

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 431.

ÅRSBOK 34 (1940) N:o 1.

HERRÄNGSFÄLTET OCH DESS JÄRNMALMER

AV

NILS H. MAGNUSSON

MED EN TAVLA



Summary:
The Herräng field and its iron ores

Pris 3.00 kr.

STOCKHOLM 1940
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
402048

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 431.

ÅRSBOK 34 (1940) N:o 1.

HERRÄNGSFÄLTET
OCH DESS JÄRNMALMER

AV

NILS H. MAGNUSSON

MED EN TAVLA



Summary:
The Herräng field and its iron ores

STOCKHOLM 1940
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
402048

INNEHÅLL.

	Sid.
Förord	5
Äldre arbeten	5
Översikt av Herrängsfältets byggnad	9
Petrografisk beskrivning av bergarterna	18
Leptit	18
Gabbro och diorit	20
Grå granit	23
Röd granit	26
Gångporfyr	30
Gånggrönsten	33
Den regionala metamorfosen	38
Assimilationsprocessen	40
Graniternas intrusionssätt	42
Gångbergarterna och differentiationsprocessen	44
Järnmalmerna	47
Kort redogörelse för de större malmkropparna inom Herrängsfältet	67
Förteckning över citerad litteratur	71
Summary	73

Förord.

Herrängsfältet är beläget vid Singöfjärden, 95 km NNO om Stockholm och 45 km OSO om Dannemora gruvor. Då fältet är ovanligt väl blottat och erbjuder ett flertal geologiska och malmgeologiska problem av stort och aktuellt intresse, påbörjade författaren år 1933 med överdirektör A. Gavelins tillstånd en ingående kartering av det malmförande områdets centrala delar. Herrängs gruvaktiebolags disponent, E. Hedendahl, och styrelse visade sig samtidigt intresserade av att erhålla en dylik undersökning, och de hava på allt sätt understött författaren. De erforderliga karteringarna hava helt bekostats av gruvaktiebolaget. Författaren framför härför sitt varma tack. Till disponent Hedendahl önskar jag uttala ett särskilt tack för det intresse, den välvilja och den gästfrihet han alltid visat mig vid mina besök i Herräng.

Vid karteringsarbetet har författaren haft förmånen att samarbeta med ingenjör E. Edde. Hela det karterade området har av honom uppmätts i 1 : 800 och samtidigt hava de av författaren uppdragna gränslinjerna blivit inmätta. Endast tack vare ingenjör Eddes intresserade arbete har den karta, som nu publiceras i skalan 1 : 2400, kunnat komma till stånd. Då ingenjör Edde varje år endast haft en begränsad tid till sitt förfogande, har arbetet måst utsträckas över ett flertal år och avslutades hösten 1938. Till ingenjör Edde vill författaren uttala ett varmt tack för gott samarbete.

Till bergsingenjörerna K. Johansson och N. Croneborg, vilka med intresse följt undersökningarna och vid många tillfällen lämnat värdefull hjälp, vill författaren även framföra sitt hjärtliga tack.

Äldre arbeten.

Den första geologiska karta, på vilken de väsentliga dragen i berggrundens byggnad runt Singöfjärden framträdde med någon klarhet, var A. E. Törnebohms [23] karta över mellersta Sveriges bergslag, blad 3 (fig. 1). Denna karta visar berggrunden uppbyggd av den järnmalms- och kalkförande leptitformationen samt grå och röda urgraniter. De senare utmärkte Törnebohm än som rent granitiska, än som flasriga, och alla övergångar kunde påvisas mellan dessa strukturellt olika typer. Likaså fann Törnebohm flerstädes övergångar mellan de grå och de röda graniterna. I underordnad mängd uppträda dioriter och gabbror som rundade massiv. Äldersförhållandet mellan urgraniterna och

leptitformationen klarlades även av Törnebohm, som på flera ställen och särskilt vid Harg kunde göra goda iakttagelser, tydande på att urgraniterna äro yngre än leptiterna eller granuliterna, som de då benämndes. Tvenne drag, som äro karakteristiska för Herrängsfältet, omnämndes av Törnebohm som vanliga inom kartbladets område, nämligen rikligt med dioritiska och leptitiska inneslutningar i urgraniterna samt gångar av olika slag i både granit och leptit. Törnebohm påpekar vidare, att, när den omgivande bergarten blir flasrig, bli även inneslutningarna långsträckta och antaga en med flasrigheten parallell anordning. Gångnaturen hos de genomdragande mörka banden ansåg Törnebohm framgå därav, att de kunna grena sig och överskära varandra. Genom Törnebohms undersökningar voro sålunda för områdena kring Singöfjärden redan 1880 trenne åldersgrupper klart utskilda, nämligen leptiterna, urgraniterna och grönstengångarna. Vidare påpekade Törnebohm, att pegmatiterna äro yngre än alla dessa bergarter. Om dessa pegmatitgångars ställning i övrigt uttalade sig Törnebohm icke.

Då vi här framhålla Törnebohms betydelse för den kartografiska bildens utformning och för frågan om åldersrelationerna, få vi icke glömma, att hans allmänna uppfattning om graniternas och leptiternas uppkomstsätt kvarstod på en ålderdomlig ståndpunkt. I en uppsats om granit och gnejs, även publicerad 1880, framlade Törnebohm [24] en teori om graniternas uppkomst. Enligt denna skulle graniterna vara utgjutningar på jordens yta, i ett varmt hav, och leptiterna ha bildats, där utgjutningarna temporärt upphörde och materialet kunde undergå genomgripande bearbetning av vattnet, så att mekaniska och kemiska sediment bildats. Graniterna och leptiterna utgjorde sålunda stratigrafiska led i bergartskomplexen. På detta sätt sökte Törnebohm förklara det samband han ansåg förefinnas mellan urgraniterna och leptiterna.

I en uppsats om basiska utsöndringar i Uppsalagraniten [9] framhåller A. G. Högbom (1888) som sin åsikt, att de mörka fläckarna icke kunna vara brottstycken utan måste tydas som utsöndringar bildade inom granitmagman, innan denna ännu stelnat. I denna punkt hava senare forskare icke kunnat följa Högbom, och för Herräng är det tydligt, att det är fråga om brottstycken av gabbror och dioriter.

De basiska »utsöndringarna» spelade en stor roll för A. G. Högbom, då han, fem år senare (1893), i en uppsats om de s. k. urgraniterna i Uppland [10] lade fram en hel rad bevis för att dessa bergarter uppkommit ur verkliga magmor och att de äro intrusiva bergarter, och icke utgjutningar på jordens yta, såsom Törnebohm tänkte sig. Högbom anser, att dessa basiska utsöndringar endast kunnat uppkomma på magmatisk väg och att de äro bevis för, att även omgivande bergarter uppkommit på samma sätt. Andra bevis äro enligt Högbom en ibland iakttagbar fluidalstruktur, finkorniga granofyriska randfacies gentemot äldre bergarter, främmande brottstycken i urgraniterna samt uppträdandet av olika granitarter inom samma massiv, än med skarpa gränser mellan dem, än med successiva övergångar. Vad fluidalstrukturen beträffar, framhåller Högbom, att säker sådan endast sällan påträffats och att den parallellstruktur, som urgraniterna så ofta visa, särskilt mot gränserna, i allmänhet



Fig. 1. Berggrunden runt Herrängsfältet (efter A. E. Törnebohm). Skala 1 : 300 000. Map of the district round the Herräng field.

måste bero på en sekundär tryckförskiffring. Med detta arbete lade Högbom grunden till vår nuvarande uppfattning om Upplandsgraniterna.

1895 utgav E. Erdmann [4] kartbladet Grisslehamn med beskrivning. På denna karta hava gränserna mellan de olika bergartstyperna blivit fastställda mera i detalj än på den femton år äldre Törnebohmska kartan. Beskrivningen ger icke några egentligen nya moment till de redan förut kända. Av intresse är dock påpekandet, att leptitformationens bergarter äro starkt uppresta, så att stupningen är lodrät eller mycket nära lodrät och att detta måste bero på en hoptryckning i stora veck och sammanpressning i följd av krafter verkande i nord—sydlig och nordost—sydvästlig riktning d. v. s. vinkelrätt mot skiffriheten. Erdmann planerade en särskild avhandling om de basiska gångbergarterna. Denna avhandling blev tyvärr aldrig skriven.

I sina »Studien über die Granite von Schweden» har P. J. Holmquist [7] behandlat Upplandsgraniternas kemiska sammansättning och framhållit, att Sala-, Uppsala- och Vängegraniterna samtliga uppvisa ovanligt höga kiselsyrehalter samtidigt som plagioklasernas anortithalter äro höga. I detta fall överensstämma urgraniterna inom Herrängsfältet helt med de övriga Upplandsgraniterna. Vad de basiska utsöndringarna beträffar, anser Holmquist det sannolikt, att dessa inneslutningar utgöra verkliga brottstycken. De skulle enligt honom härstamma från äldre dioritporfyritiska, dioritiska, gabbro- eller granulit-artade bergarter och hornbländegnejser, vilka inneslutits i granit och sedan övergått i magmatiskt tillstånd. Holmquist framhåller särskilt, att olikheterna mellan närliggande brottstycken äro lättare att förklara genom ett materialutbyte efter magmatisk-kemiska jämviktsförhållanden än genom en enhetlig magmatisk differentiationsprocess.

E. Wiman [26] studerade berggrunden i trakten av Uppsala och lämnade (1930) petrografiska beskrivningar av bl. a. Uppsala- och Vängegraniterna.

T. du Rietz [3] publicerade år 1929 en studie av gabbrobergarterna på Rådmansö och av med gabborna förbundna granodioriter och graniter. Rådmansögabborna hade tidigare beskrivits av A. E. Törnebohm [25] och E. Svedmark [22], och ett flertal analyser hade publicerats av P. Öberg [27]. Genom du Rietz' och hans föregångares arbeten kunna de med Uppsalagraniterna samhöriga grönstenarna och deras variationer sägas vara väl kända. Du Rietz' arbete åtföljdes av ett flertal nya analyser.

Genom tvenne skrifter av H. G. Backlund [1, 2] hava Upplandsgraniterna och deras problem vunnit förnyad aktualitet. Backlund tänker sig Upplandsgraniterna, liksom våra arkäiska graniter och gnejser över huvud taget, som produkter av en granitiseringsprocess in situ huvudsakligen av sediment. Graniterna skulle alltså vara uppkomna genom en metasomatisk process, och huvudparten av dem skulle utgöras av det äldre material, som förelåg, då processen började. Denna uppfattning står i skarp opposition till den äldre, av Högbom grundade åskådningen.

Författaren har i tvenne skrifter [17 och 18] upptagit Backlunds granitiserings teori till kritisk granskning och därvid även i korthet redogjort för förhållandena inom Herrängsfältet. Författarens diskussionsinlägg äro icke

ett avböjande av all granitisering över huvud taget utan rikta sig mot det extrema sätt, varpå Backlund applicerar sin teori på de svenska graniterna. Författaren har sökt förklara de inom Herrängsfältet iakttagna fenomenen på så sätt, att graniterna inträngde som färdiga magmor, vilka voro mera tunnflytande än vanligt och att därigenom intrusionsfronten, till vilken hela Herrängsområdet kan räknas, icke blott utmärker sig genom brecciering utan även i stor utsträckning genom en saftartad genomträngning.

Basiska utsöndringar av samma slag som inom Uppland hava beskrivits från södra Finlands skärgårdsområden, framför allt av Sederholm. Nyligen har den arkäiska berggrunden inom de närmast Uppland liggande delarna av sydvästra Finland beskrivits av J. Sederholm och E. Mikkola [21]. De svioniska bergarterna där, särskilt inom Enklingeområdet, genomsättas av basiska gångar, vilka av Sederholm och Mikkola betecknas som lamprofyrer. Dessa äro ofta kombinerade med surare bergarter, och de mera basiska gångarna äro yngre än de surare. Dock finnas lamprofyriska bergarter av samma slag som gångarna, helt omflutna av granit. Sederholm och Mikkola betrakta alla dessa gångar som »segregation products» av den granitiska magman. De hava »stulit» sin magma från granitmagman.

Ovanstående redogörelse för äldre litteratur visar, att intresset främst varit inriktat på urgraniterna själva och de egendomliga basiska utsöndringarna, i någon mån även på de basiska gångarna. Malmerna och deras omvandlingar hava däremot endast flyktigt berörts i den geologiska litteraturen. E. Erdmann [4] har dock lämnat en del upplysningar i beskrivningen till kartbladet Grisslehamn och K. Winge [27] i en uppsats i Teknisk tidskrift. P. J. Holmquist [8] har slutligen omnämnt Herrängsmalmerna i sin avhandling om järnmalmernas struktur och metamorfos och därvid hänfört dem till samma grupp som Persbergs- och Nordmarksmalmerna.

Översikt av Herrängsfältets byggnad.

Genom Törnebohms och Erdmanns arbeten hade, som nämnt, de stora dragen i nordöstra Upplands arkäiska berggrund blivit utredda och bergartsgrupperna utskilda. Genom deras arbeten hade klarlagts, att leptiterna utgöra berggrundens äldsta led, att leptiterna genomsättas av urgraniterna, att både urgraniterna och leptiterna genomsättas av de basiska gångarna samt att pegmatiterna äro yngre än alla dessa bergarter. Inom Herrängsfältet, sådant detta avgränsats på kartan, plansch 1, återfinnas dessa bergartsgrupper med undantag av pegmatiterna. Pegmatitgångar hava dock iakttagits både V, N och Ö om Herräng, även om antalet pegmatitgångar är ringa inom det närmaste grannskapet. Mot N ökar däremot antalet fram mot den yngre graniten på Gräsö, mot V fram mot Vigelsbo och mot S fram mot Rimbo. Det är också fullt tydligt, att de runt omkring Herrängsfältet iakttagna pegmatitgångarna äro utlöpare från de pegmatitrikare områdena i nordligaste Uppland och Rimbotrakten och sammanhänga med dessa områdets sensvioniska graniter. De

höra sålunda genetiskt tillsamman med de sensvioniska palingena processerna. I vilken utsträckning dessa påverkat Herrängsfältets berggrund skall senare diskuteras.

Såsom av plansch 1 framgår, är kartområdet synnerligen rikt på grönstengångar (fig. 39, 43 och 44). Ibland ligga dessa så tätt, att det icke varit möjligt att medtaga alla, varför en eller annan mindre gång måst utelämnas. Som synes bilda dessa gångar ett system med i stort sett västnordväst—ostsydostlig riktning. De gå dock icke som linjalraka sprickfyllnader utan visa som regel ett vindlande förlopp. Endast sällan påträffas gångar, vilka med större vinklar avvika från gångsystemets allmänna riktning. Grenande gångar hava påträffats, men kunna betraktas som sällsynta. Exempel på överskärande gångar finnas även. De äro dock förvånansvärt få i förhållande till det stora antalet iakttagna gångar. De bästa exemplen finnas i blottningarna vid Ryagruvan inom området östra del. Som regel har sålunda varje gång ett självständigt uppträdande.

Ett ingående studium av dessa gångar har visat, att de alltid äro orienterade parallellt med den brant stående skiffriheten i den äldre berggrunden. Redan makroskopiskt finner man, att de själva påverkats av kraftiga rörelser längs skiffrihetsplanen. De överskärande gångarna visa, att nya skiffrihetsytter uppstått under gångarnas intrusionstid och att intrusionerna inträffat medan ännu tektoniska rörelser i jordskorpan ägde rum. De vinklar de överskärande gångarna bilda med de överskurna överstiga sällan 30° . Endast i ett fall har en överskärande gång visat sig gå nära vinkelrätt mot den överskurna.

Gångarna visa bredder från omkring 1 dm upp till 15 m. Utanför det karterade området hava ännu bredare gångar iakttagits. Som regel kan sägas, att de tilltaga i mäktighet och antal mot N och mot Ö. Såsom Erdmann påpekat, äro de särskilt vanliga på norra delen av Väddö. På Singö och öarna därutänför äro de även synnerligen talrika. V om Edeboviken minska de däremot raskt i antal. Vid en översiktsresa från Hallstavik över Harg mot Öregrund kunde författaren i de talrika vägskärningarna endast iakttaga några få grönstengångar.

Grönstengångarna variera från mörka, täta, basaltliknande typer över hornblände- och plagioklasporfyrisk till ljusare dioritliknande typer. Mot gränserna finner man som regel dessa gånggrönstenar mera finkorniga än i de centrala delarna, och en uppdelning med mera basiska randzoner och surare kärnor kan ofta iakttagas. I ett par fall, det bästa i blottningarna vid Fabiangruvan, har dock iakttagits en anrikning av hornblände mot de centrala delarna och fältspat mot kanterna (fig. 48). Denna pegmatitartade uppdelning är dock mycket sällsynt. I ett par andra fall har en inhomogen byggnad iakttagits med ljusa plagioklasådror i den mera basiska huvudmassan (fig. 47). I de porfyrisk typerna försvinna vanligen strökornen fram mot kontakterna. Gångar hava dock även iakttagits, i vilka randzonerna äro porfyrisk och kärnorna jämnkorniga med grövre kornighet än den porfyrisk randzonens mellanmassa.

Där överskärningar iakttagits, har det alltid visat sig, att de överskärande gångarna äro mera basiska än de överskurna (fig. 45). Vanligen äro de yngre

gångarna dessutom smalare än de äldre. Denna åldersföljd kunde, som förut är nämnt, även J. Sederholm och E. Mikkola finna för motsvarande gångar inom Enklingeområdet, strax Ö om Ålands stora rapakivmassiv.

I underordnad mängd uppträda tillsammans med gånggrönstenarna och följande samma gångsystem som dessa, ljusa, vanligen något brunaktigt färgade gångporfyrier, vilka med skarpa gränser skära igenom graniterna, leptiterna och malmerna. Endast en sådan gångporfyr har inlagts på kartan. De övriga hava iakttagits i varphögarna vid de större gruvorna samt i ortsystemen under jord. I förhållande till grönstenarna bilda de endast korta gångar och de synas genomgående vara äldre än dem. Liksom gånggrönstenarna visa de finkorniga randfacies gentemot de omgivande bergarterna.

I den av gånggrönstenar och gångporfyrier genomsatta äldre berggrunden finner man en ofta svårutredbar vävnad av leptit, grå granit och röd granit. Gränserna mellan leptiterna och graniterna äro vanligen flytande, och ofta står man vid karteringarna tveksam om, huruvida man framför sig har den ena eller den andra bergarten. Detta gäller dock endast detaljerna. I stort har uppdelningen på de trenne bergartsgrupperna varit lätt att genomföra. Svårigheterna hava främst berott på, att graniterna ofta innehålla rester av leptit. Dessa rester uppträda vanligen som oregelbundna diffusa fläckar av olika storlek och form (fig. 2 och 3). Ibland finner man dock även skarpkantiga leptitbitar i graniterna. Där leptitresterna äro talrikt förekommande, har en särskild beteckning använts.

I riktning mot de bättre bevarade leptitområdena finner man, hur graniterna löpa ut i en otalig massa ådror, som grena sig och omsluta större och mindre leptitpartier. De skarpa gränser, som kartan angiver, existera därför icke, utan graniten övergår i en oredig frontzon, där skarpa kontakter i stort höra till undantagen. Däremot äro småådrorna ofta väl begränsade. Områdena med rikliga granitådror hava erhållit en särskild beteckning. Även utanför dessa som granitgenomådrade betecknade leptitområden finner man dock mera underordnade ådror av granit.

Leptiterna innehålla, som kartan visar, ett stort antal oregelbundet formade kroppar uppbyggda av järnmalm, skarn och kalksten. Graniterna förhålla sig gentemot dessa på samma sätt som gentemot leptiterna och innehålla ofta mer eller mindre fullständigt assimilerade brottstycken av järnmalm eller skarn. Brottstycken av ren kalksten ha däremot ingenstädes iakttagits. Där kalkstenar uppträda inom granitområdena, ligga de alltid inkapslade i skarn eller malm. Där rikligt med rester av skarn och järnmalm iakttagits i granit har detta utmärkts med en särskild beteckning.

Kartan över Herrängsfältet visar, att graniten löper ut i tungor, vilka i stort sett äro orienterade i samma riktning som den generella strykningen och som den därmed parallella skiffriheten inom leptiterna. Denna riktning har alltså haft ett bestämmande inflytande på graniterna vid deras framträngande. Ännu klarare framstår detta, om vi studera fördelningen av leptit-, skarn- och malmbrottstyckena inom graniterna i förhållande till leptitformationens byggnad i övrigt. Inom områdets västra delar, omkring Eknäs-, Glitter- och

Kärrgruvorna, finner man en bandformig, stratigrafisk växling mellan granit med brottstycken av skarn och malm å ena sidan och granit med brottstycken av leptit å den andra. Detta, liksom det totalintryck kartan giver, visar, att graniten vid sitt framträngande, hur detta än må ha skett, icke i nämnvärd grad rubbat den malmförande leptitformationens inre byggnad. Graniterna



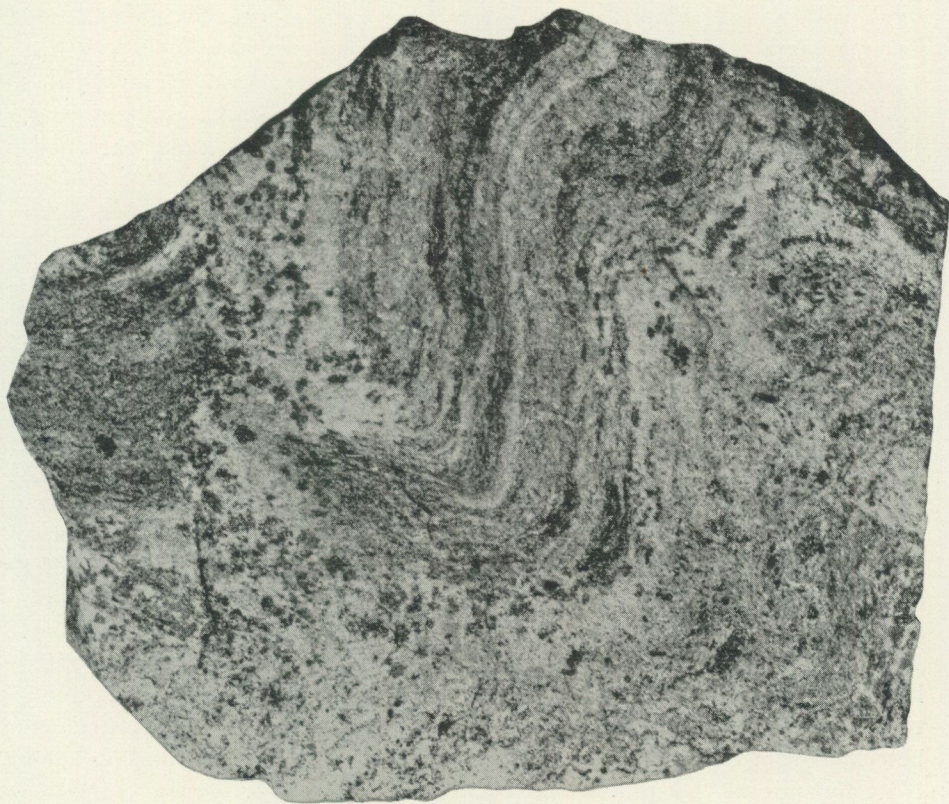
C. Larsson foto.

Fig. 2. Leptitrester i grå granit. Glittergruvan. $\times \frac{1}{2}$. *Remnants of leucite in grey granite.*

hava ersatt leptit, skarn, malm och kalksten, intagit deras platser, men icke flyttat resterna nämnvärt i sidled. Graniterna hava med andra ord »ätit» sig in i den malmförande leptitkomplexen, i stor utsträckning ersättande denna. Hur detta kunnat ske skall närmare diskuteras i ett senare kapitel.

Flerstädes inom kartområdets norra delar finner man rikligt med basiska partier, som skarpt begränsade brottstycken eller som mer eller mindre diffust begränsade, vanligen rundade partier i den grå graniten. Dessa basiska partier motsvara de basiska utsöndringar, vilka Törnebohm [23] angav som typiska för Upplandsgraniterna. Såsom framhållits i kapitlet om de äldre arbetena, ansåg A. G. Högbom [9] dem vara tidiga differentiat in situ, under det att P. J. Holmquist [7] ansåg dem vara brottstycken av äldre bergarter, mer eller mindre assimilerade i graniterna. Det är icke tu tal om, att det senare alternativet är det riktiga för Herrängsfältet. För det första ser man redan

makroskopiskt, hur närliggande basiska partier hava mycket olika sammanställning och hur graniten genompyrt de ljusare av dem (fig. 37 och 39). I flera fall bildar graniten fläckar eller isolerade kornaggregat i de basiska partierna (fig. 38). Detta kan särskilt väl studeras i vägsärningarna vid Hensvik



C. Larsson foto.

Fig. 3. Leptitrester i skarnförande röd granit. Sjö- och Dammgruvorna. $\times \frac{2}{3}$. *Remnants of leucite in skarn-bearing red granite.*

strax V om Herrängsfältet. För det andra uppträda inom kartområdets östra delar inom leptiterna gabbror och dioriter av samma slag som de minst granitpåverkade s. k. »utsöndringarna». Inom graniterna äro dessa bergarter alltid söndersprängda i småbitar av i genomsnitt huvud- till knyt-nävsstorlek. Denna söndersprängning av de ursprungliga gabbro- och diorit-massiven i ungefär likstora bitar är en ganska egendomlig process, som måste sammanhålla med spänningsföreteelser inom gabbroerna och dioriterna.

Här och var finner man helt omotiverat skarpkantiga brottstycken av gabbro eller diorit ensamma ute i de grå graniterna på ett sätt som antyder, att de fraktats med vid graniternas intrusion eller också sjunkit från högre belägna, nu bortroderade delar av jordskorpan. Vid Spatgruvan ha dylika omotiverat placerade grönstensbitar iakttagits i den malmsliriga grå graniten, visande

att denna måste ha varit i ett sådant tillstånd, att den kunnat släppa fram dessa bitar. Därpå tyder också den blandning av olika kraftigt påverkade grönstensbitar, som, såsom ovan har framhållits, ofta uppträda sida vid sida i den grå graniten. De skarpkantiga bitarna måste ha sjunkit från högre belägna områden med mindre kraftig assimilation. Detsamma gäller motsvarande fenomen bland malm- och leptitbrottstyckena, även om fenomenet lättast kan studeras på grönstensbrottstyckena. Om sålunda icke någon nämnvärd förskjutning i sidled kunnat konstateras på brottstyckena inom granitområdena, synes däremot en förskjutning i vertikal riktning, en sjunkning vara nödvändig att antaga.

Vid Norrängen, N om kartområdets östra delar, finner man en kraftig variation av basiska utsöndringar i grå granit. Tydligare än någonstades inom det karterade området ser man här, att det är fråga om brottstycken. Skarpkantade bitar ligga ofta inbäddade i en grå granit, rik på slirigt utdragna rester av mer eller mindre assimilerade grönstenspartier (fig. 40). Bland brottstyckena finner man här även täta, basiska bergarter, vilka makroskopiskt icke kunna skiljas från gånggrönstenarna. Flera iakttagelser finnas även, som antyda, att äldre gånggrönstenar uppträtt tillsammans med gabborna och dioriterna. I blottningarna vid Ryagruvan uppträder en relativt ljus gånggrönsten genomådrad av granit och genomskuren av en yngre gånggrönsten. Även vid Lappgruvorna, S om Herrängsfältet, finner man äldre, av graniterna genomsatta gånggrönstenar. Mellan leptiterna och graniterna måste därför i åldersschemat inskjutas en grupp av äldre grönstenar, omfattande huvudsakligen gabbror och dioriter i form av massiv, men dessutom även gånggrönstenar.

Graniterna inom Herrängsfältet kunna indelas i tvenne typer, en grå, oligoklasgranit och en röd, mikroklinrik granit. Den grå graniten har de karakteristiska drag, som utmärka *Uppsala graniten*, och den röda graniten kan betecknas som en *Vängegranit*. För korthetens skull komma de dock i det följande att benämnas endast grå resp. röd granit. Den grå graniten fortsätter mot Edeboviken och V om denna mot Hargs bruk. Den röda graniten, vilken huvudsakligen uppträder inom kartområdets östra delar, fortsätter därifrån ut till Östersjön vid Grisslehamn och har en mycket stor utbredning S om Herräng inom Häverö och Edebo socknar (se fig. 1). Som även Erdmanns berggrundskarta till kartbladet Grisslehamn visar, ligger Herräng inklämt mellan den från V och N kommande grå graniten och den från Ö och S kommande röda graniten. De förhållanden, som ovan skildrats mellan granit och leptit, återfinnas icke inom de stora granitområdenas centrala delar, där homogena graniter härska. De nämnda förhållandena höra sålunda till gränsområdena mellan granit och leptit. De äro i främsta rummet att tyda som kontaktfenomen.

Den röda graniten är inom Herrängsfältet tydligt yngre än den grå. Vid Ryagruvorna finnas goda bevis för detta åldersförhållande (se kartan, pl. 1), och N om Sjö- och Dammgruvorna finner man, att ådrorna från den röda graniten genomskära ådrorna från den grå graniten. Till den äldre berggrunden förhålla sig dock de båda graniterna lika.

Vad leptiterna beträffar, finnas icke inom det karterade området några goda bevis för deras natur av vulkaniska bergarter, av lavar och tuffer. Från området V om Edeboviken omnämner A. G. Högbom [11] en mörk leptitbergart med amygdaloid struktur, vilken av honom tydes som en lava. Vackert skiktade leptiter intill denna bergart tydas av Högbom som tuffer. Vid en översiktsresa, som författaren gjort mellan Hallstavik och Öregrund, påträffades efter vägen mellan Hargshamn och Harg goda blottningar av leptit med agglomeratstruktur. Denna struktur var svår att iakttaga i friska stuffer, men den framträdde väl på vittrad yta. S om Börstils kyrka, vid Hanneberg, påträffades en mörk leptit med ovanligt vacker agglomeratstruktur (se fig. 4). Utom de dominerande dacitiska och andesitiska bitarna ingå där även ljusare leptittyper samt rätt mycket kalkstensbitar.

Väl skiktade leptiter finnas endast i mycket ringa utsträckning inom Herrängsområdet. Bäst bevarade äro de, som uppträda intill kalkstenarna vid Ryagruvan (fig. 35). På öarna N om Herräng finnas vackert skiktade leptiter flerstädes såsom t. ex. på Vingelskär. Det synes av dessa iakttagelser icke vara något tvivel om, att leptiterna även inom området runt Singöfjärden, dit Herrängsfältet hör, äro vulkaniska bergarter, sannolikt huvudsakligen tuffer.

Leptiterna inom Herrängsfältet äro ljusa, grå bergarter, vilka fram mot graniterna få grövre kornighet och där, som förut har skildrats, äro rikt genomdragna med granitiskt material, varigenom de fått en inhomogen, migmatitisk utbildning. Även utanför dessa blandzoner äro dock leptiterna i stor utsträckning påverkade av graniterna. Påverkan är här av en mera metasomatisk art och består i en inhomogen glimmerfördelning, antingen så, att glimmern bildar sliror i bergarten eller så att den samlas i större och mindre rundade fläckar. Till samman med glimmer uppträda då ofta kalkfria amfiboler. Dessa metasomatiska omvandlingar måste höra samman med granitintrusionerna som en yttre zon utanför den granitgenomdragna frontzonen.

Dessa inhomogena omvandlingsbergarter kunna studeras i alla större, utanför graniterna liggande delar av leptiterna. Särskilt goda iakttagelser kunna göras vid Sjö- och Dammgruvorna (fig. 5), där de rundade, glimmeranrikade fläckarna kunna bli dm-breda, så som fig. 36 visar. Av graniterna och de med dem sammanhörande metasomatiska omvandlingarna helt orörda leptiter finnas endast lokalt och i underordnade partier.

För de iakttagelser, som kunnat göras angående järnmalmernas, skarnens, och kalkstenarnas omvandlingar i samband med graniternas och gångbergarternas intrusion, skall senare redogöras i ett särskilt kapitel. Här skall endast diskuteras, vad de av järnmalm, skarn och kalksten uppbyggda kropparna kunna säga oss om den t e k t o n i s k a d e f o r m a t i o n e n. Järnmalm, skarn och kalk höra nämligen här som överallt i mellersta Sveriges skarnjärnmalmer genetiskt nära samman. De kroppar de uppbygga hava utanför granitområdena, såsom kartan, pl. 1, visar, i horisontalsnitt mycket varierande former, än långsträckt linsformiga såsom t. ex. Fabianmalmen, än korta, tjocka linser såsom Markdalsfyndigheten, än starkt hopvecklade såsom Klintgruvefyndigheten, än rundade såsom Fredriksfyndigheten.

Redan en blick på kartan visar, att de nuvarande formerna på de malmförande kropparna icke kunna vara de ursprungliga utan måste vara resultatet av en kraftig tektonisk bearbetning och sönderbrytning. Att flera fyndigheter, vilka nu uppträda som isolerade kroppar, från början varit delar av större sammanhängande lager är tydligt. Lagren ha först deformerats genom veckning. Sedan har genom utbildningen av en småveckan skärande, mera rakt förlöpande



C. Larsson foto.

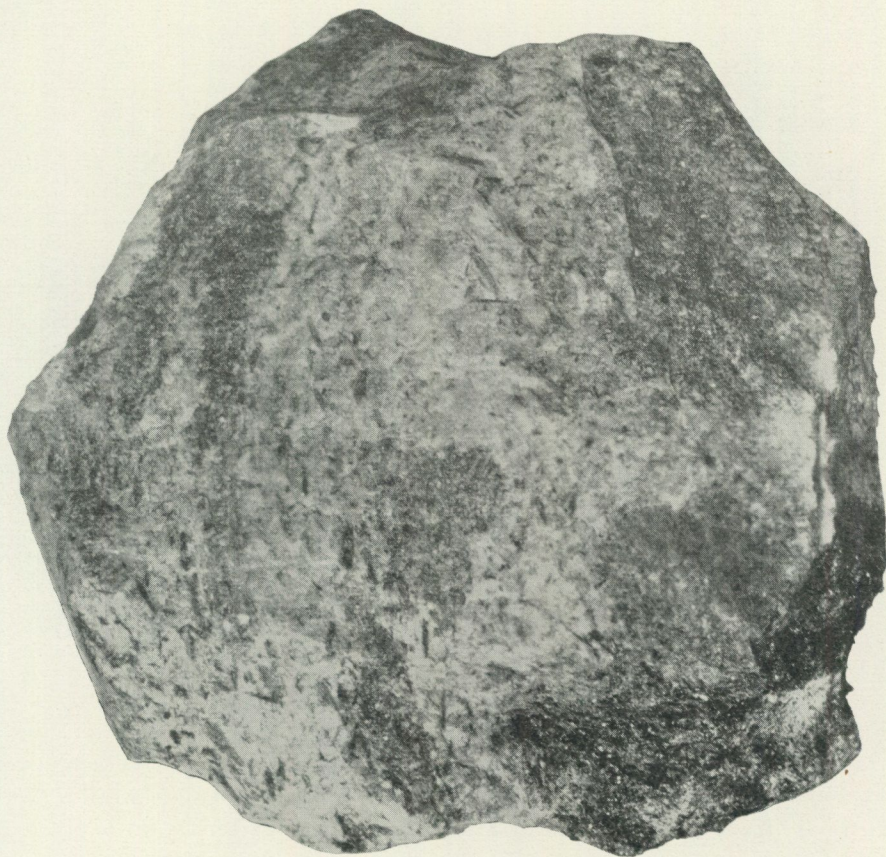
Fig. 4. Agglomerat, Hanneberg, Börstils socken. $\times \frac{2}{5}$. *Agglomerate.*

skiffrihet en sönderslitning ägt rum, vid vilken isolerade, gentemot varandra förskjutna smärre kroppar uppkommit. Vid dessa sena rörelser längs förskiffringsplanen har den rundning, som många av malmkropparna visa, uppkommit. Icke fullbordade avsnöringar visa Fredriksmalmen och malmen S därom, Adolfsmalmen m. fl. Liknande fenomen ha även iakttagits i vertikal led.

Att denna tektoniska bearbetning är äldre än gångporfyreerna och gånggrönstenarna framgår redan av en blick på kartan. Med största sannolikhet har den även ägt rum före graniternas framträngande. Så intensiv, som denna deformation varit, är det vidare sannolikt, att formationens uppresning till vertikalt läge ägt rum samtidigt med densamma. Som förut har nämnts, är det även andra skäl, som tala för, att formationen var upprest i vertikalt läge och starkt förskiffrad, när graniterna trängde fram, framför allt att leptitformationens stratigrafi fortfarande återspeglas i de talrika brottstyckena i den grå graniten

samt att, när en rörelse av brottstyckena måste antagas, denna med sannolikhet huvudsakligen varit i vertikal riktning i förhållande till det nuvarande läget och icke i sidled.

Undersökningarna i fält synas sålunda giva vid handen, att leptiterna inom kartområdet äro vulkaniska bergarter (huvudsakligen tuffer) och att de till-

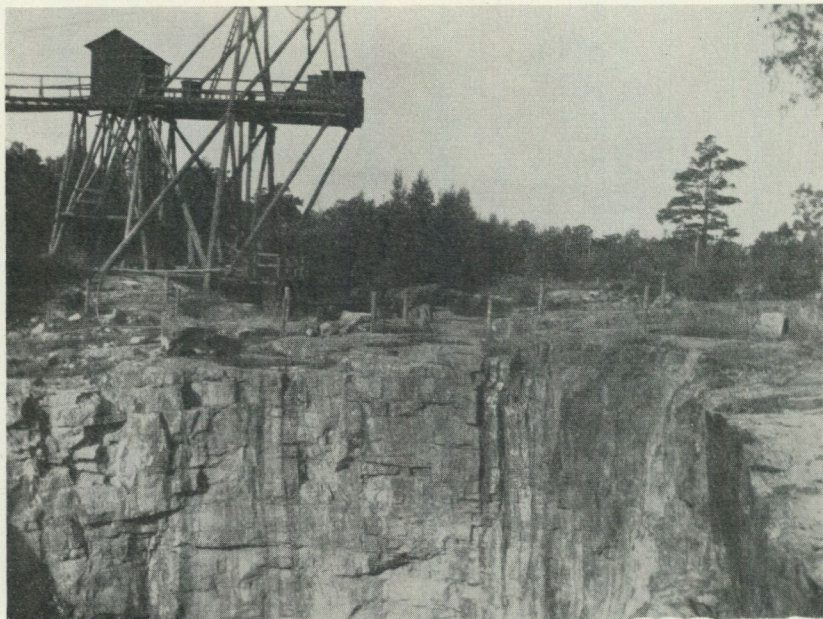


C. Larsson foto.

Fig. 5. Glimmerfläckig leptit. Sjö- och Damngrovorna. $\times \frac{2}{3}$. *Leptite with spots of mica.*

samman med kalkstenarna och järnmalmerna på ett tidigt stadium blivit sammanveckade och uppresta till det vertikala läge de ännu intaga (fig. 6). I denna uppresta och förskiffrade formation inträngde sedan urgraniterna, i stor utsträckning utlösande och ersättande densamma. Intrusionerna inleddes med grönstenar såsom de första differentiaten av urgranitmagman. Dessa grönstenar uppträda dels som äldre grönstengångar, dels och huvudsakligen som massiv av gabbro och diorit. Därefter följde den grå granitens framträngande, vilket skedde utan att leptitkomplexens restpartier nämnvärt förflyttades i sidled, mera som en upplösningsprocess än som en mekanisk intrusionsakt. I samband därmed skedde en kornförgrovnig av och metasomatiska omflytt-

ningar i leptiterna. Därefter inträngde sannolikt utan någon större tidshiat den röda urgraniten och åstadkom en upprepning av de av den grå graniten åstadkomna omvandlingarna. Som i den petrografiska beskrivningen kommer att påvisas, måste gångbergarterna genetiskt nära höra samman med urgraniterna, varvid först gångporfyreerna, sedan de talrika gånggrönstenarna inträngde



N. H. Magnusson foto.

Fig. 6. Västra väggen av stora dagbrottet i Spåtgruvan, visande den brant stående skiffriheten.
A wall in the Spåt mine (Spåtgruvan) showing the nearly vertical dip of the schistosity.

längs förskiffringsytorna i den granitgenomsatta berggrunden, vilken under och efter graniternas framträngande måste ha stått under ett kraftigt förskiffrande tryck, vilket även fortsatte under gångbergarternas intrusion.

Petrografisk beskrivning av bergarterna.

Leptit.

Varhelst leptiter påträffats, vilka icke varit kraftigare påverkade av graniterna, ha de alltid visat sig vara extrema natronleptiter av samma slag som t. ex. Persbergs- och Nybergsfältens leptiter. Analys 1, av en leptit från Markdalsgruvan, kan betraktas som typisk för Herrängsfältet. Vid mikroskopisk undersökning visar denna leptit endast kvarts och albit samt en rätt mörkt brun biotit. Denna mineralsammansättning är karakteristisk för Herrängs leptiter. Till de nämnda mineralen komma ibland i underordnade mängder mikroklin, muskovit och klorit. Som accessoriska mineral uppträda enstaka korn av magnetit, zirkon och apatit. Strukturen är än rent pflasterkornig

Tabell 1.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Niggilital
SiO ₂	77.75	12 894	Q 35.61	si = 472.0
TiO ₂	0.14	17	Or 2.40	al = 44.0
Al ₂ O ₃	12.35	1 208	Ab 55.54	fm = 14.0
Fe ₂ O ₃	0.34	21	An 1.43	c = 2.0
FeO	0.70	97	Al ₂ O ₃ 0.59	alk = 40.0
MnO	0.007	1	Σ sal 95.57	k = 0.04
MgO	0.94	233		mg = 0.62
CaO	0.28	50	FeSiO ₃ 0.79	
BaO	0.02	1	MgSiO ₃ 2.34	
Na ₂ O	6.55	1 056	Mt 0.49	
K ₂ O	0.41	43	Il 0.26	
H ₂ O > 105°	0.31	172	Ap 0.04	
P ₂ O ₅	0.02	1	Σ fem 3.92	
CO ₂	0.06	14		
S	0.00	—	Or : Ab : An = 4.0 : 92.6 : 3.4	
	99.877			

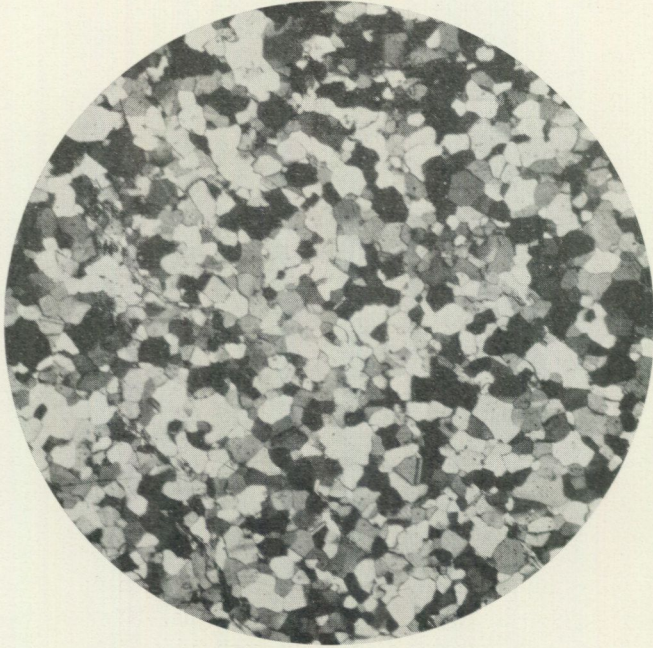
Natronleptit, Markdalsgruvan. Anal. A. Bygdén. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, plagioklas, biotit, klorit och magnetit.

(fig. 7), än finner man kvartskornen rundade gentemot albiterna så att en mera aplitartad struktur uppkommit. Biotiterna äro vanligen mot gränserna upplösta i småkorn eller poikilitiskt kvartsgenomstungna. Här och var finner man större kvartskorn eller aggregat av mindre korn, vilka äro att tyda som omvandlade strökorn. Kvartskornen äro alltid undulösa.

Där leptiterna påverkats av de metasomatiska omvandlingarna, finner man, hur glimrarna anrikats och ordnat sig till sliror eller fläckar i bergarten (fig. 5 och 36). I flera fall framgår vid mikroskopisk undersökning, att kvarts och fältspat anrikats var för sig, så att dels kvartsitiska, dels plagioklasitiska typer uppkommit. Särskilt vid Sjö- och Dammgruvorna, där leptiter med i fläckar anrikade biotiter uppträda, finner man plagioklasiter helt fria från kvarts (fig. 8). Plagioklaserna äro alltid albiter med 5—8 % An. Tillsamman med biotit förekomma i dessa plagioklasiter ofta underordnade mängder antofyllit. Cordierit har däremot ingenstädes iakttagits inom Herrängsfältet. Plagioklaserna visa oregelbunden polygonal begränsning på fältspatkornen.

Som alltid visar sig kornstorleken vara lägst, där leptiterna gränsa intill eller ligga som bankar i kalksten. Det enda ställe, där verklig skiktning finnes bevarad, är i en dylik bank i kalkstenen vid Ryagruvorna. Skiktningen visar sig där bero på olika kornstorlek samt på olika halt av kvarts och femiska mineral, här framför allt en ljus diopsid. Sannolikt har denna skiktade, diopsidförande leptit från början varit kalkspatförande. I andra fall finner man i stället för diopsid ett kraftigt färgat hornblände.

Ju närmare graniten och de av granitådror genomdragna gränzonerna man kommer, desto oroligare blir strukturen, med sliror av olika kornstorlek, utan att den mineralogiska sammansättningen i stort ändras därav. Fram mot de grå graniterna börja sedan mera basiska plagioklaser att bildas, biotithalten blir större och som femiskt mineral inkommer ofta hornblände. Dessutom börja här en rad accessoriska mineral tilltaga i mängd. Framförallt gäller



C. Larsson foto.

Fig. 7. Natronleptit. Markdalsgruvan. Mikrofoto med + nik. $\times 30$. Soda leptite.

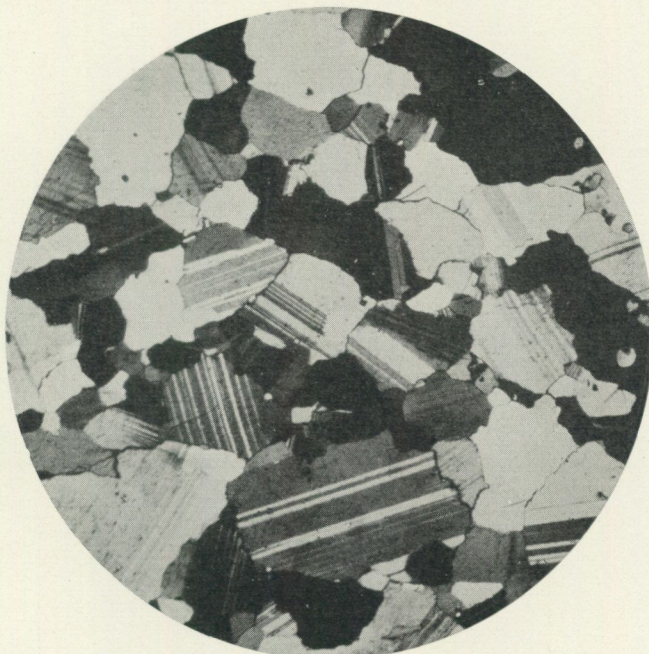
detta titanit, men även magnetit, apatit och zirkon, vilka eljest äro sällsynta, äro vanliga inslag i de granitpåverkade leptiterna.

Fram mot de röda graniterna inkommer framför allt mikroklin, och man finner vid mikroskopisk undersökning ofta hur mikroklin liksom trängt sig in mellan plagioklaskornen. I andra fall hava rent pflasterkorniga blandbergarter uppkommit med jämn fördelning mellan plagioklas och mikroklin.

Gabbro och diorit.

De som gabbro och diorit betecknade bergarterna inom Herrängsfältets östra delar synas till huvudsaklig del vara hornbländedioriter. Endast lokalt gå de över i hornbländegabbror. På öarna N om Herräng däremot äro gabbror och ultrabasiska produkter vanliga. Gabbrorna äro ofta liksom den av T. du Rietz [3] och före honom av A. E. Törnebohm [25] och E. Svedmark [22] beskrivna Rådmansögabbron eukriter, d. v. s. gabbror, vilkas plagioklaser äro anortiter. Tillsamman med anortit föra de olivin, hypersten, augit, hornblände

och biotit i olika proportioner. Ofta samla sig dessa femiska mineral till anortitfattiga differentiationsprodukter. Utom eukriter och deras ultrabasiska differentiat uppträda gabbror med anortitfattigare plagioklaser av bytownit- eller labradorsammansättning. Som sammanfattning kan sägas, att nordöstra Upplands gabbror äro ovanligt anortitrika. De som dioriter och kvartsdioriter betecknade bergarterna hava vanligen zonarbyggda plagioklaser med basiska



C. Larsson foto.

Fig. 8. Natronleptit (plagioklasitisk). Sjö- och Dammgrovorna. Mikrofoto med + nik. $\times 30$.
Soda leptite, rich in plagioclase.

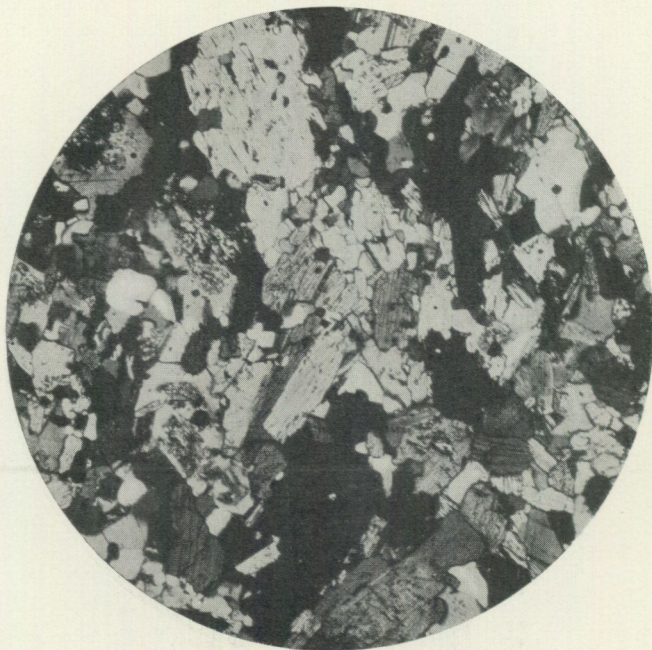
kärnor (labrador eller t. o. m. bytownit) och surare skal med omkring 35 % An (andesin) samt föra huvudsakligen hornblände som femiskt mineral.

I Herrängsfältets dioriter och gabbror äro hornblände och biotit de enda femiska mineralen. Biotithalten är vanligen låg i jämförelse med hornbländehalten, som ofta utgör hälften eller mera av dessa bergarter. Där plagioklaserna äro alltigenom homogena, hava de vanligen anortithalter på 38 à 45 %. Här och var träffas dock, särskilt i de större plagioklaserna, kärnor med väsentligt högre anortithalter. Upp till 70 % An har iakttagits. Sannolikt ha plagioklaserna från början varit anortitrika, varefter en minskning av anortithalten ägt rum i samband med bildningen av hornblände, vilket mineral ersatt tidigare existerande pyroxener. Inga pyroxenrester hava dock iakttagits i de genomgångna slippoven. Hornbländena visa pleokroism enligt schemat:

γ blå eller grönaktigt blå $\geq \beta$ grön $> a$ gul eller gulaktigt grön.

Utsläckningsvinkeln är c: γ 19° – 20° , γ – $a = 0.019$, $2 V = 70^{\circ}$.

Såsom du Rietz påvisat för Rådmansöbergarterna, hava hornbländena ofta ljusare, endast svagt pleokroitiska kärnor med ungefär samma utsläckningsvinkel, något högre dubbelbrytning, något lägre ljusbrytning och något högre axelvinkel. Dessa bleka kärnpartier äro av allt att döma rikare på magnesia men fattigare på järn och alkalier än det vanliga, kraftigt pleokroitiska hornbländet. T. du Rietz har betecknat dem tremolitiska. Den sannolikaste tyd-



C. Larsson foto.

Fig. 9. Äldre grönsten (diorit) från ett brottstycke i grå granit. Hensvik. Mikrofoto med + nik.
× 30. *Older greenstone (diorite) from a remnant in grey granite.*

ningen av dessa kärnor är, att de utgöra pseudomorfer av vid den yttre hornbländebildningen resterande pyroxenkärnor. Tillsamman med resterande kärnor av basiska plagioklaser äro de goda bevis för att mineralsammansättningen från början varit en helt annan, att pyroxener och basiska plagioklaser spelat en stor roll.

Strukturen är ett mellanting mellan vanlig dioritstruktur och en pflaster med polygonal begränsning på fältspatkornen (fig. 9). Hornbländena visa än dylik pflasterstruktur med korta rundade prismor, än uppträda de som relativt stora, oregelbundna korn. De större plagioklaskornen äro alltid starkt sönderdelade med rikligt av sericit och epidot. Epidot uppträder dessutom ofta som självständiga, relativt stora korn. Vidare ingå biotiter som trasiga korn. Som accessoriska mineral uppträda titanit, apatit, magnetit och zirkon.

Där dessa bergarter ligga som rundade brottstycken i den grå graniten äro de, såsom förut är nämnt, alltid mer eller mindre kraftigt påverkade av denna

genom inträngande granit, vilken åstadkommit ett substansutbyte. I första hand finner man då en invandring av kvarts. I samband med denna växa hornblände- och biotitkornen ofta ut till stora individ poikilitiskt omslutande kvartskornen. Plagioklaskornen påbyggs med surare skal av samma sammansättning som den omgivande grå granitens eller något mera basiska. Man kan då finna kärnor med omkring 70 % An och randzoner med 20 à 25 % An.



C. Larsson foto.

Fig. 10. Större plagioklaskorn i grå granit. Eknäsgruvan. Mikrofoto med + nik. $\times 20$. *Large plagioclase grains in a granoblastic grey granite.*

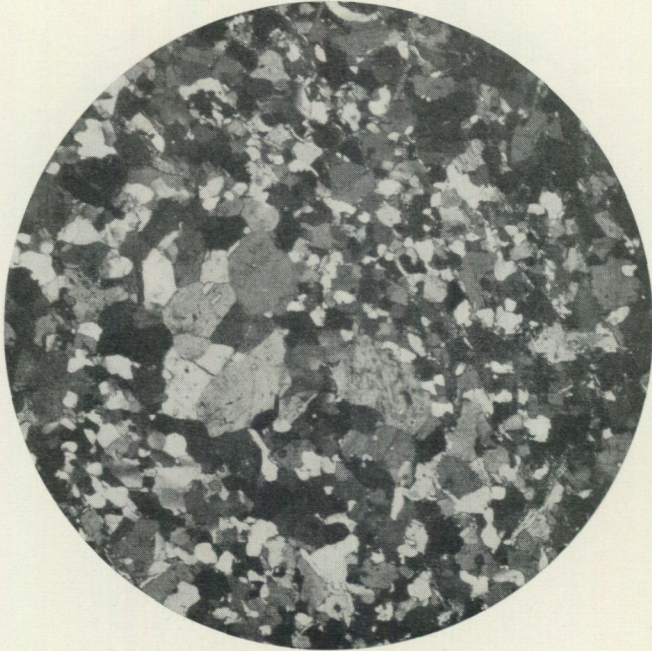
På detta sätt har tydligen den grå graniten sökt med sig införliva, assimilera grönstensmaterialet och utplåna skillnaden mellan detta och dess egen magma. Där skillnaderna i anortithalt utplånats, återstår endast den höga hornbländehalten, utmärkande det forna brottstyckets plats.

Grå granit.

Den grå graniten är en oligoklasgranit med ingen eller mycket liten halt av mikroclin. Däremot kan kvartshalten genomgående sägas vara hög. Oligoklaserna hava visat sig som regel hava 20—28 % An, men grå granit typer uppträda med plagioklaser förande upp till 35 % An, d. v. s. sura andesiner. Plagioklaserna äro ofta zonarbyggda med diffust begränsade kärnor av mera basisk sammansättning. Skillnaden i anortithalt mellan kärnorna och randzonerna är dock i regel endast omkring 5 %. Kärnorna äro kraftigare beströdda med

epidot och sericit än randzonerna. Kvartskornen äro alltid undulösa och av starkt varierande storlek. Där kvartshalten är låg, bilda plagioklaserna en jämn pflaster med polygonal begränsning. Kvartsen däremot bildar ofta rundade inbuktningar i plagioklaserna eller också förekommer den som rundade korn genompluggande dem.

Att denna struktur ej är den ursprungliga framgår därav, att större plagioklaskorn ofta kunna iakttagas inströdda i den pflasterkorniga massan (fig. 10).



C. Larsson foto.

Fig. 11. Polygonalkornigt plagioklasaggregat i en pflasterkornig grå granit. Eknäsgruvan. Mikrofoto med + nik. $\times 10$. Grey granite.

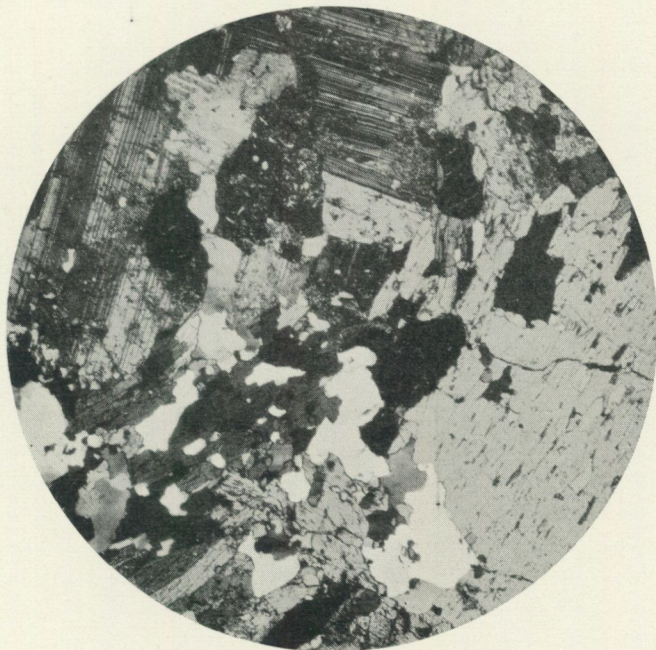
Ofta äro dessa större korn uppdelade, därigenom att kvartsen trängt in längs genomgångar och sprickor. Ibland äro dessa större plagioklaskorn samtidigt böjda och knäckta. Detta tyder liksom kvartsens undulösa utsläckning och andra sönderkrossningsfenomen på en kataklas i samband med den nuvarande strukturens utprägling. Ibland finner man hur plagioklaserna bilda polygonalkorniga öar omflutna av starkt krossad kvarts och fältspat (fig. 11). Vanligen har kvartsfältspatmassan därtill en starkt varierande kornstorlek med helt eller endast delvis lösbrutna småkorn längs de taggiga gränserna.

Halten av femiska mineral är varierande och synes åtminstone till en del sammanhänga med assimilationsföreteelser (fig. 12). Det vanligaste femiska mineralet är en svartbrun biotit, vilken uppträder i större eller mindre mängd som oregelbundet begränsade korn, vilka utåt lösas upp i småkorn eller i kvarts-genomstungna partier. Väl begränsade biotiter saknas genomgående i dessa

graniter. Biotiten är ibland omvandlad i klorit. Ett hornblände med pleokroism enligt schemat

$$\gamma = \text{blå eller blågrön} \geq \beta \text{ grön} > \alpha \text{ gul}$$

uppträder ofta samman med biotit och kan någon gång dominera bland de femiska mineralen. Även hornbländet bildar oregelbundna korn med trasiga kanter. Endast sällan uppträda väl begränsade korn. Emot de större



C. Larsson foto.

Fig. 12. Grå granit från Vikingmalmernas område, rik på hornblände och epidot. Mikrofoto med + nik. $\times 20$. *Grey granite, rich in hornblende and epidote.*

hornblände- och biotitkornen visar kvartsen rundade utbuktningar. Där biotit och hornblände uppträda i väsentliga mängder, bilda de vanligen sliror utdragna i skiffrighetens riktning.

Epidot uppträder dels som sönderdelningsprodukt i plagioklas, dels som självständiga korn infogade i bergartspflastern. Halten av dylika självständiga epidotkorn kan ibland bli stor. Vanligen äro epidoterna då arrangerade i rader parallellt med skiffrigheten och ofta uppträda de i biotit-hornbländeslirorna. Epidot kan betraktas som ett karakteriserande mineral för dessa grå graniter.

Halten av accessoriska mineral är genomgående hög. Magnetit, titanit, apatit och zirkon kunna alla betraktas som vanliga mineral i den grå graniten. Om något av dem skulle särskilt framhållas, är det titaniten. Denna förekommer som rundade korn eller kornaggregat i biotit-hornbländeslirorna. Kristallogra-

Tabell 2.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m		Niggilital
SiO ₂	69.73	11 564	Q	36.76	si = 314.0
TiO ₂	0.25	31	Or	6.70	al = 39.5
Al ₂ O ₃	14.63	1 461	Ab	26.30	fm = 27.0
Fe ₂ O ₃	2.15	135	An	16.68	c = 16.5
FeO	3.06	426	Al ₂ O ₃	2.48	alk = 17.0
MnO	0.04	6		Σ sal 88.92	k = 0.19
MgO	1.15	285			mg = 0.29
CaO	3.45	615	FeSiO ₃	3.51	.
Na ₂ O	3.10	500	MgSiO ₃	2.87	
K ₂ O	1.13	120	Mt	3.12	
H ₂ O	1.26	699	Il	0.47	
P ₂ O ₅	0.12	8	Ap	0.21	
	100.07			Σ fem 10.18	

Grå granit, Spatgruvan, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, plagioklas, biotit, magnetit, apatit, titanit och zirkon.

fiskt väl begränsade titaniter hava icke iakttagits. Ofta sitta titaniterna som bräm kring magnetitkornen, vilka även äro anrikade i biotit-hornbländeslirorna. Detta gäller främst de större magnetitkornen. De mindre äro mera jämnt inströdda och sakna titanitbräm. Apatit uppträder som små rundade prismsor eller långa stavar. Ibland äro apatitkornen anrikade i biotit-hornbländeslirorna, i andra fall synas de undvika dem och uppträda i kvartsplagioklasmassan. Zirkon förekommer främst samman med och i biotiterna.

Lokalt uppträder även flusspat i den grå graniten, och sulfider, främst sva-velkis och zinkblände, hava ibland iakttagits, särskilt i de brottstyckeförande zonerna.

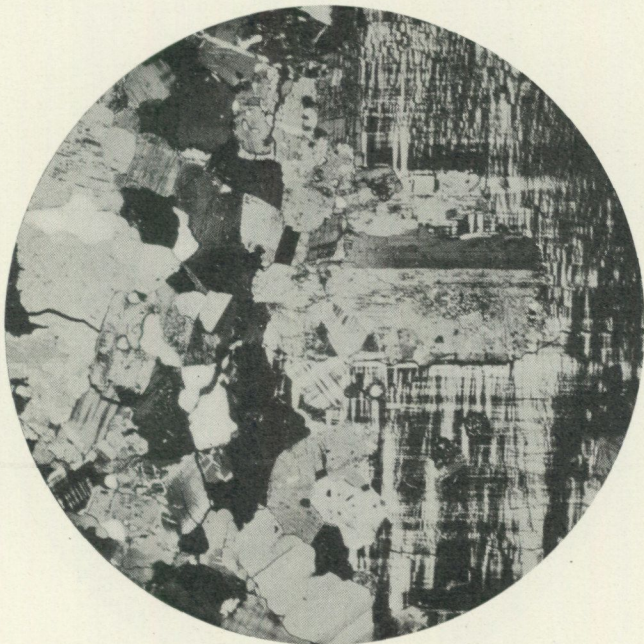
Tabell 2 återger en analys av en grå granit från Spatgruvan. Som synes är kvartshalten hög samtidigt som anortithalten är hög (Q = 36.76 och An = 16.68). Detta är, som förut har nämnts, karakteristiskt för Uppsalagraniterna till vilka Herrängs grå granit utan tvekan kan föras. Ab-halten är dock proportionsvis högre och k-talet, såsom författaren [18] redan i ett annat arbete visat, lägre än vanligt är i Uppsalagraniten. Orsakerna till dessa avvikelser skola senare diskuteras.

Röd granit.

De röda graniterna skilja sig från de grå genom den höga mikroklinhalten, vilken vanligen är lika stor som eller större än plagioklashalten. Kvartshalten synes däremot vara ungefär densamma i de båda granityperna. Det är den höga mikroklinhalten, som betingar den röda färgen.

Vanligen finner man, när man undersöker de röda graniterna under mikroskopet, att plagioklaserna som isolerade individ ligga helt omflutna av kvarts-

mikroklinmassan. Plagioklaserna visa då alltid sönderfräta, korroderade konturer (se fig. 13). Endast där plagioklaserna, såsom i de grövre typerna, samlats till monominerala aggregat har den i de grå graniterna vanliga, polygonala begränsningen uppkommit. Vid gränserna mot mikroklin har ofta myrmekit bildats och vid gränserna mot kvarts pluggar av detta senare mineral. Plagioklaserna äro genomgående surare än i de grå graniterna. Anortithalter på 8 à



C. Larsson foto.

Fig. 13. Röd urgranit. Tulka (S. om Herrängsfältet). Mikrofoto med + nik. $\times 20$. Red granite.

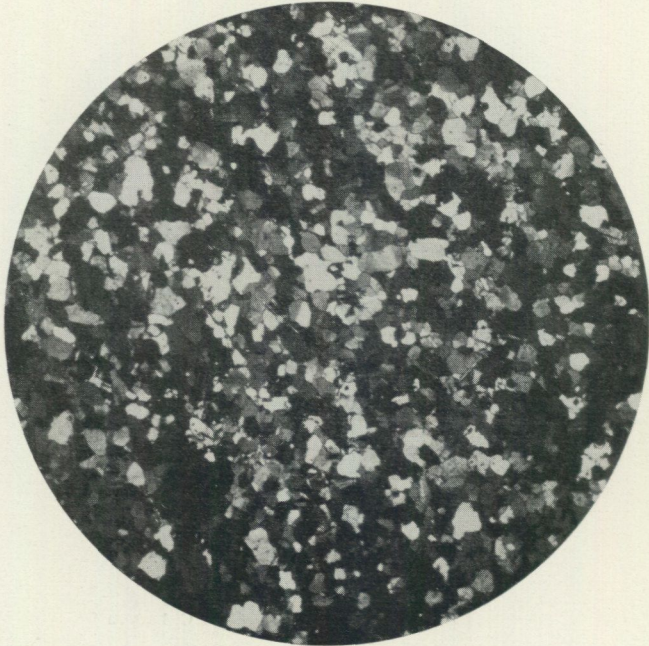
15 % äro iakttagna. Sericit och epidot uppträda som sönderdelningsprodukter av plagioklas. Särskilt sericiten kan växa till stora blad.

Mikroklinen är ofta rikt pertitisk. Där mikroklin ensam uppbygger underordnade partier av de grova graniterna finner man samma polygonala kornbegränsningar som i plagioklaserna. I kvarts-mikroklinmassan däremot äro kvartskornen alltid rundade gentemot mikroklinerna, som därigenom få mera oregelbundna former. Kwartskornen äro alltid undulösa och gränserna mellan närliggande kvartskorn taggiga med avsnörda småkorn.

Liksom för de grå graniterna tyda de mikroskopiskt iakttagna strukturdragen i de röda graniterna på en kataklastisk bearbetning samtidigt med omkristallisationen. Skiffrigheten är vanligen mera utpräglad i de röda graniterna än i de grå, tydligen beroende på att kvarts-mikroklinmassan tillåtit en kraftigare differentialrörelse gentemot plagioklaserna än kvartsmassan i de grå graniterna. Deformationen verkar därför mera plastisk i de röda graniterna, mera kataklastisk i de grå.

Halten av femiska mineral är låg; främst kommer en blekt brun eller grönaktig biotit i oregelbundna korn av samma slag som i de grå graniterna, och liksom där samlas biotiterna vanligen till sliror eller ligga ordnade efter varandra i skiffrighetens riktning. Epidot uppträder även här som ett självständigt mineral fastän icke i samma mängder som i de grå graniterna.

Samma accessoriska mineral som i de grå graniterna uppträda även här, och bland dessa mineral framträder titanit ännu kraftigare som det domine-



C. Larsson foto.

Fig. 14. Röd granit-aplit. Hägnaden. 90 m:s nivå, Mikrofoto med + nik. $\times 20$. *Red aplitic granite.*

rande accessoriska mineralet. Även zirkonhalten är hög. Däremot träda apatit och magnetit starkt tillbaka.

Under det att de grå graniterna icke visa några utpräglad finkorniga randfacies, finner man de röda graniterna flerstädes gå över i applitartade randfacies, vilka även kunna uppträda som gångar. I dessa randfacies finner man en god pflasterstruktur av samma slag som i leptiterna (se fig. 14) dock med kvartskornen mera rundade gentemot mikroclin, än vanligt är i de nämnda bergarterna. Plagioklaserna äro här ofta albiter med 5 à 8 % An. Dessa alkalina randfacies äro alltid rika på mikroclin. Några natronextrema randfacies av det slag, som äro så vanliga i egentliga Bergslagen, hava icke iakttagits i Herrängsfältet.

Av de röda graniterna hava tvenne prov analyserats. Det ena är av den grova röda graniten vid Tulka S om det karterade området, det andra är av den finkorniga röda graniten å 90 m:s nivå inom det karterade områdets östra del

Tabell 3.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Nigglital
SiO ₂	73.40	12 172	Q 31.98	si = 403.0
TiO ₂	0.20	25	Or 29.53	al = 45.0
Al ₂ O ₃	13.87	1 357	Ab 25.88	fm = 13.0
Fe ₂ O ₃	0.55	34	An 6.70	c = 8.0
FeO	1.72	239	Al ₂ O ₃ 0.98	alk = 34.0
MnO	0.04	6	Σ sal 95.07	k = 0.52
MgO	0.31	77	FeSiO ₃ 2.46	mg = 0.20
CaO	1.42	253	MgSiO ₃ 0.77	
Na ₂ O	3.05	492	Mt 0.79	
K ₂ O	4.98	529	Il 0.38	
H ₂ O	0.46	255	Ap 0.13	
P ₂ O ₅	0.06	4	Σ fem 4.53	
	100.06		Or : Ab : An = 47.5 : 41.7 : 10.8	

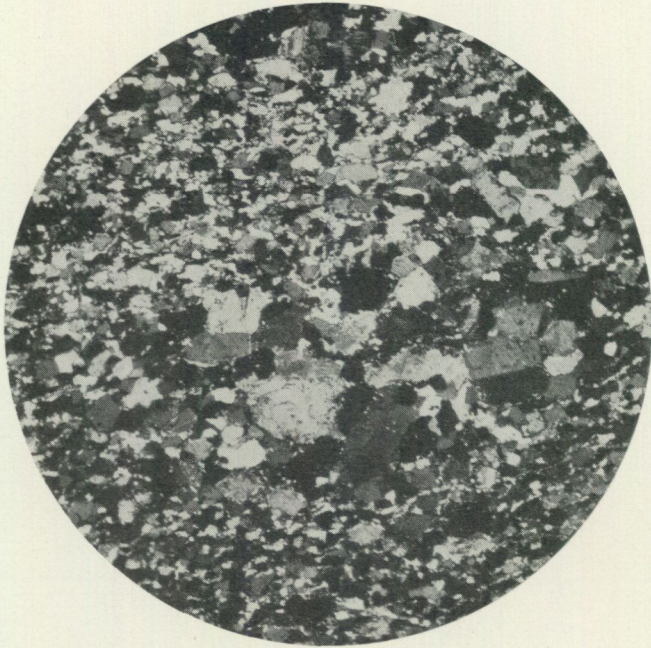
Röd granit, Tulka, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, mikroklin, plagioklas, biotit, epidot, apatit, titanit och zirkon.

Tabell 4.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Nigglital
SiO ₂	78.72	13 055	Q 41.25	si = 555.0
TiO ₂	0.09	11	Or 28.57	al = 46.0
Al ₂ O ₃	11.05	1 081	Ab 25.62	fm = 9.0
Fe ₂ O ₃	0.53	33	An 1.79	c = 2.5
FeO	0.75	104	Al ₂ O ₃ 0.23	alk = 42.5
MnO	0.006	1	Σ sal 97.46	k = 0.51
MgO	0.16	40	FeSiO ₃ 0.79	mg = 0.19
CaO	0.27	48	MgSiO ₃ 0.40	
BaO	0.19	12	Mt 0.77	
Na ₂ O	3.02	487	Il 0.17	
K ₂ O	4.82	512	Ap 0.02	
H ₂ O	0.26	144	Σ fem 2.15	
P ₂ O ₅	0.006	—		
CO ₂	0.12	27		
S	0.007	—	Or : Ab : An = 51.0 : 45.8 : 3.2	
	99.999			

Röd aplitgranit, 90 m:s nivå i Hägnaden, Herräng. Anal. A. Bygdén. Aktuell mineral-sammansättning: kvarts, mikroklin, plagioklas, biotit, klorit, sericit och magnetit.

(Hägnaden). Graniten vid Tulka tillhör den centrala delen av det stora massiv av röd granit som utbreder sig S om Herrängsfältet. Brottstycken av äldre bergarter saknas där helt. Analysen återgives i tabell 3. Som synes är Orhalten ungefär lika med summan $Ab + An$ och kvartshalten hög. Under det att



C. Larsson foto.

Fig. 15. Gångporfyr. Eknäsgruvan. Mikrofoto med + nik. $\times 20$. Dike porphyry.

k-talet i den analyserade grå graniten är 0.19, är det i denna röda granit 0.52. Till sin kemiska sammansättning överensstämmer denna granit med Vänge- och Vätögraniterna inom Upplands centrala delar.

Tabell 4 återgiver analysen av den röda aplitgraniten från Hägnaden. Kemiskt skiljer sig denna granit från den grova röda graniten från Tulka främst därigenom, att kiselsyrehalten är väsentligt större. Q är 41.25 mot 31.98 i den grova graniten. Den redan i den senare låga halten av femiska beståndsdelar (4.53 %) är här ännu lägre (2.15 %). An-halten har sjunkit från 6.70 till 1.79. Däremot är proportionen mellan Or och summan $Ab + An$ ungefär densamma, och k-talet är i stort sett detsamma (0.52 och 0.51). Den differentiation, som här ägt rum, har huvudsakligen gått mot kvartsrikare, anortitfattigare, mera saliska randfacies. De mikroskopiska undersökningarna bestyrka, att detta genomgående är fallet inom det karterade området.

Gångporfyr.

Den skiffrihet, som utmärker graniterna, finnes även i de genomsättande gångporfyreerna och är där ännu mera utpräglad. Att den nuvarande strukturella

Tabell 5.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m		Nigglital
SiO ₂	73.87	12 250	Q	36.61	si = 408.0
TiO ₂	0.17	21	Or	24.00	al = 38.5
Al ₂ O ₃	11.87	1 161	Ab	26.30	fm = 20.0
Fe ₂ O ₃	2.98	187	An	6.41	c = 10.5
FeO	1.13	157		Σ sal 93.32	alk = 31.0
MnO	0.03	4	CaSiO ₃	0.93	k = 0.46
MgO	0.21	52	MgSiO ₃	0.52	mg = 0.09
CaO	1.80	321	Mt	3.25	
Na ₂ O	3.10	500	Fe ₂ O ₃	0.75	
K ₂ O	4.06	431	Il	0.32	
H ₂ O	0.60	333	Ap	0.09	
P ₂ O ₅	0.04	3		Σ fem 5.86	
	99.86		Or : Ab : An = 42.3 : 46.4 : 11.3		

Gångporfyr, Spatgruvan, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, mikroklin, plagioklas, biotit, muskovit, epidot, magnetit och titanit.

utbildningen även i gångporfyrerna uppkommit genom en samverkan mellan kataklastisk bearbetning och omkristallisation är även tydligt av de mikroskopiska iakttagelserna. Även i detaljerna återfinnas flera för de röda graniterna karakteristiska strukturdrag.

Mineralogiskt uppbyggas gångporfyrerna främst av kvarts, mikroklin och plagioklas och proportionerna mellan dessa mineral äro ungefär desamma som i de röda graniterna. Plagioklasernas anortithalt är dock vanligen högre. Iakttagna äro halter på upp till An₃₅. Plagioklaserna uppträda delvis som strökorn och, där dessa äro någorlunda väl bevarade, äro de zonarbyggda. Vanligen äro de dock ersatta av aggregat av polygonala korn. Där skiffriheten är mera utpräglad äro dessa aggregat utdragna till platta linsformiga kornanhopningar (se fig. 15). Ute i den mikroklinrika mellanmassan ligga plagioklaserna som oregelbundet rundade, korroderade korn. Vanligen äro mellanmassans plagioklaser surare än strökornens. Under det att de senare i de undersökta proven hava anortithalter varierande mellan An₂₀ och An₃₅, går anortithalten i mellanmassans plagioklaser ibland ned till An₈. Plagioklaserna och särskilt strökornen äro rika på sericit och epidot som sönderdelningsprodukter.

Kvartskornen äro alltid undulösa och gripa med oregelbundna taggkontakter in i varandra. Ofta uppträda dessutom avsnörda smärre korn i dessa kontakter. Gentemot den ofta pertitiska mikroklinen gripa kvartskornen in med rundade korrosionsbukter eller också uppträda smärre rundade kvartskorn i mikroklinerna.

Halten av femiska mineral kan genomgående sägas vara låg. Vanlig är en mörkt eller ljus brun biotit i spridda, subparallellt ordnade korn med trasiga

Tabell 6.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Niggilital
SiO ₂	72.00	11 940	Q 35.41	si = 360.0
TiO ₂	0.37	46	Or 15.85	al = 41.5
Al ₂ O ₃	14.03	1 373	Ab 27.24	fm = 18.5
Fe ₂ O ₃	1.27	79	An 13.02	c = 16.0
FeO	2.11	294	Al ₂ O ₃ 1.06	alk = 24.0
MnO	0.06	8	Σ sal 92.58	k = 0.35
MgO	0.60	149	FeSiO ₃ 1.84	mg = 0.24
CaO	2.96	528	MgSiO ₃ 1.50	
BaO	0.08	5	Mt 1.84	
Na ₂ O	3.21	518	Il 0.70	
K ₂ O	2.68	284	Py 0.06	
H ₂ O	0.55	305	Ap 0.20	
P ₂ O ₃	0.09	6	Σ fem 6.14	
CO ₂	0.18	41	CaCO ₃ 0.41	
S	0.03	9	Or : Ab : An = 28.2 : 48.5 : 23.3	
	100.22			

Gångporfyr, Eknäsgruvan, Herräng. Anal. A. Bygdén. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, mikroklin, plagioklas, biotit, muskovit, epidot, apatit, titanit och zirkon.

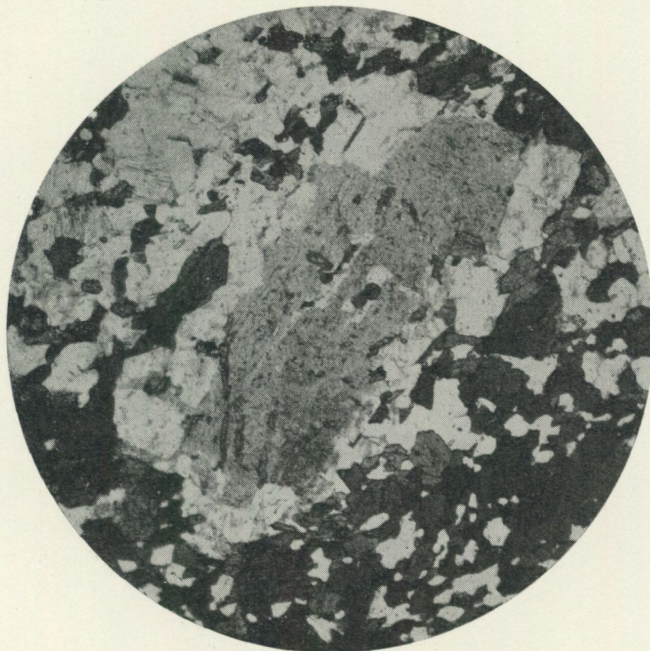
Tabell 7.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Niggilital
SiO ₂	68.57	11 371	Q 28.64	si = 307.0
TiO ₂	0.53	66	Or 16.13	al = 38.5
Al ₂ O ₃	14.52	1 421	Ab 29.45	fm = 22.0
Fe ₂ O ₃	2.04	128	An 15.96	c = 16.5
FeO	2.61	363	Σ sal 90.18	alk = 23.0
MnO	0.07	10	CaSiO ₃ 0.19	k = 0.34
MgO	0.78	193	FeSiO ₃ 2.36	mg = 0.23
CaO	3.45	615	MgSiO ₃ 1.94	
Na ₂ O	3.47	560	Mt 2.96	
K ₂ O	2.72	289	Il 1.00	
H ₂ O	1.04	577	Ap 0.27	
P ₂ O ₃	0.12	8	Σ fem 8.72	
	99.92		Or : Ab : An = 26.2 : 47.9 : 25.9	

Gångporfyr, Glittergruvan, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineralsammansättning: kvarts, plagioklas, mikroklin, biotit, epidot, titanit, magnetit och apatit.

konturer. Tillsamman med biotit uppträder ofta något muskovit samt enstaka korn av epidot.

Som accessoriska mineral uppträda titanit, magnetit, apatit och zirkon. De förekomma här som tämligen jämnt inströdda småkorn, titaniten som oregelbundet rundade korn, apatiten som avrundade små prismor, magnetiten som



C. Larsson foto.

Fig. 16. Gånggrönsten. Hägnaden, 90 m:s nivå. Mikrofoto i vanligt ljus. $\times 30$. *Dike greenstone.*

små rundade eller som större oregelbundna korn. Endast zirkon visar god idiomorf begränsning.

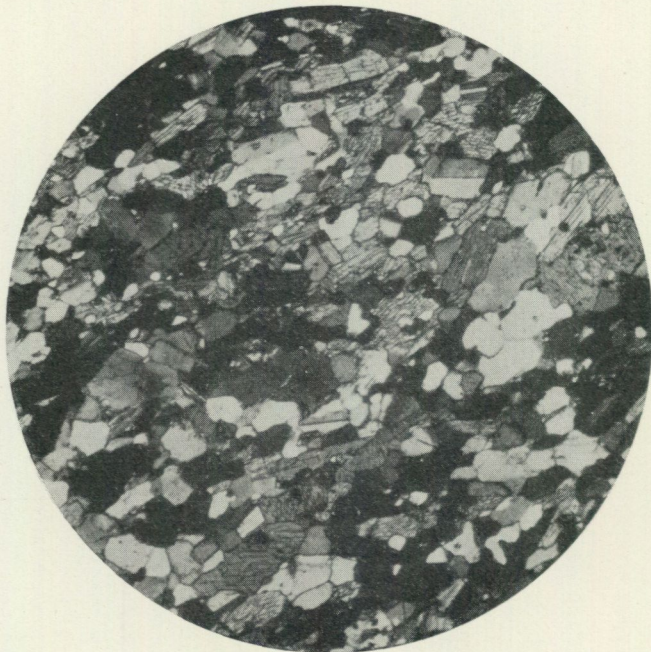
För att kemiskt karakterisera dessa för det mellansvenska urberget egendommiga gångbergarter hava trenne prov analyserats, ett från Spatgruvan (tabell 5), ett annat från Eknäsgruvan (tabell 6) och ett tredje från Glittergruvan (tabell 7).

Som synes visa de genomgående höga kvartshalter. Även den mest basiska bland dem har Q-talet 28.64. I förhållande till kiselsyrehalterna kan anortithalterna sägas vara höga. I dessa hänseenden överensstämna sålunda gångporfyreerna med de förut beskrivna graniterna. De visa en utpräglad kemisk och mineralogisk släktskap med dessa. Gentemot de grå graniterna visa de dock alltid en betydligt högre Or-halt och k-talet är även i de mest basiska bland dem så högt som 0.34.

Gånggrönsten.

Gånggrönstenarna uppträda i betydligt större antal och uppvisa betydligt större variationer än gångporfyreerna. Makroskopiskt variera de mellan ljusa grå typer och nästan svarta samt mellan jämnkorniga och porfyriska. De por-

fyrisk typerna föra än strökorn av plagioklas, än av hornblände. Endast sällan uppträda båda slagen av strökorn samtidigt. Trots att ett mycket stort antal slipprov av dylika gånggrönstenar underkastats ingående granskning, ha inga strukturer av det slag man brukar beteckna som primära stelningsstrukturer kunnat iakttagas. Här och var och ibland i ganska riklig mängd uppträdande



C. Larsson foto.

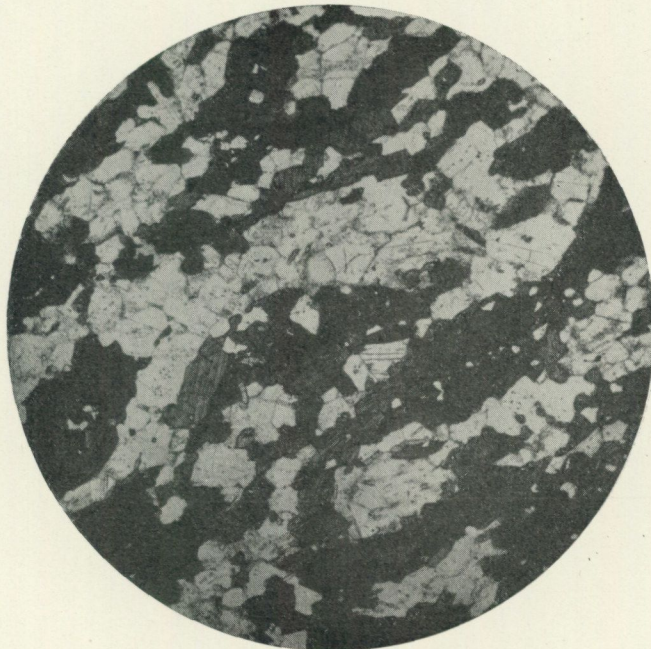
Fig. 17. Gånggrönsten, Hamnen i Herräng. Mikrofoto med + nik. $\times 20$. *Dike greenstone.*

rester av större plagioklaskorn antyda samtidigt, att den nuvarande strukturen icke kan vara den ursprungliga (se fig. 16). Den dominerande strukturen är en pflasterstruktur (se fig. 17), ofta kombinerad med en ganska markerad skiffrighet (se fig. 18), och den måste ha uppkommit vid en omkristallisation i kombination med en tektonisk bearbetning.

Mineralogiskt domineras gånggrönstenarna av plagioklas och hornblände, vilka uppträda i varierande proportioner. Till dessa mineral komma vanligen underordnade mängder epidot, biotit och kvarts. Kvartshalten kan för så basiska bergarter som dessa sägas vara hög. Endast i en del ovanligt hornbländerika typer saknas kvarts helt och hållet. I en del av de surare typerna har ända till 15 à 20 % kvarts kunnat konstateras. Endast i ett par fall har något mikroklin kunnat iakttagas.

Plagioklas och hornblände bilda tillsammans en pflaster med polygonal begränsning på plagioklaskornen och oregelbundet rundat prismatiska former på hornbländena. I en del av de hornbländerikare typerna bli hornbländena långprismatiska, eljest äro de som regel kortprismatiska. Förhållandena mellan

dessa båda huvudmineral tyda icke på någon kristallisationsföljd utan på en samtidig omkristallisation, varvid kristallisationskraften varit den avgörande faktorn. I den pflasterkorniga massan ligga rester av större plagioklaser. Dessa äro alltid starkt sönderdelade under sericit- och epidotbildning, ibland hava även biotit och klorit bildats. Epidotkornen kunna växa till anse- nliga



C. Larsson foto.

Fig. 18. Gånggrönsten, Hägnaden, 90 m:s nivå. Mikrofoto i vanligt ljus. $\times 30$. *Dike greenstone.*

dimensioner. Ibland markera dessa mineral kristallografiska ytor hos kärnorna. I strökornen finner man ofta kärnor av starkt sönderdelade plagioklaser (se fig. 16). Dessa kärnor omgivas alltid av ett bräm av polygonala plagioklaskorn. I andra fall äro strökornen helt ersatta med ett aggregat av dylika korn. De makroskopiskt iakttagbara hornbländeströkornen visa sig alltid vid mikroskopisk undersökning vara ersatta med ett aggregat av hornbländekorn av samma storleksordning som mellanmassans.

Kornen i de polygonala plagioklasmassorna äro än enhetligt byggda, än visa de rundade kärnor med flytande gränser gentemot randzonerna. Skillnaderna i anortithalt äro i det senare fallet sällan högre än 5 %. I dessa pflasterkorniga massor finner man från bergart till bergart varierande anortithalter. Uppmätta äro mellan 32 och 60 % An. De vanligaste halterna synas ligga mellan 35 och 45 % An. I ett fall erhöles 45 % An i den polygonala pflastern och 58 % i de resterande större plagioklaserna, i ett annat fall 38 resp. 65 % An och i ett tredje fall 33 resp. 65 % An. Det är tydligt att en kraftig avkalkning av de ursprungliga strökornen ägt rum vid hornbländebildningen. På en dylik

Tabell 8.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m	Niggllital
SiO ₂	57.02	9 456	Q 15.94	si = 178.0
TiO ₂	0.71	89	Or 9.38	al = 31.0
Al ₂ O ₃	16.74	1 638	Ab 22.99	fm = 34.0
Fe ₂ O ₃	3.62	227	An 28.11	c = 23.5
FeO	5.44	757		alk = 11.5
MnO	0.14	20		k = 0.28
MgO	2.37	588	CaSiO ₃ 1.99	mg = 0.32
CaO	7.05	1 257	FeSiO ₃ 4.71	
Na ₂ O	2.71	437	MgSiO ₃ 5.92	
K ₂ O	1.58	168	Mt 5.25	
H ₂ O	1.78	988	Il 1.35	
P ₂ O ₅	0.23	16	Py 0.29	
F	0.47	248	Ap 0.53	
S	0.14	43		
CO ₂	0.00	—		
	100.00			
			Σ sal 77.42	
				Σ fem 20.04
			Or : Ab : An = 15.3 : 37.6 : 47.1	

Gånggrönsten, 90 m:s nivå i Hågnaden, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineral-sammansättning: plagioklas, kvarts, hornblände, epidot, magnetit, titanit och apatit.

avkalkning tyda också de basiska kärnor som då och då uppträda i den polygonala pflastern.

Hornbländet är alltid kraftigt pleokroitiskt med: γ blå eller blågrön $\geq \beta$ grön $> a$ gul. I de hornbländerikare typerna äro hornbländena vanligen klarare färgade än i de övriga, där mera mättade färger uppträda. Ofta finner man ljusa kärnor i de senare. Dessa kärnor är sannolikt här på samma sätt som i de äldre dioriterna och gabborna att tyda som pseudomorfer av vid hornbländebildningen resterande pyroxenkärnor. Hornbländena visa alltid en tendens att inordna sig med sina längdaxlar parallellt med skiffriheten. Ibland är denna tendens endast svagt framträdande, vad de enskilda kornen beträffar, men hornbländeaggrenaten utdragna i nämnd riktning, i andra fall är parallellanordningen strängt genomförd och hornbländena bilda då ofta parallella band som genomdraga plagioklasmassan. Det vanliga är dock endast en tendens till parallellriktning av hornbländekornen, varigenom skiffriheten endast blir antydd men dock fullt skönjbar.

Där rikligt med biotit finnes, blir denna skiffrihet ännu bättre framhävd, därigenom att biotiterna bli parallellanordnade. Biotiterna äro vanligen mörkt rödbruna eller svartbruna, mera sällan ljus gulbruna och uppträda tillsammans med hornbländena som oregelbundet begränsade individ med trasiga gränser.

Epidot uppträder utom som sönderdelningsprodukt i plagioklas även som självständiga individ i relativt stora korn. Dock äro dessa självständiga epi-

Tabell 9.

	Vikts- procent	Mol × 10 000	N o r m		Niggilit
SiO ₂	50.46	8 368	Q	2.02	si = 126.0
TiO ₂	0.97	121	Or	6.19	al = 25.0
Al ₂ O ₃	16.79	1 643	Ab	23.93	fm = 41.5
Fe ₂ O ₃	3.29	206	An	30.04	c = 25.0
FeO	8.36	1 163		Σ sal 62.18	alk = 8.5
MnO	0.23	32	CaSiO ₃	5.46	k = 0.20
MgO	4.69	1 163	FeSiO ₃	11.24	mg = 0.42
CaO	9.37	1 670	MgSiO ₃	11.74	
BaO	0.04	3	Mt	4.77	
Na ₂ O	2.82	455	Il	1.84	
K ₂ O	1.05	111	Py	0.23	
H ₂ O	1.50	833	Ap	0.65	
P ₂ O ₅	0.28	20		Σ fem 35.93	
S	0.11	34	CaCO ₃	0.30	
CO ₂	0.13	30			
	100.09		Or : Ab : An = 10.3 : 39.0 : 49.8		

Gånggrönsten, Kärrgruvan, Herräng. Anal. A. Bygdén. Aktuell mineralsammansättning: plagioklas, hornblände, biotit, kvarts, titanit, apatit och magnetit.

doter icke så karakteristiska för gånggrönstenarna som för de grå graniterna och endast sällan kan halten sägas vara hög.

Kvarts bildar vanligen rundade, fältindelade korn med undulös utsläckning. Där rikligare med kvarts finnes, växa både biotiterna och hornbländena till stora individ, vilka poikilitiskt omsluta kvartskornen. I fältspaterna finner man ofta kvartsen skicka in djupa korrosionsbukter.

Halten av accessoriska mineral är högre än i några andra bergarter inom Herrängsfältet. Titanit, apatit och magnetit uppträda alla i riklig mängd och i inbördes varierande proportioner. Titanit uppträder som rundade korn eller aggregat av dylika. Aggregaten äro alltid utdragna i skiffrihetens riktning och ofta ordnade efter varandra till långa strängar. Magnetiten uppträder som genom hela bergartsmassan jämnt inströdda korn av i allmänhet små dimensioner. Apatit uppträder däremot som små rundade prismor eller som långa, smala stavar. En jämförelse mellan de olika typerna visar, att titanit främst följer hornblände, under det att apatiten följer plagioklas, varför titanithalten är högst i de hornbländerika typerna och apatithalten i de plagioklasrika. Till de nämnda mineralen kommer här och var något zirkon.

För att kemiskt kunna karakterisera gånggrönstenarna hava trenne prov uttagits till analysering. Analys 8 är av en plagioklasporfyrisk grönsten från 90 m:s nivå i Hägnaden, analys 9 av en jämnkornig grönsten från Kärrgruvan och analys 10 av en hornbländeporfyrisk grönsten från samma gruva. Även gång-

Tabell 10.

	Vikts- procent	Mol $\times 10\ 000$	N o r m	Niggilital
SiO ₂	48.81	8 094	Q 1.04	si = 118.5
TiO ₂	0.96	120	Or 2.79	al = 25.0
Al ₂ O ₃	17.55	1 717	Ab 19.67	fm = 38.5
Fe ₂ O ₃	2.87	180	An 36.06	c = 30.5
FeO	7.69	1 070	Σ sal 59.56	alk = 6.0
MnO	0.22	31		k = 0.12
MgO	4.64	1 151	CaSiO ₃ 9.13	mg = 0.44
CaO	11.65	2 077	FeSiO ₃ 10.58	
Na ₂ O	2.34	374	MgSiO ₃ 11.58	
K ₂ O	0.47	50	Mt 4.16	
H ₂ O	1.57	871	Il 1.82	
P ₂ O ₅	0.25	19	Ap 0.58	
S	0.00	—	Σ fem 37.85	
CO ₂	0.12	27	CaCO ₃ 0.27	
F	1.20	633		
Cl	0.03	8	Or : Ab : An = 4.8 : 33.6 : 61.6	
	100.37			

Gånggrönsten, Kärrgruvan, Herräng. Anal. G. Assarsson. Aktuell mineralsammansättning: plagioklas, hornblände, titanit, apatit och magnetit.

grönstenarna visa en ovanligt hög halt av kvarts, i det att den suraste av de analyserade visar $Q = 15.94$. Den mest basiska, med en SiO₂-halt av 48.81, visar fortfarande fri kvarts i normen ($Q = 1.04$). De iakttagna anortithalterna äro väsentligt lägre än vad normen visar, beroende på att stora mängder CaO och Al₂O₃ ingå i hornblände.

Gångporfyrearna och gånggrönstenarna måste av allt att döma höra till samma gångsvit, även om icke successiva övergångar mellan dem kunnat iakttagas inom det karterade området. Till denna fråga återkommer förf. i ett senare kapitel.

Den regionala metamorfosen.

Den petrografiska beskrivningen av områdets graniter och gångbergarter har visat, att samma strukturdrag återfinnas i dem alla. Mikroskopiska undersökningar av kontakterna mellan gångarna och de äldre bergarterna hava visat, att inga strukturella skiljaktigheter finnas å ömse sidor om dem. Då samma förhållanden omöjligt kan ha rätt, då graniterna bildades och då gångbergarterna trängde fram, kan icke redan primärt samma strukturer ha uppkommit i båda. Gångbergarterna visa ju som regel finkorniga randfacies mot graniterna, ett förhållande som måste tyda på, att graniterna voro stelnade, när gångberg-

arterna trängde fram. Detta visar, att åtminstone graniterna erhållit sina nuvarande strukturer efter sitt stelnande, med andra ord, att de strukturer, vi nu kunna studera, icke äro de primära. Man skulle då kunna tänka sig, att gångbergarterna erhöllo sina nuvarande strukturer samtidigt med den metamorfos, som övergått urgraniterna, att sålunda berggrunden vid gångbergarts-materialets framträngande stod under ett sådant tryck och var i ett sådant djupläge, att gångbergarterna redan primärt fingo sin nuvarande utbildning. Mot detta talar dock den rikliga förekomsten av relikter i gånggrönstenarna. Dessa relikter tyda på en senare omvandling. Författaren kommer sålunda till den slutsatsen, att de nuvarande strukturella förhållandena inom Herrängsfältet uppkommit under en metamorfos yngre än till och med gånggrönstenarna.

Där pegmatitgångar uppträda inom Herrängsfältets omgivningar, finner man, att omvandlingen sammanhänger med deras bildning. Så snart rikligare med pegmatitmaterial finnes i berggrunden, uppkomma övergångar till ådergnejser. Dylika övergångar kunna studeras i norra Uppland. Mot N övergå de i stort sett grovt pflasterkorniga bergarterna från strukturell synpunkt successivt i ådergnejser. Författarens översiktsresor inom Herrängsområdets omgivningar ha sålunda fört honom till den slutsatsen, att den regionala metamorfosen inom Herrängsfältet sammanhängt med ådergnejsbildningen. Skillnaden är dock den, att temperaturen i det senare fallet varit tillräckligt hög för att giva upphov till pegmatitmaterial och en slirig byggnad. Inom Herrängsområdet har ingen slirighet kunnat konstateras, utan omvandlingen är att tyda som en deformation, en utvalsning av berggrunden vid en temperatur som tillåtit kvarts-mikroklinmaterialet att förhålla sig i viss mån plastiskt till plagioklaserna utan att dock bilda sliror.

Ingenstädes finner man, att bergarterna blivit upplösta. De ha uppfört sig som enheter men i viss mån varit mjuka. Bästa beteckningen för en sådan deformation torde vara »varmvalsning». Vid denna varmvalsning har en kataklastisk sönderbrytning ägt rum, men samtidigt även en reaktion mellan plagioklaserna å ena sidan samt kvarts och mikroclin å den andra. De i den petrografiska beskrivningen anförda gränsförhållandena antyda, att kvarts-mikroclinmassan haft förmåga att korrodera plagioklaserna och att kvartsen haft förmåga att korrodera både plagioklas och mikroclin. Omkristallisationen i det halvplastiska tillstånd, vari bergarterna befunno sig under omvandlingen, har sålunda haft en viss likhet med rent magmatiska kristallisationsfenomen. Där monominerala partier funnits i bergarterna, hava inga reaktioner av dylikt slag kunnat ske och resultatet har då blivit rent pflasterkornig struktur med polygonala korn.

I den rena plagioklasplasteren hava hornbländena även fått dylik utbildning. Så snart däremot rikligt med kvarts varit närvarande ha hornbländena kunnat växa ut till stora individ. Detta tyder på att kvartspartierna under omvandlingens gång tillåtit reaktionerna att fortlöpa längre än eljest.

De relikta, mera basiska plagioklaskorn, som ofta påträffats både i gångbergarterna och i graniterna och i de senare särskilt i de fall, där hornblände är ett

väsentligt mineral, tyder på att hornbländefbildningen här, som alltid i metamorfa bergarter, betytt en avkalkning av plagioklaserna.

Sannolikt är att de basiska bergarterna, dioriterna, gabbroerna och gånggrönstenarna från början innehållit pyroxen, i en del fall måhända även olivin, men att dessa mineral under metamorfosens gång försvunnit genom reaktioner i det halvplastiska tillstånd, som rått under varmvalsningen. Eventuellt förekommande olivin skulle då ha reagerat med anortit under bildning av augit och augiten med eventuellt förekommande hypersten under bildning av hornblände. Vidare finnes möjligheten, att hypersten reagerat med plagioklas under bildning av hornblände, varvid SiO_2 blivit fritt att bilda kvarts. Slutligen har augit kunnat på vanligt vis omvandlas till hornblände. Slutresultatet av alla dessa reaktioner har blivit en anortitfattigare plagioklas och hornblände samt nybildning av kvarts.

Dylika reaktioner ha, som ett stort antal forskare visat, kunnat ske redan i det magmatiska stadiet. För Herräng synes det mig dock sannolikt, att reaktionerna i allt väsentligt ägt rum under omkristallisationen. Även om dylika reaktioner, så som Du Rietz visat för Rådman sögabbroen och författaren för gabbrobergarterna vid Eriksberg S om Filipstad, ägt rum redan vid bergarternas ursprungliga stelning har dock det slutliga överförandet av områdets basiska bergarter till utpräglade hornblände-plagioklasbergarter ägt rum i samband med den regionala varmvalsningen.

Assimilationsprocessen.

Studerar man den grå graniten, finner man, att denna måste ha upptagit och assimilerat rikligt av den berggrund, vari den inträngt. De ursprungliga gabbro- och dioritmassiven äro söndersprängda i huvud- till knytnävsstora stycken, vilka i större eller mindre utsträckning påverkats av graniten. Den petrografiska beskrivningen har visat, hur de basiska plagioklaserna ersatts med surare, hur kvarts i samband därmed trängt in i de basiska bergartsbitarna, varigenom en strävan till utjämning, till införlivande ägt rum. Där assimilationen gått längre, finnes ingen skillnad på plagioklaserna i det ursprungliga brottstycket och i graniten. Den enda skillnaden är i dylika fall en hornbländeanrikning på brottstyckets plats.

Så rikligt med brottstycken av leptit, som finnas i den grå graniten, måste naturligtvis leptitmaterial i stor utsträckning ha assimilerats i graniten. Det som förvånar vid den mikroskopiska undersökningen är, att gränsområdena mellan granit och leptit icke uppvisa alla anortithalter ned till leptitens. I stället finner man relativt basiska plagioklaser även i de smalaste granitgångar och sura plagioklaser också i de minsta leptitfläckarna även om dock en viss ökning av anortithalten här kan konstateras. Detta synes mig tyda på, att assimilationen ägt rum så, att leptitmaterialet snabbt fördelats i graniten. En viss uppdelning av granitmaterialet finner man dock ofta i de brottstyckeförande områdena med kvartsanrikning fram mot leptitresterna.

Om vi däremot jämföra Herrängsgraniterna med Upplandsgraniterna i övrigt, finna vi att de förra genomgående hava lägre anortit- och även mikroklinhalter men högre albithalter än Upplandsgraniternas stora massa. I fig. 19 hava de hittills publicerade analyserna av Upplandsgraniter blivit insatta tillsammans med de av T. du Rietz publicerade analyserna av dioriter, gabbror och

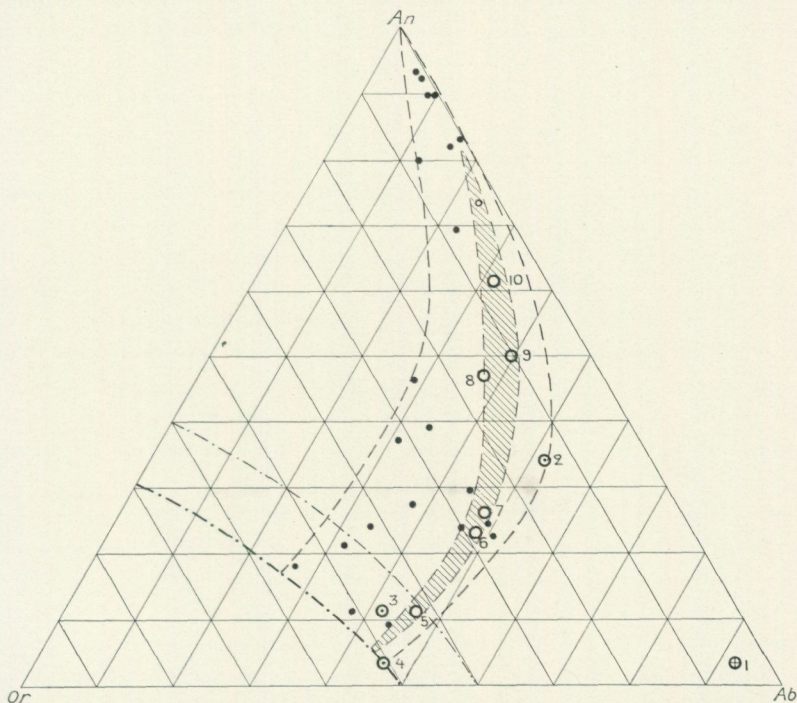


Fig. 19. Diagram över Upplands urgraniter och därmed förbundna grönstenar (svarta prickar), Herrängs graniter (cirklar med prick), Herrängs gångporfyror och gånggrönstenar (cirklar) samt den analyserade natronleptiten (cirkel med kors). Siffrorna hänvisa till analysstabellerna. *Diagram of the proportions between Or, Ab and An in the Upland granites and related older greenstones (dark spots), of the Herräng porphyry and greenstone dikes and of the soda leptite of the Herräng field. The figures refer to the analysis tables.*

ultrabasisiska bergarter från Rådmansö. Dessa analyser falla i Or-Ab-An-diagrammet inom ett brett bälte, som från An-hörnet med en båge mot Ab-hörnet går ned mot en linje, som från Or₅₀, Ab₅₀ går mot Or₇₀ An₃₀. Under denna linje, som är att betrakta som Upplandsgraniternas eutektiska linje, finnas inga analyser av intrusivbergarter, och författaren känner inga sådana bergarter inom Uppland, vilka kunna tänkas falla inom Or-hörnet, innanför denna linje. Till jämförelse är H. E. Johanssons eutektiska linje för fältspaterna insatt. Denna ligger väsentligt högre.

Som synes sprida sig de publicerade analyserna tämligen jämnt inom det i diagrammet begränsade fältet. De av författaren publicerade analyserna av grå granit från Spatgruvan (analys 2) och röd granit från Hägnaden (analys 4) falla intill yttergränsen mot Ab-hörnet. Sannolikt måste detta tydas så, att

graniternas magmor genom assimilation av natronleptit blivit rikare på natrium än Upplandsgraniterna i allmänhet äro. Den röda graniten från Tulka (analys 3) är, som förut är nämnt, tagen inom det stora homogena urgranitmassivet S om Herräng och bergarten saknar inom ett mycket stort område helt leptit-rester. Analysen faller också längre in från gränsen.

Det synes mig av ovan anförda data fullt klart, att en kraftig assimilation av leptitmaterial måste ha ägt rum och att denna assimilation varit av stora mått. Att graniterna fortfarande falla inom Upplandsgraniternas fält visar dock, att det tillförda granitmaterial icke kan ha varit underordnat, utan att vi ha att räkna med en anseelig tillförsel av granitmaterial.

Icke blott leptiterna och grönstenarna hava påverkat graniterna utan även skarn- och malmkropparna. I sådana fall finner man lokala anrikningar av magnetit, hornblände, epidot och biotit och det är av de gjorda iakttagelserna fullt tydligt, att en viss spridning av materialet ägt rum runt de ursprungliga brottstyckenas platser. Dock motsvarar de mängder av dessa mineral, som ingå i graniterna, ingalunda de sannolika ursprungliga malmkropparna, varför även i detta fall det assimilerade materialet måste ha spritts mycket snabbt i granitmagman.

Alla gjorda iakttagelser tyda sålunda på, att graniterna och särskilt den grå graniten haft förmåga att assimilera mycket stora kvantiteter av den äldre berggrunden, både grönstenar, skarn och järnmalm, men framför allt leptit. Att de analyserade graniterna, trots de relativt höga Ab-halterna, fortfarande kunna karakteriseras som Upplandsgraniter visar, att det tillförda granitmaterial måste ha avgjort dominerat över den del av det assimilerade materialet, som stannat kvar och ingått i graniten, modifierande denna. Det övriga måste ha diffunderat ut och spritt sig i de stora magmamassorna. Kartan, fig 1, visar, hur liten areal leptitformationen intar i jämförelse med Upplandsgraniterna.

Graniternas intrusionssätt.

Kartan, pl. 1, och den beskrivning, som givits av de makro- och mikroskopiska iakttagelserna, visar, såsom förut har framhållits, att graniterna måste ha trängt in i den redan uppresta leptitformationen på ett sådant sätt, att malmkropparna icke rubbats till sina lägen och även leptitresterna torde, av allt att döma, icke ha nämnvärt rubbats i sidled. Någon fullständig nedsmältning kan därför icke ha ägt rum. Graniterna och framför allt den grå graniten måste ha kommit mera som en saft än som en smälta. Magman måste ha varit lättflytande för att kunna intränga i leptitformationen på ett sätt, som låtit dennas stratigrafi bli synlig även i brottstyckena. Graniterna måste därför ha berett sig rum mera genom utlösning av material än genom mekanisk sönderbrytning och smältning. Att en mekanisk sönderbrytning i viss mån ägt rum framgår av de skarpkantade brottstycken, som här och var uppträda. Så finner man ibland skarpkantade brottstycken av grönsten, leptit eller malm inne i de malmsliriga graniterna på ett sätt, som antyder, att de kommit

utifrån och inneslutits i magman. Detta visar, att magman åtminstone lokalt måste ha haft en smältas egenskaper.

I kapitlet om assimilationsföreteelserna har författaren påpekat att det assimilerade materialet mycket snabbt måste ha spritt sig i magman, eller i den granitlösning, som transporterat fram granitmaterialet. Detta är ett nödvändigt antagande för att man skall kunna förklara den jämna sammansättning som graniterna i stort sett visa trots de stora massor av varierande sammansättning (leptit, grönsten, skarn och malm) som måste ha blivit utlösta för att bereda väg och plats för graniterna.

Denna förklaring av graniternas intrusionssätt har författaren [17 och 18] tidigare lagt fram i en polemik mot H. Backlund [1 och 2], som anser dylika fenomen, som de i Herräng iakttagna, vara goda bevis för att Upplandsgraniterna äro granitiseringsprodukter in situ, d. v. s. att graniterna äro det äldre materialet självt som genom inträngande lösningar förändrats till graniter. Hela granitbildningen skulle sålunda vara en metasomatisk omvandlingsprocess. Författaren skall här icke fortsätta denna diskussion, endast framhålla, att graniternas intrusionssätt i Herräng är sådant, att man mycket väl, om man så vill, kan tala om »granitisering». Skillnaden gentemot Backlunds uppfattning är, om jag förstått honom rätt, att jag anser, att de granitbildande lösningarna redan hade granitisk sammansättning, när de trängde fram, och att de till sin sammansättning modifierats genom assimilation av framför allt leptitmaterial.

Frågan är sedan, om detta intrusionssätt skall betraktas som ett kontaktfenomen eller om samtliga Upplandsgraniter, även där de äro homogena och över stora sträckor sakna brottstycken, hava uppkommit på samma sätt. Det karterade området kan icke ensamt lämna svar härpå. Genom översiktsresor i omgivningarna kring Herrängsfältet har författaren sökt bilda sig en uppfattning i denna fråga. På grund av den homogena utbildning, som de stora urgraniternas kärnor visa i motsats till leptitformationens varierande stratigrafiska byggnad, synes det föga sannolikt, att även dessa centrala kärnor utgöra granitiseringsprodukter ur nämnda formation. Jag anser därför, att de i Herräng iakttagna förhållandena böra betraktas som kontaktfenomen vid randzonerna till mera normala granitmagmor.

Den differentiationsföljd, som tydligt kan skönjas i den framträngande urgranitserien, talar också kraftigt emot Backlunds antagande och för den uppfattning jag gjort mig till tolk för. Över allt inom området runt Singöfjärden finner man, att gabborna och dioriterna äro äldre än de grå graniterna och dessa äldre än de röda graniterna. Inom Herrängsområdet finnes en tydlig hiatus mellan den grå graniten och gabborna och mellan den grå graniten och den röda. Redan Törnebohm omnämner, att lokalt successiva övergångar finnas mellan grå och röd granit, och du Rietz nämner sådana mellan diorit och grå granit. Det är sålunda tydligt, vilket även framgår av de petrografiska beskrivningarna, att gabborna, dioriterna samt de grå och de röda graniterna tillhöra samma serie och utgöra successiva differentiationsprodukter ur denna. En dylik differentiation vore oförklarlig om dessa bergarter vore granitiseringsprodukter av det slag Backlund antagit.

Gångbergarterna och differentiationsprocessen.

Sammanställas Nigglivärdena för de sex analyserna av gångbergarter från Herrängsfältet i ett diagram (fig. 20), finner man så regelbundna variationer av al-, fm-, c- och alk-talen med stigande si-tal, att man redan däri skulle vilja se ett bevis för, att dessa bergarter utgöra differentiationsprodukter ur en och samma modermagma. Ännu vackrare framträder detta i Or-Ab-An-diagrammet, fig. 19, sid. 41, där de sex analyserna samt en sjunde av en gång från

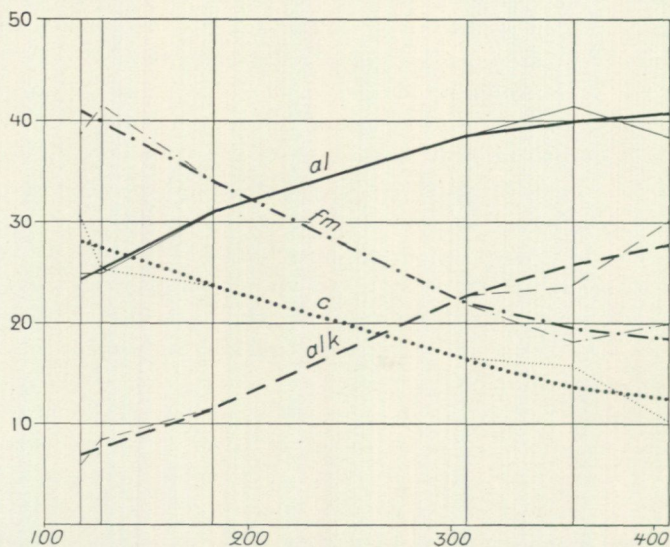


Fig. 20. Niggli diagram, visande de kemiska variationerna i gångporfyr-gånggrönstensserien (abscissan angiver si-talet). *Niggli diagram for the porphyry and greenstone dikes of the Herräng field.*

Rådmansö äro insatta tillsammans med Upplandsgraniterna och deras dioriter och gabbror. Man finner, att gångbergartsanalyserna falla längs en vackert böjd linje, som från den eutektiska linjen går upp mot An-hörnet. Till skillnad från graniterna och deras grönstenar, som tillsammans bilda ett brett fält, falla gångbergartsanalyserna inom ett till sin bredd så begränsat fält, att man kan tala om en differentiationslinje. Detsamma är fallet, om man sätter in analyserna i ett triangeldiagram, vars hörn representera Or + Q, Ab + An och Σ Fem. (fig. 21).

Den stora bredd, som fältet för granitseriens analyser visa i Or-Ab-An-diagrammet, måste, som förut har påvisats, huvudsakligen bero på assimilation av leptitmaterial. Den av assimilation mera orörda differentiationen måste ha följt differentiationslinjer, som ligga närmare den vänstra begränsningslinjen än den högra i urgranit-grönstensfältet. Gångbergartssviten och dess modermagma ha sålunda varit natronrikare än huvudmassan av Upplandsgraniterna och deras modermagma.

Då, som förut har framhållits, flera kemiska och petrografiska drag tyda på en släktskap mellan graniterna och deras grönstenar å ena sidan och gångbergarterna å den andra, synes mig enda möjligheten att förklara gångbergarterna utifrån denna släktskap vara att antaga dem härstamma ur en residualmagma, som återstått, sedan granitdifferentiationen nått den eutektiska linjen

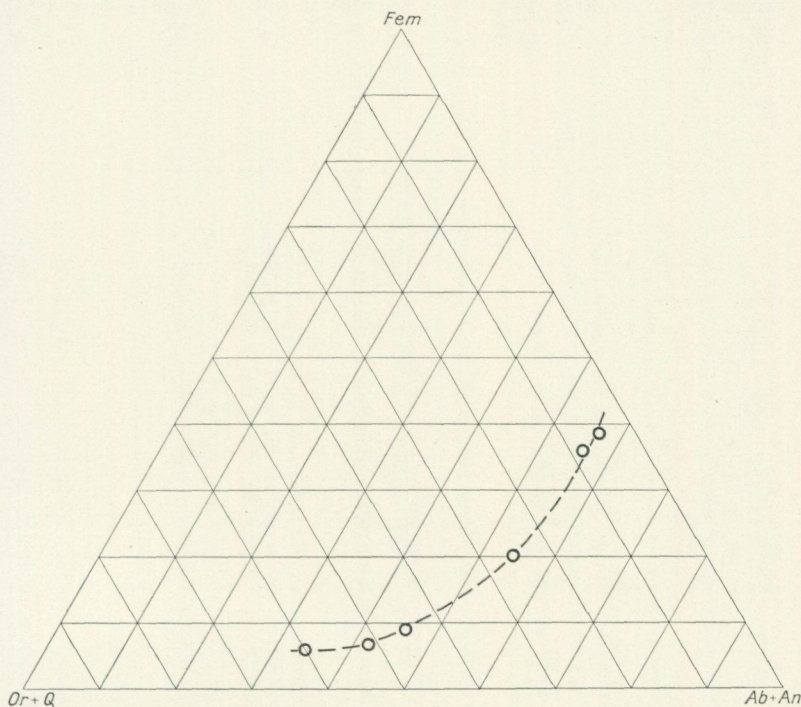


Fig. 21. Diagram över Herrängs gångporfyryer och gånggrönstenar. Diagram showing the proportions between $Or + Q$, $Ab + An$ and Σfem in the porphyry and greenstone dikes of the Herräng field.

och Vänge- och Vätögraniterna bildats. Denna förklaring blir i stort sett densamma som den Sederholm och Mikkola måste ha tänkt sig för motsvarande gångbergarter inom Enklingeområdet i Ålands skärgård, då de säga att dessa bergarter stulit sin magma från graniterna. På grund av den övervikt, som grönstengångarna kvantitativt hava gentemot gångporfyryerna, måste denna stulna magma ha haft en genomsnittssammansättning, som varit betydligt mera basisk än genomsnittssammansättningen för Upplandsgraniterna och deras grönstenar. Sannolikt ligger den för gångbergarterna omkring analys 8 eller t. o. m. något närmare An-hörnet, under det att urgranitseriens genomsnittssammansättning bör ha legat i närheten av $Or_{35} Ab_{35} An_{30}$.

Fältiakttagelserna visa dessutom, såsom förut har omnämnts, att gångporfyryerna intruderats före gånggrönstenarna och av dessa de surare före de mera basiska. Under det att differentiationen i urgranitserien följt det vanliga schemat och börjat med de mest basiska differentiaten och slutat med de suraste, har sålunda intrusionsföljden bland gångbergarterna varit den motsatta.

Författaren kan icke finna någon annan förklaring till detta fenomen än att residualmagman kunnat differentieras enligt spec. vikt, innan intrusionerna började, att sålunda en uppdelning ägt rum med de sura leden koncentrerade mot magmabassängens eller magmabassängernas tak och de basiska leden djupare ned. De sprickor och svaghetszoner, efter vilka intrusionerna ägde rum, sannolikt i samband med en nedtryckning av jordskorpan inom de områden, där dessa gångar uppträda, tömde först de högst belägna, på sura magmor anrikade delarna av magmabassängerna på deras innehåll och nådde sedan ned i allt djupare och mera basiska delar.

Då rikligt med gångbergarter av denna typ finnes endast inom nordöstra Uppland och de närmast belägna delarna av Ålands skärgård Ö om det stora rapakiviområdet och just dessa områden utmärkas av kraftiga assimilationsföreteelser med leptitformationen och de äldre grönstenarna liggande som brottstycken och mer eller mindre diffust begränsade rester i graniterna, kan den frågan uppställas, om icke dessa storartade assimilationsföreteelser just varit betingelsen för uppkomsten av den residualmagma, ur vilken gångbergarterna framgått. Särskilt bör assimilationen av till leptitformationen hörande dacit- och andesitbergarter, vilka hava en stor utbredning inom nordöstra Uppland, fastän de icke uppträda inom själva Herrängsfältet, i de surare graniterna under differentiationens gång ned mot den eutektiska linjen ha lett till avskiljandet av en stor del av det för dessa bergarter främmande basiska materialet. Måhända har det höga gasinnehåll, som i synnerhet gånggrönstenarna visa, hjälpt till att hålla den avskilda basiska fraktionen flytande. I tvenne gånggrönstenar, där fluor eftersökts, ha halterna befunnits vara 0.47 och 1.20. Klorhalterna ha däremot befunnits vara låga. Vattenhalterna ligga mellan 1.50 och 1.78, d. v. s. för så hornbländerika bergarter tämligen normala halter. De höga fluorhalterna äro bundna i hornbländena.

Dessa med urgraniterna av Upplandstyp nära sammanhörande gångbergarter få icke sammanblandas med de amfibolitiska gånggrönstenar, som skildrats av ett flertal författare från egentliga Bergslagen. De senare bergarterna hava mycket bestämda kemiska sammansättningar och sakna helt sura differentiat. De äro, som författaren [20] påpekat, samtliga att beteckna som metamorfa diabaser, vilka uppträngt under ett tektoniskt relativt lugnt skede, utmärkt av sprickbildningar, vilka nått ned till sima-skiktet. Där de uppträda samman med de här skildrade gångbergarterna, böra de vara yngre än dessa. Erfarenheter från andra delar av mellersta Sverige visa, att ådergnejsbildningen och de med denna sammanhörande pegmatiterna och graniterna äro yngre än t. o. m. dessa metamorfa diabaser. Då författaren anser, att den varmvalsning, som givit Herrängsfältets bergarter deras slutliga utbildning, till tiden hör samman med ådergnejsbildningen som en metamorf process i en högre zon, framgår det, att en mycket stor tidshiatus förelegat även mellan gångbergarterna och den regionala sensvioniska metamorfos, som slutligt gav området bergarter deras nuvarande utbildning.

Järnmalmerna.

Järnmalmerna uppbygga, som förut har nämnts, tillsammans med skarn och kalksten olika formade, vanligen lager-, lins- eller rundat stockformiga kroppar i leptitkomplexen. De starkt varierande former dessa kroppar kunna antaga, där de ligga i leptit, framgå av kartan, pl. 1. I graniterna uppträda de däremot som större och mindre brottstycken eller som fläckar och sliror. I gränsområdena mellan granit och leptit äro malm-skarn-kalkkropparna mer eller mindre rikt genomdragna med granitmaterial. I samband med graniternas intrusion hava därför malmerna, skarnen och kalkstenarna i stor utsträckning förändrats genom nybildning av skarnmineral, ommineralisering av de äldre skarnen, uppblandning med granitmaterial samt en mer eller mindre riklig sulfidimpregnation.

Den inhomogena mineralogiska byggnad, som områdets järnmalmer, skarn och kalkstenar i allmänhet visa, med från punkt till punkt varierande sammansättning, är sålunda i huvudsak graniternas verk. Ofta hava malmerna och skarnen en slirig byggnad eller också genomdragas de mera homogena delarna av dem av ådror och breccienät av annan mineralogisk sammansättning.

Där malmerna uppträda som sliror i graniterna, finner man alla proportioner mellan granit och malm. Ett gott exempel härpå ger kartskissen fig. 22 av en del av Spatgruvan i dagen. Bilden visar järnmalm med ådror av granit och granit med sliror av järnmalm eller såsom i det nedre högra hörnet med skarpt begränsade brottstycken av malm. Några meter nedanför detta hörn av bilden påträffades det brottstycke, som fig. 23 visar av en kvartsrandig malm med skarpa gränser mot granitblandad järnmalm. Tillsammans med malmbrottstyckena träffas brottstycken av skarn, leptit och diorit. Enstaka brottstycken av diorit träffas också i graniten inom det malmsliriga området inom bildens vänstra del. Detta visar, att de malmsliriga graniterna och de granitblandade järnmalmerna uppfört sig som smältor eller åtminstone som plastiska massor, vilka tillåtit transport eller sjunkning av diverse brottstycken. Den av grå granit och malm uppbyggda massan genomsättes sedan av en aplitisk röd granit och hela granit-malmmassan i sin tur av ett flertal grönstensgångar.

Intill gångbergarterna finner man likaledes en mineralnybildning. Denna sträcker sig dock aldrig långt från kontakterna, högst en eller annan decimeter, och spelar därför icke samma roll som den omvandling graniterna åstadkommit. Den är dock av stort teoretiskt intresse.

Bevis för senare skarnbildningar i samband med den regionala omkristallisationen saknas. Endast vissa reaktioner vid mineralgränserna kunna tänkas höra samman med denna process. Däremot synes den nuvarande strukturen på skarn- och malmineralen samt kalkstenarna hava slutgiltigt präglats först i samband med den sena regionala metamorfosen. Där enhetliga skarnmassor uppträda, visa de samma grova, polygonala pflaster som de enhetligt byggda fältspatpartierna i silikatbergarterna (se fig. 24). Liksom i dessa synas en del

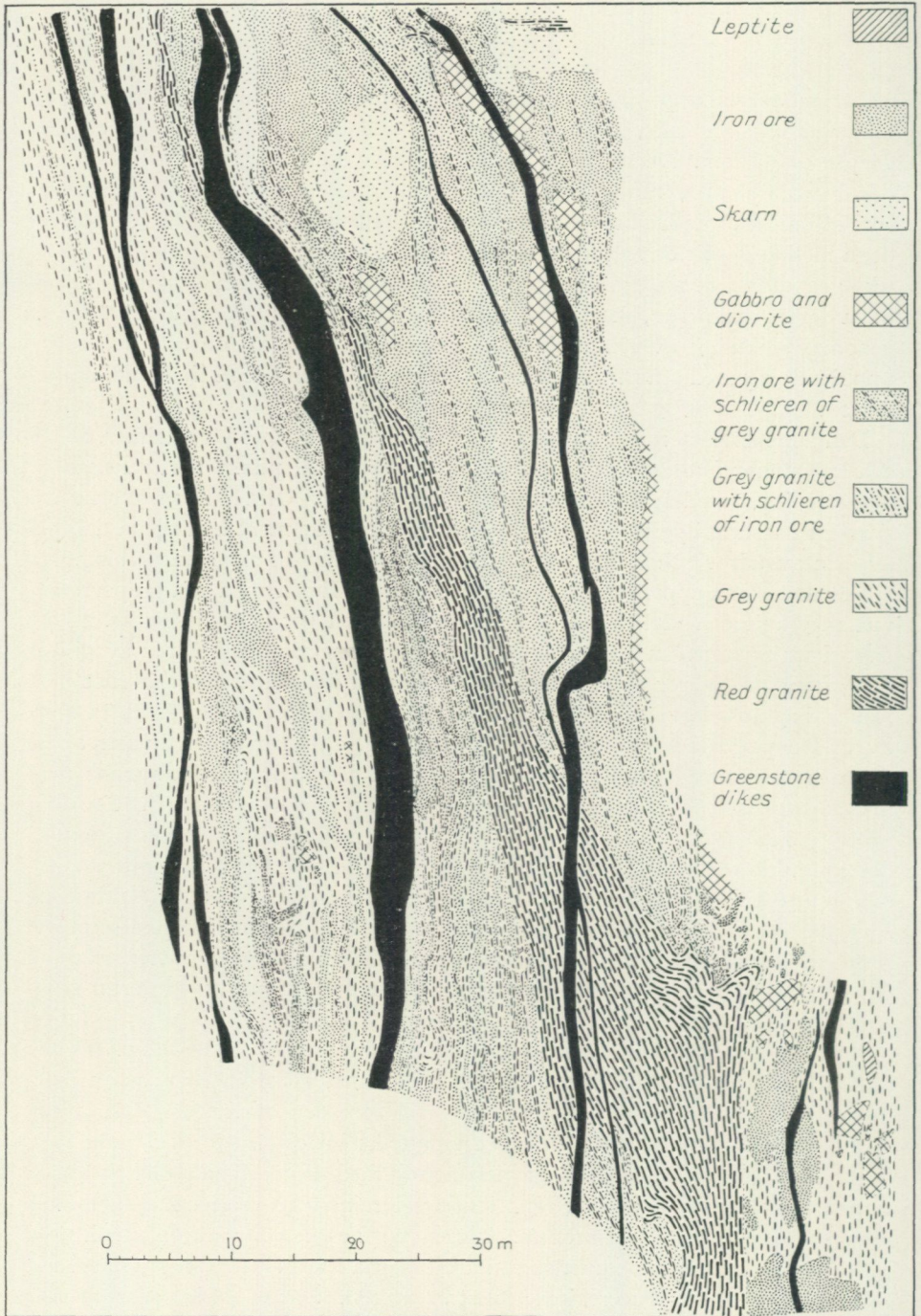
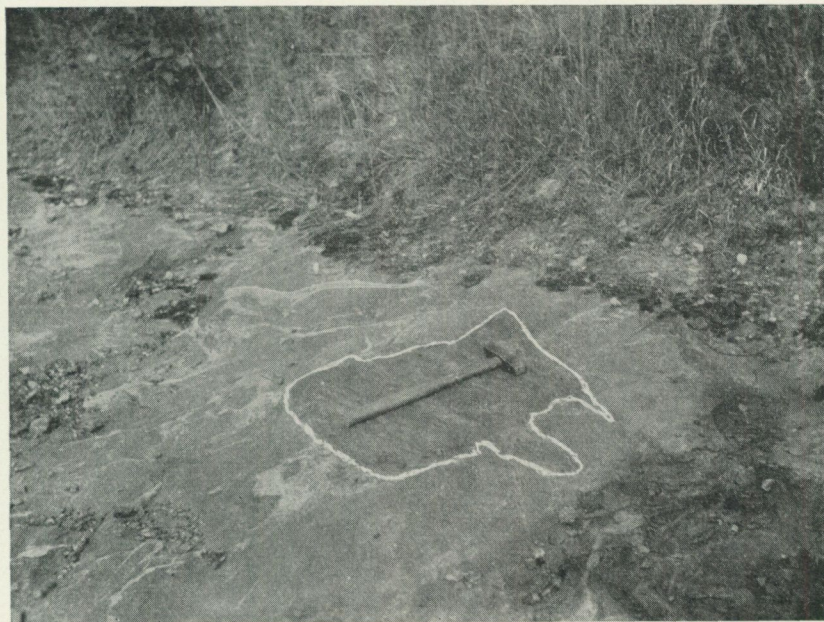


Fig. 22. Detalj från Spatgruvefyndigheten i dagen. Map of a part of the ore-bearing body of the Spat mine (Spatgruvan).

mineral och mineralassociationer hava varit mera rörliga än andra under den regionala varmvalsningen. Till dessa problem återkommer författaren senare. Det har dock varit nödvändigt att redan här giva en kort översikt av de omvandlingar, som kunnat urskiljas i Herrängsmalmerna.

De ursprungliga malmerna synas i huvudsak ha varit svartmalmer av Persbergstyp, åtföljda av pyroxen och en brunröd granat samt mera under-



N H Magnusson foto.

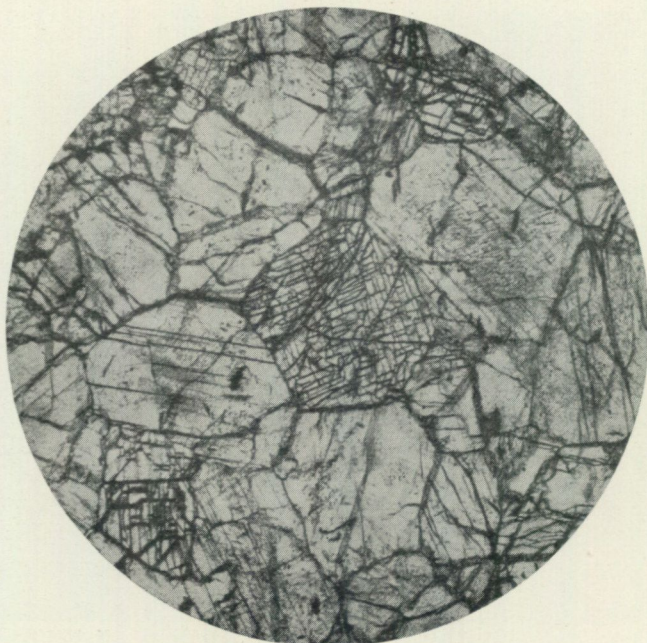
Fig. 23. Brottstycke av kvartsbandad järnmalm i en granitlirig järnmalm. Spatgruvan. *Fragmen of quartz-banded iron ore in iron ore rich in granitic material.*

ordnad aktinolit. Pyroxenen har liksom i Persberg varit intermediär mellan diopsid och hedenbergit, dock alltid med någon övervikt för diopsid, såsom de optiska undersökningarna hava visat. Ett prov av en genom omkristallisation grovkornig och polygonalkornig pyroxen (fig. 24) från Fabian har analyserats. Analysen, som återgives i tabell II, visar 46 % hedenbergit och 54 % diopsid. I allmänhet torde dock hedenbergithalten vara något lägre. Optiska bestämningar på den analyserade pyroxenen hava givit $a = 1.700$, $\gamma = 1.725$, $\gamma - a = 0.025$, $2V = 60^\circ$ och $c: \gamma = 43^\circ$.

Granaten är en andradit med låg halt av grossular och andra Al_2O_3 -förande granatmolekyler, såsom en del på Herrängs gruvlaboratorium utförda partiella analyser visat. Al_2O_3 -bestämningar utfördes på granater från punkter, där granitens påverkan med visshet kunde sägas vara liten. Det visade sig då, att Al_2O_3 -halten var högst 3 %. En av G. Lindroth [14] publicerad analys av granat från Persberg visade 2.59 %.

Utom granat-pyroxen-skarntalmerna funnos mera MgO-rika malm- och skarntyper, karakteriserade av en järnfattig diopsid, tremolit, antofyllit,

cummingtonit och talk. Dyliska mineralassociationer hava iakttagits i Fabian- och Ryagruvorna samt i varphögarna vid Glittergruvan. Ingenstädes inom det karterade området hava de dock spelat någon större roll utan hava alltid varit mycket underordnade i jämförelse med de CaO-rika skarn- och malmtyperna. I de S om kartområdet liggande Lappgruvorna spela de däremot en stor roll. Malmerna i dessa senare fyndigheter ligga inom ett ovanligt granit-



C. Larsson foto.

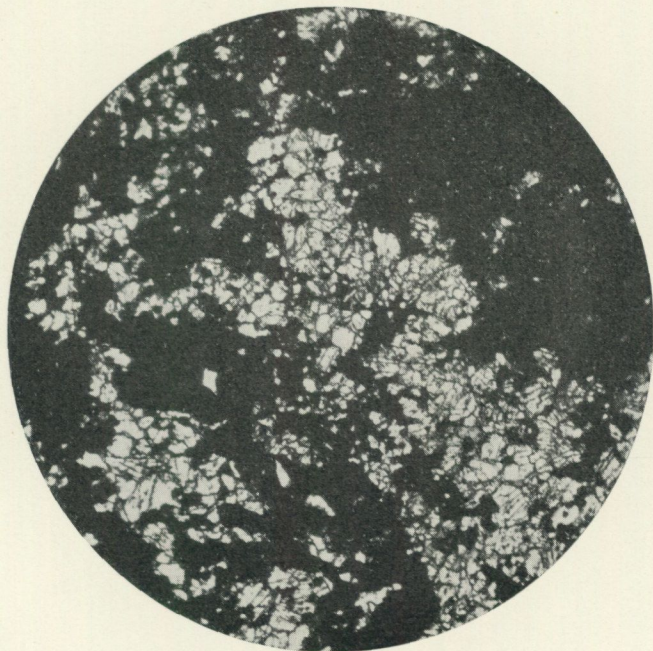
Fig. 24. Polygonalkornigt pyroxenskarn. Fabiangruvan. Mikrofoto i vanligt ljus. $\times 30$. *Pyroxenskarn.*

fattigt område och visa därför flera ursprungliga drag än malmerna inom det egentliga Herrängsfältet. Likhetera med västra Bergslagens skarnmalmer äro där också mycket stora (se fig. 25). Bland annat finner man lokalt i de relativt finkorniga skarnen sådana former, som de fig. 26 visar, tydande på att ursprungligen även järnglans kommit till utbildning. Dylig lamellär magnetit har beskrivits av P. Geijer från Åsgruvan i Norberg. Författaren har sedan iakttagit sådan magnetit dels i Persbergs Storgruva, dels i Jönshyttfältet i Hjulsjö socken. I övrigt återfinner man i de mera finkorniga partierna i Lappgruvan samma strukturer, som författaren beskrivit från Persbergs gruvor.

Det är av dessa iakttagelser tydligt, att skarnmalmer inom Herrängsfältet, redan när graniterna trängde in eller rättare »åto sig» in i den malmförande leptitkomplexen, hade den utbildning, som Persbergsmalmerna och andra skarnmalmer inom från metamorfossynpunkt bättre bevarade delar av Bergslagen nu äga. Sannolikt funnos redan på detta stadium de glimmer- och glimmer-hornbländeskölar, som flerstädes begränsa malmerna mot om-

givande leptiter. Lokalt har i dylika skölar iakttagits en almandinrik granat.

Som förut har nämnts, fann författaren vid Spatgruvan ett brottstycke av en tydligt kvartsrandig svartmalm utan nämnvärd halt av skarnmineral. Detta aktualiserade frågan om möjligen även kvartsjärnmalm primärt funnits tillsammans med skarnjärnmalmerna på samma sätt som inom Ljus-



C. Larsson foto.

Fig. 25. Pyroxenskarnmalm. Lappgruvorna. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$. *Iron ore with pyroxene skarn.*

narsbergs malmtrakt, där kvartsjärnmalm flerstädes iakttogs som rester i skarnjärnmalmerna och voro starkt påverkade av skarnbildningen. Vad som framför allt talar för ett sådant antagande är den låga skarnhalt och den höga kvartshalt, som utmärker stora delar av Spat- och Kärrgruvefyndigheterna.

Herrängsfältets skarnjärnmalm uppträdde på vanligt vis kombinerade med kalkstenar och dessa senare bergarter voro här, liksom överallt i mellersta Sverige, den nödvändiga betingelsen för skarnbildningen. På några ställen, framförallt i Eknäs- och Ryagruvorna, synas dessutom kalkmalmer ha funnits. Dessa ha dock alltid varit mycket underordnade gentemot skarnmalmerna.

Ingenstädes inom det karterade området äro skarnjärnmalmerna helt orörda av de omvandlingar, som omnämns i början av detta kapitel och, även om intet granitiskt material i form av kvarts och fältspat finnes närvarande, hava mer eller mindre kraftiga omvandlingar inträffat och ju kraftigare granittillförseln varit, desto intensivare äro de iakttagna omvandlingarna.

I de efter den äldre skarnbildningen (reaktionsskarnbildningen och därmed

sammanhängande metasomatiska omvandlingar) resterande kalkstenarna hava magnetitfattiga skarn bildats. Dessa karakteriseras framför allt av granat. Denna är något ljusare och synes genomgående vara rikare på Al_2O_3 -förande granatmolekyler än den äldre granaten. En yngre granat från Eknäsgruvan har analyserats (se tabell II). Analysen visar 6.34 % Al_2O_3 , motsvarande 33 % pyrop, almandin, spessartin och grossular mot 67 % andradit. Tvenne



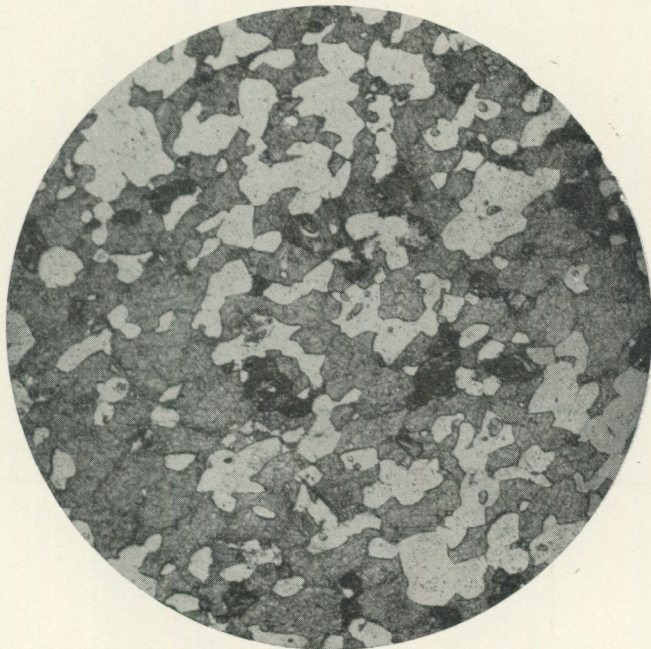
C. Larsson foto.

Fig. 26. Tremolitskarnmalm med lamellär magnetit. Lappgruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$. *Lamellar magnetite in tremolite skarn.*

andra yngre granater, från Ryagruvan, visade enligt partiella analyser utförda av G. Assarsson och R. Tillman 5.47 och 10.30 % Al_2O_3 . Det är härav tydligt, att de sena granaterna, vilka bildades under graniternas direkta medverkan på grund därav erhöles högre halter Al_2O_3 -förande molekyler. Den höga järnhalt, som denna granat fortfarande visar, tyder på att samtidigt med invandringen av granitmaterial ett kraftigt substansutbyte måste ha ägt rum med angränsande järnmalmer. Detta substansutbyte har naturligtvis i hög grad underlättats av de närvarande granitiska lösningarna. Mäktiga dylika granatskarn finnas framförallt i Rya-, Markdals- och Eknäsgruvorna. Mindre partier förekomma i alla malmförekomster, där kalkstensrester ännu funnos, då graniterna vandrade in. Granaterna kunna i dessa sena skarn växa till decimeter- och t. o. m. meterstora individ. Granaterna i Herrängsfältet variera sålunda från tämligen rena andraditer till grossularrika och almandinrika typer alltefter den geologiska positionen. Av intresse är att notera att dess-

utom MnO-halten synes vara högre för de yngre granaterna än för de äldre.

Tillsammans med granat ingår i dessa sena granatskarn nästan alltid kvarts, ofta i rätt stora mängder och i stora individ. Gentemot kvarts äro fältspaterna mycket underordnade beståndsdelar. Här och var träffas också omkristalliserade rester av kalkspat som mellanmassa mellan granaterna. Vidare ingå



C. Larsson foto.

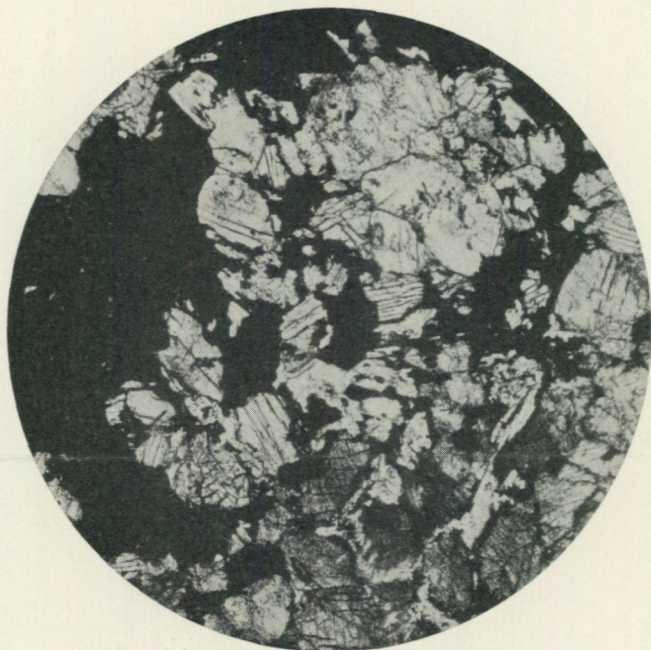
Fig. 27. Kvarts-kalcitsymplektit. Markdalsgruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$. *Symplektite of quartz and calcite.*

underordnade mängder av pyroxen, hornblände och epidot. Då även dessa mineral äro järnförande eller järnrika, tyda de liksom granaten på ett kraftigt substansutbyte med järnmalmerna.

Kalkstenarna själva hava genomgående fått en mycket grov kornighet, vanligen 0.5 mm. Här och var, där granitens inflytande varit kraftigare, finner man t. o. m. en kornstorlek på en eller flera cm. Ådror och sliror av dylik grovkornig kalk uppträda i för området normal-korniga bergarter. Ibland finner man omkring cm-stora kalkspatkorn strökornsartat inströdda i kalkstenen. Utom de ovan nämnda, samlade granatskarnen finner man även spridda mineral-korn. I Markdalsgruvan, där granitens inverkan är relativt svag, finner man främst spridda korn av pyroxen. Ofta äro dessa pyroxenkorn omgivna av smala bräm av granat. Även i kalkstenen utanför de samlade sena skarnen finner man kvarts i spridda korn av samma storleksordning som kalkspatkornen, eller också i form av symplektitiska sammanväxningar med kalk-

spat, såsom fig. 27 visar. Slutligen finner man spridda korn av biotit eller flogopit samt i undantagsfall sådana typiska kontaktmineral som vesuvian, skapolit och wollastonit.

I de äldre skarnen och skarnjärnmalmerna hava graniterna skapat nya mineral och mineralassociationer. Det vanligaste nya mineralet är ett kraftigt blåfärgat hornblände. Detta hornblände ersätter i stor utsträckning, ibland helt den äldre pyroxenen (se fig. 28). Även aktinoliten ersättes i stor utsträckning



C. Larsson foto.

Fig. 28. Pyroxenskarnmalm med pyroxenen delvis ersatt med hornblände. Glittergruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 20$. *Iron ore with pyroxene and hornblende.*

av hornblände. Ett dylikt hornblände har analyserats (se tabell 11). Analysen visar en hög halt av järn, framför allt FeO, samt rätt höga halter av alkalier. Även vatten- och fluorhalterna kunna betraktas som höga. Optiska bestämningar visa $a = 1.694$, $\gamma = 1.716$, $\gamma - a = 0.022$, $2V = c:a 55^\circ$, $c:\gamma = 18^\circ$. Absorptionen är stark och följer schemat: γ blågrön $\geq \beta$ mörkgrön $> a$ gul.

Den intensivare hornbländebildningen sammanhänger tydligt med impregneringen av kvarts och fältspat från graniten. Särskilt är kvarts ett vanligt mineral tillsammans med hornbländet och, där granitådror gå in i skarn och malm, fortsättas de ofta av kvarts-hornbländeådror. Dylka ådror genomdraga även det ovan nämnda granatskarnet. Å andra sidan finner man ådror av kvarts och grossularrik granat i äldre pyroxen-granatskarn. Detta visar, att dylik granat bildats icke blott i den efter reaktionsskarnbildningen resterande kalkstenen utan även i det äldre skarnet. Omvandlingen har även där gått mot Al_2O_3 -rikare granattyper.

Tabell 11.

	Granat		Pyroxen		Hornblände	
	Vikts- procent	Mol × 10 000	Vikts- procent	Mol × 10 000	Vikts- procent	Mol × 10 000
SiO ₂	35.70	5920	51.00	8458	39.62	6570
TiO ₂	0.24	30	0.00	—	0.36	45
Al ₂ O ₃	6.34	620	0.00	—	10.83	1060
Fe ₂ O ₃	21.68	1257	2.38	149	7.34	460
FeO	3.26	454	14.22	1979	17.74	2469
MnO	1.50	211	0.30	42	0.99	140
MgO	0.34	84	8.80	2182	5.76	1429
CaO	29.80	5112	22.42	3998	11.70	2086
Na ₂ O	0.00	—	0.26	42	1.36	219
K ₂ O	0.00	—	0.00	—	1.66	176
H ₂ O	0.46	255	0.38	211	2.17	1204
CO ₂	0.58	132	0.16	36	0.00	—
F	0.00	—	0.16	84	0.63	335
Cl	0.00	—	0.02	5	0.16	45
	99.90		100.10		100.32	
Sp. vikt	3.71		3.46		3.345	

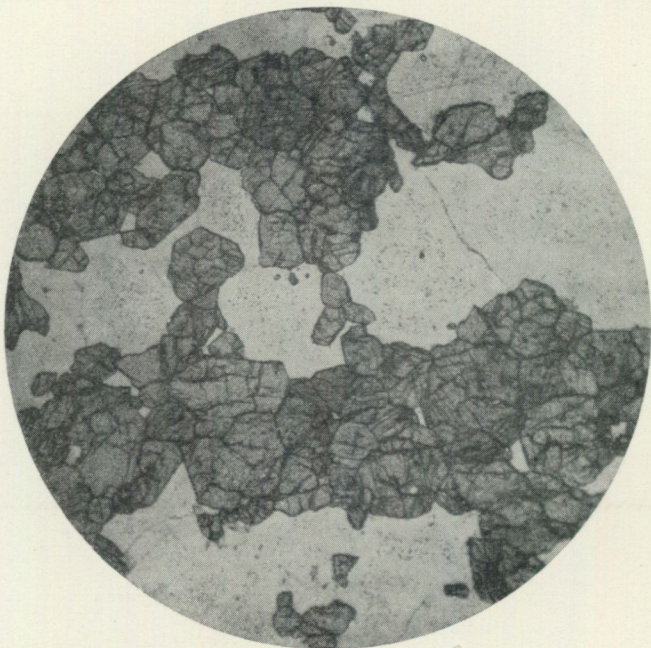
Analysen av granat från Eknäsgruvan, pyroxen från Fabiangruvan och hornblände från Glittergruvan. Anal. G. Assarsson.

Pyroxenerna bli flerstädes i samband med granitinvationen mörkare färgade, mera hedenbergitiska än eljest, och dylik mörk pyroxen bildar ofta ådror i den äldre och ljusare. Mikroskopiska undersökningar visa, att dessa mörka pyroxener aldrig bli rena hedenbergiter utan alltid hava en väsentlig halt av diopsid. Åtminstone 30 % diopsid synes ingå i de hedenbergitrikaste typerna.

Granaterna ersättas ofta av epidot. Denna epidot är en kraftigt färgad pistazit. Fig. 42 visar granat, genomdragen av epidotådror. Epidot- och kvarts-epidotådror (se fig. 29) genomdraga ofta både det äldre och det yngre granatförande skarnet och lokalt kan dylik järnrik epidot bli det dominerande skarnmineralet. Den rikligare epidotbildningen sammanhänger liksom hornbländebildningen med uppträdandet av granitmaterial, både kvarts och fältspat och ofta övergå kvarts-epidotådrorna i granitgångar.

En viss, ofta kraftig biotitbildning finner man även i samband med denna sena skarnbildning, särskilt där magnesiarika äldre skarn förelegat. Kvartsimpregnationen följer ofta de äldre biotit- och biotit-hornbländeskölarna, vilka intensifierats och blivit bredare än de skölarna, som uppkommo i samband med den äldre skarnbildningen (reaktionsskarnbildningen och de metasomatiska omvandlingar, som följde denna i spåren).

Genom graniternas inflytande har sålunda skarnmineralistån blivit betydligt innehållsrikare än förut. De äldre mineralen voro pyroxen, intermediär mellan diopsid och hedenbergit, men med övertikt för diopsid, andradit, aktinolit, diopsid, tremolit, antofyllit, cummingtonit och talk samt mot leptitgränserna biotit och hornblände. Till dessa kommo genom graniternas inflytande grossu-



C. Larsson foto.

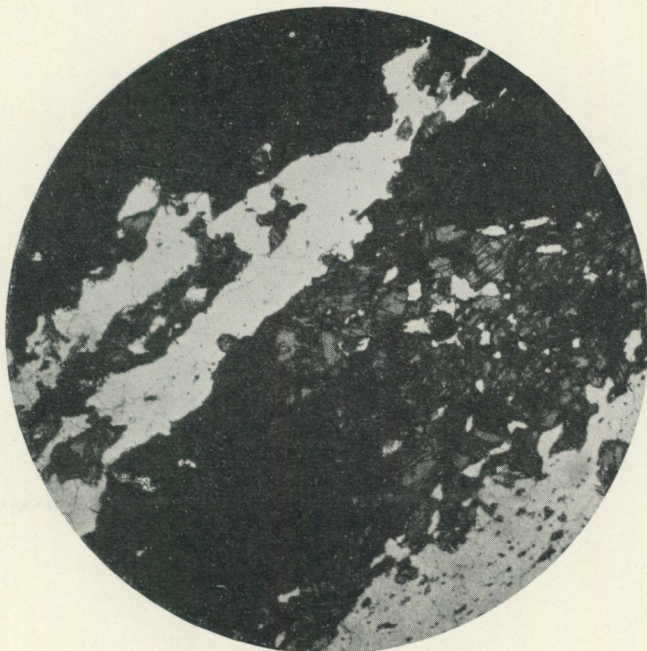
Fig. 29. Kvarts-epidotskarn. Eknäsgruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$. Quartz-epidote-skarn.

lar- och almandinrik granat, hedenbergitisk pyroxen, hornblände, rikt på järn och alkalier, epidot, biotit, kvarts, plagioklas och mikroklin.

Där malmerna ligga som klumpformiga brottstycken eller sliriga slamsor i granit intensifieras de ovannämnda omvandlingarna, och halten av kvarts och fältspat ökas kraftigt. Detta kan framför allt studeras i Eknäs- och Spatgruvorna samt varphögarna vid Glitter- och Kärrgruvorna. I Eknäsgruvans malmer finner man en riklig impregnation med kvarts och fältspat (se fig. 30) (huvudsakligen plagioklas) samt rent granitiska partier. De senare föra mer eller mindre rikligt med magnetit, än i form av relativt stora korn än som en fin impregnation i kvarts. Det visar sig nämligen ofta, att en differentiation måste ha ägt rum i samband med granitinvationen i malmerna. Denna differentiation har lett till rena kvartspartier. Det i dessa upplösta magnetitmaterialet har sedan ånyo utskilt och har därvid ofta bildat en finpudring i kvartskornen (se fig. 31). Skarnet uppträder i de granitiska delarna av fyndigheten som isolerade korn eller kornaggregat och dessa bestå främst av hornblände, epidot

och biotit, men även granat och pyroxen uppträda i denna mineralassociation. Mineralen bilda en kaotisk blandning.

En särskilt intensiv granitpåverkan visar Vikingmalmen. Denna påträffades på 125 m med ort från Eknäsgruvan mot Glittergruvan och när icke jordytan. Runt denna malm uppträder rikligt med slamsor av malm i graniten. Mikro-



C. Larsson foto.

Fig. 30. Kvartsimpregnerad pyroxenskarnmalm. Eknäsgruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$.
Iron ore with pyroxene scarn and veins of quartz.

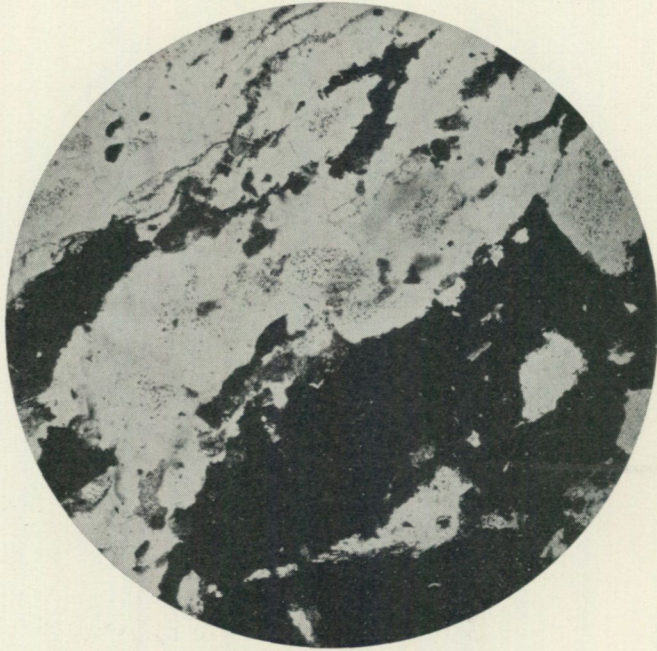
skopiska undersökningar visa, hur graniterna tagit upp malm- och skarnmaterial, omarbetat detta och införlivat det med sin massa (se fig. 32). Hornbländet bildar då ofta symplektit med granitens kvarts och epidoten infogar sig i granitplastern som ungefär likstora korn.

Liknande förhållanden kunna studeras i Spatgruvan. Där finner man dessutom en slirig vävnad i graniterna och en stark ökning av biotithalten.

De omgivande graniterna visa sig ofta rika på hornblände, epidot, biotit och magnetit. Dessa mineral utgöra sålunda slutstadiet i den omvandlingsprocess, som graniterna åstadkommit vid sina försök att med sig införliva malmerna och deras skarnmineral. Stora delar av malmerna och skarnen måste dock ha förts bort i graniten, ty kvantiteten dylika mineral i graniterna runt de mer eller mindre uppätta malmerna motsvara icke på långt när de borttagna massorna. Kalkstenarna hava först överförts i skarn, innan de införlivats med och upplösts i graniterna.

I samband med granitinvationen hava skarnen och malmerna blivit mer

eller mindre rikligt impregnerade med sulfidmineral. Svavelhalten är helt beroende på intensiteten i granitens påverkan. Ju intensivare denna är, desto rikligare är sulfidinvasionen. I brottstyckemalmerna, såsom Eknäs- och Vikingmalmerna, finner man, särskilt efter deras gränser och framförallt vid toppar och spetsar en intensiv sulfidbildning. En svavelhalt på 2 % och därutöver är vanlig i dylika brottstyckemalmer, under det att den i de minst

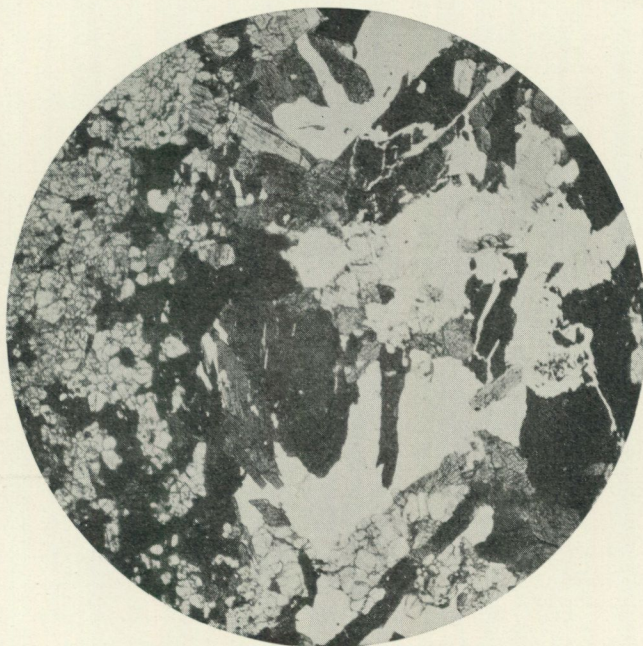


C. Larsson foto.

Fig. 31. Kvarts- och fältspatförande järnmalm. Spatgruvan. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 30$.
Iron ore rich in quartz and feldspar.

granitpåverkade malmerna endast är 0.1 à 0.2 % och ofta mindre. Enligt Järnkontorets analysamling [12] brötos i äldre tider t. o. m. malmer med ned till 0.010 % S. Så svavelfattiga malmer finnas dock endast i underordnade partier, även i de minst granitpåverkade fyndigheterna. Sulfiderna utgöres främst av svavelkis, magnetkis, kopparkis, zinkblände och blyglans. Av dessa torde svavelkis, magnetkis och zinkblände vara de dominerande, under det att kopparkis och blyglans äro relativt underordnade, även om också de lokalt kunna uppvisa anmärkningsvärda koncentrationer. Vad fördelningen i stort beträffar, visar det sig att zinkblände, kopparkis och blyglans framför allt uppträda i de malmer, vilka ligga som brottstycken i granit, under det att svavelkis och magnetkis uppträda både i dessa brottstyckemalmer och i de granitpåverkade malmerna utanför de samlade graniterna. Sannolikt är, att det järn, som behövs för bildningen av järnsulfiderna (svavelkis och magnetkis) i huvudsak tagits från järnmalmerna av de svavelförande granitiska lösningar, som

påverkat malmerna. Koppar, zink och bly ha icke i nämnvärd grad gått utanför graniternas område utan koncentrerats i de malmbrottstycken, som uppträda i graniterna. Detta betyder, att de granitiska lösningar, som nått utanför de samlade graniternas område, icke inom Herrängsområdet fört nämnvärda mängder tunga metaller. Sådana lösningar som de, vilka skapat Bergslagens dominerande sulfidmalmer, hava icke bildats i samband med gra-



C. Larsson foto.

Fig. 32. Granitgenomdragen pyroxenskarnmalm. Vikingmalmen. Mikrofoto med vanligt ljus. $\times 10$. *Iron ore with pyroxene in grey granite rich in hornblende.*

niternas intrusion i Herräng, även om en viss tendens mot magnesiarika omvandlingsprodukter även här kunnat spåras i leptiterna. Den ger sig, såsom i det petrografiska kapitlet har framhållits, tillkänna i en oregelbunden biotitbildning och en svag bildning av antofyllit. Inga kvartsitiska omvandlingsbergarter hava däremot uppkommit.

Utom de ovan nämnda sulfiderna har molybdenglans iakttagits i smärre mängder.

Tillsammans med sulfiderna finner man vanligen flusspat och särskilt i brottstyckemalmerna kan halten därav ofta vara hög. Även scheelit har iakttagits, dock endast som sällsynthet. I brottstyckemalmerna är ofta titanhalten hög.

Under det att svavelhalten visar ett starkt beroende av intensiteten i den omvandling urgraniten i övrigt åstadkommit, synes fosforhalten vara ungefär densamma i Herrängsfältets samtliga järnmalmer. Variationerna ligga mellan 0.003 och 0.012 % P.

Ett element, som däremot synes ha rönt ett bestämt inflytande av graniterna är mangan. Under det att manganhalten i de östra, svagare granitpåverkade malmerna ligger vid c:a 0.19 % Mn, visa de starkt granitpåverkade och som brottstycken i graniterna liggande malmerna 0.36 à 0.82 % Mn. I full överensstämmelse härmed står, att, som förut har framhållits, de sena granaterna visa högre manganhalter än de tidigare.

Redan Hisinger [6] anger förekomsten av järnglans i Herrängsmalmerna. Själv har författaren iakttagit detta mineral endast i Charlottagruvan och dess närmaste omgivningar i dagen och å 90 m:s nivå. Enligt uppgift skall det dock ha funnits även i Jakobi, d. v. s. den nordligaste malmkoncentrationen i Eknäsgruvan, och K. Winge [27] har iakttagit det i Glittergruvemalmen. Järnglans uppträder i Charlottafyndigheten uppbyggande relativt smala malmkroppar, vilka helt eller så gott som helt sakna skarnmineral. Tillsammans med järnglans uppträder magnetit i olika proportioner, så att alla övergångar finnas mellan rena järnglansmalmer och rena svartmalmer. Av allt att döma hava dessa malmer utgjort impregnationer i leptit, även om leptiten nu i stor utsträckning är ersatt med röd granit.

Det synes sålunda som om vi vid sidan om skarnjärnmalmerna i underordnad mängd skulle ha haft icke blott kvartsjärnmalmer utan även leptitjärnmalmer. I de senare, d. v. s. Charlottamalmerna, finna vi dessutom en större kvartshalt än normalt är fallet i områdets leptiter, varför de sannolikt liksom kvartsjärnmalmerna äro relikter från tiden före skarnbildningen, vilken sannolikt även här är sekundär i förhållande till den ursprungliga järnmalmsbildningen. Några bindande bevis av den art, som förebragts för ett stort antal fyndigheter i Västra Bergslagen [19, 20] kunna här icke förebringas. Erinras bör dock, att G. Lindroth [15] så tidigt som 1916 i sin avhandling om den järnmalmsförande formationen omkring Ramhäll framlagt goda bevis för att skarnet där, i stor utsträckning åtminstone, är sekundärt gentemot malmbildningen.

Att järnglans främst bevarats i de kalkspatfria Charlottamalmerna är i överensstämmelse med erfarenheter från centrala Bergslagen, där järnglans främst finnes bevarad i de kalkspatfria kvartsrandmalmerna och i leptitjärnmalmerna av Pershytte- och Lombergstyp.

Den kontaktpåverkan, som gångbergarterna utövat, sträcker sig vanligen ej längre än en eller annan cm från grönstensgränsen. Tydligast är denna kontaktzon iakttagbar i kalksten. Mikroskopiska undersökningar visa en kraftig epidot-hornbländebildning i grönstenens randzon mot kalkstenen och ofta saknas plagioklas helt närmast kontakten. I ett par fall där epidot-hornbländebildningen är relativt svag har en ganska kraftig pyroxenbildning iakttagits i grönstenens randzon, och dessa pyroxener uppträda ibland som stora poikiloblaster. I kalkstenen finner man varierande mineralassociationer. Pyroxen, granat, hornblände och epidot äro även där de vanliga nybildningarna. Ofta ordna sig dessa till zoner karakteriserade av olika mineral. I ett fall iakttogos närmast grönstenen pyroxen och epidot, längre därifrån pyroxen och hornblände. I ett annat fall iakttogos närmast grönstenen hornbländeskarn, därefter

aktinolitiskarn med hornblände, sedan rent aktinolitiskarn, därpå en grov kalcit med tremolit och biotit, utanför denna zon finkornig kalcit och magnetit samt slutligen ren kalksten.

Den mineralnybildning, som inträffat i grönstenarna längs deras kontakter mot kalksten, kan ibland utefter sprickor i grönstenen gripa långt in i densamma (se fig. 49). Där grönstengångarna ligga i kalksten hava de ofta blivit starkt hopveckade (se fig. 50) och sönderbrutna, varvid de uppkomna bitarna blivit förskjutna i sidled och ofta helt inkapslade i skarn.

Även vid kontakterna mot skarn och malm finner man en kraftig nybildning av epidot och hornblände, ofta även av pyroxen i grönstens randfacies. I skarnet ser man vanligen en kompakt hornbländerand närmast kontakten, varefter en zon med hornblände- eller epidotförande aktinolit- eller pyroxenskarn skiljer den från de ej påverkade skarnen. Fig. 33 visar en kontaktzon huvudsakligen utmärkt av hornblände både i grönstenen och i skarnet. I grönstenen ingår dessutom rikligt med epidot i kontaktzonen. Fig. 34 visar en reaktionszon med ett flertal zoner. Grönstenen är mot kontakten rik på hornblände och epidot. Själva kontakten markeras av en epidotzon med något pyroxen. Därutänför har bildats ett hornbländeskarn utåt övergående i det ursprungliga pyroxenskarnet.

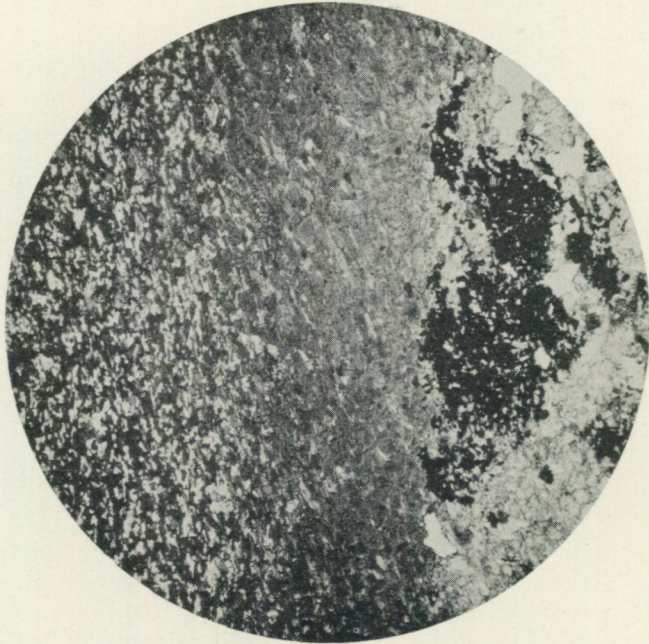
Förut har framhållits att goda skäl tala för, att den strukturella utbildning Herrängsfältets bergarter för närvarande uppvisa uppkommit under en regional metamorfos väsentligt yngre än grönstengångarna. Ett studium av skarnens och järnmalmernas strukturer synes mig tala för, att även de erhållit den utbildning de nu visa i samband med denna regionala omkristallisation. Skarnen hava, så snart de äro någorlunda homogent byggda, erhållit en polygonalkornig utbildning av samma slag som de rena fältspatpartierna eller rena hornbländepartierna i grönstengångarna. Detsamma gäller de rena magnetitmassorna, såsom undersökningar i polerprov visa. Även sulfiderna hava, där de uppträda i mera samlade massor, en dylik polygonalkornig struktur.

Vad sulfiderna beträffar, är det anmärkningsvärt, att de så sällan uppträda tillsammans, med den ena sulfiden som oregelbundna partier i den andra, såsom fallet ofta är i Bergslagens normala sulfidmalmer. I stället uppträda de som väl skilda korn infogade i den omkristalliserade massan. Detta synes tyda på en utrensning, kombinerad med en ansamling i rena korn i samband med omkristallisationen på samma sätt som sker vid utbildningen av rena väl begränsade korn av fältspat och hornblände i grönstenarna.

Där magnetit och sulfidmineral uppträda mera spridda i skarnen finner man, att malmmineralen varit mera rörliga, mera plastiska under omkristallisationen än silikatmineralen. Framför allt synas sulfiderna ha varit rörliga och de ha därför kunnat pressas in mellan de andra mineralen.

Författaren har sålunda genom sina undersökningar kommit fram till den uppfattningen, att malmerna i Herrängsfältet före den grå granitens framträngande i huvudsak voro skarn-järnmalmer av Persbergstyp karakteriserade av mineralen pyroxen, granat och aktinolit. Tillsammans med denna CaO-rika skarnmalmstyp funnos lokalt i underordnade mängder mera MgO-rika skarn-

järnmalm med diopsid, tremolit, antofyllit, cummingtonit och talk som karaktärsmineral samt här och var även kalkjärnmalm uppträdande i de med skarnjärnmalmerna kombinerade kalkstenarna. Dessutom funnos tillsammans med de nämnda malmerna även kvartsjärnmalm, vilka blivit bevarade, där kalkavsättningen varit ringa. Sannolikt hava dylika kvartsjärnmalm spelat en stor roll vid den ursprungliga malmbildningen fastän de senare blivit i stor



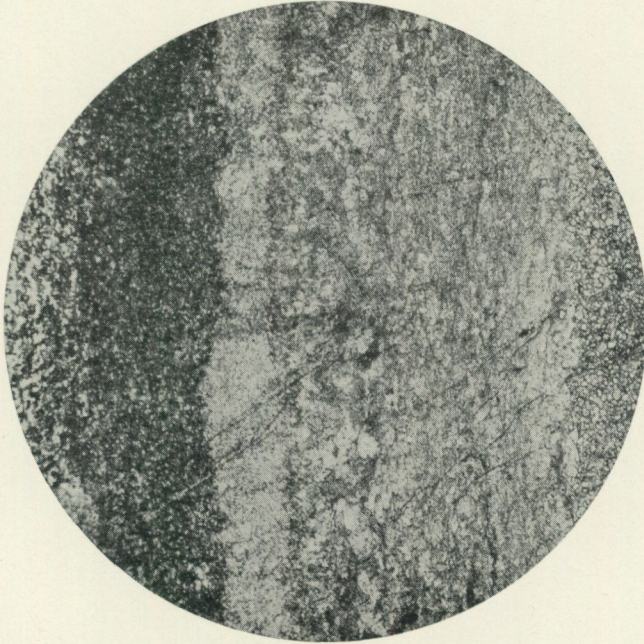
C. Larsson foto.

Fig. 33. Kontakt mellan grönstengång (till vänster) och magnetitförande pyroxenskarn (till höger). Kontaktzonen utmärkes av hornbländeskarn övergående i hornbländerik grönsten. Mikrofoto i vanligt ljus. $\times 5$. *Reaction zone between a greenstone dike (to the left) and magnetite-bearing pyroxene schist (to the right). The reaction zone is rich in hornblende.*

utsträckning förtärda vid den skarnbildning, som gav malmerna den mineralogiska byggnad, de hade vid den grå granitens inträngande. Jag skulle sålunda liksom jag tidigare gjort för Persberg [16] och Lindroth för Ramhäll [13] vilja beteckna dessa äldre CaO-rika skarn som reaktionsskarn, uppkomna ur de äldre lågtemperaturbildningarna genom reaktion mellan redan existerande ämnen (malmsubstans, kalksten och kiselsyra). Liksom inom Bergslagen uppträda, som nämnt, även här MgO-rika skarn samt gränsskölar (uppbyggda av glimmer och hornblände), vilka fordra en nytillförsel av material. Även här går sålunda reaktionsskarnbildningen över i den process, som benämnts magnesiemetasomatos, fastän denna här är föga utpräglad och kvantitativt föga betydande.

Även de bäst bevarade leptitområdena äro inom Herrängsfältet starkt påverkade av lösningar från de framträngande graniterna, varigenom glim-

mersliriga och glimmerfläckiga, delvis även antofyllitförande bergarter blivit resultatet. Dessa utgöra klara bevis för att från graniterna avgivna lösningar cirkulerat även i de bäst bevarade delarna av Herrängs leptitkomplex. Närmast graniterna äro malmerna liksom leptiterna genomdragna med en otalig massa granitådror, och inne i de närmast genom en utlösningssprocess av granit ersatta delarna av fältet uppträda rikligt med rester av leptit och malm.



C. Larsson foto.

Fig. 34. Kontakt mellan grönstengång (till vänster) och skarn (till höger). Grönstenen är mot kontakten rik på hornblände och epidot. Själva kontakten markeras av en epidotrand. Därutänför ett hornbländeskarn och slutligen pyroxenskarn. Mikrofoto i vanligt ljus. $\times 5$. *Reaction zones between a greenstone dike (to the left) and pyroxene schist (to the right). The greenstone is enriched in hornblende and epidote near the contact, which is marked through a zone rich in epidote (the narrow, light zone). The pyroxene is altered to hornblende against the contact.*

Omvandlingens styrka stiger därför från de glimmersliriga leptiternas områden till graniternas.

I de järnmalmsförande kropparna åstadkommo graniterna och de lösningar, som dessa avgivit, en mot brottstyckezonerna i graniten allt mera utpräglad, ådrig, slirig eller fläckig, inhomogen byggnad med nya skarnmineral och skarnmineralassociationer, med ådrig eller mera jämn impregnation av granitmaterial i de granitgenomdragna områdena, med en mer eller mindre genomgripande upplösning i graniterna själva samt med en mot graniterna alltmera intensifierad sulfidimpregnation.

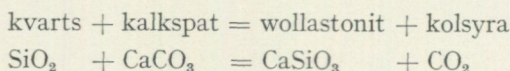
De tunga metallerna (Cu, Zn och Pb), som ansamlats i graniterna, mot dessas frontpartier, hava som regel icke lämnat graniterna utan sitta ansamlade i malmbrottsstyckena inom dessa. Utanför graniterna sitta huvudsakligen järn-

sulfider (magnetkis och svavelkis), vilkas järn sannolikt tagits från järnmalmer-na och sålunda icke heller ingått i de lösningar, som lämnat graniterna. Malm-resterna i graniten hava sålunda tjänstgjort som ansamlingskroppar för de nämnda metallerna liksom för fluor, som i form av flusspat sitter i de nämnda resterna och endast i mera underordnad mängd uppträder utanför graniterna.

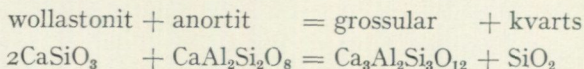
De avgivna lösningarna synas sålunda ha haft granitisk sammansättning och skillnaden synes icke ha varit stor mellan sammansättningen på granit-ådrorna och på de lösningar, som från dem fortsatt utåt. För den röda graniten visa analyserna och de mikroskopiska undersökningarna på en ökad kiselsyre-halt i granitens yttersta utlöpare samt en skärpning av den alkalina karaktären. Även för den grå graniten finner man en ökning av kiselsyrehalten och ofta ser man inom brottstyckeområdena hur granitimpregnationerna övergå i rena kvartsimpregnationer. Dylika kvartsimpregnationer uppträda även utanför graniterna.

Att lösningarna varit rika på vatten framgår av de uppkomna nya mineralen. I malmerna tenderar mineralnybildningen allt mera mot stegrad halt av horn-blände, epidot och biotit med ett mellanstadium framför allt karakteriserat av grossularrik granat och hedenbergitisk pyroxen. Där malmerna ligga som slamsor och fläckar i graniten dominera hornblände, epidot och biotit helt skarnen, och de omgivande graniterna innehålla ofta även de spridda korn av de nämnda mineralen samt magnetit. Denna mineralassociation är därför att betrakta som slutstadiet i den omvandlings- och upplösningsprocess, som graniterna åstadkommit. I samband med granitpåverkan skedde vidare ett ökat substansutbyte mellan malm och skarn å ena sidan och leptit å den andra, åstadkommande en förstärkt skölbildning.

Ovan har framhållits, att de lösningar, som åstadkommit den sena mineral-bildningen, i huvudsak måste ha haft granitisk sammansättning. Uppkomsten av grossular kan också enklast förklaras så, att granitens kvarts tillsammans med kalciumkarbonat givit upphov till wollastonit enligt formeln:

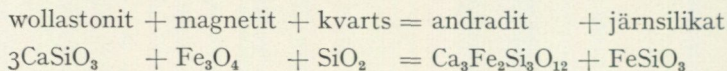


Den i granitens plagioklas förekommande anortiten kan sedan tänkas ha reagerat med wollastonit under bildning av grossular och frigörande av kvarts enligt ekvationen:



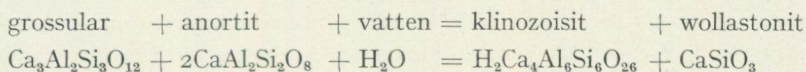
På detta sätt skulle man kunna förklara det visserligen sällsynta uppträ-dandet av wollastonit samt den vanliga kombinationen av grossularrik granat och kvarts.

Uppkomsten av andraditmolekylerna i den sena granaten kan förklaras som en reaktion mellan wollastonit, magnetit och kvarts enligt formeln:

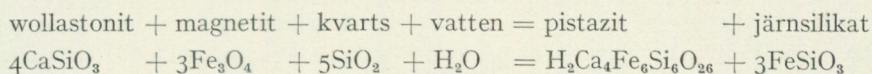


Vid denna reaktion frigöres järnmetasilikat, vilket tillsammans med en molekyl CaSiO_3 kan bilda hedenbergit och förklara uppkomsten av de hedenbergitrika pyroxenerna, ingå i granaternas almandinmolekyler eller gå i lösning och anrika granitens frontparti på järnsilikat.

Epidotbildningen ur granat kan förklaras på enahanda sätt genom addition av anortit och vatten från granitlösningarna, varvid grossular, anortit och vatten bildat klinozoisit enligt formeln:



Genom reaktion mellan granatens andradit och anortit samt vatten har på samma sätt bildats pistazit och wollastonit. Den i båda fallen uppkomna wollastoniten har sedan kunnat reagera med magnetit, kvarts och vatten under bildning av ytterligare pistazit enligt formeln:



Det vid denna reaktion frigjorda järnsilikatet kan sedan på samma sätt som det vid den under förtärande av magnetit försiggående andraditbildningen uppkomna järnsilikatet ge upphov till hedenbergit, öka granaternas halt av almandin eller gå i lösning och anrika granitens frontparti på järnsilikat.

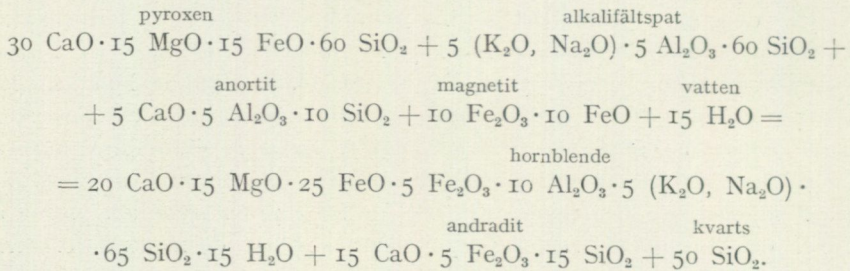
Hornbländet har, såsom de mikroskopiska undersökningarna visat, huvudsakligen uppkommit ur pyroxen. Denna hornbländebildning kan icke förklaras på samma sätt som granat- och epidotbildningen genom en enkel addition av en del av granitens beståndsdelar till tidigare existerande mineral. De reaktioner och omsättningar som här måste ha försiggått ha varit betydligt mera komplicerade. Om man utgår från de båda publicerade analyserna av pyroxen och hornblände kunna proportionerna mellan de ingående oxiderna i avrundade tal återgivas på följande sätt:

hornblände	pyroxen
65 SiO_2	60 SiO_2
10 Al_2O_3	—
5 Fe_2O_3	—
25 FeO	15 FeO
15 MgO	15 MgO
20 CaO	30 CaO
5 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	—
15 H_2O (och HF)	—

Då i den äldre för Herräng karakteristiska skarnassociationen MgO i väsentliga mängder ingår endast i pyroxenen och aktinoliten, vilka båda omvandlats i hornblände, har jag vid ovanstående sammanställning för att kunna göra en jämförelse satt mängderna av MgO lika i pyroxen och hornblände. Sammanställningen visar då, att FeO -halten är väsentligt högre i hornblände än i pyroxen, CaO -halten däremot väsentligt lägre. Dessutom tillkommer i horn-

bländet väsentliga halter av Al_2O_3 , Fe_2O_3 , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ samt H_2O och en rätt hög halt av fluor. Alkalierna ha säkerligen tillförts från granitens mikroklin och albit. Härigenom kan även hälften av aluminiumhalten förklaras. Den andra hälften kan förklaras genom tillförelse av anortit, vilket höjer den ursprungliga pyroxenens halt av CaO . I stället visar hornbländeanalysen en kraftig minskning av halten CaO i förhållande till summan $\text{MgO} + \text{FeO}$. Då ofta granat-epidotbildning kan visas sammanhänga med hornbländebildningen och ådror av grossularrik granat samt epidot genomdraga pyroxenskarnet, är det rimligt att tänka sig, att den halt av CaSiO_3 , som erfordras för granat-epidotbildningen i stor utsträckning tagits från pyroxenen, varigenom en anrikning av MgSiO_3 och FeSiO_3 kunnat äga rum. Granat-epidotbildningen skedde, som ovan visats, i stor utsträckning på bekostnad av magnetit, varvid en anrikning av de granitiska lösningarna med FeSiO_3 ägde rum. Då de sena granaterna fortfarande äro rika på Fe_2O_3 , komma de granitiska lösningarna främst att anrikas på FeSiO_3 . Genom dylika processer kan en anrikning av MgO och framför allt FeO erhållas och hornbländebildningen få en plausibel om än komplicerad förklaring.

Författaren har gjort ett försök att i en formel åskådliggöra hornbländebildningen ur pyroxen under samtidig andraditbildning:



Om i stället rikligare med anortit tillförts skulle grossular ha bildats i stället för andradit och genom ytterligare anortittillförelse epidot.

Det synes sålunda, som om man, även när det gäller hornblände, skulle kunna förklara bildningen genom addition av granitiskt material, fastän reaktionerna äro av mera komplicerad natur än vid granat-epidotbildningen.

Dessa formler innehålla dock icke hela sanningen. Uppträdandet av metasomatiska omvandlingar i leptiten utanför graniterna synes mig visa, att lösningar, anrikade på MgO och FeO kunnat lämna graniten och de tyda även på, att inom granitens frontpartier, främst beroende på de reaktioner, som ägt rum i skarnmassan vid granitlösningarnas inträngande, en anrikning av MgO och FeO ägt rum i restlösningarna. Reaktionerna ha därför ej endast ägt rum mellan mineralmolekyler utan även mellan dem och dessa restlösningar. Detta är i ännu högre grad fallet vid biotitbildningen. Biotiten saknar ju, som bekant, helt CaO . Restlösningarnas betydelse ökas sålunda allt mera mot slutet av de skarnbildande processer, som sammanhänga med graniternas framträngande.

Alla dessa omvandlingar äro yngre än uppkomsten av de magnesiarika skarnen. Någon större hiatus är dock icke sannolik. För de västra delarna av Bergslagen har på goda grunder antagits, att reaktionsskarnbildningen skett i samband med den allmänna uppvärmning, som urgraniternas framträngande åstadkommit, och att de metasomatiska omvandlingar, som följde reaktionsskarnbildningen åt, uppkommit ur lösningar, som avgivits av urgraniterna och drivits framför dem. För Herrängsområdet har, som nämnts, graniterna renats från tunga metaller genom de inneslutna brottstyckena och intrusionssättet med den diffusa spridningen av granitmaterialet har förhindrat en ansamling av material, som kunnat åstadkomma en koncentrerad metasomatisk omsättning i leptiterna och deras malmförande kroppar. Trots detta kunna de svaga metasomatiska omvandlingar, som inom Herrängsfältet följde reaktionsskarnbildningen åt, mycket väl vara åstadkomna av framför urgraniterna drivna och längre från dem ansamlade lösningar. Reaktionsskarnbildningen, de metasomatiska omvandlingar, som åtföljde denna, och de omvandlingar, som urgraniterna vid själva inträngandet åstadkommo i malmerna, fram till den mer eller mindre fullständiga upplösningen och diffusionen i granitmagman, kunna därför alla utgöra delprocesser i urgraniternas stora angrepp.

I detta sammanhang kan erinras om, att de mineral, som blevo slutresultatet i graniternas påverkan inom Herrängsfältet, äro desamma, som de Lindroth [15] kunnat påvisa i brottstyckemalmerna i Torsåker och författaren [16] vid urgranitkontaktarna i Filipstads bergslag och vid urgraniternas mera regionala påverkan inom Ljusnarsbergs malmtrakt [20].

Av de båda graniterna, den grå oligoklasgraniten och den röda, mikroklinrika graniten, har den grå graniten, såsom redan översiktskartan visar, haft den väsentligt större betydelsen. Endast inom Herrängsfältets östra delar, spelar den röda graniten någon väsentlig roll, men även där äro de omvandlingar den åstadkommit mindre genomgripande. Den har framförallt ej haft samma upplösande förmåga som den grå graniten, och den sulfidimpregnation den åstadkommit är alltid svagare.

Kort redogörelse för de större malmkropparna inom Herrängsfältet.

Eknäsgruvans fyndighet har visat sig vara Herrängsfältets största och mest givande. Genom graniten har den ursprungligen mycket stora fyndigheten blivit sönderstyckad i trenne malmkroppar av sådan storlek, att de varit brytvärda, samt en otalig massa mindre brottstycken och mer eller mindre upplösta slamsor av järnmalm i granit. De trenne största malmresterna, på vilka brytningen av denna fyndighet baserats, hava benämnts Eknäs-, Jakobi- och Prickgruvemalmerna, av vilka Eknäsgruvemalmen är den största, Jakobi-gruvemalmen betydligt mindre och Prickgruvemalmen helt liten. Ursprungligen brötos dessa i trenne skilda gruvor, vilka senare förenats till en, på vilken benämningen Eknäsgruvan överförts.

Eknäsmalmen är känd till 170 m, där den slutar i granit, Jakobimalmen slutade i granit redan på 78 m och den lilla Prickgruvemalmen är endast känd till omkring 60 m:s djup.

Malmerna i dessa fyndigheter äro de järnråkaste inom Herrängsfältet. I genomsnitt torde järnhalten ha varit omkring 50 % Fe. Malmerna hava visat en stark variation mellan kalkmalmer, skarnförande typer, kvartsförande typer samt kvarts- och fältspatförande (granitförande) typer. Rena granitpartier hava även funnits, oftast äro de dock skarn- och malmfläckiga. Rätt stora granatrika skarnmassor samt kalksten hava ingått i uppbyggnaden särskilt av Eknäsfyndigheten, vilken i dagen synes ha varit kalkrik. Under 80 m:s nivå synes knappast någon kalksten ha iakttagits. Malmerna hava innehållit starkt växlande halter av diverse sulfider. Svavelhalten synes i genomsnitt ha varit 0.9 %. Lokalt har den dock kunnat nå betydligt högre belopp (1.5 å 3 % S). Anmärkningsvärd är framför allt den höga zinkhalten. Även Cu och Pb hava lokalt varit anrikade i anmärkningsvärda mängder.

Vikingmalmerna påträffades å 125 m:s nivå medelst ort från Eknäsgruvan mot Glittergruvan. De bestå å nämnda nivå av trenne malmkroppar, vilka synas vara helt omslutna av grå granit och bilda oregelbundet formade rester av en ursprungligen betydligt större malmfyndighet, av vilken dessutom ett stort antal smärre brottstycken träffas i graniten runt omkring de större under brytning varande. Dessa malmkroppar sammanhånga sålunda icke direkt med några i dagen kända kroppar. Där den ursprungliga fyndighet de utgöra brottstycken av skulle ha nått jordytan, finner man endast smärre rester i granit. Närmast motsvaras de av malmresterna i Singsskärpets.

Vikingmalmerna äro särskilt kraftigt påverkade av graniterna och uppvisa den starkaste växlingen i den mineralogiska byggnaden. De visa också den högsta sulfidhalten av alla större hittills kända malmkroppar. I genomsnitt torde svavelhalten vara 1.2 % S, men den stiger lokalt till 3 å 4 % och därutöver. Särskilt hög har zinkhalten visat sig vara.

Kärrgruvemalmen utgör en annan rest av järnmalm i grå granit och har brutits ned till 75 m, där den spetsade ut i graniten. Varphögarna visa, att malmen varit ovanligt fattig på skarnmineral, samtidigt som kvartshalten varit hög, varför sannolikheten talar för, att här förelegat en kvartsjärnmalm i underordnad mängd övergående i skarnjärnmalm och starkt impregnerad med granitmaterial. Granitens påverkan har också varit kraftig och sulfidhalten hög.

Glittergruvemalmen utgör likaledes en rest av järnmalm i grå granit. Denna malmkropp har kunnat följas till 83 m, där den spetsade ut. Å 125 m påträffades endast en liten malmrest av icke brytvärd storlek. Skarnhalten synes enligt varphögarna ha varit stor och kalkrester ha här och var funnits inom gruvans övre delar. I ringa utsträckning hava MgO-rika skarn ingått i skarnmassan. Grova granatskarn hava uppträtt samman med kalkresterna. Granitens påverkan har varit kraftig, särskilt inom gruvans djupare delar. Sulfidhalten har varit hög. Anmärkningsvärd synes här framför allt kopparhalten ha varit. Denna har varit väsentligt högre än 0.1 % Cu, vilken synes ha varit den genomsnittliga halten i de förut omnämnda västra gruvorna.

Orten å 125 m mellan Eknäs- och Glittergruvorna går i en grå granit vari här och var rester av leptit, skarn och malm kunna iakttagas. Det är givet, att de å denna nivå funna Vikingmalmer samt de i dagen undersökta malmkropparna icke äro de enda malmresterna av någon betydighet, utan att flera dylika finnas mellan dagen och 125 m samt under denna nivå. Stora svårigheter möta dock vid försök att lokalisera dessa rester. Översiktskartan i dagen visar dock var undersökningsarbeten överhuvud taget äro möjliga att utföra med någon utsikt till framgång.

Spatgruvans fyndighet är starkt sönderstyckad och genompyrd av grå granit, i vilken malmen ligger som sliror och fläckar eller utgör en relativt jämn impregnation. Samlade skarnmassor uppträda endast i underordnade mängder. I stor utsträckning är malmen en kvartsjärnmalm starkt genompyrd av granit och det är framför allt denna typ, som kan studeras i varphögarna. Svavelhalten är väsentligt lägre än för de västligare gruvorna. Den torde i genomsnitt vara omkring 0.35 % S. Sulfiderna utgöras främst av svavelkis och magnetkis. Malmerne äro kända till 50 m:s nivå, men torde fortsätta till större djup. I huvudsak har fyndigheten brutits som tvenne kroppar skilda av malmfattig granit. Inom de tvenne kropparna uppträda dock oregelbundna malmkoncentrationer, skilda av sämre, järnfattigare och granitrikare partier. Att denna fyndighet haft en väsentlig fortsättning mot Ö framgår av ett flertal smärre rester av järnmalm i grå granit.

Markdalsgruvans fyndighet visar till skillnad från den föregående endast en ringa påverkan av granit. Den granit, som iakttagits i varphögarna, har varit den röda, mikroklinrika typen. Trots den ringa granitmängden är dock skarnmassan rätt inhomogen med varierande mineralogi och kornstorlek. De granatrika skarnmassorna dominera de blottade östra delarna av fyndigheten och varphögarna visa, att ett granatrikt skarn även utgjort en stor del av den brutna bergmassan i gruvan i fyndighetens västra del. Ljust grossularrikt granatskarn ingår endast i mindre utsträckning i denna fyndighet, som domineras av ett granat-pyroxenskarn av utpräglad Persbergstyp. Smärre partier av kalksten ha ingått i de brutna delarna, i vilka de brytvärda malmkoncentrationerna utgjort oregelbundna partier i skarnet. Fyndigheten säges vara bruten till c:a 25 m.

Fabiangruvans fyndighet genomskäres i dagen inom sin västra del av röd granit, och dess västligaste parti ligger helt inneslutet i denna granit. Lokalt uppträder granitiskt material även inom fyndighetens östra delar, åstadkommande en inhomogen byggnad och lokalt höga svavelhalter (upp till 0.35 % S). Genomsnittligt torde dock Fabianfyndigheten icke hålla mera än 0.15 % S. Sulfiderna synas så gott som uteslutande utgöras av svavelkis och magnetkis. Endast fyndighetens östra delar ha hittills visat sig vara brytvärda. Där ingå även MgO-rika skarntyper tillsammans med de dominerande CaO-rika skarnen. De västra delarna uppbyggas till största delen av ett magnetitfattigt, granatförande pyroxenskarn. Fyndighetens östra delar äro undersökta å 90 m:s nivå. Den geologiska byggnaden är ungefär densamma å denna nivå som i dagen.

Tabell 12.

	Eknäs- gruvan	Viking- malmen	Spat- gruvan	Fabian- gruvan	Sjö- o. Damm- gruvorna
SiO ₂	20.47	20.32	25.38	30.04	34.16
TiO ₂	0.00	0.03	0.08	0.05	0.07
Al ₂ O ₃	1.39	1.96	2.01	2.17	4.54
Fe ₂ O ₃	41.88	34.31	44.10	33.00	25.48
FeO	21.14	23.34	20.95	16.31	16.00
MnO	0.49	0.77	0.11	0.15	0.17
MgO	2.01	2.75	1.98	6.33	4.98
CaO	8.20	8.93	3.01	10.65	13.08
Na ₂ O	0.07	0.10	0.28	0.14	0.44
K ₂ O	0.02	0.14	0.38	0.14	0.11
H ₂ O	0.22	0.33	0.52	0.64	0.60
CO ₂	0.30	0.24	0.09	0.18	0.14
P ₂ O ₅	0.07	0.02	0.10	0.06	0.05
S	1.94	3.33	1.86	0.29	0.16
V ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Zn	2.04	4.03	0.01	0.00	0.01
Cu	0.24	0.04	0.10	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summa	100.50	100.64	100.98	100.15	99.99

Analys av generalprov å järnmalm från Herrängsfältet, uttagna år 1939 av N. Croneborg. Anal. G. Assarsson och R. Tillman.

Fredriksgruvans fyndighet minskade mycket snabbt nedåt och spetsade helt ut på 42 m:s nivå. Detta synes icke främst ha berott på graniterna utan på en redan före graniternas framträngande existerande förtryckning. Man finner vidare, att förskiffringsytorna haft ett brant läge även där fyndighetens begränsning legat relativt flackt. Fyndighetens norra delar voro starkt påverkade av den i otaliga ådror uppträdande röda graniten.

Sjö- och Dammgruvornas fyndigheter brytas för närvarande i dagbrott på kvarvarande rester efter den äldre brytningen. En del av gruvorna nå med säkerhet ned till omkring 60 m:s djup. Under det att malmerna i dagen äro relativt svagt påverkade av granit och visa ovanligt homogen byggnad, synas de på djupare nivåer ha mött en grå granit som i stor utsträckning har förtärt dem. Röd granit uppträder som fåtaliga, väl begränsade gångar. Svavelhalten går i denna fyndighet ibland ned till 0.05 %.

Ryagruvans malmförande, ytterst oregelbundet begränsade kropp består främst av kalksten och ett magnetitfattigt, granatrikt skarn av den yngre typen. Kalkstenen dominerar fyndighetens södra delar, särskilt de delar, vilka från

gamla Ryagruvans dagöppning sträcka sig mot Lillängsgruvan. De brytvärda malmkoncentrationerna ligga alla inom den malmförande kroppens nordöstra gränsområden, där sex gruvor och skärpningar äro upptagna. Av dessa är den östligaste gruvan den största. Den är bruten till 25 m:s djup, under det att de övriga äro helt grunda. I den största gruvan synes malmen i dagen i viss utsträckning ha varit en kalkmalm, som delvis följts av MgO-rikt skarn. Mot djupet övergår denna i en vanlig CaO-rik skarnmalm av samma art som i de övriga, smärre malmkoncentrationerna. De nordvästra delarna av Ryagruvans fyndighet äro genomsatta och starkt påverkade av en röd granit. Fyndighetens östra och nordöstra delar äro medelst orter och borrhål undersökta å 90 m:s nivå, där den malmförande kroppen ävenledes sammansättes av järnmalm och gentemot denna dominerande kalksten och granatrikt skarn.

Å 90 m:s nivå äro Rya-, Charlotta-, Adolf- och Fabiangruvorna sammanbundna av ett vidsträckt ortssystem och ett centralschakt håller på att iordningställas i Charlottagruvan för de östra gruvorna inom Herrängsfältet, vilka bruka sammanfattas som *Hägnaden*. Då undersökningsarbetena å 90 m:s nivå i Hägnaden icke äro avslutade, när detta skrives, torde det ännu vara för tidigt att lämna någon redogörelse för de erhållna resultaten. I stort återfinnas de geologiska förhållanden, vilka översiktskartan visar för dagen. De förändringar, som kunna konstateras, bero mest på graniterna, i det att nya områden blivit starkt granitpåverkade och granitgenomflätade. Å andra sidan finner man, att granitpåverkan kan vara svag å 90 m inom områden, som geologiskt motsvara i dagen starkt granitpåverkade områden. Det totalintryck författaren erhållit är, att granitpåverkan är något kraftigare å 90 m än i dagen. Särskilt synes den röda granitens inflytande öka nedåt.

I tabell 12 återgivas av G. Assarsson och R. Tillmann utförda analyser på generalprov av malmer på Eknäs-, Viking-, Spat-, Fabian- och Sjö- och Dammfyndigheterna, de fyndigheter, som för närvarande bearbetas.

Förteckning över citerad litteratur.

1. Backlund, H. G., Der »Magmaaufstieg» in Faltengebirgen. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr IX, 1936.
2. —, Die Umgrenzung der Svekofenniden. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. XXVII, 1937.
3. Du Rietz, T., Studies on the rocks of Rådmansö, Geol. För. Förh., Bd 51, 1929.
4. Erdmann, E., Beskrifning till kartbladet Grisslehamn, Sver. Geol. Und., Nr III, 1895.
5. Geijer, P., Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Sver. Geol. Und. Ser. Ca, Nr 24, 1936.
6. Hisinger, W., Samling til en Minerographie öfver Sverige, Första delen, 1790.
7. Holmqvist, P. J., Studien über die Graniten von Schweden. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. 7, 1906.
8. —, Järnmalmernas struktur och metamorfos. Geol. För. Förh., Bd 35, 1913.

9. Högbom, A. G., Om basiska utsöndringar i Upsalagraniten, Geol. För. Förh., Bd 10, 1888.
10. —, Om de s. k. urgraniterna i Upland. Geol. För. Förh., Bd 15, 1893.
11. —, Precambrian Geology of Sweden, Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. X, 1909.
12. Järnkotoret, Analyser å svenska järn- och manganmalmer, I och II, 1931.
13. Lindroth, G. T., Geologiska och petrografiska studier inom den järnmalmförande formationen omkring Ramhäll, Sver. Geol. Und., Ser. C, Nr 266, 1916.
14. —, Om granatens natur uti de mellansvenska malmfyndigheternas skarnbildningar. Geol. För. Förh., Bd 41, 1919.
15. —, Kalk-skarnjärnmalmfyndigheter som brottstycken uti Bergslagens gnejsgraniter. Geol. För. Förh., Bd 46, 1924.
16. Magnusson, N. H., Persbergs malmtrakt och berggrunden inom de centrala delarna av Filipstads bergslag. Kungl. Kommerskoll. beskr. över mineralfyndigheter, Nr 2, 1925.
17. —, Die Granitisationstheori und deren Anwendung für Svionische Granite und Gneise Mittelschwedens, Geol. För. Förh., Bd 59, 1937.
18. —, Die Genesis der Svionischen Graniten. Geol. För. Förh., Bd 60, 1938.
19. —, De mellansvenska järnmalmernas omvandlingar i belysning av den geologiska utvecklingen i svionisk tid. Tekn. Tidskr., Bergsvet., 1939.
20. —, Ljusnarsbergs malmtrakt, berggrund och malmfyndigheter. Sver. Geol. Und., Ser. Ca, Nr 30, 1940.
21. Sederholm, J. J. och Mikkola, E., On Migmatites and associated precambrian rocks of southwestern Finland, Part III, Bull. de la Com. Géol. de Finl., Nr 107, 1934.
22. Svedmark, E., Gabbroen på Rådmansö och angränsande trakter. Sver. Geol. Und., Ser. C., Nr 78, 1885.
23. Törnebohm, A. E., Beskrifning till Geologisk öfversiktskarta öfver mellersta Sveriges bergslag, blad 3.
24. —, Några ord om granit och gnejs. Geol. För. Förh., Bd 5, 1880.
25. —, Om Sveriges viktigare diabas- och gabbroarter. Kongl. Sv. Vet.Ak. handl., 1877.
26. Wiman, E., Studies of some Archaean rocks in the neighbourhood of Uppsala, Sweden and of their geological position, Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. 23, 1930.
27. Winge, K., Mikroskopiska studier öfver en del järnmalmer från anrikningssynpunkt. Tekn. Tidskr., Kemi och Bergsvet., 1901.
28. Öberg, P., Kemisk och mineralogisk undersökning av eukrit från Rådmansö, Upland. 1872.

Summary.

The Herräng Field and its Iron Ores.

The Herräng Field is situated on the Bay of Singö, 95 km NNE of Stockholm and 45 km ESE of the Dannemora mines. As the field is unusually well exposed and offers a number of interesting geological problems, the writer together with E. Edde in 1933 started mapping the central parts of the field. The result of that work is the map now presented on Pl. 1, which is the basis of all discussions on the geological development of this and neighbouring districts.

As will be seen from the map, the Herräng Field is made up of an intricate mixture of leptite, grey and red granites. The leptite contains variform bodies of iron ore, skarn, and limestone. In the transition zones between granite and leptite, the leptites as well as the bodies just mentioned are intruded by dikes and veins of granite (figs 41 and 43), and in the granites themselves leptites (figs 2 and 3), iron ores, skarn, and limestone form large and small fragments, patches, and spots. In the granite there are also found fragments of greenstone (figs 37—40), the corresponding rocks in some places occurring as relatively large masses outside the granites. They then appear as gabbros and diorites. The red granites are distinctly younger than the grey ones. All these rocks are intruded by a very large number of greenstone dikes and by a few porphyry dikes connected with them.

The above may serve as a brief outline of the chronological relations between the rocks found in the Herräng Field. At the time when the granites made their appearance, the area was made up of leptites with variform bodies of iron ore, skarn, and limestone. The present shapes of these ore-bearing bodies appear in the main to be the same as at that time. The strong tectonic deformation indicated by the shape of the ore-bearing bodies, must thus have occurred prior to the appearance of the granites, and for several reasons it appears probable that already at that time the leptite formation in this area was steeply upraised, the strata having a vertical or almost vertical dip (fig. 6).

In the mapped area at Herräng it is difficult to prove that the leptites are volcanic rocks as in the other ore-bearing districts in Central Sweden. However, just outside the mapped area agglomeratic structures (fig. 4) and distinct bedding have been observed in several places. Rocks displaying good porphyry structure are also found. It may thus be concluded that here, too, the leptites are lavas and tuffs.

The grey granite, which is predominant in the mapped area, displays no sharp intersecting contacts. The boundaries between grey granite and leptite are as a rule indistinct and the massive granites slowly grade into leptites veined with granite or containing disseminated granitic material. The granites themselves are often found to contain profuse quantities of large and small patches of leptite, sometimes even angular fragments. A thorough investigation discloses that the granite has not caused any very considerable dislocation of the fragments of leptite, iron ore, skarn, and limestone, and the stratigraphy found in the leptite complex can be traced into the granites with the aid of the fragments.

The above-mentioned observations in the field show that the granite must have intruded the leptite formation as a comparatively fluid magma, which in the main made room for itself by dissolving material. It has, as it were, eaten itself into the older formation, thus replacing it. However, the fact that the granite must have appeared in the shape of a magma is proved by the presence of sharp-edged fragments of iron ore, greenstone, or leptite, which are often completely embedded in a granite containing diffuse patches and spots of the same material. Scattered pieces of leptite or greenstone are often encountered quite unexpectedly in ore-spotted granite (fig. 22).

The red granite, mainly concentrated to the eastern parts of the district, generally speaking occurs in the same manner as the grey variety, but being quantitatively subordinate, it has not influenced the development and appearance of the area to the same extent as the grey granite.

If such a solution process is to take place, as the one assumed by the writer to have occurred in the case of the Herräng granites, it must further be assumed that the dissolved material very rapidly diffused and dispersed in the large granite masses that join the Herräng granites (see fig. 1). The fact that the assimilated material influenced the Herräng granites is apparent upon making a comparison between the two analyses published in this paper (analyses 2 and 4) and the analyses of Uppland granites available in the literature. The Herräng leptites are extreme soda-leptites. The Herräng granites are also richer in sodium than the great majority of the Uppland granites. This is demonstrated by the Or: Ab: An diagram, fig. 19, in which the older analyses of Uppland granites and their greenstones are entered as small filled circles.

The central parts of the large granite areas that surround the Herräng field are poor in fragments. Sometimes fragments are entirely lacking. The granites are thus very homogeneous. The writer is therefore inclined to look upon the intrusion of the Herräng granites in the manner outlined above as a contact phenomenon. H. Backlund [1, 2], on the other hand, considers that the granites throughout derive their origin from such a »granitizing process». Another difference in our opinions is that I consider the intruding melts and solutions to have had a granitic composition which was subsequently modified by assimilation of material from the rock attacked, whereas Backlund considers that the granite was created *in situ* by solutions, which need not necessarily have been of a granitic composition, rather as a result of a metasomatic process than of a solution process of the kind outlined by the writer.

It has already been mentioned that the leptites are extreme soda-leptites (figs 7 and 8). Generally they are influenced by solutions from the granites, this causing a heterogeneous streaky or patchy structure (figs 5 and 36), the streaks and patches consisting of mica, in some cases also of anthophyllite. Otherwise the leptites mainly consist of quartz and albite and very small quantities of microcline.

The grey granite is an oligoclase-granite with a high content of quartz (figs 10, 11 and 12). Microcline is lacking or occurs in small quantities only. Varying quantities of biotite and hornblende occur as femic minerals. Fairly large quantities of epidote are also observed. Titanite, apatite, magnetite, and zircon are accessory minerals.

The red granite (figs 13 and 14), on the other hand, consists of approximately equal quantities of microcline and plagioclase (oligoclase, oligoclase-albite or even albite), and profuse quantities of quartz. The most important femic mineral is biotite. Hornblende occurs only adjacent to iron ore and skarn. The accessory minerals are the same as in the grey granite, but they are less profuse.

As already mentioned, there is a distinct hiatus in Herräng between the intrusion of the grey and the red granites, the red granite being younger. In adjacent

areas to the S and W there are transitions, however, which display their close relationship. They are apparently differentiation products from the same magma. The gabbros and diorites of the area must be considered to be the oldest differentiation products from this magma. They are now plagioclase-hornblende rocks throughout (fig. 9). The plagioclases generally hold 38—45 % An. The larger plagioclases, however, are occasionally found to contain nuclei with as much as 70 % An. The hornblendes, which are strongly bluish, often present paler nuclei which must probably be interpreted as pseudomorphs of pyroxenes remaining at the time of the exterior hornblende formation. To a great extent, these rocks thus seem to have been gabbros consisting of basic plagioclases and pyroxene. In other cases the greenstones have originated out of diorites. Due to the influence of the granites, the gabbros and the diorites have generally been broken up into pieces the size of heads (fig. 37), though they were sometimes considerably larger, and they have been more or less strongly influenced by the granites, hornblende-plagioclase rocks with comparatively acid plagioclases then being formed. In the cases when the alteration has been concluded, the location of the original fragment is denoted by an unusually high content of hornblende in the granite.

When the granites intruded the leptites, partly dissolving them, the iron ores already had the character of skarn iron ores (figs 25 and 26), occurring together with limestone in the ordinary manner. There were also subordinate quantities of quartz iron ores, partly quartz-banded, and leptite iron ores. In the latter, the ore material was directly interbedded with leptite, in the quartz iron ores with quartz. The predominant skarns consisted of andradite, pyroxene (intermediate between diopside and hedenbergite, table 11), and small quantities of actinolite. There were also subordinate quantities of skarns rich in MgO, characterized by diopside, tremolite, anthophyllite, cummingtonite, and talc. However, these latter skarns have nowhere been of very great importance, though they are interesting, showing as they do that the same combination between reaction skarns rich in CaO and skarns rich in MgO, the origin of which must be attributed to a strong addition of material, took place here in the same manner as in other parts of the ore-bearing districts of Central Sweden. Thus the reaction skarn formation, which the writer considers to be a re-mineralization without any very considerable addition of material, also here graded into a metasomatic process which gave rise to the skarns rich in MgO. At the same time there were formed zones of mica and hornblende at the boundaries towards leptite by an exchange of material with that rock. The proofs found by the writer in the western part of Central Sweden bearing out the fact that the ore formation and the reaction skarn formation are two different processes cannot be gone into here, and the reader is thus requested to refer to the writer's monograph on the Ljusnarsberg ore district [20].

When the granites intruded the ore-bearing complex, they brought about great changes in the mineralogical composition. In the limestones remaining from the older skarn formation there were formed younger skarns, mainly consisting of garnets rich in grossularite. While the older garnets do not hold more than 3 % Al_2O_3 , the younger garnets contain 5—10 % Al_2O_3 (table 11). Together with this garnet there are quartz, calcite, pyroxene, hornblende, and epidote. The younger pyroxenes are generally richer in hedenbergite than the older ones. In the limestones adjoining these skarns there are found scattered grains or spots of such skarn minerals and also mica, and rare occurrences of vesuvian, scapolite, and wollastonite. With calcite the quartz often forms such intergrowths as are shown in fig. 27.

In the older skarns the granites have created new minerals and mineral associations, replacing the older ones and occurring quite extensively together with them. The commonest of the new minerals is hornblende (fig. 28), the product of an alteration of pyroxene and actinolite. Part of the pyroxene was first transformed

into types rich in hedenbergite. In addition there have also arisen garnets richer in Al_2O_3 . The garnets have to a great extent been replaced by epidote (figs 29 and 42). In the main the garnet and epidote formation may be explained as a reaction between the quartz and anorthite of the granite on the one hand and, on the other, the previously existing material, first of all limestone and magnetite, but also pyroxene and actinolite have supplied material. The latter enriched the residual solutions in MgSiO_3 and FeSiO_3 , and the Fe_2O_3 of the magnetite to a great extent having been consumed in the formation of the garnet and the epidote, the residual solutions were mainly enriched in FeSiO_3 . Then the composition of the resulting hornblende (table 11) may be explained as a reaction between pyroxene, alkali-felspar, anorthite, magnetite, and water (see the equation on p. 66). Biotite, too, was to a great extent formed anew during this late skarn formation, first of all out of the older skarns rich in MgO . The residual solutions enriched in MgSiO_3 and FeSiO_3 have been of still greater importance for the formation of this mineral, which completely lacks CaO , and it is these solutions that upon leaving the granites have brought about the mica formation in the adjoining leptites (figs 5 and 36).

In the areas of the granite-veined leptites the above described alterations are intensified and in addition to the minerals mentioned there are microcline and plagioclase and greater quantities of quartz (figs 41, 43 and 44).

Where the ores occur as fragments, patches and streaks in the granite (fig. 22), it is of course especially the content of quartz and felspar that increases (figs 30, 31 and 32), and the younger skarn minerals occur in a chaotic mixture together with the older ones in ore and granite. Around the parts of the granites that are rich in fragments of ore and skarns, the granites are found to be enriched in hornblende, epidote, biotite, and magnetite. This mineral association is thus the final phase in the process of alteration brought about by the granites, which — its intensity steadily increasing — has been followed from the areas of the mica-streaked leptites over that of the granite-veined leptites to the granitic areas, ending up with the more or less complete assimilation of iron ore and skarn in granite.

The limestones are always first transformed into skarn before the beginning of the assimilation process, for the fragments of limestone are always completely embedded in skarn and small fragments of limestone are entirely lacking in the granite.

In connexion with the granite invasion the skarns and the ores have been more or less profusely impregnated with sulphide mineral. In the ores least influenced by the granite the S-content may be as low as 0.010 %. In the fragments enclosed in granite the S-content is often 2—5 %. The sulphides consist of pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, sphalerite, and galena. Pyrite and pyrrhotite are spread throughout the whole field, whereas chalcopyrite, sphalerite, and galena are concentrated almost exclusively in the fragments of ore and skarn in the granite. As will be seen from the iron-ore analyses (Table 12), it is in small quantities, especially of zinc, that have thus been enriched in the ore fragments. The heavy metals (Cu, Zn, and Pb) concentrated to the front part of the granite mass have in this manner been eliminated from the granitic solutions, which then have continued their way out from the granites. The iron found in pyrite and pyrrhotite outside the granites was probably mainly taken from the magnetite of the iron ores. The fluor of the granite has to a great extent been concentrated as fluorite in the fragments of ore and skarn, but has also entered into hornblende and biotite. Scheelite and molybdenite have been observed in small quantities.

The content of phosphorus does not appear to have been very considerably influenced by the granites. The contents are between 0.003 and 0.012 % P. An element which does seem to have been influenced by the granites, however, is manganese. In the ores but little influenced by the granites the Mn-content is

approx. 0.19 %, whereas the ore fragments in granite display contents of 0.36—0.82 % Mn.

The ore mineral of the Herräng ores is almost exclusively magnetite. Hematite does occur, however, in a few mines, but then in very subordinate quantities together with magnetite. In the mines Lappgruvorna S of the Herräng Field lamellar magnetite occurs locally, showing that earlier hematite made up part of these ores (fig. 26).

As already mentioned, the ore-bearing leptite complex intruded by granite is in its turn intruded by a large number of greenstone dikes. They vary from light-grey to nearly black and from even-grained to porphyritic types. The porphyritic types contain phenocrysts of plagioclase or of hornblende, but seldom of both minerals. The matrix is also mainly made up of plagioclase and hornblende, the proportions varying. The anorthite contents of the plagioclases of the matrices are generally between 35 and 45 %, but in certain basic rocks they are as high as 60 %. In larger plagioclases there are often found basic nuclei containing up to 65 % An. The hornblende sometimes contains lighter nuclei, probably pseudomorphs after pyroxene. Some of these greenstones, too, would thus appear originally to have consisted of basic plagioclases and pyroxene. Minor quantities of epidote, biotite, and quartz occur. The quartz content is especially remarkable, as it may be considered to be extremely high for so basic rocks. The content of accessory minerals is high. Titanite, apatite, and magnetite all occur in profuse quantities.

The dike-porphyrries (fig. 15) occurring together with the dike-greenstones generally have a porphyritic development and, similar to the dike-greenstones, display fine-grained border facies. They are mainly made up of quartz, microcline, and plagioclase, and the proportions between these minerals are approximately the same as in the red granites. The anorthite content of the plagioclases, however, is usually higher. Contents of up to 35 % An have been observed. The anorthite content is generally higher in the phenocrysts than in the matrix. The content of femic minerals is low. The predominant femic mineral is biotite. Muscovite and epidote also occur, and, as accessory minerals, titanite, magnetite, apatite, and zircon.

Three dike-porphyrries and three dike-greenstones have been analysed (analyses 5—10). These analyses have been entered in a Niggli diagram (fig. 20) and in two triangle diagrams one with the corners representing Or, Ab, and An (fig. 19), the other with the corners representing Or + Q, Ab + An, and fem (fig. 21). These diagrams distinctly show that we are concerned with differentiation products from one and the same magma. A study of the age relations of the various dikes discloses that the dike-porphyrries are older than the dike-greenstones and that of the latter the basic dike-greenstones are the youngest. The great petrographical and mineralogical resemblance between the hypabyssal rocks and the granites with their gabbros and diorites indicates that the hypabyssal rocks are genetically related to the granites. They have, to use the words of Sederholm and E. Mikkola who have found similar conditions in the Åland archipelago, stolen their magma from the granites. The differentiation in the granite series started with gabbros and diorites, continued with oligoclase-granites, and ended up with red granites rich in microcline. In the Or-Ab-An diagram the latter lie near the eutectic line, which for the Uppland granites runs from $Or_{50}Ab_{50}$ to $Or_{70}An_{30}$. The differentiation in the hypabyssal rocks, on the other hand, started with the dike-porphyrries rich in microcline and continued over dike-greenstones poor in anorthite to such rocks rich in anorthite. This inversion of the order of differentiation must depend upon the hypabyssal rocks having originated in a comparatively basic residual magma »stolen» from the granite magma, it then being possible for this basic magma to become differentiated according to specific gravity. When

the fissuring occurred, the lighter parts of the magma that were rich in microcline could make their way up, the more basic parts following later. This thus requires that magma reservoirs remained until this time, the reservoirs then being emptied in connexion with the fissuring processes.

In many places both in the skarn iron ore and in limestone the hypabyssal greenstones have brought about a renewed skarn formation (figs 33 and 34) and their border facies have obtained a mineralogically different development. In the border facies of the greenstones there were often formed large quantities of hornblende, epidote, and often also of pyroxene. In limestone and skarn iron ore zones arose characterized mainly by the presence of hornblende and epidote, and by garnet and pyroxene. These new minerals are strictly concentrated to the contacts and are of no quantitative importance.

A thorough study of the rocks, skarns and ores, of the Herräng Field, has disclosed so many structural features common to them all that it must be assumed that a later regional metamorphosis has stamped all of them. Seeing that this metamorphosis towards the N appears to grade into the late-Svionian veined gneisses, it is reasonable to presume that it belongs to the same time. In the Herräng area, however, the temperature during the metamorphosis has not been so high that pegmatitic veins could be formed. The alteration must rather be interpreted as a recrystallization under a fairly high pressure. Cataclastic structures are often encountered together with typical recrystallization structures, and also the youngest rocks of the area, the hypabyssal greenstones, often display a certain schistosity.

The result of this regional metamorphism is that no primary consolidation structures remain, either in the hypabyssal rocks or in the granites, apart from the porphyritic structure in the hypabyssal rocks and some scattered larger grains in the granites. The plagioclase phenocrysts usually form aggregates of polygonal grains, occasionally, however, with larger relic-nuclei. The hornblende phenocrysts always form aggregates of polygonal grains. When plagioclase or hornblende are concentrated in mono-mineral parts, the matrices of the hypabyssal rocks are always found to contain such polygonal grain boundaries. As soon as any very large quantities of quartz and microcline make up the matrix, they have attacked both hornblende and plagioclase so that rounded corrosion boundaries have arisen, and the exterior parts of the minerals mentioned are often penetrated by quartz. Conditions similar to those in the hypabyssal greenstones are also found in the gabbros and diorites influenced by the granite. Polygonal grain boundaries are found in the grey granites where the plagioclase is concentrated, but corrosion phenomena occur upon quartz and microcline making their appearance. This is still more pronounced in the red granites rich in microcline, where plagioclase often occurs as ragged, strongly corroded grains in the microclines.

The polygonal grain boundaries are also found in the ore and skarn minerals of the iron ores. This structure is especially pronounced where the minerals in question are concentrated to mono-mineral aggregates (fig. 24). Where the magnetite is more spread in the skarn, it is often found as a groundmass between the more or less pronounced polygonal skarn minerals. As far as the sulphides are concerned, it is remarkable that they so seldom occur together, with one sulphide as irregular parts in the other, as is the case in the ordinary sulphide ores of Central Sweden. They occur, instead, as grains well separated from each other. This indicates that the pure grains originated in connexion with the recrystallization. The original chronological sequence of the various sulphide minerals can thus no longer be studied in the ores of the Herräng Field.

Table 12 presents five bulk analyses from different mines in the Herräng Field.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 35. Skiktad leptit mellan grönstengång (överst till vänster) och kalksten (nederst till höger). Ryagruvan.

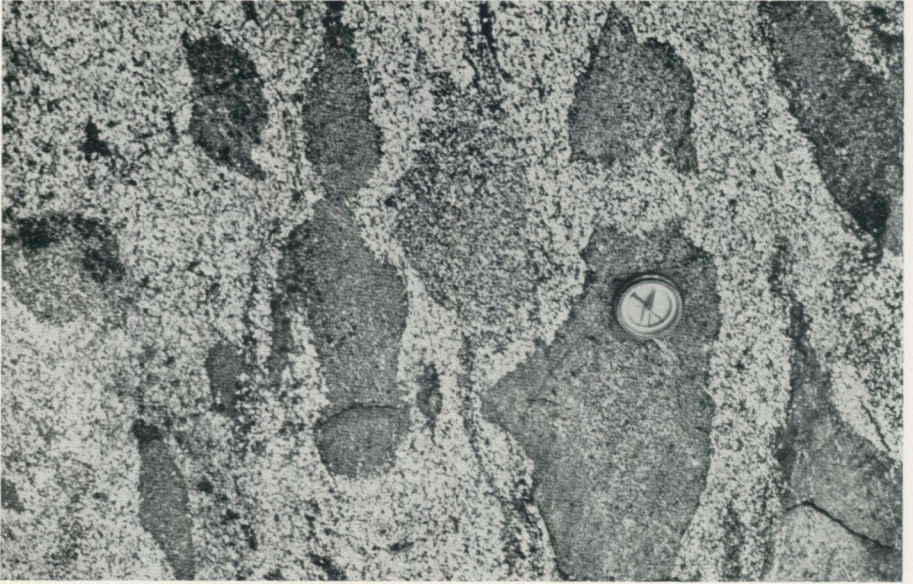
Banded leptyte between greenstone dike (above to the left) and limestone (below to the right). Rya Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 36. Metasomatiskt omvandlad leptit med fläckar av glimmer och antofyllit. Sjö- och Dammgruvorna.

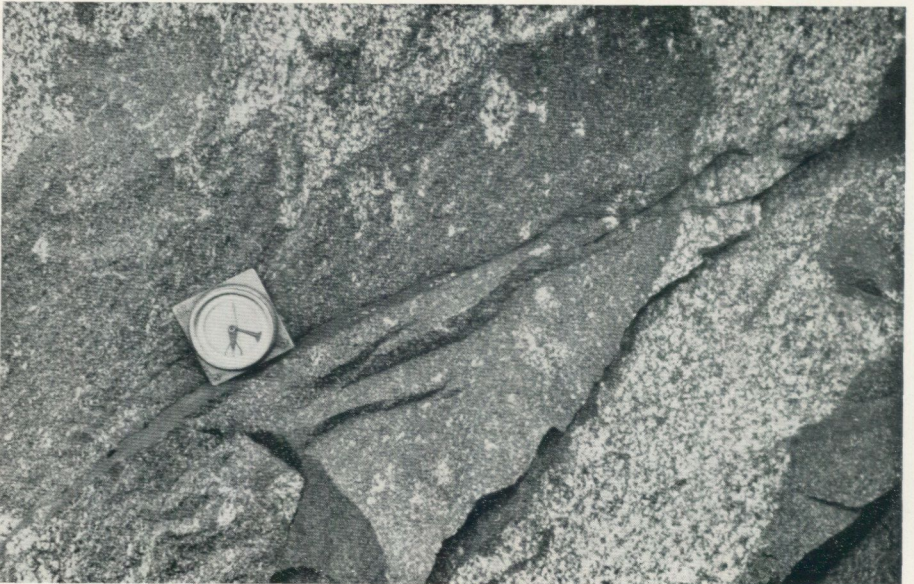
Metasomatically altered leptyte with spots of micas and anthophyllite. Sjö and Damm Mines.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 37. Grå granit med mer eller mindre assimilerade inneslutningar av diorit. Vägskärning. Hensvik.

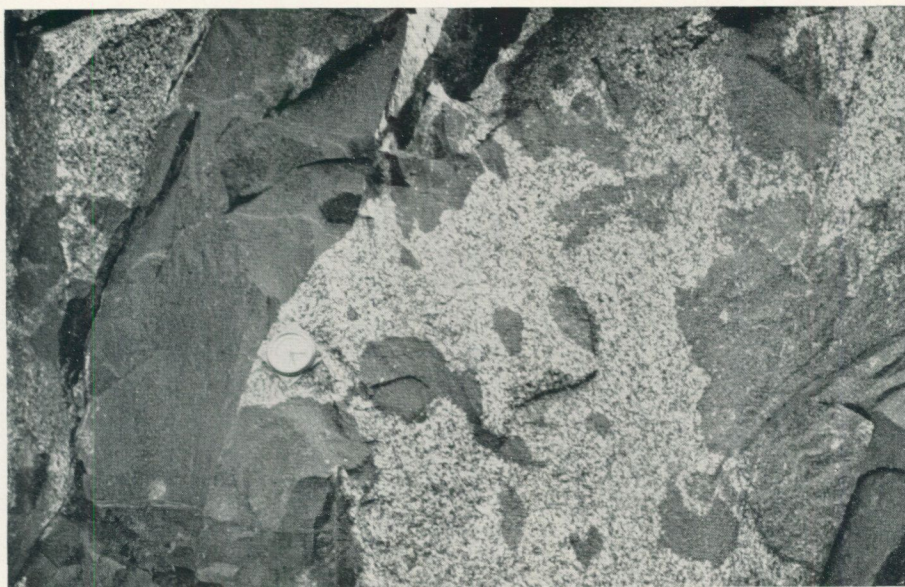
Grey granite with more or less assimilated inclusions of diorite. Road cutting. Hensvik.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 38. Grå granit med inneslutningar av diorit. Vägskärning. Hensvik.

Grey granite with enclosed fragments of diorite. Road cutting. Hensvik.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 39. Grå granit med inneslutningar av diorit och genomsatt av en grönstengång. Vägskärning. Hensvik.

Grey granite with inclusions of diorite, and cut by a greenstone dike. Road cutting. Hensvik.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 40. Grå granit med sliror av mer eller mindre assimilerad grönsten och kantiga fragment av samma material. Norrängen.

Grey granite with schlieren rich in more or less assimilated greenstone material and angular fragments of greenstone. Norrängen.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 41. Skarn och järnmalm genomsatta av ådror av röd granit. Ryagruvan.

Skarn and iron ore cut by veins of red granite. Rya Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 42. Ådror av epidot i granatskarn. Ryagruvan.

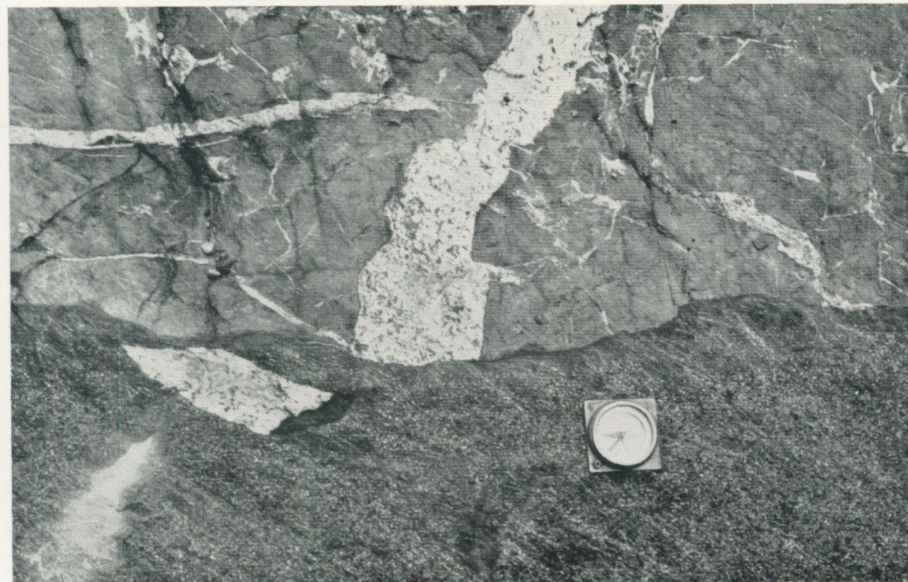
Veins of epidote in garnet skarn. Rya Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 43. Skarn genomsatt av granitådror, vilka i sin tur äro avskurna av en grönstengång (nedtill). Fredriksgruvan.

Skarn cut by veins of granite, which are cut by a greenstone dike (below). Fredrik Mine.



S. Hjelmqvist foto.

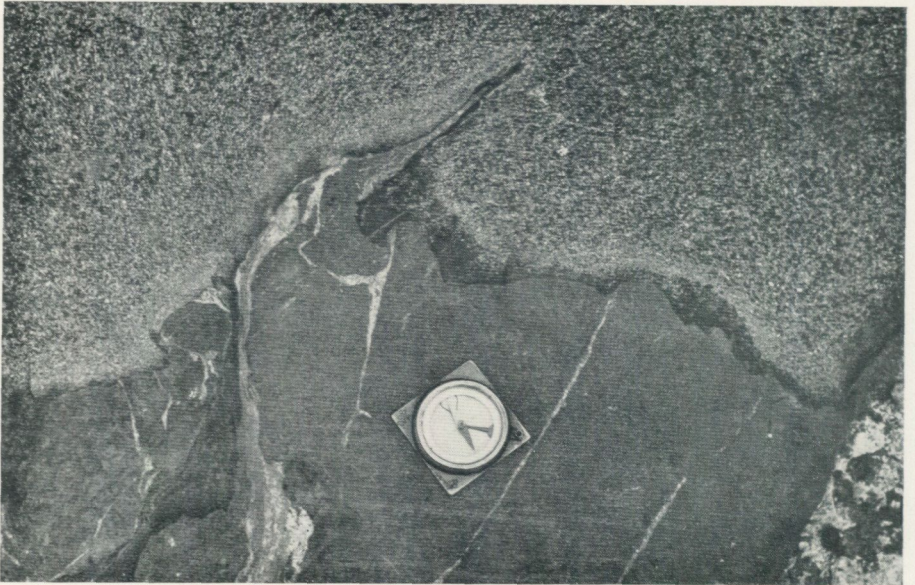
Fig. 44. Skarn genomsatt av granit och en ännu yngre grönstengång (nedtill). Ryagruvan.

Skarn cut by veins of granite and by a still later greenstone dike. Rya Mine.



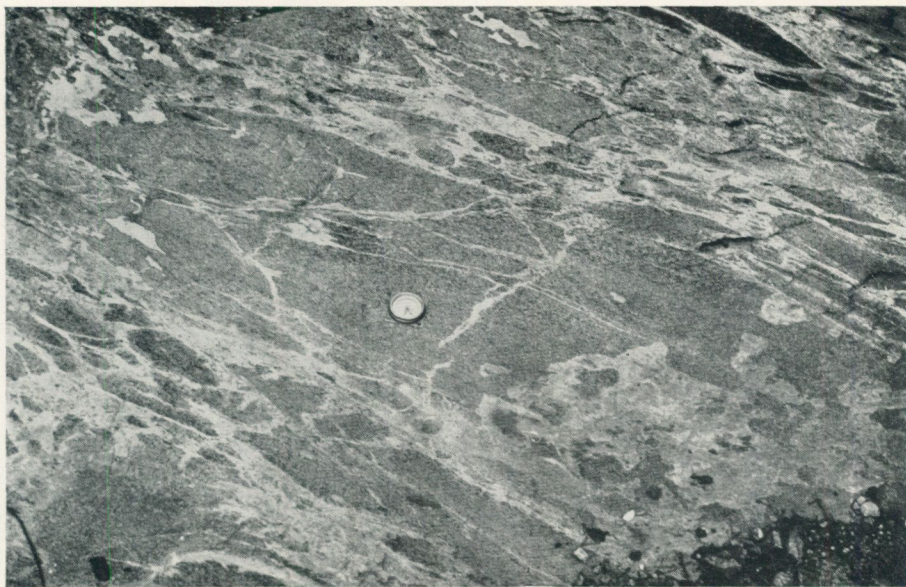
S. Hjelmqvist foto.

Fig. 45. En basisk grönstengång genomskärande en mera salisk. Ryagruvan.
A basic greenstone dike cutting a more salic one. Rya mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 46. Kontakt mellan skarn (nedtill) och grönstengång (upptill). Reaktionskarn (den mörka zonen) vid kontakten. Ryagruvan.
Contact between skarn (below) and greenstone dike (above). Reaction skarn (dark zone) at the contact. Rya Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 47. Inhomogen grönstengång med ådror av plagioklas. Fabiangruvan.

Inhomogeneous greenstone dike with veins of plagioclase. Fabian Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 48. Grönstengång rik på hornblände i de centrala partierna och rik på plagioklas i randpartierna. Fabiangruvan.

Greenstone dike rich in hornblende in the central part and rich in plagioclase at the border. Fabian Mine.



S. Hjelmqvist foto.

Fig. 49. Grönstengång genomsättande kalksten. Reaktionsskarn vid kontakten och längs sprickor i grönstenen. Ryagruvan.

Greenstone dike cutting limestone. Reaction skarn (light-coloured) at the contact and along fissures in the greenstone. Rya Mine.



S. Hjelmqvist foto.

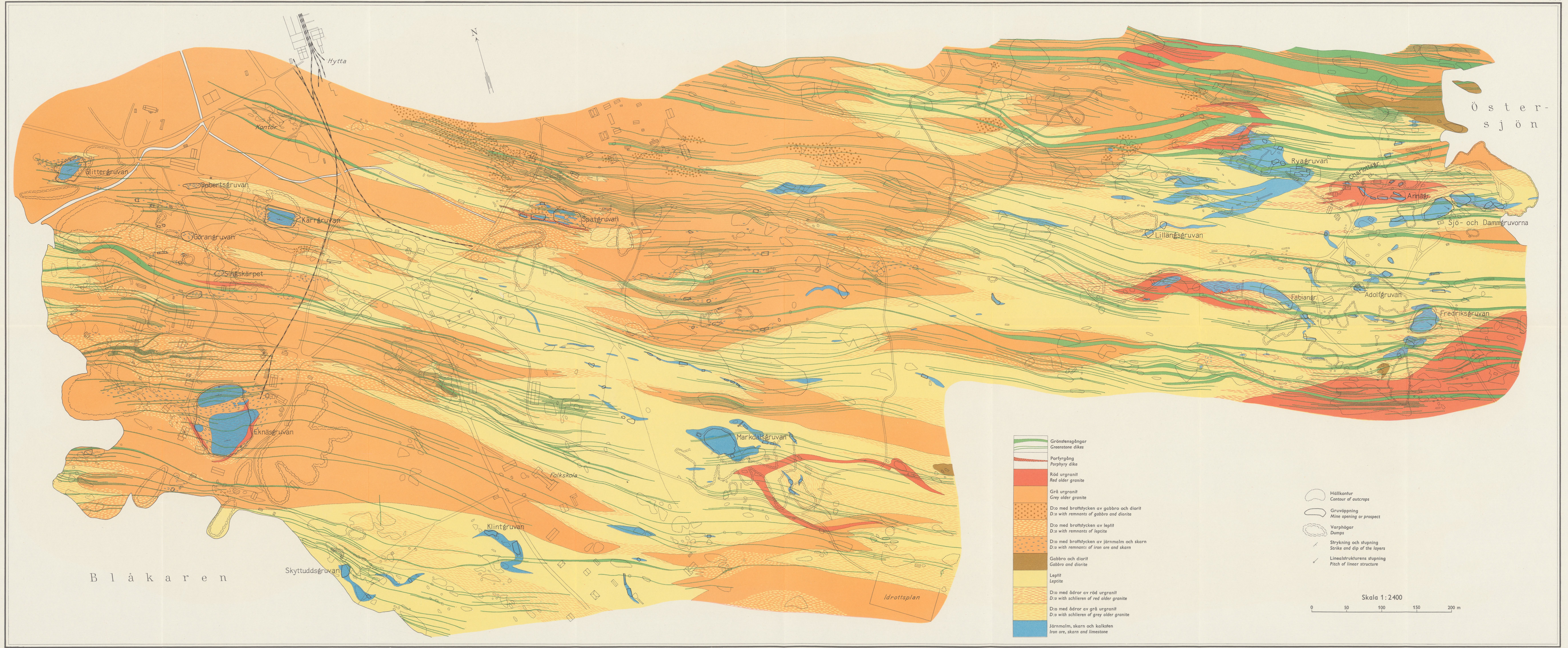
Fig. 50. Kraftigt sammanveckad grönstengång i kalksten. Ryagruvan.

Strongly folded greenstone dike in limestone. Rya Mine.

KARTA ÖVER HERRÄNGSFÄLTET (THE HERRÄNG FIELD) AV N. H. MAGNUSSON OCH E. EDDE 1939

Sveriges Geologiska Undersökning Ser. C. No 431

Pl. 1.



- No 418 MAGNUSSON, N. H., Neue Untersuchungen innerhalb des Grängesbergfeldes. Mit einer Karte. 1938 2,00
- » 419 SUNDIUS, N., Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. Med en karta. Summary: Rocks in the south-eastern part of Stockholm Archipelago. 1939 2,00
- » 420 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Bergslagen. (Kolbäcksåns vattenområde). Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Bergslagen. Was-sergebiet des Kolbäcksåns. 1938 2,50

Årsbok 33 (1939)

- No 421 WESTERGÅRD, A. H., On Swedish Cambrian Asaphida. With 3 plates. 1939. 1,00
- » 422 SANDEGREN, R., Nedre Klarälvsdalens postglaciala utvecklingshistoria. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Die postglaciale Entwicklungsgeschichte des unteren Klarälvtals. 1939 1,00
- » 423 LUNDQVIST, G., Sjösediment från området Abisko—Kebnekaise. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Abisko—Kebnekaise-Gebiet in Schwedisch-Lappland. 1939 2,00
- » 424 GAVELIN, SVEN, Geology and ores of the Malänäs district, Västerbotten, Sweden. With 38 plates. Resumé: Malänäsområdets geologi och malmförekomster. 1939 5,00
- » 425 COLLINI, B., Hydrogeographische Beobachtungen an einigen Seen in Südwestschweden. 1939 1,00
- » 426 ÖDMAN, O. H., Urbergsgeologiska undersökningar inom Norrbottens län. Med en karta. Summary: On the pre-Cambrian geology of Swedish Lappland. 1939 3,00
- » 427 WICKMAN, F. E., Some graphs on the calculation of geological age. With one plate. 1939 0,50
- » 428 LOOSTRÖM, R., Lönnfallet. Southernmost part of the Export Field at Grängesberg. With 3 plates. 1939 2,00
- » 429 THORSLUND, PER, Kvartärgeologiska iakttagelser inom östra Storsjöområdet i Jämtland. 1939 0,50
- » 430 HJELMQVIST, SVEN, Some post-silurian dykes in Scania and problems suggested by them. 1939 1,00

Årsbok 34 (1940)

- No 431 MAGNUSSON, N. H., Herrängsfältet och dess järnmalmer. Med en tavla. Summary: The Herräng field and its iron ores. 1940 3,00
- » 432 ARRHENIUS, O., Fosfathalten hos svenska torvslag. 1940 0,50
- » 433 LUNDQVIST, G., Bergslagens minerogena jordarter. 1940 2,00
- » 434 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Gotland. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Gotland. 1940 2,50
- » 435 BROTZEN, F., Flintrännans och Trindelrännans geologi (Öresund). Med en tavla. Zusammenfassung: Die Geologie der Flint- und Trindelrinne (Öresund) 1940 1,00
- » 436 THORSLUND, PER, On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland (Tvären). With 15 Plates. 1940 5,00

Ser. Ca.

- No 24 GELJER, PER, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Med 6 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Norberg. 1936 8,00
- » 25 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 1. Declination. With 4 plates. 1936 10,00
- » 28 GELJER, PER, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field. 1938 6,00
- » 29 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 2. Inclination. With 4 plates. 1939 10,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1.*