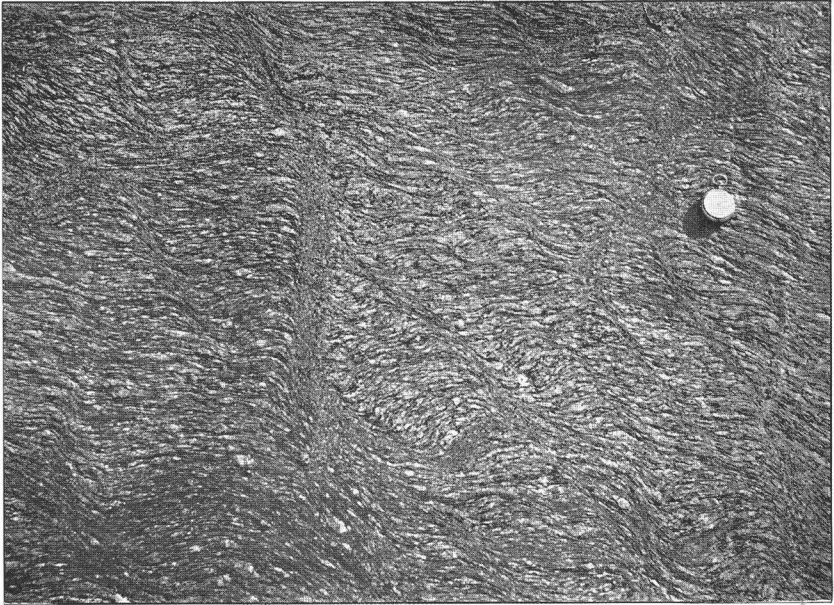


Fig. 1. Gneisgranit med nätstruktur. Porsskär E. om Hangö.

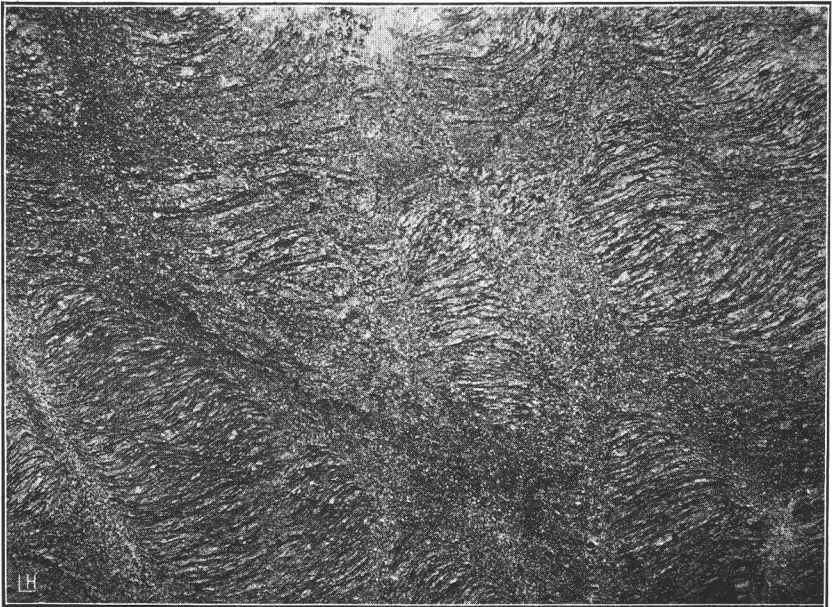


Fig. 2. Gneisgranit med genom omsmältning uppkommet ådernät. Porsskär E. om Hangö.





Fig. 1. Porfyrartad gneisgranit med ådror af yngre granit. Den näst ostligaste af Spikarna vid Tvärminne.

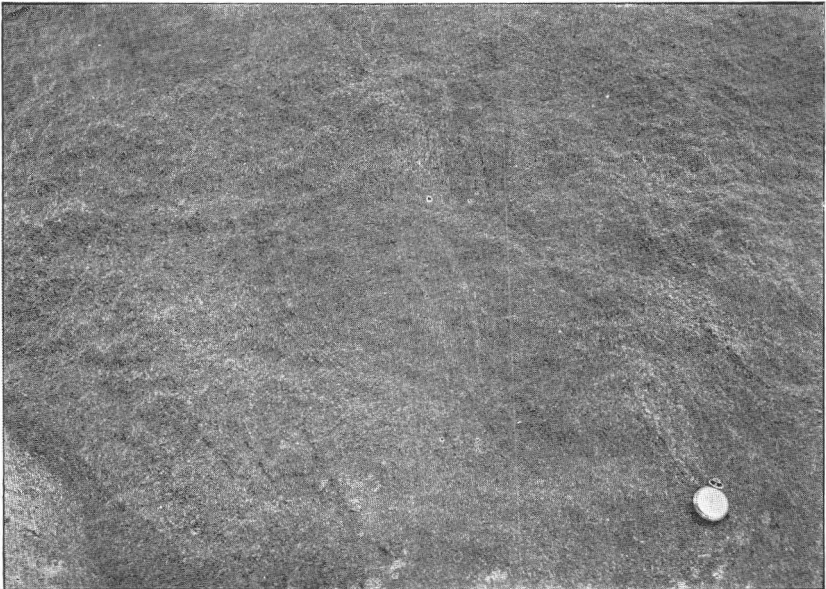


Fig. 2. Hangögranit med rester af ofullständigt uppsmält gneisgranit. E. om Drottningberget, Hangö.



Fig. 1. Ådergneis på S.W. udden af Hasselholmen E. om Tvärminne.



Fig. 2. Böjda fläckar och brustna flak af hornblendeskiffer, omgifna af gneisgranit. Halsholmen W. om Elgö.



Fig. 1. Blandningsbergart af gneisgranit, hornblendeskiffer och yngre granit.  
Berg N. om dr. Hausens villa å Hermansö.

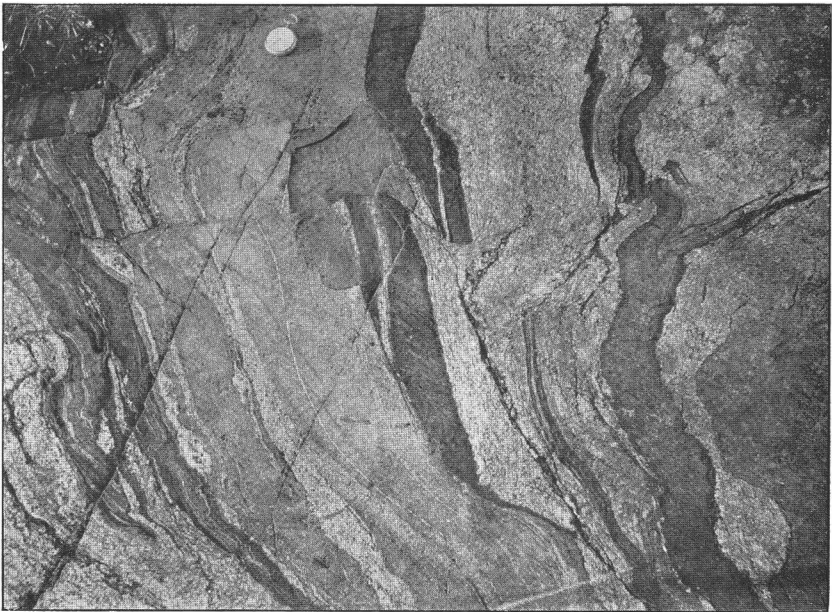


Fig. 2. Blandningsbergart af gneisgranit, hornblendeskiffer och yngre granit.  
Berg N. om dr. Hausens villa å Hermansö.



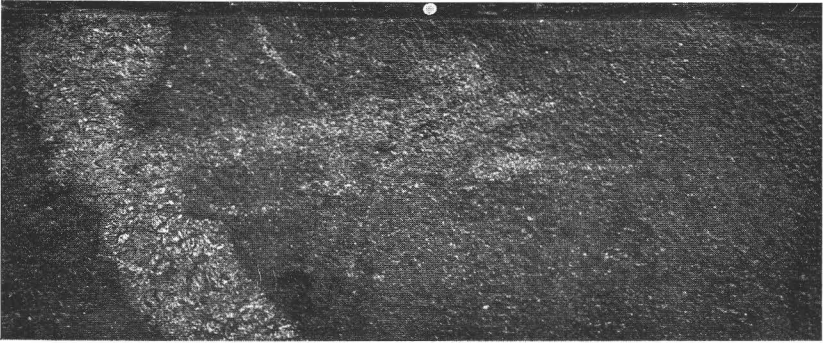


Fig. 1. Pegmatitåder i gneisgranit. Sockeln till huset Boulevardsgatan 32. Helsingfors.

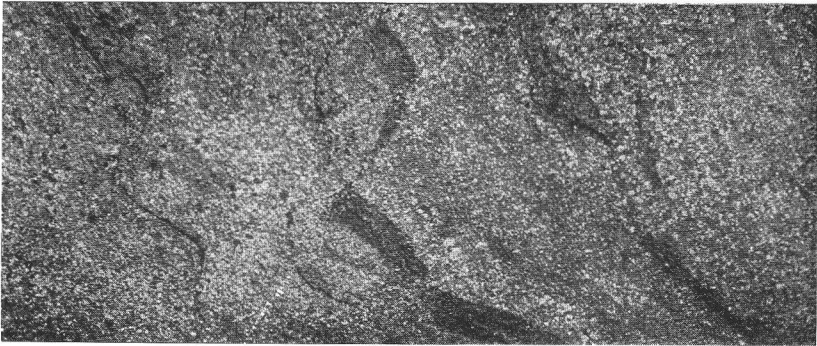
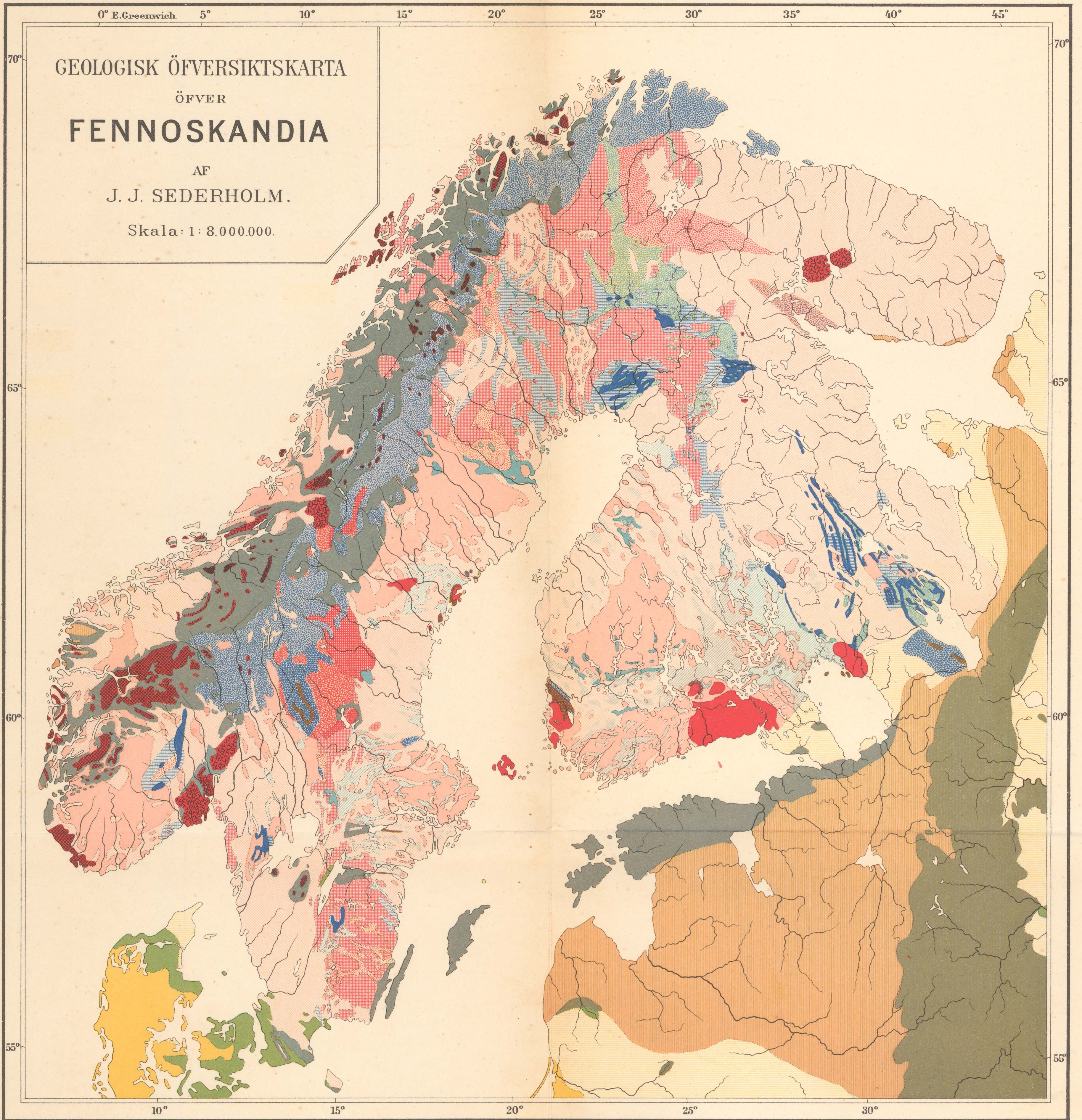


Fig. 2. Helsingforsgranit. Studenthusets trappa, Helsingfors.



Fig. 3. Helsingforsgranit. Stationshusets trappa, Helsingfors.





Lilius & Hertzberg.

 Kvartär.	 Postsilurisk gabbro och diabas.	 Dalaporsfyrer.	 Granathornblendegneis. (åldern okänd.)
 Tertiär.	 Silur och kambrium.	 Dalagraniter.	 Postbottnisk granit, samt massformiga urbergsgraniter af obestämd ålder.
 Mesozoiska bildningar.	 Prekambriska bergarter i fjäll- kedjan (sparagnit, Sveve etc.) Raipas och Gaisa.	 Jatuliska kvartsiter och skiffer etc.	 Kvartsporsfyr och hälleflinta i urberget.
 Perm och karbon.	 Jotnisk sandsten.	 Postkalevisk granit.	 Bottniska skiffer.
 Devon.	 Jotniska diabaser.	 Kaleviska, delvis äfven jatuliska metabasiter (plagiomfiboliter.)	 Urbergsskiffer af ladogisk eller okänd ålder.
 Postsilurisk granit, syenit och nefelinbergarter.	 Rapakivigraniter.	 Kaleviska kvartsiter och skiffer etc.	 Glimmergneis.
		 Granulit (åldern okänd.)	 Gneisgranit och granitgneis samt urberg af okänd sammansättning.



PLANTECKNING af södra delen af den östligaste af SPIKARNA  
i TVÄRMINNE skärgård.

