SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser N:o 312.

ÅRSBOK 16 (1922) N:o 2

GRYTHYTTEFÄLTETS GEOLOGI

AV

N. SUNDIUS

MED 2 TAVLOR

ENGLISH SUMMARY OF THE CONTENTS

Pris 5 kr.

STOCKHOLM 1923
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
230263

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser. N:O 312.

ÅRSBOK 16 (1922) N:O 2.

GRYTHYTTEFÄLTETS GEOLOGI

AV

N. SUNDIUS

MED 2 TAVLOR

ENGLISH SUMMARY OF THE CONTENTS

STOCKHOLM 1923
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P A. NORSTEDT & SÖNER
230263

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Sid.

Inledning 5
Äldre arbeten 8
Stratigrafisk indelning 10
Den superkrustala formationens tektonik 20
Lerskiffer 38
Kontaktmetamorfoserade facies av lerskiffern 57
Skifferns praktiska användning 62
Gråvackor och skifferartade hälleflintor i skiffrarnas liggande 65
Övre hälleflintetagen 82
Kvartsporfyrer 84
Sedimentära hälleflintor 111
Agglomerater 133
Undre hälleflintetagen 139
Hälleflintornas kemiska sammansättning 155
Om hälleflintornas metamorfos 164
Metasomatiskt förändrade facies av hälleflintorna 169
Leptiter 172
Om hälleflint-leptitbergarternas bildningssätt 177
Kalkstenar 181
Spiliter och grönstensbreccior 192
Intrusiva grönstenar 204
Konglomerat 213
Äldre graniter 220
Yngre » 228
Postarkäiska diabaser 249
Malmförekomster 256
Järnmalmer 258
Sedimentära malmer 258
Skarnmalmer 276
Manganrika kalk-skarnmalmer 294
Om successionen vid malm-skarnbildningsprocesserna 322
Om kalk-skarnmalmernas genesis 324
Silvermalmer 327
Kopparmalmer 331
Analysförteckning 333
Summary 334
Legend to the map, Pl. 1 354
» » *Pl. 2* 354

Inledning.

Såsom Grythyttefältet betecknas här det synklinalströk, som mot V begränsar det vidsträckta, kompakta hälleflint-leptitområdet inom norra delen av Örebro län. Fältets begränsning i N och S betingas av de här avskärande yngre granit-batyliterna. Mot öster träda de superkrustala bottenlagren i dagen och torde med i stort antiklinalt, platåartat läge uppbygga huvudmassan av leptit-hälleflintterrängerna åt detta håll, till dess omkring det stora Vikern-Rossvals-kalkströket åter ett avbrott, sannolikt i form av ett nytt, betydande synklinalströk föreligger. Grythyttefältets begränsning mot detta tektoniskt högre belägna område kan förläggas till den zon, utmed vilken det antiklinala läget av bottenlagren börjar göra sig gällande, en zon som ligger nära den övre hälleflintetagens undre gräns å kartan. Mot V utgöres tektoniskt fältets gräns av den antiklinala uppvälvning av lagren, som förefinnes mellan Saxå- och Grythyttefältena. Denna är likväl av relativt underordnad betydelse, och strängt taget kunna båda dessa fält sammanföras till en sammansatt synklinalbildning, väster om vilken i Persbergstrakten mot leptit-hälleflintorna i den östra antiklinalplatån svarande leptitiska bottenlager åter äro synliga.

Inom Grythyttefältets delsynklinal uppträda ett flertal oregelbundenheter, betingade av böjningar i veckningsaxlarna, varav den största utgöres av en betydande uppvälvning av bottenlagren, SO om Grythyttehed. Genom densamma förorsakas en geografisk uppdelning av ytlagren, varjämte den allmänna tektoniska byggnaden söder om det tvärstående antiklinalpartiet ej oväsentligt avviker från den norr därom rådande. Dessa förhållanden föranledde författaren tidigare, att som ett särskilt område, Älvestorpsfältet, särskilja det södra partiet. I anseende till den enhetlighet i stort, som synklinalströket likväl konstituerar, har det emellertid befunnits lämpligare, att bibehålla den äldre, enhetliga beteckningen för hela ströket.

Geografiskt faller det sålunda avgränsade området inom gränstrakterna av Västmanland mot Värmland. Till en mindre del sträcker det sig in i det sistnämnda landskapet.

Områdets topografiska förhållanden liksom de kvartära bildningarna ha av förf. blivit behandlade i ett tidigare arbete (S. G. U. Ser. C, n:o 308). Såsom där framhållits, ansluter sig topografien i allmänhet nära till berggrundsbyggnaden, vanligen även i detalj. I stor utsträckning, såsom beträffande Norr- och Söder-Älgen, Sirsjön (SV om Älvestorp) och även Halvars-Noren äro sjöarnas former beroende av lagrens strykningar och böjningar. Detsamma torde sannolikt gälla även för Lundsfjärden i kartans SO-hörn. Sirsjön SV om Älvestorp torde vara anlagd över tvenne små skålbildningar, i vilka skiffer ännu resterar (blottad NO invid sjön och å udden å mitten av östra sidan). I få fall kan dock ett samband mellan förkastningslinjer och sjöbäckenas form förutsättas (Saxen, Halvtron).

Marina gränsen är i norra delen av fältet belägen på c:a 205 à 210 m (Örlingen), i södra delen på c:a 195 m nivå (Lokatrakten). Som hälleflint-granitterrängerna i genomsnitt nå upp till 220—270 m, ha de till större delen legat över det senglaciala havets nivå. Detsamma gäller även för delar av skifferområdena. Berggrunden är därför föga frisköljd och i allmänhet täckt av ett dock i regel föga mäktigt moräntäcke. Denna omständighet jämte förefintligheten av betydande glacifluviala avlagringar och större myrbildningar i områdets centrala delar försvårar i många fall följandet av lagren. I allmänhet är dock hällmaterialet tillräckligt för att tillåta en rekonstruktion av de viktigare tektoniska förhållandena.

Få områden torde vara bättre ägnade att belysa de frågor, som anknyta sig till den malmförande formationens byggnad och genesis än Grythyttefältet och det i väster angränsande Saxåfältet. Genom uppträdandet av de stora skifferområdena och genom en praktiskt utförbar nivåuppdelning av hälleflintorna, samt på grund av den superkrustala komplexens frihet från granitintrusioner erhållas möjligheter för ett fastställande i stort, delvis även i detalj av tektoniken. Bergarternas i Grythyttefältet föga metamorfoserade tillstånd tillåter vidare i större utsträckning än vanligt slutsatser angående deras genesis och förhållandena vid deras bildning. Härtill anknyta sig vidare frågor av malmgeologisk natur, för vilkas diskussion de antydda förhållandena lämna utgångspunkter, liksom ett flertal andra allmänt geologiska spörsmål.

Förf. började sina arbeten i fältet sommaren 1910. Desamma fortsattes somrarna 1911—12 samt 1915—17. Ytterligare kompletterande, mindre rekognosceringar utfördes somrarna 1919—20, varjämte under näst sist förflutna sommar en grundligare revision av det tektoniskt synnerligen instruktiva Älvestorpsområdet visade sig nödvändig. Kartan i denna del av området hade tidigare till väsentlig del grundats på

Lokabladets observationsmaterial, vilket emellertid för det föreliggande arbetet visade sig otillräckligt. Fältarbetena påbörjades på författarens initiativ med understöd från Sveriges geologiska undersökning. Från 1918 upptogs det bland Undersökningens uppgifter. För det understöd som från Undersökningens sida tidigare lämnats mig, liksom för personligt intresse får jag härmed till d. v. chefen Prof. J. G. ANDERSSON samt till Överdirektör A. GAVELIN framföra min djupt kända tacksamhet.

Från Grythytte Bergslags Malmöres-kassa har tilldelats mig ett bidrag av 300 kr. för de malmgeologiska arbetena, varför jag här får uttrycka min tacksamhet.

Den föreliggande kartan är till större delen uppgjord efter nyrekognoscering av författaren. För de perifera delarna i N, Ö och SV ha emellertid även äldre kartor använts, dels Bergslagsundersökningens kartor av 1872—82, dels geolog. bl. Nora, Hjulsjö och Loka. Likaså har jag haft att tillgå av Fil. Kand. ADAM REUTERSKIÖLD i trakten kring Älvestorp insamlat bergartsmaterial, vilket godhetsfullt av honom ställts till min disposition.

Under fältarbetena har det varit mig en högt skattad förmån att ständigt få räkna på Kamrer P. A. HENRICSSONS i Grythyttehed personliga välvilja och intresse. Såsom gammal bergsman väl känd med traktens malmfyndigheter och initierad i de lokala förhållandena, har Kamrer HENRICSSON kunnat lämna råd och upplysningar till gagn för arbetet. En mångfald uppgifter angående malmfyndigheterna ha vidare lämnats mig av Bergsingenjör AXEL L:SON ALARIK, Sikfors. Av honom ha kalkstens- och malmanalyser i stor utsträckning ställts till mitt förfogande, liksom han ägnat undersökningen sitt personliga intresse. Till båda de nämnda personerna får jag härmed framföra mitt varma tack.

För den del av Saxåfältet, som faller inom kartområdet V om Saxhyttan har jag av Fil. Lic. N. H. MAGNUSSON erhållit kompletterande upplysningar. Till Lic. MAGNUSSON, som under de senaste åren utfört kartering av Saxåfältet, får jag dessutom uttala mitt tack för angenämt samarbete i de i stor utsträckning gemensamma problemen.

Förf. vill slutligen med tacksamhet omnämna det betydande och tillförlitliga analytiska arbete, som för denna undersökning utförts av den nyligen bortgångne kemisten vid Geologiska undersökningen Fil. Dr. R. MAUZELIUS. Ävenledes får jag härmed framföra mitt tack för beredvilligt och tillförlitligt analysarbete till Fil. Lic. G. ASSARSSON och Fil. Dr. A. BYGDÉN.

Äldre arbeten.

Den äldre litteraturen rörande Grythyttefältet återfinnes i följande arbeten:

A. E. TÖRNEBOHM, Geologisk öfversiktskarta öfver mell. Sveriges Bergslag, bl. 4, 1881.

H. SANTESSON, A. BLOMBERG, B. SANTESSON, Beskrifning till karta öfver berggrunden inom de malmförande trakterna i norra delen af Örebro län, S. G. U. Ser. Bb, n:o 3 och 4, 1883 och 1889.

A. BLOMBERG, Bl. Loka, S. G. U. Ser. Aa, n:o 118, 1903.

A. G. HÖGBOM, Precambrian Geology of Sweden, Bull. Geol. Inst. Upsala, X, sid. 53, 1910. Handbuch der regionalen Geologie, Bd. IV: 3, sid. 23, 1913.

N. SUNDIUS, Grythyttefältets geologi, preliminärt medd. G. F. F. 38: 267, 1916 samt föredragsref. 35, sid. 160.

Området beröres vidare av TÖRNEBOHMS beskrivning över bergsbyggnaden inom Fernebo härad (1877) och av beskrivningen till översiktskartan över Värmlands län (1881), i vilka båda arbeten det likartat byggda Saxåfältet behandlas.

De perifera delarna av fältet falla vidare inom bladen Nora (1875) och Hjulsjö (1879), utgivna av O. GUMÆLIUS och A. BLOMBERG. Likaledes beröres fältet periferiskt av GUMÆLIUS' på förhållandena inom bl. Nora grundade arbete om »Malmlagrens åldersföljd och användande såsom ledlager» (S. G. U. Ser. C, n:o 13, 1875).

För den riktiga förståelsen av hälleflintornas genesis viktiga mikroskopiska iakttagelser ha omnämnts av H. BÄCKSTRÖM (Västanåfältet, S. G. U. Ser. C, n:o 168, sid. 55, 1897). Ytterligare meddelanden och hänvisningar rörande förhållandena inom fältet, speciellt rörande gruvorna komma i det följande att refereras. Bland desamma må här särskilt nämnas IGELSTRÖMS många mineralogiska notiser. (För sammanställning av desamma se G. F. F. 19, sid. 503—8.)

Grundläggande för förståelsen av de stratigrafiska och de tektoniska förhållandena inom fältet ha TÖRNEBOHMS arbeten varit. Den av honom genomförda uppdelningen av fältets bergarter kan i sina huvuddrag sägas vara alltjämt bestående, liksom hans kartbild i stort sett riktigt återgiver de föreliggande förhållandena. De största ändringarna, som förf:s kartering föranlett, förefinnas inom Älvestorpstrakten. TÖRNEBOHMS kartbild är även i det avseendet beundransvärd, att den trots den ringa skalan innehåller en stor rikedom på detaljer, vilka i de flesta fall visat sig vara riktiga. I ett avseende föreligger dock

stark schematisering, nämligen beträffande hälleflintornas allmänna begränsning mot öster av leptiter.

Samtliga superkrustala bergarter med undantag för konglomeratbildningarna vid Saxhyttan och Älvestorp bilda enligt T. en kontinuerlig lagerserie, vilkens övre leder (övre hälleflintor och skiffer) ligga i en »i många fall oregelbunden, men dock i stort ganska väl utbildad» geotektonisk skål. Följande leder utskildes: Äldst leptiter, däröver »porfyroider» (strökornsförande, i allmänhet röda—bruna hälleflintor), mörka hälleflintor med inlagringar av kalksten och diorit (rikligast i undre delen) samt yngst lerskiffer. Yngre än samtliga äro de nämnda konglomeraterna, för vilka tidigare (Fernebobeskrivningen sid. 20) möjligheten av en kambrisk ålder förutsättes. Senare (bergslagskartans beskr.) hade T. emellertid funnit avgörande skäl för deras hänförande till urberget. Tydligt yngre än dessa samtliga äro de stora begränsande och delvis genomsättande granitmassiven och de desamma genomskärande diabasgångarna. De sistnämnda synas av T. jämställas med diabaserna i Dalarnas algonkiska sandsten (Fernebobeskr. sid. 22) eller ev. räknas som siluriska (bergslagsbeskr. sid. 20).

Då TÖRNEBOHMS bergslagskarta, bl. 1 utkom, var redan den av Sveriges geologiska undersökning igångsatta detaljkarteringen av norra delen av Örebro län avslutad, och resultaten sammanställda. Desamma hade även i någon mån kommit till användning i T:s arbete. Den slutligt reviderade och omarbetade kartan utkom först två år senare och redogörelsen för malmerna först 1889. Det viktigaste i denna sammanställning utgöres av den mångfald av data beträffande gruvförekomsterna som sammanförts av B. SANTESSON. Däremot innehåller den geologiska beskrivningen föga nytt. Detsamma gäller även det senare utgivna bl. Loka, där kartbilden förblivit ungefär oförändrad.

I de av HÖGBOM lämnade korta översikterna över fältet, vilka i huvudsak bygga på de tidigare utkomna arbetena, delvis dock även på egna iakttagelser, antydes sannolikheten eller möjligheten av någon diskordans mellan de övre bergartsleden (skiffer—övre hälleflinta) och de undre. En likartad sannolikhet är senare även antydd av GAVELIN (G. F. F. 34, sid. 556), därvid likvisst den ev. diskordansen förlägges djupare ned till gränsen mellan leptit och hälleflinta i bottenlagren. Den väsentliga nyheten i HÖGBOMS sammanställning är den modernare uppfattningen av fältets leptit-hälleflintbergarter såsom i högre och lägre grad metamorfoserade kvartsporfyr-, resp. tuffbergarter, en uppfattning, som på grund av O. NORDENSKJÖLDS och H. BÄCKSTRÖMS arbeten från andra delar av landet på 1890-talet börjat bryta igenom. Framhållas må emellertid, att redan TÖRNEBOHM vid sina tidigare arbeten igenkänt vissa hälleflintvarieteter såsom verkliga porfyrer (Kull-

berget—Gillershöjden—Kyrkviken), liksom han redan 1873 (G. F. F. 1, sid. 195) uttalat den förmodan, att man i de porfyrartade hälleflintorna möjligen hade att se porfyrtuff-bildningar.

Då förf. i anslutning till ett föredrag i Geologiska Föreningen lämnade det preliminära meddelandet angående de då vunna resultaten av karteringsarbetet inom fältet, var rekognosceringen av Älvestorpsdelen ej utförd, liksom bottenlagren och deras fortsättning mot öster blott ofullständigt berörts. De fortsatta rekognosceringarna ha beträffande den stora konglomeratzonens ålder och läge samt beträffande hälleflintfasens utbredning mot öster medfört väsentliga förändringar. I övrigt kvarstå de då vunna resultaten föga berörda.

Stratigrafisk indelning.

Fältets bergarter fördela sig på följande huvudgrupper:

1. *Den superkrustala formationen.* Till densamma har här även hänförts den stora konglomeratzonen Sången—Limmingsjön, ehuru förhållandena utvisa, att en diskordans måste föreligga mellan densamma och de övriga ytbergarterna. Diskordansen kan dock ej vara av en storlek, som berättigar till konglomeraternas uppförande till en särskild formation, enär de tektoniskt nära ansluta sig till den omgivande berggrunden och måste förutsättas ha deltagit åtminstone i en del av de veckrörelser, som övergått dess lager.

Såsom en i ålder med de i den superkrustala formationens övre delar uppträdande effusiva grönstenarna jämställbar, hypabyssisk grupp kan man även räkna större delen av de inom hälleflintorna förefintliga intrusiva grönstenarna. Desammas intrusionsperiod infaller under senare delen av ytlagrens bildning (tiden mellan undre hälleflintetagen och den grå, övre skiffern).

Svårare är att erhålla säkra hållpunkter på åldern av de relativt ytligt stelnade graniterna i Silverknuten—Nätsjöskogen och SO därom. I det preliminära meddelandet av 1916 hänfördes dessa på grund av förekomsten av genomsättande grönstensgångar samt på grund av sin petrografiska beskaffenhet till hälleflintornas grupp såsom intrusiva delar av samma magma, som levererat hälleflintornas ytmaterial. Sedan dess ha emellertid förhållanden tillkommit, som tala för eller åtminstone möjliggöra ett genetiskt samband med de nedan omnämnda urgraniterna, sålunda tydande på en yngre ålder. Det viktigaste av dessa förhållanden är påvisandet inom fältet och dess omgivning i NO av en yngre grönstensgrupp, till vilken de i Silverknutsgraniten uppsättande gångarna kunna höra. Av vikt för frågan är vidare konstaterandet under de senare åren av förekomsten av extrema plagio-

klasgranit-zoner såsom utsöndringar i större skala utmed kontakterna av gnejsgraniter (Nyberget, Loftahammar, jmf. G. F. F. 43, sid. 570). Å kartan ha därför de omnämnda granitförekomsterna erhållit urgraniternas färg, ehuru fullt bindande bevis för riktigheten av detta förfaringssätt ej föreligga. Skulle de ifrågavarande graniterna genetiskt härstamma från en djupare liggande urgranitmagma, måste de uppfattas såsom till långt avstånd från densamma framträngda delar av en dess extrema randzon.

2. *Urgraniter.* Till denna grupp hör utom de mer problematiska, redan nämnda graniterna den helt sporadiskt i en mindre häll blottade plagioklasgnejsen i fältets sydostligaste del vid Grekskog samt en salisk plagioklasgnejs vid Sandsjöhöjden i NO-hörnet av kartan. Den förra utgör den västligaste av ett flertal små gnejsgranitområden, som ö-artat uppträda i leptiterna Ö och S om kartans SO-hörn (jmf. bl. Nora). Även strax öster och NO om kartans NO-hörn uppträda ett flertal större gnejsgranitområden, som fortsätta upp mot NO till Grängesbergsområdet, där de tidigare beskrivits av H. JOHANSSON.[1] Mindre och makroskopiskt ej urskiljbara intrusioner torde slutligen även finnas inom leptitområdet i kartans NO-hörn.

3. *Yngre grönstensgångar.* I konglomeratet vid Sången liksom i gnejsgraniten vid Grekskog äro grönstensgångar funna, som måste vara yngre än den under 1 uppförda, äldre grönstensgruppen. Inom fältet föreligga alltså bevis för en yngre gångformation. Denna är tydligt för handen inom trakterna NO om fältet, där de omnämnda gnejsgraniterna genomskäras av talrika grönstensgångar. Huru stor del av fältets gångar, som är att räkna hit, är svårt att avgöra på grund av bergarternas likhet (de bestå samtliga av saussuritdiabaser, i leptitterrängerna ersatta av mer eller mindre starkt prononcerade amfiboliter), men sannolikt äro de i Silverknutsgraniten förefintliga och de sporadiskt i skiffrarna och i konglomerat anträffade förekomsterna, liksom en del i hälleflintorna, oberoende av lagrens strykning och i ett NNV—SSO-ligt system anordnade gångar (speciellt i trakten SO om Söder Älgen) att hänföra till denna yngre grupp. På grund av svårigheten att hålla de båda åldersgrupperna isär har något försök att utskilja dem på kartan ej gjorts.

Huruvida denna yngre gångformation är att hänföra till någon av de båda i fältet uppträdande granitgrupperna är av naturliga skäl svårt att avgöra. Uteslutet är ej, att man här, liksom beträffande de i sitt uppträdande analoga amfibolitintrusionerna i östra Östergötland, vilkas geologiska relationer bättre kunnat följas, har att göra med en

[1] G. F. F. 32, sid. 239.

de yngre graniterna förelöpande och med desamma genetiskt samhörig diabasmagma. Å andra sidan är även möjligt, att gångarna geologiskt närmare ansluta sig till urgraniternas magma såsom en yngsta, basisk intrusionsfas av densamma.

4. *Yngre graniter.* Dessa bilda i N, S och SV stora, batylitiska massor av något variabel, dock nästan genomgående beträffande förhållandet plagioklas: Or-fältspat intermediär komposition. Även ledes uppträda i det antiklinala stråket mellan Saxå- och Grythyttefältena tvenne ej obetydliga massiv. Ett fåtal små massiv uppträda dels i omedelbart grannskap av de stora batylitmassornas gränser i N och S, dels isolerat inne i hälleflintorna öster om synklinalstråket. Dessa senare äro av extremt salisk, aplitgranitisk karaktär. De yngre graniterna ha tydligtvis framträngt, efter det de superkrustala lagren fått sin nuvarande, av stark hopveckning präglade tektonik. Deras gränser avskära i stort de äldre lagren, oberoende av deras strykning. Graniterna äro till större delen föga eller ej pressade. Rätt stark förskiffring förekommer dock i den sydliga batylitmassan, lokalt även i massivet N om Saxen (Saxe-Knutmassivet).

5. *Postarkäiska hypersten-olivin-diabaser.* Desamma bilda en ganska allmänt förekommande gångformation, som även genomskär de yngre graniterna. Om dessa gångars ålder låter sig blott den förmodan uttalas, att de äro av prekambrisk ålder.

Inom den superkrustala formationen låta sig följande led urskiljas:

Äldst äro hälleflintor av övervägande extremt albitrik sammansättning. I desamma förekomma flerstädes kalkinlagringar, dock i allmänhet av små dimensioner. Dessa hälleflintor, här sammanfattade under namnet »*den undre hälleflintetagen*» ha i allmänhet en rödaktig, blekröd, delvis även gråvit eller grågrön färg. De utmärkas kemiskt och geologiskt av en större homogenitet än de följande och en kompaktare byggnad, beroende på större brist på lagring. Denna kompakthet försvårar utredandet av de tektoniska förhållandena inom de av dessa hälleflintor intagna terrängerna. Dessa hälleflintor, som svara mot TÖRNEBOHMS »porfyroider» och leptiter, bilda på östra sidan av synklinalstråket en bred zon, som fortsätter vidare öster om kartkanten. Gränsen mot den överliggande hälleflintetagen är på vissa ställen relativt skarp. Så är t. ex. fallet S och SO om Söder Älgen, N om Älvestorp samt S om Skålen. I andra fall erbjuder det stora svårigheter att ange någon definitiv gräns även å platser, där relativt rikliga hällar finnas. Detta beror därpå, att natronrika hälleflintor finnas även inne i de överliggande hälleflintorna och på växellagring av kali- och natronrika bergarter.

Väster om synklinalstråket uppträda likartade, röda hälleflintor i området V om Sången och ned till Saxhyttan. De äro likväl delvis ej lika extremt Na-rika i sin sammansättning samt visa en upprepad växellagring med inlagrade, mörka, glimmer- och kalirikare lager. Denna komplex, som innehåller Sångens—Saxhyttans delvis jaspilitartade blodstensmalmer, har här uppfattats såsom en stratigrafisk motsvarighet mot de övre delarna av den undre etagen i öster eller ett övergångsled mellan de båda etagerna. Denna parallellisering grundar sig utom på den petrografiska likheten hos de förhärskande bergarterna på de tektoniska förhållandena i det västra området. Tillförlitliga hållpunkter för en mera definitiv parallellisering låta sig emellertid ej erhållas.

Närmast yngre än de beskrivna bergarterna äro den *övre etagens* hälleflintor, i vilka kalirika eller, beträffande alkalifältspaterna, intermediära blandningar förhärska. Hälleflintorna ha här dominerande mörka eller gråvita, ofta på grund av sericitskiffrig konsistens grågula, även brunaktiga färger. Inom denna etage är bergartsväxlingen större, åstadkommen utom genom kemiska och strukturella variationer, genom oftare förekommande lagring, samt genom inlagringar av talrikare, delvis betydande kalklager. Någon speciell kalkstenshorisont vid basen av etagen, som av TÖRNEBOHM och senare MAGNUSSON konstaterats i Saxåfältet förefinnes ej, utan större kalklager förefinnas jämväl i högre nivåer ända upp till skifferns liggande, även om de flesta förekomsterna synas tillhöra etagens undre del (jmf. profilerna).[1]

Över den övre hälleflintetagen följa gråvackor och delvis skifferartade hälleflintor i växellagring. Desamma bilda inom fältet ej någon kontinuerlig horisont. Mäktigast äro de utvecklade å halvön vid Hälgsnäs och kunna i en större zon därifrån följas över Killingudden och ned på Sundsudden söder om Grythyttan. Ävenledes ingå likartade bergarter i den som undre skiffer betecknade zonen i Älvestorpsområdet. En något avvikande gråvackeartad typ av sericit-kvartsitisk, delvis konglomeratisk karaktär har lokalt iakttagits anstående i växellagring med hälleflinta under konglomeratet S om Saxhyttan. I gråvackorna är rikligt med hälleflint-porfyrmaterial inmängt, delvis i form av grövre mineral- (kvarts- fältspat-) och bergartsfragment, delvis även i fin fördelning i grundmassorna. Bergarter av motsvarande gråvackeartad konsistens ingå även som underordnade lager i de underlagrande hälleflintorna. Likaså förefinnas i desamma i underordnad kvantitet lager av tät, skifferartad beskaffenhet, i vilka vittringsmaterial innehållits.

[1] Jmf. även TÖRNEBOHM, Bergslagskartan beskr. bl. 4, sid. 32—33.

Över gråvackorna eller, där de saknas, över hälleflintorna följer skiffer, som här liksom i Saxåfältet kan uppdelas i tvenne led, ett undre, bestående av mörka, grafitförande skiffrar samt över desamma liggande, ljusare, grågröna skiffrar, som utgöra skifferetagens huvudmassa. Den undre, mörka skiffern har liksom gråvackorna en ofullständig utbredning, i det den saknas utmed västra sidan av den norra skifferskålen (Grythytteskålen).[1]

Likaså kilar den mörka skiffern ut mot N vid Silvergruvan utmed skålbildningens östra sida. Huruvida, såsom å kartan angives, den mörka skiffern uppträder kontinuerligt under Älvestorpsskiffern är osäkert, enär blottningar blott förekomma N och V om skiffern till Sirsjöns sydöstra del. Däremot har mörk skiffer anträffats som isolerade, mindre områden såväl NO om Sirsjön som vid Loka station.

Mellan de olika leden i den beskrivna serien förefinnes ingen påvisbar diskordans. De agglomeratiska bildningar i den övre hälleflintetagens undre del, som delvis redan iakttagits av TÖRNEBOHM, och som i HÖGBOMS schematiserade profil erhållit för stor utbredning (även på V sidan av Grythytte-synklinalen) representera ej genom normal vittringsdenudation alstrade, grovklastiska bildningar, utan ha karaktären av brecciebildningar med kantiga-kantrundade inneslutningar och — försåvitt de ej äro starkt förskiffrade — hälleflintartad mellanmassa. De utgöra i motsats till de yngre konglomeraten lokala bildningar med ringa uthållighet. I vissa fall uppträda de även som flera lager, vilka åtminstone å ett ställe (trakten av Varnäs Ö om Älvestorp) måste bilda skilda nivåer. Försåvitt dessa agglomerater skulle vara bildade genom denudation (mekanisk vittring), måste densamma därför ha varit av lokal art och obetydlig. Sannolikare är, att agglomeraterna utgöra explosiva breccior in situ eller obetydligt omlagrade sådana. Möjligt är, att de delvis kunna ha ett genetiskt samband med de grönstenar, som rikligt äro lokaliserade till samma horisont, och som själva alstrat agglomerat-breccior (grönstensbreccior).

Ehuru sålunda, vare sig tektoniskt eller på grund av avlagringarnas karaktär några diskordanser inom serien kunnat påvisas, kan givetvis ej uteslutas, att under eller före de yngre lagrens avsättning tidigare deformationer skett i berggrunden, men de kunna ej ha varit stora. Vinkeldiskordanser, som skapats genom mindre dylika deformationer, måste på grund av den senare, starka sammanveckningen bli mycket svåra att påvisa. Uteslutas kan naturligtvis ej heller, att ex. vid den nämnda, ganska mäktiga, men föga uthålliga gråvackezonens avlagring någon denudation skett på andra ställen utmed skifferns under-

[1] Ett undantag härifrån är funnet vid Hevreten, V om Grythyttehed, där lokalt grafit-kisimpregnation i den eljest ljusa, grå skiffern förekommer.

yta. Avlagringen av denna gråvackezon, som till stor del är uppbyggd av samma material som den följande skiffern, förutsätter nämligen existensen av ett större, lokalt bäcken i den del av fältet, där zonen är belägen. Skulle detta bäcken haft allmän utbredning över fältet borde åtminstone motsvarande skifferavsättning ha ägt rum. Även en dylik mindre erosion blir, om ej samtidigt konglomerat bildas, på grund av de fåtaliga blottningar, som föreligga, samt på grund av den tektoniska deformationen, svår att påvisa. Antydningar till, att åtminstone lokalt en dylik försiggått, finner man dock utmed den undre gränsen av skiffern V om konglomeratet, där gränsen NV om Älvestorp är blottad. Den kontinuerliga och omärkliga övergången mellan gråvackorna och den överlagrande skiffern visar å andra sidan, att denna erosion ej kan vara av nämnvärd betydelse.

Av de grönstenar, som tillhöra formationen representeras en mindre del av väl bevarade, effusiva, spilitiska lavor, medan större delen utgöres av intrusiva kroppar. Spiliterna äro bundna till den mörka, undre skifferzonen i fältets norra och mellersta del (Grythytteskålen). Endast i ett fall, — drygt 2 km norr om det ställe, där den mörka skiffern vid Silvergruvan kilar ut, har i skiffernivåns fortsättning slaggig grönsten blivit funnen utan associerad, mörk skiffer.

Av stort intresse är, att dessa slaggiga grönstensbergarter med stor regelbundenhet återfinnas inom Saxåfältet. De uppträda här i samma nivå som i Grythyttefältet, alltså i de undre mörka skiffrarna, men finnas även enligt MAGNUSSON något längre ned i gråvackezonen. Liktidigheten av den begynnande skifferavlagringen i de båda fälten kan under sådana omständigheter ej betvivlas.

Såsom bildade vid d. v. jordytan måste även de redan omnämnda grönstensbrecciorna i övre hälleflintetagens undre del uppfattas. Desamma äro f. ö. ej alltid strängt åtskilda från hälleflintagglomeraterna. Dock har ingenstädes i dessa breccior slaggbildningar iakttagits.

Av de intrusiva grönstenarna uppträda de, som förefinnas inom den övre etagen, övervägande som lagerintrusioner, om ock i sin utsträckning ej alltid strängt konforma med de äldre lagren. De flesta och största förekomsterna äro bundna vid gränsen mellan de båda hälleflintetagerna, dock är denna fördelning, lika litet som beträffande kalkstenslagren, av samma regelbundenhet som inom det angränsande Saxåfältet. I den undre hälleflintetagen uppträda förutom större grönstenspartier talrika, ibland hälleflintan oregelbundet söndersplittrande grönstensgångar. Huruvida bland desamma även förekomma yngre gångbildningar, är som redan nämnts, svårt att avgöra; till större delen torde de likväl vara att uppfatta som tillförselkanaler till de högre upp lagerformigt utbredda förekomsterna. De talrika, inne i

de undre hälleflintornas område liggande grönstenspartierna utmed kartans östra kant ha blott föga av förf. undersökts, liksom tektoniken här är outredd. Det är därför osäkert, huruvida de representera flackt liggande kakor, och vilken nivå de intaga. Ett lagerartat uppträdande synes sannolikt, ex. för den stora grönstensbågen S och Ö om området av strökornsrika hälleflintor N om Lundsfjärden. Denna grönsten uppträder i så fall på en nivå ganska djupt inne i den undre etagen.

Den åldersgruppering av de äldre grönstenarna, som här tillämpats, är i huvudsak likartad med den, som tidigare antagits av TÖRNEBOHM. Den grundar sig på det rikliga uppträdandet av grönstenarna upp till den nivå, där de ytliga basaltutgjutningarna skett. Ovanför denna nivå, i den övre skiffern saknas grönstensintrusioner nästan helt och hållet. Bollar av grönsten ingå vidare i konglomeraterna. På grund härav och av tidigare nämnda skäl (grönstensagglomeraterna utmed den övre hälleflintetagens undre gräns) måste förutsättas, att intrusionerna börjat vid övergången mellan övre och undre hälleflintetagerna och ej sträckt sig längre än till slutet av den undre skifferns avsättning. Efter denna epok kunna blott obetydliga och sporadiska intrusioner ha skett. Ett petrografiskt skäl, som talar för ett genetiskt samband mellan de effusiva slaggbildningarna och lagerintrusionerna, är den allmänna förekomsten i de senare av sura saliska kvarts-albitsekret, som motsvaras av likartat sammansatta utbrottsprodukter i de förra.

En betydande svårighet har fastställandet av konglomeratzonens relationer till de övriga superkrustala bildningarna vållat. Konglomeraterna intaga i Grythytteskålen ett läge nära invid skifferns undre, västra yta, som osökt inbjuder till den föreställningen, att de utgöra bottenbildningar till skiffern, såsom av författaren även tidigare antogs. Omedelbart över hälleflintorna äro konglomeraterna dock ej lagrade, utan de skiljas nästan ständigt från desamma genom en vanligen smal zon av skiffer, petrografiskt likartad med den öster om konglomeratet. Obetydliga konglomeratlager ha vid Sången anträffats även i denna skifferzon. De i konglomeraterna dominerande skiffer-sericit-kvartsit-bollarna uppfattades tidigare av förf. såsom lämningar av en något äldre skifferavlagring, av vilken den västra skifferzonen utgjorde rester. Även uppfattades förändringen mot söder i synklinalströkets byggnad såsom sannolikt beroende på ursprunglig faciesväxling under avlagringen, samt betraktades Älvestorpsskiffern såsom sannolikt äldre än skiffern i Grythytteskålen. Genom den senare företagna karteringen av Älvestorpsområdet visade det sig, att denna ståndpunkt var ohållbar, och att olikheten i fältets byggnad i dess norra och södra delar

beror på tektoniska orsaker. Konglomeratzonens läge i Älvestorpsområdet blir därmed ett helt annat än i Grythytteskålen, i det den här utmed sin östra gräns gränsar till övre hälleflinta, ej till skiffer. Att denna gräns är primär, utvisa vidare förhållandena i de anträffade blottningarna, i vilka konglomeratet förmedelst hälleflintkonglomerat eller kvartsitartade bergarter övergår i underlaget.

Av förf. har nästan kontinuerlig fortsättning kunnat påvisas från Älvestorpskonglomeratet upp till zonen V om Grythyttehed. Konglomeratet intager här längst i N samma läge i förhållande till skiffer och hälleflinta, som det sedan bibehåller i förekomsterna vid Saxhyttan och Sången. Likaså är den petrografiska beskaffenheten — bortsett från växlande styrka av förskiffring — i hela zonen likartad. Det kan därför ej betvivlas, att, även om zonen ej är geografiskt fullt kontinuerlig,[1] den likväl å de skilda ställena bildats samtidigt, och att den sålunda till tiden är enhetlig. Ett särskiljande av Sångskonglomeratet till en äldre bildning, såsom skett i beskrivningen till bergslagskartan, saknar därför stöd i de föreliggande förhållandena.

Konglomeratzonen har sålunda ett i stort sett diskordant uppträdande. Utmed sin östra sida gränsar den under sitt lopp från norr till söder till allt djupare lager, inom Grythytteskålen till övre skiffer, å Sundsudden till svart, undre skiffer och längre i söder till gråvackezonen, samt inom Älvestorpsområdet till övre hälleflinta. Gränsens n. v. utbildning å Sundsudden antyder, såsom de i det följande vidare diskuterade, lokala förhållandena utvisa, att någon förskjutning ägt rum utmed densamma, och möjligen har denna förskjutning sträckt sig ytterligare en bit åt S; däremot finnes intet, som talar för likartade förskjutningar å övriga delar av gränsen, där blottningar äro förhanden. Utmed västra gränsen äro förhållandena mer likformiga, i det den västra skifferzonen här återfinnes även i Älvestorpsfältet. Denna zon har med undantag blott för en lokal, N om Nygård anträffats å alla de ställen, där blottningar utmed gränsen äro för handen.

Dessa förhållanden torde blott möjliggöra en tolkning av konglomeratzonens ålder, nämligen att den i stort vilar diskordant på de äldre, superkrustala lagren, och att åtminstone huvuddragen av dessas nuv. tektonik varit anlagda redan vid konglomeraternas avlagring. Å andra sidan kan ingen vinkeldiskordans i detalj påvisas utmed zonens gränser. Ävenledes äro konglomeratlagren i lika hög, delvis i än högre grad än de omgivande bergarterna förskiffrade, liksom åtmin-

[1] Ett avbrott synes föreligga N om Nygård, där konglomeratet hastigt smalnar av mot N i en spets. F. ö. omöjliggör på ett flertal ställen myr- och jordbetäckningen observationer.

stone i ett fall (N om Saxhyttan) förhållandena tyda på stark sammanskjutning av lagren även i konglomeratet. Man blir därför tvingad antaga, att konglomeratzonen bildats under veckningsperioden, som fortsatt även efter konglomeratbildningen. Den konkordans i detalj, som föreligger utmed zonens gränser beror på konformiteten i längs- (huvud-) veckningsaxlarna.

Den erosion, som alstrat det i bollarna ingående materialet kan ej ha nått till något större djup eller varit av större omfattning, enär bollarna till övervägande del bestå av den superkrustala seriens ytliga lager (skiffer, övre hälleflintor, underordnat även undre). Däremot saknas — med undantag för fåtaliga grönstensbollar — intrusivbergarter och framför allt ha fragment av de delvis nästan omedelbart angränsande yngre graniterna ej anträffats. Erosionens ålder måste sålunda vara av äldre datum än dessa graniters framträngande. Bollarnas material är vidare delvis av lokal karaktär, tydande på en härstamning till övervägande del från de omedelbart angränsande trakterna. Beträffande vissa i väster anstående karakteristiska bergartsvarieteter (järnkisel, blodstenshaltiga hälleflintor) förefinnes ett direkt samband mellan den geografiska utbredningen av desamma i hälleflintorna och motsvarande bollars fördelning i konglomeratet. Den erosion, som alstrat konglomeraterna, har sålunda karaktären av en mindre betydande, lokal sådan.

Denna uppfattning av konglomeratet överensstämmer nära med den av TÖRNEBOHM i bergslagsbeskrivningen framlagda. Dock fordra förhållandena i Älvestorpsfältet, så som de framställts av TÖRNEBOHM en större hiatus mellan konglomeratet och de äldre lagren. TÖRNEBOHMS kartbild är dock beträffande denna del av fältet missvisande, speciellt beträffande skifferns utbredning. Likaså har det ej lyckats, trots detaljundersökningar, att påvisa den av TÖRNEBOHM antagna vinkeldiskordansen mellan kalklagret vid Hasselhöjdsfallet och konglomeratgränsen.

Den superkrustala seriens mäktighet låter sig i området ej bestämmas, enär säker botten för formationen ingenstädes är blottad. Skifferns maximimäktighet utgör 1 600 m (halva genomsnittliga bredden å mellersta delen av Grythytteskiffern, inkl. undre skifferzonen). Som med säkerhet kan antagas, att småveckning föreligger, måste emellertid mäktigheten vara avsevärt mindre. En sammanlagd mäktighet av 1 000 m torde få betraktas som en maximisiffra. Den övre hälleflintetagens mäktighet torde på olika ställen ha varierat, dock är den föreliggande mycket stora variationen i utbredning säkerligen beroende på större och mindre sammanskjutningar och ett brantare eller flackare läge av lagren i stort. Vid Saxhyttan har man, då de malmförande hälleflintorna till-

räknas den undre etagen och förutsatt, att ej en förkastning föreligger å gränsen till densamma, ej att räkna med större mäktighet än max. 200 à 250 m. Vid Sången antyda förhållandena en motsvarande max. mäktighet av c:a 800 m. Utmed östra sidan av Grythytteskålen kan för Silvergruvetrakten och trakten öster om Kullberget en max. mäktighet av 750 och 1 400 m beräknas. Till det senare talet kommer S om Kullberget gråvackezonen med max. tjocklek av 450 m. Några hållpunkter på mäktigheten inom Älvestorpsfältet låta sig ej ernås, dock torde den i betraktande av de starka hopskjutningarna ej överskrida de sistnämnda talen. Dessa siffror äro säkerligen för höga, enär bristen på blottningar och ledlager ej tillåter ett noggrannare utredande av de sammanskjutningar, som detaljveckningen låter sluta till.

Beträffande den undre etagen låter sig blott sägas, att den sannolikt är mäktigare än den övre.

Inom Saxåfältet lämnar en uppskattning av mäktigheten över Horrsjögnejsen, som torde få anses som hela seriens n. v. underlag, en sannolik siffra av omkring 2 000 m sammanlagd mäktighet (skiffer + hälleflintor + leptiter).[1]

Fältets stratigrafiska indelning, sådan den i det föregående framställts, är i nedanstående tabell sammanställd. Därvid ha de yngre grönstensgångarna uppställts såsom en i jämförelse med urgraniterna väsentligt yngre grupp. Till urgranitgruppen ha vidare de hypabyssiska graniterna i Silverknuten och S därom hänförts. Båda dessa gruppers ställning är, som nämnts, ännu osäker. Slutligen ha i enlighet med erfarenheterna från andra områden urgraniternas intrusionsperiod förlagts till perioden för de superkrustala lagrens veckning.

	Postarkäiska hypersten-olivin-diabaser		
	Hiatus		
	Yngre graniter		
	Hiatus	Yngre grönstensgångar	
Superkrustala formationen	Konglomerat	Intrusion av urgraniter	Veckning
	Mindre diskordans		
	Skifferetagen	Intrusion och delvis extrusion av grönstenar	
	Övre hälleflintetagen		
	Undre »		

Denna stratigrafiska indelning överensstämmer i det väsentliga med TÖRNEBOHMS. En viktig skillnad är dock, att ej någon fundamental leptitgrupp utskiljts. Vid rekognosceringen öster om synklinalen har det visat sig, att TÖRNEBOHMS östra gräns för de s. k. »porfyroiderna»

[1] Jmf. G. F. F. 43 : 559.

ej kan upprätthållas, och att dessa, som motsvara de västra delarna av den undre hälleflintetagen, även öster om kartgränsen fortsätta utan större strukturell förändring. Skillnaden mellan leptiter och hälleflintor är en olikartad, metamorf facies-utveckling, förorsakad av kontaktinverkan från granitmagmor, äldre och yngre och kan ej i fältet läggas till grund för en åldersindelning.

Den superkrustala formationens tektonik.

Det enhetliga draget i fältets geotekniska byggnad är det stora synklinalströkets långsträckta depression. I detalj finner man emellertid såväl inom depressionen som å sidorna ett flertal oregelbundenheter, beroende på böjningar av längsaxlarna av större och mindre styrka. Härigenom alstras en tendens hos mindre delar att bilda separata, mer eller mindre slutna tektoniska enheter.

Den största och mest regelbundna tektoniska enheten utgöres av skifferområdet mellan Grythyttehed och Örlingen samt de närmast omramande hälleflintorna och gråvackorna. Tillsamman bilda de en mot norr avsmalnande och av graniten här avskuren skål (»Grythytteskålen»). Skifferområdets avsmalnande mot N, som sker hastigt från Silvergruvetrakten, torde bero på en böjning uppåt i stort av synklinalaxeln. Skifferlagren ha i östra och mellersta delen av skålen ned till trakten N om Grythyttehed ett jämnt och rätlinigt förlopp, konformt med den likaledes jämnt förlöpande gränsen samt en brant västlig till vertikal ställning. Utmed västra gränsen finner man däremot större oregelbundenheter med större buktningar av gränsen samt böjningar av lagren, som i trakten Saxhyttan—V om Hällefors ha en relativt flack västlig stupning och oregelbundet, av veckning och transversell förskiffring stört förlopp. Dessa förhållanden tyda på ett grundare läge av synklinalbottnen i skålens västra del än längre öster ut.

Utmed sydranden å sträckan Grythyttehed—Örnviken tyda förhållandena inom gråvackor och hälleflintor på en skarp uppvikning av lagren mot N. Desamma ha ett i stort buktande O—V-ligt förlopp och genomgående brant, nordlig—vertikal, lokalt även sydlig stupning. Samma genomgående branta lagerställning är även förhärskande inom skifferarna norr härom. De inom desamma ända upp till Saxhyttefallet förekommande oregelbundenheterna i lagrens strykning låta sluta till hopskjutningar i detalj både i N—S-lig och O—V-lig led. Samma orsak torde ha bidragit till den kraftiga ansvällningen av den undre zonen NO om Grythyttehed, ehuru även en primärt mäktigare utveckling av zonen här förelegat. Lagren bilda inom södra delen av skifferområdet ej en jämnt förlöpande båge i stort, utan visa oregelbundna

strykningar med ett flertal mindre omböjningar i V—O och där emellan N—S-ligt förlopp. Där lagrens riktning väsentligt avviker från förskiffringens äro hopskjutningar i detalj vanliga. Klåvet förlöper däremot likformigt i N—S à N 10°—15° V.

V och SV om Grythyttehed finner man i den undre skiffern blottningar av gråvackor och hälleflintor, som torde representera tvenne uppstickande små antiklinalveck. Över huvud taget hör området omkring Grythyttehed till de mest oredigt sammanveckade och deformerade delarna av fältet. Bergarternas konsistens antyder även en intensiv hoptryckning med åtföljande förskiffring. N invid byn äro spilitisk grönskiffer och svart lerskiffer starkt sammanveckade och delvis inknådade i varandra. Denna starka och orediga hopveckning beror på områdets läge i omböjningen av lagren och det mottryck från söder, som det här anstående, kompakta, antiklinala hälleflintpartiet utövat vid skålens sammantryckning i O—V-lig led (se vidare i slutet av detta kap.).

I gråvackezonen uppträder å sydspetsen av och på ön S om Prästfallsudden hälleflinta. Av brist på blottningar N härom mellan skiffern och hälleflintan låter sig ej avgöras, om den senare representerar en uppveckning av underlaget eller en primär inlagring.

Öster om skiffern föreligger omkring sjön Norr-Älgen en mindre, lokal skålbildning. De tämligen sparsamma blottningarna inom densamma låta ana en ganska invecklad byggnad, som till sina huvuddrag blott med sannolikhet kan antydas. De på upprepade ställen inom området blottade kvartsporfyrerna torde få uppfattas såsom uppträdande i tvenne deformerade horisonter, inom vilka bergarterna ha likartad petrografisk utbildning (jmf porfyrernas beskrivning sid. 91). SV om sjön återkommer den övre horisontens porfyr vid Vackerfallet på västra sidan om grönstenen, vilken därför torde ligga i en flack antiklinal uppbuckling, varemot dess i V—O betydande utbredning svarar. Grönstenens läge i förhållande till lagren är likväl ej fullt konkordant, utan den skär sig snett upp till skifferns nivå i S. De vidare sannolika tektoniska förhållandena i skålen äro angivna å fig. 1. Sjön Norr-Älgen synes sålunda vara lokaliserad till en mindre, tektonisk skål i berggrunden.

I övrigt ha lagren även utanför skifferns östra gräns ett jämnt förlopp. Väster om skiffern, i det breda antiklinalstråket mellan Grythytte- och Saxåskålarna ha lagren ett i stort mycket flackt läge. Detta har i trakten av Gåsborn (V om Örlingen) påvisats av N. H. MAGNUSSON. S om det detta område begränsande, lokala granitmassivet är den breda komplexen av Sångens—Knuthöjdens malmförande, i stor utsträckning bandade hälleflintor belägen. Redan formen av denna komplex tyder

på en långsträckt, flackt kupolartad uppbuckling av lagren. Inom området finner man en upprepning å ett flertal ställen av likartade malm- och bergartslager. V om sjön Sången kunna sålunda ej mindre än fem dylika malmförande horisonter urskiljas. Lagerställningen är genomgående brant, med utmed ostsidan av komplexen dominerande ostlig, utmed västsidan västlig stupning. I omböjningen i nordänden S om Ekebergstjärn lägga sig däremot lagren flackare med 40°—50° stupning från komplexen. V om nordspetsen vid Svenstjärn falla lagren 60°—70° mot V.

Sångskomplexen fortsätter mot S till Saxhyttan och sannolikt vidare ned till den V om Saxhyttan förlöpande markerande dalgång, som på

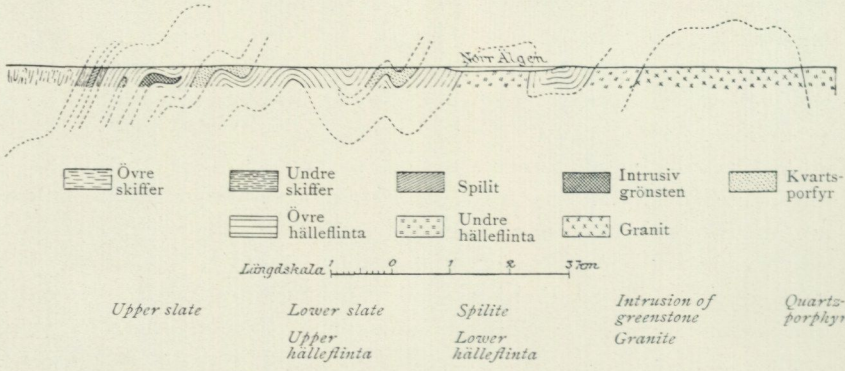


Fig. 1. Profil i NO—SV omedelbart S om Kextjärnsgruvan. *Section NE—SW immediately to the south of the mine Kextjärnsgruvan.*

grund av sin topografiska utbildning kan förutsättas vara av tektonisk anläggning. Väster om densamma följa kompakta eller sparsamt lagrade kali-hälleflintor av övre etagens typ. Lagerställningen inom Sångs-hälleflintorna övergår V om Saxhyttan till flackt (40°—50°) västlig, och likartad synes den även vara i hälleflintorna väster därom. I och närmast omkring dalgången saknas blottningar. Utmed densamma kan man emellertid förutsätta en förkastning, som genomskär den isoklint mot öster överveckade lagerserien, och utmed vilken på grund av de geologiska förhållandena någon förskjutning med relativ sänkning av det västra partiet sannolikt skett.

S och SO om Grythytteskålen träda de undre hälleflintorna i dagen i ett kompakt, platåartat byggt parti, som orsakar ett avbrott i synklinalstråket och skiljer Grythytteskålens depression från de mindre depressionerna i Älvestorpsområdet. Bildandet av detta parti förutsätter en omböjning i stort av lagrens längdaxlar. Samtidigt finner man även förhållanden, som tyda på veckningar i motsatt (O—V-lig) led. Sålunda skjuter den undre etagens hälleflintor V om Not-

bindartjärn med en kil ned mot S, väster om den övre etagens bergarter. Det flertal grönstenstungor, som skjuta upp mot N från Älvestorpstrakten synas vidare vara att uppfatta som delar av ett större lager, som något snett mot lagringen skär sig upp från de undre hälleflintorna till skifferns nivå vid Älvestorp. Det n. v. bandformiga uppträdandet av grönstenen beror på en hopveckning av lagret i O—V-lig led, och tungorna torde vara att uppfatta som antiklinala ryggar. Denna tolkning av tektoniken i detta område grundar sig på de i det följande vidare diskuterade förhållandena N om Älvestorp.

Antiklinalpartiets n. v. yta torde åtminstone i de mellersta och västra delarna ej ligga långt under den undre etagens övre gräns. Omedelbart i nordkanten vid Trolltjärn finner man, att agglomeratet härstädes mot öster grenar ut sig i tvenne grenar, varav den ena svänger upp mot NO. Den andra kan i den undre hälleflintan följas en bit mot öster, S om landsvägen. Denna senare måste tydas som ett litet i ytan av den undre hälleflintan inklämt och av erosionen mot öster avskuret veck. Söder därom kan ett av mörka, skifferartade hälleflintor i N flankerat kalkband följas, som bildar en mot N sluten båge med sydlig stupning av omböjningsskänkeln. Vid Sjögruvan S om Halvtron finner man åter ett motsvarande kalkband, begränsat i S av likartad, skifferartad hälleflinta. För såvitt, och vilket är i hög grad sannolikt, kalken här utgör fortsättning av bandet norr om sjön skulle den breda västliga delen av sjön vara anlagd över en lokal, i NV—SO strykande skål. Vid Sjögruvan stupar kalken c:a 45° in under den undre hälleflintan, tydande på en överstjälpning mot N. Denna riktning av den isoklinala, transversella överveckningen är den rådande även i Älvestorpsfältet å de ställen, där överveckning kunnat iakttagas. Såsom en flackt liggande kaka av samma kalkband är sannolikt även kalken V om Älgviken att uppfatta. Möjligen hör även det ansenliga kalkband, som i talrika lokala block kan spåras S om Norsbron, hit. I trakten häremellan och till Trolltjärn tyda de fåtaliga hällarna på uppträdandet av övre hälleflintor, men tillåta ej någon tillförlitlig kombination. De lagerstupningar, som iakttagits inom det stora antiklinalpartiet äro övervägande branta. Speciellt gäller detta om malm-lagerströken i NO vid Finnberget, som stå 80° mot N eller vertikalt.

Av stort intresse äro de tektoniska förhållandena inom området S och SV om antiklinalpartiet. Detta område, som i sin helhet här betecknas såsom Älvestorpsområdet, erbjuder i tektoniskt avseende andra förhållanden än de längre i norr skildrade med ett i stort flackare och högre läge. De övre lagren (övre hälleflinta och skiffer) stå i östra delarna av området ej i direkt förbindelse med motsvarande lager i Grythytteskålen. Först i V delen förmedlas ett dylikt samband av

de övre hälleflintorna. Desamma övergå från Sundsudden, Saxhyttan och Lövnäsudden mot söder till en utbredd, platåartad lagerkomplex mellan Lokadalen i väster och Torrvarpen—Sirsjön i öster. I denna platå har man alltså att söka fortsättningen av såväl antiklinalströket V om Grythytteskålen som av skålens SV-spets å Sundsudden. Utmed granitgränsen V om Torrvarpen skulle fortsättningen av Saxådepressionen ha förelegat. Man kan här i de talrika grönstensinneslutningarna i graniten spåra fortsättningen av grönstenarna NV om Bovik, likaså är det möjligt, att kalklagren vid Björkskogsnäs m. fl. ställen motsvaras av Bovikskalken. Invid Loka station antyder den här sporadiskt blottade skiffern en mindre depression av lagren. Av inneslutningen av mörk, kalkbandad leptit V därom framgår emellertid, att denna depression ej varit stor, utan att de övre hälleflintorna ha fortsatt ytterligare längre i V i likartat läge som öster om skiffern. Om sålunda en fortsättning mot S av Saxåskålen funnits, kan den blott ha representerats av mindre depressioner. Redan av förhållandena vid skålens sydgräns framgår f. ö. att skålen här varit sluten (se TÖRNEBOHMS och MAGNUSSONS kartor).

Även Grythytteskålen är längs större delen av sydgränsen sluten utan påvisbar fortsättning. Dock förmedlas en f. n. smal direkt fortsättning mot S av skiffern V om konglomeratet. Sannolikt har här en ev. diskontinuerlig synklinal fortsatt ned genom Älvestorpsområdet, i vilken konglomeratet bildats. I konglomeratsynklinalen kan man sålunda förmoda en efter konglomeratets avlagring ytterligare sammanträngd fortsättning från Grythytteskålens sydvästligaste spets.

Den tektonik, som präglar den nämnda, västra delen av Älvestorpsområdet, är den av en relativt flackt liggande, hopskjuten och i stort i vecken något åt öster överstjälpt lagerserie, i vilken konglomeratsynklinalen utgör en depression av mer nämnvärd betydelse. I hälleflintorna uppträda ett flertal, delvis mäktiga kalklager. Att i fält påvisa deras samhörighet, eller huru många kalknivåer, som föreligga, är omöjligt, men redan den omständigheten, att de från konglomeratgränsen och hela vägen väster ut äro belägna i likartad hälleflinta, visar, att återupprepningar måste föreligga. Dock är man tvingad att antaga åtminstone tvenne kalkhorisonter. Sålunda uppträder kalkstenen vid Hasselhöjdsfallet omedelbart under skiffer, mellan densamma och hälleflinta, medan kalklagren längre i V uppträda i hälleflinta. Under förutsättning av en åtminstone lokalt förhandenvarande övre kalkhorisont har profil III konstruerats.

Inom östra delen av fältet erhåller man bättre hållpunkter på detaljtektoniken genom de här på flera ställen blottade skiffrarna, liksom genom de i sinsemellan likartad nivå, obetydligt under skiffern upp-

trädande kalkstenslagren. Dessa senare kunna S om Älvestorp uppfattas såsom delar av ett oregelbundet hopveckat lager. Inom denna östra del av fältet bildar det större skifferområdet S om Älvestorp en större, oregelbunden, av tvärveckningar (profil V) störd skål (Älvestorpsskålen). Densamma skjuter öster om L. Ullnäs ut i sjön Halvars-Noren till obekant distans. V därom bildar skiffern N invid Sirsjön en isolerad liten skål, och ännu en dylik, ofullständigt skild från stora skålen, är antydd av den å udden å sjöns ostsida blottade, övre skiffern. Förhållandena i övrigt framgå av kartbilden samt av profilen IV.

Betydligt mer invecklade äro förhållandena i området N om Älvestorp. Detta område bildar fortsättningen mot N av Älvestorpsskålen. Det begränsas mot N, delvis även mot V och Ö av undre hälleflintor. Inom detsamma kommer flerstädes i större blottningar lagrens starka hopskjutning i O—V-lig led samt ett medelflackt till nästan horisontellt läge av veckaxlarna till synes. Stupningen av axlarna är konsekvent riktad mot S (0°—60°). Samtidigt angiva dock förhållandena, att även skarpa böjningar måste föreligga i desamma, riktade isoklint mot norr. I större skala betingas grönstenens omböjning N om Älvestorp av en dylik tvärveckning. Det centrala partiet i området är ett av mörka och övervägande skifferartade hälleflintor uppbyggt, långsträckt område mellan Högbornstjärn och Svartälven. Det är på sin västra sida begränsat av ett kalk-hälleflintlager, och även utmed ostsidan vid Högbornstjärn är kalk blottad. Detta område synes utgöra en sluten synklinal, och man kan förmoda, att kalkstenens nivå ungefär motsvarar den, vari kalken S om Älvestorp uppträder. Öster härom visar det regelbundet utmed grönstenens båda sidor återkommande malm-skarn-kalkbandet hän på en ny kalknivå, skild från den förra av mörka, övervägande porfyriska hälleflintor. Läget av detta undre kalklager i förhållande till grönstenen framgår av förhållandena i kalk-malmlagret utmed grönstenens östra gräns. Från att längst i S ha utgjort ett medelflackt (60°—70°) mot S stupande lager, delar malm-skarn-kalkbandet NV om Fetebergstorp utmed grönstenens östra sida upp sig i tvenne närbelägna paralleller. Av dessa har den östra en 45°—50° västlig stupning, medan den västra, omedelbart till grönstenen gränsande står nästan vertikalt. Lagret måste alltså här bilda en liten synklinal och därefter ha fortsatt över grönstenen till de V därom anstående gruvorna. Öster om grönstenen bildar kalk-hälleflinta en i stort flackt liggande lagerserie, vari ett flertal upprepningar av kalken förekomma, som å kartan blott kunnat schematiskt återgivas. Den flacka lagringen och hopskjutningen är i ett kalkbrott V om Kråkviken synbar.

Kalk-hälleflintlagret måste mot NV ha haft en begränsad utbredning, enär det ej återkommer i blottningarna hitåt. Å den plats, där man har att vänta det, anstår i stället agglomerat och mörka sericitrika hälleflintor, som därför antagits stratigrafiskt motsvara dess nivå (jmf profil III och V).

Området N om Älvestorp torde sålunda bilda en i fortsättningen av Älvestorpsskålen liggande, genom en tvärveckning (vid grönstenen) från densamma skild, mindre skålbildning.

Förhållandena inom den ostligaste delen av Älvestorpsområdet låta sig på grund av den här belägna Halvars-Noren och den starka jordbetäckningen öster därom ej utredas. Även den å kartan angivna gränsen mellan övre och undre hälleflinta är schematiskt dragen. NO om sjön kan man på grund av den här uppträdande grönstenens form sluta sig till, att densamma bildar en mot S öppen skål, som i V och Ö begränsas av undre hälleflintor. Dessa måste väster, sannolikt även SO om skålen fortsätta ut i sjön. Förekomsten av ett längs Varnäshalvöns V sida och över sydspetsen av Killingön (ön S om Varnäs) följbart kalk-hälleflintband, som N om Kärvingeborn återkommer utmed skålens östra sida, gör det nämligen sannolikt, att skålen här är uppvikt i söder, och att den sålunda är begränsad i stort sett till halvön, som fått sin form av densamma. Halvars-Noren kan sålunda ej vara anlagd över någon enhetlig synklinal, utan över ett tektoniskt oregelbundet uppbyggt område. Den återgiver däremot i sin form troget lagerstrykningarna.

De diskuterade, tektoniska enheterna äro på grundval av de föreliggande fakta och under utgående från i det föregående nämnda antaganden belysta av profilerna I—V. Givetvis föreligga i desamma beträffande många detaljer hypotetiska moment och schematisering. I de väsentliga dragen och beträffande veckningsmekaniken kunna de emellertid göra anspråk på att återgiva berggrundsbyggnaden riktigt.

Inom den undre hälleflintetagens område öster om synklinalstråket är kännedomen om de tektoniska förhållandena betydligt mindre. Detta beror delvis därpå, att fältarbetena i första hand inriktats på synklinalstråket, men därjämte föreligger här en större brist på ledlager och skiktade facies av bergarterna, på vilka kombinationer kunna grundas. Speciellt beträffande de sydostligaste och de nordostliga delarna av kartområdet, inom vilka kalirika hälleflintor och leptiter förhärska, måste den reservationen göras, att ej närmare urskiljbara partier, tillhörande den övre etagens nivå kunna förekomma. På grund av erfarenheterna från synklinalstråket kan man emellertid förutsätta, att den vidsträckta horisontella utbredningen av de undre hälleflintorna ej beror på en ofantlig stor mäktighet av desamma, utan på en upp-

repad veckning och skrynkling av de i stort sett flackt liggande lagren. Ett motsatt antagande måste nämligen leda till den osannolika konsekvensen att bottenkomplexen vid veckningen skulle tektoniskt ha förhållit sig annorlunda än de ytligare lagren, och deformerats starkare i större och mer djupgående veck eller att de upprests och denuderats vid ett tidigare skede, vilket motsäges av de konkordanta förhållandena vid gränserna. Däremot är det sannolikt, att man även inom det stora hälleflint-leptitområdet öster om Grythytte-synklinalströket skall kunna påvisa ett flertal självständiga, mer eller mindre slutna tektoniska enheter. Ett uppslag därtill lämnar redan GUMÆLIUS' i inledningen refererade arbete över tektoniken och malmernas fördelning å bl. Nora.

Att snittet i den undre komplexen är ytligt, samt att tektoniken där präglas av veckningar i N—S-lig och O—V-lig led påpekades i det föregående beträffande den mellan Grythytte- och Älvestorpsskålarna inskjutande antiklinalplatån. Öster därom bilda strökornsrika, delvis nästan grusiga hälleflintor ett kompaktare, större parti mellan Stora Hällsjön och Sundsjön, samt ett mindre parti å Brudgumhalvön. För såvitt dessa hälleflintor få uppfattas som en nivå, måste densamma ligga på avsevärt djup under etagens övre gräns. Det förstnämnda områdets form tyder vidare på en flack, antiklinal uppbuckling. Likartade hälleflintor uppträda vidare i ett mindre område öster om Sikfors, liksom de flerstädes å mellanliggande sträcka blivit iakttagna, dock ej i större, kompakta områden. Som strökornsrika varieteter även uppträda såsom lokala facies inom de normalt strökornsfattigare hälleflintorna, är denna petrografiska utbildningsform av bergarterna ej tillräcklig för någon zonindelning inom etagen. Inom Saxåfältet har en komplex av likartade (»grova») leptiter utskilts av TÖRNEBOHM och MAGNUSSON (Älgön—Storöns leptitström). Desamma bilda här enl. den senare författaren etagens ytligaste led.

Öster och NO om Sikfors förekomma ett flertal kalkförekomster av delvis ej obetydlig storlek. I den sydligaste av desamma (Limbergstjärns kalkbrott) bildar kalken tvenne mot norr i en spetsig båge sammangående lager, som i vardera skänkeln stupa 75° ut åt sidorna. Kalken representerar alltså spetsen av en lokalt blottad antiklinal. N därom uppträder kalk å ömse sidor om den (antiklinalt uppstickande?) strökornsrika hälleflintan. Tyvärr ha kalkbandens sammanhang omkring densamma ej kunnat följas, även om ett dylikt samband är sannolikt. Under förutsättning av detsamma måste en upprepning av lagret i öster föreligga. Vid Skåln torde de omkring Skålsundet och vid Långnäs blottade större kalklagren tillhöra en horisont, sannolikt hopveckad till en oregelbunden skålbildning med mot S övervikt

nordkant. De mindre lagren N och S därom måste däremot tillhöra en eller tvenne, från den nämnda skilda horisonter. Som inom det av de förstnämnda kalkerna omslutna området blottningar saknas, är det omöjligt att avgöra, om kalklagren omsluta en isolerad skål av övre hälleflinta, eller om de äro inbäddade i den undre etagens översta del.

De anförda förhållandena utvisa, att tektoniken åtminstone i den närmaste omgivningen av synklinalströket är av samma typ som i detsamma, och som kan förutsättas vara rådande även längre mot öster. Lagerställningen inom den undre etagen är liksom inom den övre i regel brant och i de flesta fall riktad mot V.

Från de övriga superkrustala bildningarna skiljer sig konglomeratzonen genom sin i förhållande till bredden betydande uthållighet och sitt den beskrivna tektoniken i synklinalströket övertvärande förlopp. Att zonen i sin södra del utmed den östra gränsen träder i beröring med äldre lager än längre norr ut, svarar emot det allmänna, högre, tektoniska läget av hälleflintlagren i Älvestorpsområdet. Den tektoniska byggnaden av konglomeratzonen torde i allmänhet vara den av en hopveckad, delvis mot öster överveckad synklinal. Själva konglomeratmassan är i regel oskiktad och lämnar ej några hållpunkter för bedömandet av lagerställningen inom densamma. Den i allmänhet starkt utbildade skiffrigheten har genomgående brant västlig till vertikal ställning. Blott inom Saxhyttekonglomeratet finner man flackare västliga stupningar. I de flesta fall, där lokalt boll-fattiga eller bollfria lager ha iakttagits i Sångskonglomeratet, i ett fall även i Älvestorpskonglomeratet (N om Västgötesjön) ha de en likartad brant ställning och kunna uppfattas som mindre inlagringar. Det enda ställe, där förhållandena tillåta ett avvikande tolkningssätt är trakten N om Saxhyttan. Här uppträder i mellersta delen av konglomeratområdet en ofta lagrad, sericitrik, kvartsitartad bergart med eller utan mindre inlagringar av konglomeratbollar. Denna bergart bildar inom konglomeratet ett oregelbundet område, som går upp mot NO i en spets, och fortsätter i en smal, mot N utkilande zon utmed konglomeratets östra gräns. Kvartsitbergarten, som mot det närmast angränsande, småbolliga konglomeratet saknar gräns, måste här utgöra konglomeratets understa del. Kvartsiten kan emellertid ej ha någon större, kontinuerlig utbredning, enär den saknas närmast norr härom och i blottningarna söder om landsvägen vid Saxhyttan. Av kvartsitbergartens uppträdande att döma synes konglomeratet å detta ställe bilda en dubbel, mot öster isoklinalt överstjälpt synklinal (fig. 3).

Konglomeratets karaktär av synklinal framgår i de flesta övriga delar av frånvaron av förskjutningsplan längs sidorna. Ett undantag

härifrån bildar dock zonen utmed Sundsuddens västra sida. Förhållandena äro här mycket invecklade och genom konglomeratgränsens avskärande karaktär olika dem i övriga delar av fältet. Sundsudden och trakten V om Grythyttehed delas av östra konglomeratgränsen i tvenne delar, som tektoniskt förhålla sig bestämt olika. Väster om gränsen följer, konkordant förlöpande utmed densamma konglomeratzonen, och väster därom den likaledes konkordant förlöpande zonen av grågrön skiffer. Å uddarna utmed halvöns västra strand är slutligen hälleflinta blottad, utvisande, att skifferns västra gräns ligger nära stranden, och att hela skiffer-konglomeratzonens bredd är ringa (c:a 200 m). Ett å det utskjutande strandpartiet V om Grythyttehed

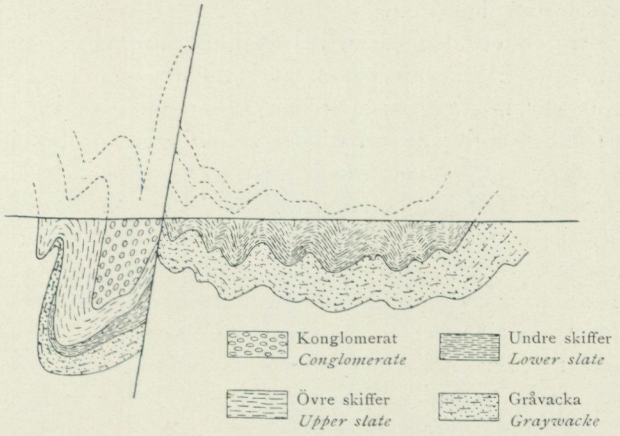


Fig. 2. Profil över konglomeratgränsen, Sundsudden, 650 m S om järnvägsstationen i Grythyttehed. *Section across the boundary of the conglomerate, Sundsudden, 650 m to the south of the railway-station of Grythyttehed.*

utmed stranden blottat, kalkrikt hälleflintlager stryker likaledes parallellt med konglomerat-skifferzonen, liksom i skiffern iakttagbar skiktning har samma strykning. Stupningen är brant västlig—vertikal (75° V—90°). Någon diskordans inom denna västliga komplex är således ej påvisbar. Öster om konglomeratgränsen och avskurna av densamma följer längst i norr grå, övre skiffer, längre i söder svart, undre skiffer med inneslutna partier av hälleflinta-gråvacka samt med inlagringar av grönskiffer. Söder därom följer gråvacka-hälleflinta. Inom dessa ostligare delar av halvön ha bergarterna en bred horisontell utbredning, beroende på småveckning av de flackt liggande lagren. Själva konglomeratet är ytterligt starkt förskiffrat, vanligen med en stängligt skiffrig deformation av bollarna. Detsamma gäller även en smal zon närmast öster om konglomeratet, däremot blir skiffrigheten mot V och Ö hastigt mindre. I en blottning av själva kontakten

mellan svart skiffer och konglomerat i vägen V om Stentry skifferbrott äro bergarterna starkt sköliga och trasiga.

Utmed kontaktlinjen finner man vidare å ömse sidor N och S om vägen förbi Stentry skifferbrott strimmor av en ljus, sprickig och starkt söndergnuggad hälleflinta. Norr om färjplatsen uppträder å andra sidan mellan konglomeratet och hälleflinta-gråvacka en få meter bred, ganska uthållig zon av svart, skifferartad, dock mycket starkt förskiffrad bergart. Båda slagen av inlagringar uppträda utmed kontakten såsom främmande element i förhållande till sin omgivning och ha alla karaktärer av att vara sekundärt inklämda utmed gränslinjen. Förhållandena utmed densamma angiva sålunda med full tydlighet, att en förskjutning ägt rum.

Konglomeratet erbjuder även beträffande deformationsstruktur speciella förhållanden. Såsom nämnts är förskiffringen inom konglomeratet och de närmast angränsande bergarterna intensiv och kombinerad med en starkt stänglig deformation. Stupningen av förskiffringen är genomgående vertikal eller brant västlig (70°—90°). I skiffrighetsplanet stupa de sträckta bollarna 65°—85° mot N. Denna stänglighetsriktning är regelbundet rådande ända ned till trakten närmast S om Lokavägen, S om vilken deformationen minskas och en massformigare struktur börjar bli rådande. Den med utsträckningen av det stora antiklinalpartiet S om Grythytteskålen sammanfallande begränsningen av denna enhetliga deformationsstruktur i konglomeratzonen förtjänar att påpekas. Densamma påpräglar zonen en från omgivningen avvikande karaktär.

Vid en förklaring av de anförda förhållandena torde man få bygga på följande utgångspunkter:

1. Grythytteskålen liksom tektoniken i Älvestorpsområdet voro redan vid tiden för konglomeratets bildning till sina huvuddrag anlagda, så att konglomeratmaterialet i stort avsattes över de äldre lagrens utgående skikthuvud. Det behöver därvid ej förutsättas, att hela den n. v. sammanskjutningen i O—V-lig led förelåg utbildad.

2. Den mörka undre skifferzonen torde primärt ej ha sträckt sig långt V om sin nuv. gräns utmed konglomeratzonen å Sundsudden. Detta utvisas därav, att den mörka skiffern saknas utmed Grythytteskålens V sida.[1] Den utkilar även mot norr utmed den östra. Dess utbredning åt dessa håll har således primärt varit begränsad. Den kommer ej heller till synes i skifferzonen å Sundsudden mellan hälleflinta och konglomerat.

3. Den ljusa övre skiffern sträckte sig före konglomeratets avlag-

[1] Det enda undantag härifrån utgör den lokala grafit-kisimpregnationen i skiffern vid Hevreten.

ring vidare mot söder ned i Älvestorpsfältet, sannolikt bildande en synklinalt byggd zon. Den fortsatte åt detta håll minst till trakten av Brunsjögruvan, dit den ännu kan följas. Den överlagrade och kantades i NO å Sundsudden av den mot S utkilande svarta undre skiffern. Denna skiffersynklinal representerar under de givna förhållandena en fortsättning av Grythytteskålens SV-ligaste flik. I synklinalen avlagrades konglomeratet. Efter dess bildning har den starka sammantryckning och förskiffring skett, som f. n. utmärker konglomeratzonen i stora delar av dess utsträckning, och som å Sundsudden och närmast S därom varit speciellt kraftig och kombinerad med en förskjutning.

Förhållandena utmed konglomeratgränsen å Sundsudden erhålla bäst sin förklaring, under förutsättning, att den här samtidigt med

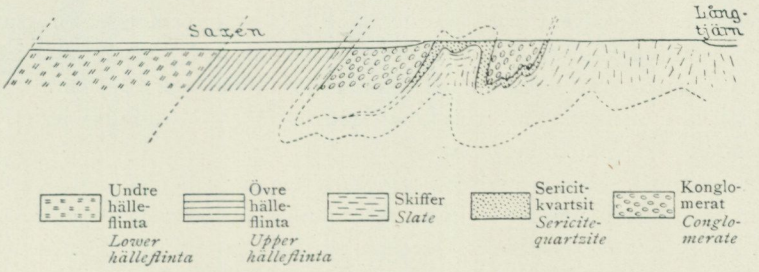


Fig. 3. Profil över konglomeratet N om Saxhyttan. *Section across the conglomerate N of Saxhyttan.*

konglomeratets sammantryckning skedda förskjutningen är en veckförkastning av den art, som å profilen fig. 2 schematiskt antydes. Densamma innebär en fördjupning av konglomeratsynklinalen och en samtidig uppskjutning av dess östra rand. Det n. v. branta läget av förskjutningsplanet behöver ej nödvändigtvis vara primärt.

Huru långt mot S förskjutningen utmed konglomeratgränsen fortsätter, är svårt att säga på grund av de fåtaliga blottningarna S om Torrvarpsund. På grund av de skildrade deformationsförhållandena inom konglomeratet skulle man vara böjd antaga en fortsättning ända ned till trakten V om Älvestorp. Häremot tala dock förhållandena i de fåtaliga blottningarna utmed gränsen S om Furunäs. Bergarterna äro i hällarna här visserligen ytterst starkt förskiffrade, men bestå öster om gränsen av en sericitskiffrig grågul hälleflinta, som övergår i konglomerat med hälleflintbollar. Vid Hasselhöjden övergår konglomeratet i en sericitrik kvartsitskiffer, som saknar gräns mot hälleflintskiffer av samma utseende som ovan. Om någon förskjutning ägt rum här, kan den därför ej ha varit av nämnvärt belopp.

Konglomeratbildningarna skulle sålunda enligt den här framställda uppfattningen vara bildade under senare delen av den superkrustala seriens veckning. Inom norra delen av området avlagrades konglomeraterna utmed östra sluttningen av antiklinalströket å västranden av Grythytteskålen, söder därom i en västlig fortsättning av skålens depression. Genom den fortsatta veckningen sammanpressades även konglomeratlagren, därvid en veckförskjutning inträffade å den del av zonen, där densamma passerar den södra uppböjningen av Grythytteskålens lager och västranden av antiklinalplatån söder därom.

Vissa allmänna drag beträffande områdets byggnad och lagrens deformation förtjäna att omnämnas. Hit hör den dominerande västliga stupningen av lager och skiffrighet, som återkommer i veckskänklarnas åt öster överveckade läge. Denna företeelse förutsätter en vid sammanskjutningen starkare från väster än från motsatta hållet hoptryckande kraft. Lokalt (i Saxhyttetrakten) har densamma lett till starkare isoklinal överveckning med 40°—50° stupning mot V, i allmänhet är dock läget brant.

En likartad, men mindre utpräglad tendens till isoklinal ställning återfinnes även i den N—S-liga tvärveckningen, här fallande mot söder med överveckning mot norr. Denna starkare »påskjutning» från söder återspeglar sig i stort i Grythytteskålens tvära avslutning mot söder och kontinuerligare avsmalning mot norr.

Under veckningen ha bergarterna genomgående blivit påverkade av deformation. Densamma tar sig delvis uttryck i förskiffring av växlande styrka. Starkast gör sig denna gällande i de övre lagren, i den mjuka skiffern och i övre hälleflintor. Att förskiffringen i de övre hälleflintorna starkare kommit till utbildning än i de undre, torde sammanhänga med den kemiska konsistensen, i det den kalkrikare sammansättningen i de förra gynnat uppkomsten av sericit, medan den i de undre hälleflintorna förhärskande albiten varit stabil. Även i de övre lagren, både i skiffer och hälleflinta finner man dock makroskopiskt massformiga utbildningsformer. Vid mikroskopisk undersökning kunna emellertid nästan undantagslöst deformationsfenomen påvisas i form av partiell parallellorientering av förhandenvarande glimmer eller genom undulös utsläckning eller starkare deformation av strökornen.

En egenskap, som är speciellt utmärkande för hälleflintorna, är en stark sprickighet. Bergarterna äro ofta liksom sönderbråkade och erbjuda stora svårigheter för erhållandet av större, hela stycken. Detta gör dem olämpliga för stenindustriella ändamål. Denna sönderbråkade

konsistens förefinnes speciellt i glimmerfria utbildningsformer, som f. ö. kunna verka fullt massformiga. Detta tyder på, att även i sådana delar av berggrunden tryckpåveckningar ej saknats, men trycket har varit fördelat till ett allsidigt sådant. Denna för hälleflintorna utmärkande, starkt sönderspräckande konsistens är ett särdrag i jämförelse med leptiterna. Olikheten torde ha sin orsak i de lågtempererade förhållandena vid veckningen av hälleflintorna, som omöjliggjort den starkare »sammangjutande» omkristallisationsgranulering av mineralbeståndet, som skett i de senare.

Förskiffringen i hälleflintorna är med lokala undantag parallell med lagrens strykning. Inom skiffrarna däremot finner man, att lagring och klåv förhålla sig bestämt olika. Medan klåvet har en regelbunden och med synklinal-längdaxlarna parallell strykning, visar lagringen ofta avvikelser med diskordant, ända till vinkelrätt mot klåvet gående förlopp. Detta är särskilt fallet inom södra delen av Grythytteskålen. I de fall, då lagringen här förlöper i större vinkel mot klåvet, är den i regel i detalj buktande eller starkare skrynklad, stundom även sönderstyckad av små förkastningar. Veckningen är i grövre material, där bredare och rikligare, grövre, fragmentrika band äro inlagrade, svagare, ibland saknas den i dylikt material alldeles. I tätare och mjukare material är den däremot starkare och ibland i detalj så intim, att den formellt kan jämföras med den s. k. ptygmatiska veckningen i »djupa» gnejser. Summan av den hoptryckning, som denna skrynkling av transversellt mot klåvet förlöpande lager innebär, blir för nämnda del av Grythytteskiffern ej obetydlig.

Den omständigheten, att en sammanskjutning av de transversellt ställda lagren i södra delen av Grythytteskålen skett, är av vikt, enär den utvisar, att hoptryckningen av lagren i transversell (O—V-lig) led skett efter tvärveckningen. Förhållandet kanske bättre kan uttryckas så, att hoptryckningen i transversell led under deformationsperiodens fortgång blivit alltmer förhärskande över tvärveckningen och slutligen enarådande. Om i skiffern någon skiffrighet utmed sydranden av skålen förelegat parallellt med densamma, så måste den senare helt ha utplånats. Även i de relativt mjuka gråvacke-hälleflintlagren söder om skålen finner man transversell förskiffring (Killingudden, N om Finnberget), f. ö. synes dock sammanpressningen här ha utlösts på ett olikartat sätt.

Att förefintligheten av en dylik, sen sammanpressning låter sig påvisas inom nämnda del av fältet beror på de här speciellt gynnsamma förhållandena (lagrens transversella förlopp utmed sydranden av Grythytteskålen, skifferns för deformation speciellt gynnsamma konsistens). Av vilken omfattning sammantryckningen varit, är svårare

att bedöma, men man kan förutsätta, att den måste ha sträckt sig även över nordligare delar av skiffern, ehuru den här är svårare att påvisa, liksom att även berggrunden i söder måste ha berörts därav. Det synes även plausibelt att sammanställa konglomeratets veckning med denna sena deformationsfas. Konglomeratveckningen skiljer sig från den tidigare deformationen genom den alstrade synklinalzonens i förhållande till bredden stora uthållighet, vilket innebär ringa böjning av veckaxeln. Den speciellt starka sammanpressningen samt veckförkastningen utmed Sundsudden och närmast S därom kunna därvid få sin förklaring såsom beroende på svårigheten för deformation av det kompakta antiklinalpartiet SO om Grythyttehed, som utövat ett starkt mottryck. Deformationen och förskjutningen i konglomeratet här skulle sålunda kunna uppfattas som en kompensation för hoptryckningen i skiffern i Grythytteskålen.

En fråga av intresse, som i detta sammanhang förtjänar att beröras, är den, huru den beskrivna veckdeformationen av lagren mekaniskt skall förklaras, och huru den påverkar bergarternas strukturer. För den sammanpressning av bergarterna, som skett från sidorna, måste en kompensation inträffa genom uttänjning i de alstrade förskiffringsplanen, försåvitt ej molekulära omlagringar (sericitbildning ur ev. kaolin, dehydrering) eller rent mekaniskt åstadkommen större kompakthet lämnat plats nog, vilket åtminstone för senare faser av utvecklingen är föga troligt. I annat fall måste en uttänjning inträffa i klåvets plan antingen i horisontell led eller uppåt, alstrande en lineär anordning av bergarternas mineral i respektive riktningar. Man kan förutsätta, att den senare eventualiteten, uttänjning uppåt, lättare skall realiseras i ytligare lager än i djupare på grund av den med ökat djup ökade belastningen. Ett realiserande av en uttänjning i vertikala riktningar bör tydligen leda till från veckaxlarna avvikande — vinkelrätt mot desamma ställda lägen av stängligheten. Häri torde förklaringen ligga till den egendomliga anordningen av den lineära strukturen i konglomeratet, som på hela sträckan Grythyttehed—Lokavägen konsekvent är ställd nästan vinkelrätt mot zonens förlopp och veckaxel. En liknande, brant stående, lineär struktur torde även allmänt förefinnas inom skiffrarna, sannolikt även ha en stor utbredning i de sericitrika, förskiffrade hälleflintorna. I dessa täta bergarter kommer stängligheten emellertid dåligt eller ej alls makroskopiskt till synes. Att en dylik förefinnes kan emellertid påvisas i mikroskopiska preparat lagda parallellt med skiffrighetsplanet, däri en parallellanordning och utsträckning av mineralen i en viss riktning kan ses. I speciellt tagna prov från skiffervecken har denna riktning i det närmaste ett vertikalt läge.

Vid en i flera faser uppdelad veckningsperiod eller vid sammanträffandet av äldre och yngre veckningar böra i de ytligare lagren även olika system av stänglighet kunna påpräglas bergarterna. Ett exempel härå synas förhållandena i hälleflintagglomeratet N om Högbornstjärn erbjuda, vari till synes oförklarliga, mot varandra ställda riktningar av lineär struktur förekomma (jmf. kartan).

En konsekvens av det ovanstående resonnemanget är vidare, att vid ökat djup och ökad belastning flackare liggande och samtidigt med veckaxlarna mer sammanfallande stänglighetsriktningar skola gynnas. Man torde kunna säga, att detta bekräftas av förhållandena i våra högre metamorfa gnejs-leptitterränger.

Den i det föregående skisserade tektoniken inom fältet torde få anses såsom karakteristisk för den malmförande formationens terränger i allmänhet. Ett inom olika områden varierande moment är olika starkt prononcerad isoklin överveckning. Genomgående utbredd är emellertid stark hopskjutning av lagren, kraftig tvärveckning samt av sistnämnda orsak betingad brist på enhetliga och uthålliga drag. I Grythyttefältet yttrar sig detta senare ej blott i oregelbundenheterna inom synklinalströket utan även i bristen på tektonisk kongruens å ömse sidor av detsamma. Sålunda motsvaras Sångs-hälleflintornas uppbuckling av skålbildningen öster om skiffern omkring sjön Norr-Älgen. Vidare saknas västlig motsvarighet till den stora antiklinalbucklan SO om Grythyttehed. Denna brist på enhetlighet och uthållighet av vecken har givit deformationen en karaktär snarare av oregelbunden buckling än av normal veckning.

Dessa tektoniska förhållanden innebära otvivelaktigt en betydande minskning av lagrens yta, men den behöver ej ha inneburit en deformation av en fast jordskorpa till stort djup. Den är i stället lättare att förstå under förutsättning, att veckningen omfattat ett relativt tunt komplex av lager. Hade den veckade lagerkomplexen haft en tjocklek av de dimensioner, som man vid senare bergskedjerörelser måste räkna med, måste en sammanskjutning av den intensitet, som här är fråga om, ha lett till verkliga masskjutningar (täckrörelser) av stora dimensioner, så som påvisligen skett inom yngre bergskedjor. Motstycken till desamma äro emellertid ej påvisade, med undantag för den obetydliga veckförkastningen å Sundsudden.

Av R. T. CHAMBERLIN har med användande av en i CHAMBERLIN-SALISBURYS handbok angiven metod försök gjorts, att i tvenne konkreta fall för de tektoniskt olikartade bergskedjorna Rocky Mountains och Appalacherna deducera fram det djup, till vilket deformationen i jordkrustan sträckt sig.[1] Utgångspunkten för deduceringen är rela-

[1] Journ. of Geol. 1910, sid. 228, 1919, sid. 225, 1921, sid. 166.

tionen mellan beloppet av lagrens hopskjutning och bergskedjans genom veckningen åstadkomna genomsnittliga höjd. Resultatet var i det förra fallet ett max. djup i de centrala delarna av 32 miles, i det senare av 87—107 miles. Det tektoniskt utmärkande för Appalacherna är stark horisontell sammanskjutning av lagren, för Rocky Mountains svagare, öppen veckning, alltså mindre stark horisontell hopskjutning kombinerad med högre vertikal upplyftning. Med deformationen har i senare fallet även varit kombinerad stark vulkanism. Även riklig sönderstyckning av vertikala förkastningar är ett särdrag för den senare bergskedjan. Generaliserande denna undersökning uppställer Chamberlin tvenne typer av vecksystem »the thick shelled type» tektoniskt motsvarande Rocky Mountains och »the thin shelled type» motsvarande Appalacherna. Det är påtagligt, att vid en jämförelse tektoniken i leptitformationen motsvarar den i den senare typen.

Den i leptitformationen så allmänt utbredda tvärveckningen är ej något uteslutande för dennas vecksystem utmärkande drag. Den återfinnes även i de yngre vecksystemen,[1] men är i urberget starkare utvecklad och mer i ögonen fallande. Man måste förutsätta, att en tendens till böjningar i veckaxlarna alltid måste uppstå även vid ensidigt riktade deformationskrafter, i det den uttänjning, som bergarternas förskiffring medför, åtminstone i ett tidigt stadium, innan skarp hopvikning av lagren skett, lättast utlöses genom lagrens och axlarnas böjning. Denna tänkbara orsak till tvärveckning är dock av alltför liten effektivitet för att kunna förklara det betydande belopp av hopskjutning, som tvärveckningen både i detta och andra områden innebär. Såsom förklaring till densamma torde man vara tvingad att antaga även en vinkelrätt mot huvudtrycket verkande sammanskjutande kraft. Mekaniskt synes processen bäst kunna förklaras under utgående från hypotesen av ett ursprungligen i lagren föreliggande allsidigt riktat horisontellt tryck, vilkets kraftriktningar dock ej alla nödvändigtvis behöva förutsättas ha varit lika. Utlösningen av trycket i en riktning vinkelrätt mot längd-veckaxlarna, i vilken genom berggrundens byggnad större lätthet för deformation förelegat eller på grund av större styrka hos trycket i denna riktning, leder till en begynnande utlösning av detta tryck, men ej av det vinkelrätt däremot

[1] V. M. GOLDSCHMIDT Vidensk. selsk. skrifter, Mat. Nat. Kl. 1920, N:o 10, sid. 39. Kartor av J. OXAAL, J. REKSTAD, G. HOLMSEN m. fl. i N. G. U. Aarbok. Ex. från Alperna erbjuda de radformigt uppdelade centralmassiven i Väst-Alperna samt de O—V-liga förskjutningarna vid V-randen av Ost-Alperna, vilkas tektoniska innebörd för Alpproblemet under de senare åren alltmer betonats. Betydelsen av O—V-liga rörelser för Alptektoniken har tidigare framhållits av ROTHPLETZ (S. V. BUBNOFF, Die Grundlage der Deckentheorie in den Alpen 1921, sid. 26, 71, 80). Beträffande förekomsten av tvärveckning inom de franska hercyniska vecksystemen se L. DE LAUNAY, Geologie de France 1921, sid. 34.

verkande, vilket i stället ökas. Detta tryck fordrar en egen lagerdeformation för att utlösas. Veckningen måste sålunda uppdelas i tvenne vinkelrätt mot varandra ställda vecksystem.

Ett antagande av åldersskillnad mellan de båda vecksystemen skulle innebära en större mekanisk svårighet. I yngre vecksystem dokumenterar sig detta i stort i den konkordans, man finner mellan axlarna hos äldre och yngre veckrörelser, då de geografiskt sammanfalla.

Även en förklaring av tektoniken av den art, som av HOLMQVIST framställts såsom sannolik för Utö-området, saknar stöd i de här föreliggande förhållandena. Enligt denna förklaring skulle lagren först ha varit utsatta för starka, delvis överskjutningsartade veckningar, varefter under ett senare skede hela lagerkomplexen i stort blivit ställd på kant.[1] Det n. v. snittet genom lagerkomplexen skulle alltså blotta ett f. n. horisontellt liggande vertikalsnitt genom en monoklin skålla. Denna uppfattning kan ej sägas ha hållit streck i samma författares senare undersökning i det i samma leptitströks nordliga fortsättning belägna, tektoniskt synnerligen instruktiva Runmarö-området.[2] Teorien skulle för Grythyttefältet fordra uppgivandet av skål-karaktären av skiffer- och övre hälleflintområdena och överhuvudtaget uppgivandet av hela synklinalkaraktären av den stora depressionszonen både i detta fält och i Saxå-fältet. Ett generaliserande av denna uppfattning har även inom andra delar av leptitformationen visat sig oförenlig med fakta.[3]

Den enklaste och samtidigt sannolikaste förklaringen till lagertektoniken inom Grythyttefältet torde därför vara att finna i en enhetlig uppfattning av deformationsförloppet med ett samtidigt utbildande av tvär- och längsveck, som utlöst en allsidig hoptryckning i lagerserien. Förhållandena utvisa vidare att den starkare hopskjutningen i transversell (O—V-lig) led varit mera ihållande än tvärveckningen, och att den dominerat under den sista veck-fasen.

---

[1] G. F. F., 32, sid. 892.

[2] G. F. F., 42, sid. 314.

[3] Åtvidabergstrakten (S. G. U. ser. C. N:o 306), bl. Torönsborg (G. F. F., 43, sid. 596). Härmed avses givetvis ej ett förnekande av, att förhållandena inom Utö-området bättre kunna förlikas med teorien av en brant stående monoklin skålla. Teorien förutsätter emellertid förhandenvaron av yngre leptitlager, bildade efter kalk-malmlagrens avsättning. Dessa »yngre» (nordligare) leptitlager kunna dock även anses konstituera en tektonisk symmetri, antydande en synklinalbildning.

Lerskiffer.

Den utbredning av skiffrarna, som den närslutna kartan visar, avviker i vissa, ej oväsentliga avseenden från förhållandena i de tidigare kartbilderna. Sålunda har skiffern från Silvergruvan mot N kunnat följas i block och sporadiska hällar till granitgränsen. Däremot sträcker sig skiffern ej ned till Örnviken (SO-ändan av Söder Älgen) och likaså är dess utbredning å Sundsudden betydligt mindre än tidigare angivet. Inom Grythytteskålen har det sålunda avgränsade skifferområdet en längd av 22 km och en bredd varierande mellan 1 och 5 km.

Inom Älvestorpsområdet saknas med undantag av den smala zonen utmed västsidan skiffer å sidorna av konglomeratet. De å Lokabladet och delvis av TÖRNEBOHM här angivna skiffrarna utgöras å västra sidan av sericitrik, förskiffrad hälleflinta, å östra sidan av mörka, grågula—grågröna, i allmänhet massformiga hälleflintor, ofta porfyriska och rika på strökorn. Även större kalklager uppträda i desamma. Skifferns utbredning inskränker sig sålunda till det större området S om Älvestorp (Älvestorpsskålen) samt till det sporadiskt blottade lilla området N om Sirsjön. Med det förstnämnda kan den lilla förekomsten på udden å Sirsjöns ostsida sammanslås, ehuru densamma tektoniskt torde bilda en liten enhet för sig. Skiffern måste här liksom vid det norra området antagas anstå även å angränsande delar av sjöns botten. Härtill kommer slutligen en av en isolerad häll antydd, ny liten förekomst vid Loka station.

Inom Älvestorpsskålen har skifferområdet en längd ned till södra granitgränsen av 5 km och en synbar bredd av 1,7 km.

Den inom båda huvudområdena förhärskande bergarten är den s. k. »övre» skiffern. Densamma består av en tät, grågrön skiffermassa med i allmänhet tydlig skiffrighet. Denna täta skiffermassa är ibland homogent rådande i hällarna, mycket ofta finner man emellertid i densamma inlagrade, vitvittrande band, markerande skiktning. Desamma innehålla rikligare material av fragment (övervägande kvarts och fältspat) och kunna genom anrikning av fragmentmaterialet erhålla konsistensen av täta, sandstensartade eller kvartsitiska bergarter. Dylika inlagringar förekomma i oregelbunden fördelning inom samtliga delar av båda områdena. Bandens utbildning och fördelning varierar, i det de än uppträda som fina ränder, än bilda bredare, upp till 1 dm mäktiga lager. Den av lagren alstrade skiktningen kan bliva mycket regelbunden, dock har någon verklig varvighet ej iakttagits.

Från den övre skiffern skiljer sig den undre genom en mörkare, vanligen ramsvart färg, åstadkommen genom fint inmängd grafit.

Härtill komma paragenetiskt med grafiten förbundna kiser, huvudsakligen pyrit och magnetkis. Öster om skifferverken, i den å kartan utmärkta konglomeratiska zonen ha även något zinkblände och arsenikkis påvisats. Magnetkis förekommer här i tillräcklig mängd för att påverka malmkompassen. Denna svarta grafit- och kisförande skiffer sammansätter hela den undre zonen i Grythytteskålen ned till trakten N om Tångåstorpen i söder. Den har i allmänhet en hårdare konsistens och mindre gott klåv än den normala, ljusa skiffern. Söder om Tångåstorpen fortsätter samma skiffer i det konglomeratiskt betecknade bandet, likaså är den omkring Grythyttehed och ned på Sundsudden öster om konglomeratet fortsättande skiffern en svart, delvis kisrikare och grafitförande sådan. F. ö. utbreder sig mellan Tångåstorpen och Grythyttehed en mäktigare zon av skiffer, som i jämförelse med den normala övre vanligen har en mörkare färg, men som dock synes vara fri från eller fattig på kis och grafit.

Grafithalten uppgår i ett från kvartsutskillningar befriat prov från bandet öster om Skifferverken till 1,38 %. I genomsnitt i det på kvartsådror rika provet är C-halten 0,76 %. Svavelhalten bestämdes i det oseparerade provet till 5,81, motsvarande 12,35 % FeS_2. I ett grafitrikt prov från trakten S om Stentry V om grönskifferlinsen erhölls 0,88 % C.[1]

Skiffern i den undre zonen skiljer sig rätt väsentligt från den övre genom en genomsnittligt tätare konsistens. Lagring förekommer även här, och densamma kan vara synnerligen jämn och vacker, men den alstras i regel av finare ränder av tät kornighet. Grövre, kvartsitiska lager ha endast iakttagits inom den undre delen av zonen mellan Tångåstorpen och Grythyttehed.

I Älvestorpsområdet bestå de små förekomsterna N om Sirsjön och vid Loka av mörk, undre skiffer. Bergarten har på det senare stället på grund av kontaktinverkan från graniten en grövre, fyllitisk konsistens. Även i Älvestorpsskålens område ingår i undre zonen grafitförande, svart skiffer. Dock är zonen petrografiskt mer varierande med inlagringar av skifferartade och gråvackeartade hälleflintbergarter. Även smala, kalkiga lager förekomma, liksom någon gång homogena, täta kvartsband.

Ett fenomen av intresse är uppträdandet i den mörka, undre skiffern av egendomliga, täta kvartskonkretioner. Desamma äro i sin utbredning bundna vid grafit-kisrikare facies av skiffern. Rikligast utvecklade äro kvartsutskillningarna inom det å kartan i sydöstra delen av Grythytteskiffern utmärkta »konglomeratiska» stråket. Konkretionerna ha van-

[1] Bestämningarna å C äro utförda av R. MAUZELIUS, den på svavel av G. ASSARSSON. Det må påpekas, att pyriten i det förstnämnda provet till stor del var anrikad i kvartsådrorna.

ligen formen av rundade, något stängligt utdragna och med längsaxlarna vertikalt ställda bollar. Storleken varierar mellan ett par mm till 2 högst 3 cm i diameter å hällarnas yta. Bollarna ligga i regel anordnade i rader parallellt med lagren. Stundom ligga de bitvis varandra så nära, att de delvis eller helt flyta tillsamman till kontinuerliga band. Där skifferlagren äro veckdeformerade, äro även boll-raderna veckade konformt med lagren. Innehållet i bollarna utgöres makroskopiskt av en grå eller av järnoxid (från kiserna) sekundärt rödfärgad, nästan kalcedonartat tät kvartsmassa. Under mikroskopet finner man emellertid, att densamma består av individualiserad kvarts i ett mycket finkornigt aggregat. I kvartsmassan kunna pyritkuber eller limonitpseudomorfoser efter dylika vara förhanden, likaså förekomma sparsamt och fint fördelad grafit samt enstaka, romboedriska korn av ett järnhaltigt karbonat.

Bildningar av denna art saknas f. ö. i fältet. Kvartsinneslutningarna äro för de grafitförande skiffrarna egenartade bildningar, utskilda i skiffermassan kort efter dess avlagring och före dess veckning. Man torde under dylika omständigheter vara berättigad att anse dem såsom derivat av flintartade konkretioner av kolloidal kiselsyra, ett antagande, som redan 1910 vid ett besök i fältet uttalades av H. HEDSTRÖM, och som av de ovan anförda förhållandena torde få anses ha vunnit bekräftelse.

Förutom i det nämnda bandet ha dylika kvartsbollar iakttagits å spridda ställen inom hela den nordliga delen av undre skifferzonen i Grythytteskålen, i grafit-kisrikare varieteter SV om Grythyttehed samt inom den undre zonen i Älvestorp. Tänkbart är, att de härifrån omnämnda, homogena kvartsbanden utgöras av genom kiselsyreavsöndrande organismer vid avlagringen avsöndrad kiselsyra (»chert»). Även i hällen vid Loka station uppträda samma kvartsbollar, här dock av grövre kristallinitet, beroende på kontaktmetamorfosen.

Försök, att i bollarna finna några definierbara spår av organismer (spongienålar, alger) ha ej krönts med framgång. Kvartsmassan är strukturlöst allotriomorf. Ibland finner man helt små mängder av en lågt ljus- och dubbelbrytande fältspat, sannolikt mikroklin. Densamma bildar vanligen stavformiga eller bågformigt böjda kroppar, som bestå av ett eller ett flertal korn. Desamma äro emellertid som fossilspår betraktade problematiska.

Av större intresse är förekomsten i bollarna av rikligare mängder av apatit, som anträffats i preparat av bollar, tagna NO om Grythyttehed å det ställe, där vägen till Brevik passerar det bollförande stråket. Apatiten förekommer som rundade, ibland kort prismatiska korn, som äro aggregerade omkring egendomliga, i kvartsmassan upp-

trädande, starkt grafitimpregnerade »klumpar» eller fläckar (fig. 4). Apatiten kan därvid vara ansamlad som en kompakt bård omkring fläckarna eller ligga mera spridd i en aureol omkring desamma. Däremot finner man sällan apatitkorn oberoende av fläckarna, och i dylika fall kan man misstänka, att de tillhöra aureolen av en fläck, som ej träffats av preparatets snitt. Även i de kring fläckarna spridda apatit-

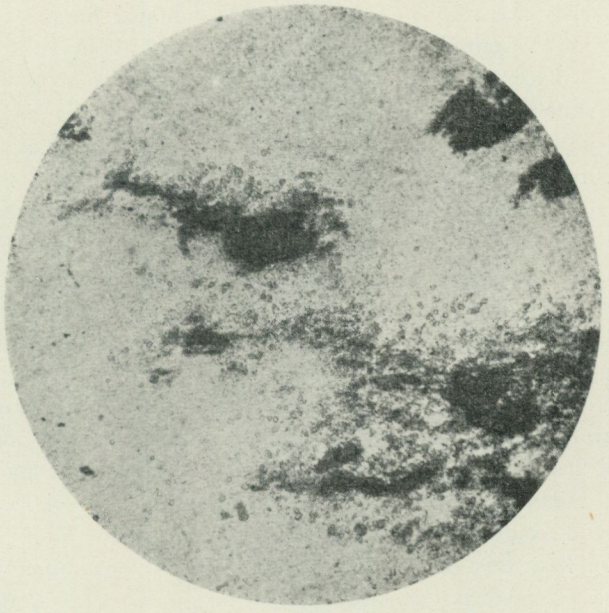


Fig. 4. Grafitimpregnerade konkretioner av apatit i bollar av tät kvarts från den undre, svarta skiffern, Bäckäng. Omkring de kompaktare apatitkonkretionerna aureoler av apatitkorn. Vanl. lj., först. 30 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Nodules of apatite, impregnated with graphite, in pebbles of dense quartz (recrystallised chert) from the lower, dark slate. Around the compact nodules aureoles of apatite-grains.*

kornen kan man finna någon impregnation av grafit, dock äro kornen till övervägande del fria därifrån. Konsistensen av fläckarna är på grund av grafitsvärtningen svår att bestämma. I vissa fall kan man urskilja korn av apatit även inne i fläckarna, som kompakt synas utgöras av detta mineral, i andra fall tyder förekomsten av även högre dubbelbrytande mineral på samtidig närvaro av kvarts. Det sannolikaste synes vara, att fläckarna bestå av apatitaggregat, mer eller mindre uppblandade med kvarts. Någon bestämd form ha fläckarna ej, såsom av den reproducerade fotografien framgår.

Uppträdandet av dessa apatitkoncentrationer inbjuder osökt till

tanken på fosforitartade konkretioner. Man skulle i så fall ha en analogi till de likartade bildningar, som av HEDSTRÖM beskrivits från flintbollar i oboluskonglomeratet i Dalarna.[1] Den enda nämnvärda skillnaden skulle utgöras av apatitens i de arkäiska kvartsbollarna grövre, kristalliniska konsistens, vilken kan förutsättas ha uppkommit under den kalcedonartade kiselsyrans omkristallisation, samtidigt varmed även någon spridning av apatitmaterialet kan ha skett. Den i kvartsbollarnas apatitklumpar förefintliga grafitsvärtningen kan ej anses såsom någon väsentlig skiljaktighet, enär fosfatkoncentrationen i de kambriska bollarna skett i bitumenfri bergart.

Den i skiffrarna genom transversell förskiffring och hoptryckning alstrade lagerdeformationen har redan vid behandlingen av tektoniken blivit berörd. Förutom denna deformation finner man ibland även starka skrynklingar av lagren å sådana ställen, där skiffrigheten ej är transversell. Deformationen beror i sådana fall på en differentialrörelse, lokaliserad till smalare strök, å ömse sidor om vilka lagren åter förlöpa jämnt och konkordant. I dessa »glidzoner» finner man alla övergångar mellan skrynklade, hoprullade och sönderslitna lager till pseudokonglomeratartade bildningar. Därvid ha de hårdare, fragmentrika banden sönderslitits och hoprullats till »bollar». Dessa glidzoner kunde misstänkas vara i viss mån primära, uppkomna redan under avlagringen, eller innan bergarten antagit fast konsistens. Häremot talar dock den omständigheten, att motsvarande deformerade zoner ej förekomma i de omgivande, lagrade hälleflintorna. Däremot representera kalklagren i viss mån likartade deformerade zoner, i det i desamma veckningen och skrynklingen är intensivare än i de omgivande hälleflintorna. De deformerade zonernas utbildning torde därför bero på den mjukare konsistensen av den bergart, i vilken de utbildats, samt vara uppkommen i samband med veckningen.[2]

Skiffrarnas petrografiska beskaffenhet. Den kemiska beskaffenheten av normal, tät, övre skiffer framgår av de båda analyserna I och II. Av desamma är I utförd å ljus, grågrön skiffer från Hällefors, II å något mörkare skiffer från Skifferverken N om Grythyttehed. Den synnerligen likartade sammansättningen är slående. Denna sammansättning torde med stor likformighet vara rådande i de täta, fragmentfattiga delarna av den övre skiffern.

[1] G. F. F. 18, sid. 574. Jmf. även den här refererade uppsatsen av W. D. MATTHEW, över likartade bildningar i amerikanska kambrosiluriska lager.

[2] Likartade lokala deformationszoner ha av GEIJER beskrivits från Sydvarangers blandade kvartsmalm. Se även vidare referat hos GEIJER, G. F. F. 33, sid. 327.

	I	I a	II	II a
SiO_2	57,42	9,570	57,27	9,545
TiO_2	0,68	85	0,66	82
Al_2O_3	21,39	2,097	21,09	2,068
Fe_2O_3	1,28	80	0,78	49
FeO	6,00	833	6,63	921
MnO	0,05	7	0,05	7
MgO	2,72	680	2,66	665
CaO	0,22	39	0,29	52
Na_2O	1,24	200	1,40	226
K_2O	4,75	505	4,14	441
H_2O	4,31	2,394	4,45	2,472
P_2O_5	0,12	8	0,09	6
BaO	0,08	5	0,15	10
S	0,03	9	0,02	6
	100,29		99,68	

Aktuell mineralsammansättning av I:

Kvarts	26,58
Klorit	20,15
Muskovit	44,05
Albit	7,81
Celsian	0,19
Rutil	0,56
Titanit	0,29
Magnetit	0,35
Apatit	0,26
Pyrit	0,06
	100,30

I Grågrön lerskiffer, Hällefors, anal. R. MAUZELIUS.

II Mörkt grågrön skiffer, Skifferverken, Grythyttehed, anal. R. MAUZELIUS (H_2O-best. av G. ASSARSSON).

Mineralsammansättningen har i analys I beräknats på följande sätt: Ur värdena på S och P_2O_5 erhålles direkt pyrit och apatit. Rest CaO lämnar hållpunkt på kvantiteten titanit. Rest TiO_2 utgör rutil. Celsianen erhålles ur BaO. Magnetiten uppskattades efter mätning i slipprovet till 0,35 %. Muskoviten beräknades enligt muskovitformeln. Därvid utgicks från hela K_2O-mängden, ökad med $^1/_{10}$ av den molekulära kvantiteten, detta i enlighet med förhållandena i analyserade fyllit-muskoviter (ROSENB., Elemente, sid. 558). De resterande baserna visa nästan fullständig överensstämmelse med proportionerna i kloritformlerna, därvid blott ett obetydligt överskott av 0,09 % H_2O uppstår. Till baserna lades kiselsyra i enlighet med formlerna. Resten SiO_2 utgör fri kvarts. Kloritens sammansättning blir vid beräkningen den nedan under A angivna, vilket motsvarar en klinoklor, på gränsen till proklorit. Under a är en analys av kloritisk beståndsdel ur fyllit från Fichtelgebirge anförd (ROSENB. anf. arb.).

Den funna mineralsammansättningen svarar mot förhållandena i slipprovet. Till de beräknade mineralen komma här blott sporadiskt närvarande turmalinprismor.

	A	a
SiO_2	26,45	23,10
Al_2O_3	13,95	17,92
Fe_2O_3	5,58	4,70

	A	a
FeO	29,14	} 30,98
MnO	0,25	
MgO	13,55	11,36
H_2O	11,10	12,74
	100,02	100,80

En beräkning av analys II skulle lämna nästan identiskt resultat. De anförda analyserna representera sammansättningen av en typisk lerskiffer, sådan den är känd från yngre formationer genom talrika analyser. Till jämförelse äro några dylika i nedanstående tabell anförda:

	I II	1	2	3	4	5	6
SiO_2	57,35	58,23	60,7	62,94	54,42	56,68	60,49
TiO_2	0,67	1,00	1,0	1,24	0,90	ej best.	0,73
Al_2O_3	21,24	19,89	19,2	18,74	19,62	23,33	17,56
Fe_2O_3	1,03	1,72	3,8	2,40	1,60	6,01 [3]	2,74
FeO	6,32	5,55			6,27		4,61
MnO	0,05	0,05			0,04		
MgO	2,69	2,44	1,8	1,70	4,35	1,44	2,51
CaO	0,26	0,43	1,4	0,80	0,66	0,63	1,26
Na_2O	1,32	0,38	0,2	0,24	1,54	1,11	1,32
K_2O	4,45	5,75	5,0	6,16	4,22	4,20	3,31
H_2O	4,38	4,06	4,8 [1]	5,61	6,26	6,96	3,61
P_2O_5	0,10	0,33	0,2	0,16	0,02		0,31
BaO	0,08	0,11					
S	0,03	0,05					
	99,97	99,99	98,1	99,99	100,43 [2]	100,36	99,56 [4]

I/II Genomsnitt av analyserna I och II, övre Grythytteskiffer.

1. Mörkgrå lerskiffer (östlig silur), Kådtjojokk, N om Saggat G. F. F. 41, sid. 323. Anal. R. MAUZELIUS.
2. Phyllograptusskiffer, Stora Stolan, Berg, Östergötland. Anal. R. MAUZELIUS.
3. Alunskiffer, Degerhamn, Öland. Anal. R. MAUZELIUS.[5]
4. Medeltal av 3 likartade analyser av ej kontaktmetamorfoserad ordovicisk skiffer från Kristianiafältet (etage 4), (V. M. GOLD-

[1] Differens från 100,0. Till talen kommer ytterligare 1,9 % FeS_2.
[2] I summan ingår även 0,53 % C.
[3] FeO ej avskild.
[4] I summan ingår även 1,11 % CO_2.
[5] Analystalen äro beräknade på ren skiffersubstans efter avdrag av bitumen och svavelkis. Ursprungliga analysen är följande: SiO_2 = 44,02, TiO_2 = 0,87, Al_2O_3 = 13,11, Fe_2O_3 = 1,68, MgO = 1,19, CaO = 0,56, Na_2O = 0,17, K_2O = 4,31, P_2O_5 = 0,11, H_2O = 3,92, FeS_2 = 16,99, C = 10,94, H = 1,06, N = 0,35.

SCHMIDT, Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, sid. 23, anal. I, sid. 36, anal. IV och V).

5. Medeltal av 5 likartade analyser av tät, karbonisk skiffer, Carlisle (W. M. HUTCHINGS, Geol. Mag. 1894, sid. 38).
6. Medeltal av 79 ej kontaktmetamorfoserade lerskiffrar och fylliter från europeiska och amerikanska fyndorter enl. E. BASTIN (Journ. Geol. 1909, sid. 456).

Analyserna 1—4 lämna en översikt över de svensk-norska kambro-siluriska lerskiffrarnas sammansättning. Såsom av desamma framgår är denna ganska enformig. Största olikheten ligger i de norska skiffrarnas högre MgO-halt samt i den låga FeO-halten i 2 och 3. Denna är dock mer skenbar än verklig, i det FeO-halten är bunden som FeS_2, vilken borträknats, och som särskilt i alunskiffern är hög (c:a 17 %). Att ej samtliga av GOLDSCHMIDT från Kristianiafältet meddelade analyser medtagits, beror därpå, att i en del fall bergarterna äro kontaktmetamorfoserade, vilken facies konsekvent uteslutits för att erhålla fullt jämförbara data. I andra fall tyder hög CaO-halt på närvaro av karbonat, som på grund av bristande CO_2-bestämning ej låter sig beräknas. Även i n:o 6 skulle vid konsekvent borträknande av $CaCO_3$ i de enskilda analyserna talet för CaO varit mindre, liksom man även i n:o 2 kan misstänka någon karbonathalt.

Tabellen torde tillfyllest visa överensstämmelsen i kemiskt avseende mellan den arkäiska Grythytteskiffern och skiffrar från yngre formationer. Den visar även, huru likformig skifferbergarternas normala sammansättning är, för så vitt man bortelimínerar de störningar i densamma, som karbonatinmängning och grövre, ovittrat material introducera. Denna likformighet kan ej bero på en tillfällighet, ej heller enbart på vittringsförloppet, som under olika omständigheter och olika berggrund måste alstra mindre likformiga produkter. Man torde här vara tvungen att räkna med även en reglering av den kemiska konsistensen under transporten och utfällandet av lerslammet, möjligen även omedelbart efter densamma. Den reglerande faktorn härvid torde vara materialets fina fördelning och fint fördelade massors förmåga av selektiv adsorption (jmf. diskussionsinlägg av förf. G. F. F. 41, sid. 467 samt där refererat arbete av G. LINCK).

I ett slipprov av den ljusare, grågröna skiffern, analys n:o 1 består densamma av en tät, parallellstruerad massa, i vilken grövre, fragmentartade partiklar av klorit, tunnare blad av muskovit samt enstaka, små fragment av kvarts sannolikt även av albit kunna urskiljas. Samma mineral ingå i fin fördelning, i den täta massan. Såsom analysen visar, innehåller densamma ej obetydligt albit (c:a 7 %). Suddiga små

fläckar av leukoxen och sparsamma, små malmkorn jämte ännu mer sporadiska, rundade, små apatitkorn samt prismor av turmalin utgöra bibeståndsdelar. Vid stark förstoring visar sig bergartsmassan vara liksom genomdränkt av fina, små rutilnålar, som ligga subparallellt anordnade i skiffrighetsplanet. Dessa nålar framträda därför ej i snitt vinkelrätt emot den härav markerade lineära skiffrigheten. Även glimrarna visa i snitt parallellt med skiffrighetsplanet partiell orientering och smalare dimensioner i samma riktning som rutilnålarna.

Av de fragmentartade glimmermineralen har kloriten delvis liksom muskoviten tavelform, dock äro tavlorna hos den förra betydligt tjockare och mer klumpformade, delvis äro kornen nästan isometriska. Båda glimrarnas individer ha en subparallell anordning. Dimensionerna äro något grövre hos kloriten än hos muskoviten, max. 0,1—0,2 mm i längd och 0,03—0,15 mm i bredd i skiffrighetens plan hos den förra samt 0,08 och 0,03 mm hos muskoviten.

I den täta matrixen äro de enskilda mineralkornen blott med svårighet urskiljbara. Även i tvärsnitt av normal slipprovstjocklek (0,02 mm) finner man en överlagring av mineralpartiklarna över varandra.

Kloriten har en svagt blåaktigt grön färg på α samt svagt ljusgul på γ. Absorptionen är medelstark. Kornen visa i tvärsnitt i allmänhet blågrå, anomala interferensfärger. Någon gång finner man normal, gråvit färg, tydande på en dubbelbrytning av c:a 0,009. I dylika korn iakttogs även tvillinglamellering. Inlagrade fina muskovitlameller äro ej sällsynta.

Muskoviten är färglös. Den har en mycket liten axelvinkel omkring α.

Bergarten är tydligtvis i den täta massan omkristalliserad. Däremot torde de grövre klorit-muskovitpartiklarna, liksom de grövre kornen av kvarts och albit samt småmineralen med undantag av rutilen vara primära fragment.

I slipprov av den mörkare skiffern från Skifferverken visar bergarten en likartad sammansättning, den är blott ännu tätare. Vid medelstark förstoring ter sig skiffermassan som en enhetlig, gråaktig, tät matrix, som genom den subparallella anordningen av sericiten är starkt dubbelbrytande. Vid stark förstoring kan man dock se, att såväl glimmermineral, som färglösa, mindre starkt ljusbrytande mineral (kvarts-fältspat) ingå i massan. Samma fragmentartade partiklar av klorit, muskovit och kvarts förefinnas, dock av något mindre dimensioner, likaså samma småmineral.

Den kemiska sammansättningen av ett grövre, på kvarts-fältspat-fragment rikt band återgives av analysen n:o III. Provet är taget i en häll V om järnvägen mitt för gården Norr Heden 2 km N om Gryt-

hytteheds kyrka. Till jämförelse ha genomsnittstalen I/II för den täta skiffern återupprepats.

	I/II	III	III a
SiO_2	57,35	66,24	11,040
TiO_2	0,67	0,50	62
Al_2O_3	21,24	15,36	1,506
Fe_2O_3	1,03	1,06	66
FeO	6,32	5,30	736
MnO	0,05	0,08	11
MgO	2,69	2,61	652
CaO	0,26	0,40	71
Na_2O	1,32	3,10	500
K_2O	4,45	2,10	223
H_2O	4,38	3,18	1,767
P_2O_5	0,10	0,13	9
BaO	0,08	0,05	3
S	0,03	0,01	3
	99,97	100,12	

Aktuell mineralsammansättning av III:

Kvarts	34,87	(+ 8,29)
Klorit	18,94	(— 1,12)
Muskovit	19,32	(—24,73)
Albit	25,06	(+17,25)
Celsian	0,12	(— 0,07)
Rutil	0,14	(— 0,42)
Titanit	0,86	(+ 0,55)
Magnetit	0,50	(+ 0,15)
Apatit	0,28	(+ 0,02)
Pyrit	0,03	(— 0,03)
	100,12	

I/II Genomsnitt av analyser av övre Grythytteskiffer.

III Grövre fragmentrikt band i Grythytteskiffer, N om Grythyttehed. Anal. R. MAUZELIUS (H_2O-best. av G. ASSARSSON).

Ur analystalen beräknades den aktuella mineralsammansättningen på samma sätt som ur skiffern n:o I. Den därvid erhållna kloriten har nästan identisk sammansättning som i den täta skiffern. Mineralens komposition i skiffern är sålunda mycket likformig. De båda kloritsammansättningarna återgivas här nedan. Den enda väsentliga olikheten utgöres av någon förskjutning mellan järn och magnesia till förmån för den senare i B, vilken dessutom är något aluminiumrikare.

	A	B
SiO_2	26,45	26,66
Al_2O_3	13,95	15,63
Fe_2O_3	5,58	3,80
FeO	29,14	27,14
MnO	0,25	0,42
MgO	13,55	14,20
H_2O	11,10	12,14
	100,02	99,99

A Klorit, ber. ur tät skiffer, analys I.

B » » » fragmentrik skiffer, analys III.

Däremot är skillnaden i genomsnittssammansättning mellan de täta och de fragmentrika delarna av skiffern betydligt större. Densamma är i tabellen över den mineralogiska sammansättningen antydd genom siffrorna inom klammer, som ange de direkta skillnaderna mellan mineralernas kvantitet i I och III. Mineralogiskt kan skillnaden i huvudsak sägas bestå i en stark ökning i III av albiten och en ännu större minskning av muskovithalten. Däremot har kvartshalten ökats relativt litet samtidigt med albiten. Kloritmängden är nästan konstant. Bland ändringarna i småmineralen är rutilens starka minskning i III den mest anmärkningsvärda. F. ö. ha samtliga småmineralen ökats, beroende på, att de utgöras av tunga, hårdvittrade mineral, som tendera att som fragment följa med de grövre dekompositionsprodukterna. Rutilen torde däremot redan primärt vid vittringen fällas ut i fin fördelning och följa med det fina slammet.

Under mikroskopet finner man i det analyserade provet en finkornig blandning av kvarts- och albitfragment, som konstituera bergartens huvudmassa, vidare grövre muskovitblad och sträckta, tjockare kloritttavlor. Dessa grövre beståndsdelar äro mellanlagrade av en ganska sparsam, tätare matrix, övervägande sammansatt av klorit. Muskovit är sparsamt förhanden. Något fint fördelad kvarts och albit torde förekomma. Som fragment eller omvandlingsprodukter av sådana äro även korn av magnetit, titanit-leukoxen, apatit och (sporadiskt) zirkon att betrakta. Även små prismor av turmalin torde vara att räkna till samma kategori. Rutil uppträder mycket sparsamt i matrixen. Glimmermineralen äro rikligare anordnade i band, varigenom en lagring alstras. I dessa band ökas samtidigt sericithalten. De grövre muskovit-klorit-bladen äro även här speciellt anrikade. Deras storlek är tydligt större än i den täta skiffern. I slipprovet utgöra dimensionerna hos muskoviten 0,06—0,23 mm i längd och 0,016—0,03 mm i tjocklek. Kloritens motsvarande dimensioner äro 0,09—0,23 och 0,04—0,06 mm.

Bergartens struktur har en fullt kristallinisk konsistens med god parallellism hos glimmern. De grövre muskovitbladen liksom de tjockare kloritfjällen visa ofta böjningar i detalj och i kvartskornen förekommer undulös utsläckning, ibland t. o. m. någon krossning. Deras liksom albitkornens fragmentkaraktär är dock fullt tydlig. Formen är ungefär isometrisk och kantig. Dimensionerna variera mellan 0,02 och 0,15 mm. Bergartens material motsvarar sålunda, vad man i recenta avlagringar skulle beteckna som grövre, med lerslam något blandad mosand.

I slipprovet har även en remsa av den omgivande täta skiffern medtagits. Densamma består av en tät, parallellstruerad massa av

samma slag som i n:o I, dock äro fragmentartade partiklar av klorit mycket sparsamma och små. Grövre muskovitblad nästan saknas. Gränsen mot »mosand»-lagret är synnerligen skarp.

I det undersökta slipprovet är diskordant lagring synlig. Denna lagerform har endast iakttagits i ett fåtal fall (i detta prov, i prov från häll S om Silvergruvan och N om Bretjärn i Älvestorpsområdet).

De beskrivna proven kunna anses såsom representativa för det material, som ingår i den övre skiffern. De kunna ej betecknas såsom extrema så tillvida, som ännu fragmentrikare band förekomma, i vilka glimmermellanmassan sjunker ned till en obetydlighet. Däremot är proportionen albit-kvarts i de fragmentrika banden alltid likartad med den i det beskrivna provet, d. v. s. mängderna av de båda mineralen äro tillnärmelsevis lika med någon övervikt för kvartsen. Å andra sidan är i vissa fall mellanmassan rikligare än i det beskrivna provet. En likformig inblandning av det grövre fragmentmaterialet i större delar av skiffern är däremot sällsynt. Så gott som alltid förefinnes en lagring med bättre eller sämre utsortering av fragmentmaterialet band- eller strimvis.

Likaså förefinnes en variation i fragmentmaterialets kornstorlek. Den uppmätta kornstorleken kan betecknas såsom den allmännast utbredda. Dock förekomma såväl finare sorteringar som grövre, det senare likvisst mer sällan. I den undre zonen är »mo»-material av den beskrivna grovleken sällsynt. Här åstadkommes med redan nämnda undantag bandningen i regel av finare fragmentmaterial ned till nästan samma fina sortering som i den täta skiffermassan.

Andra variationer i skiffrarnas konsistens orsakas av starkare kataklastiska deformationer i fragmentmaterialet och samtidigt utbildad sträng parallellism av glimmermaterialet. Även motsatta förhållandet, alltså ringa deformation och dålig parallellism hos glimmermaterialet förekommer. I grövre varieteter av dylik beskaffenhet är den klastiska beskaffenheten synnerligen tydligt synbar (jmf. fig. 5).

Till bandningen av skiffern kan någon gång även förhandenvaron av smala, mörka ränder bidraga. I slipprov visa sig desamma bestå av rikligt aggregerad magnetit och leukoxen.

Den relativa muskovitfattigdom, som är utmärkande för den analyserade grövre skiffervarieteten kan sägas vara utmärkande i allmänhet för de fragmentrikare delarna av skiffern. Även härutinnan finnes dock en viss variation, i det sericitrikedomen i en del av de undersökta slipproven är betydligt större. Det förhållandet kan dock uppställas som en ganska allmänt giltig regel, att kloritens mängd i förhållande till muskovitens är högre i de grövre, på kvarts-albit rika banden.

Fragmentkaraktären av de i skiffrarna förekommande grövre muskovit-kloritfjällen framgår redan i de täta bergartsdelarna av deras kontrast mot den täta massan. Den utvisas vidare av de i grövre »sandigt» material grövre dimensionerna och den här rikligare förhandenvaron av glimmerbladen. I slipprov av diskordant förskiffrad skiffer äro lamellernas anordning ännu i allmänhet parallell med den gamla lagringen, medan den täta glimmermassan är ställd parallellt

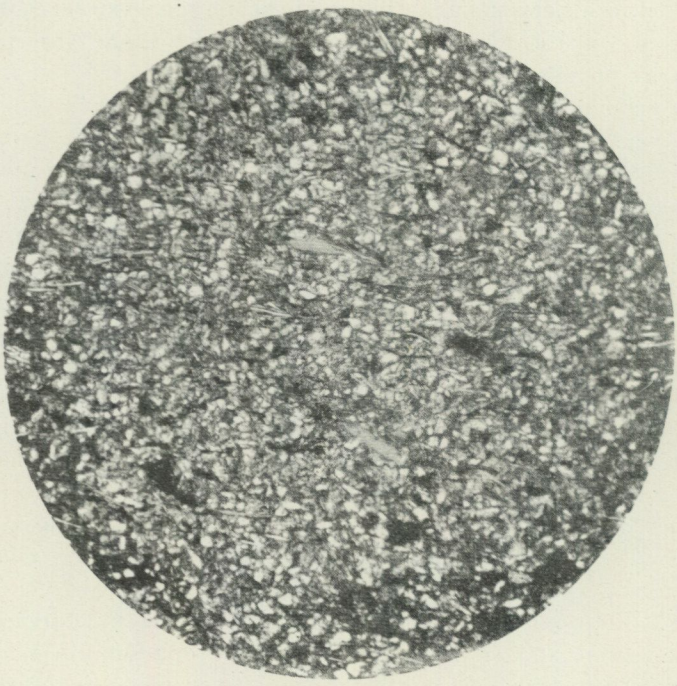


Fig. 5. Fragmentrikt band i den övre skiffern, Hevreten. Vanl. lj., först. 38 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Layer of the upper slate, crowded with small fragmental grains of quartz and albite.*

med klåvet. Böjningar av muskovitbladen kunna här ibland ses, i stor utsträckning synas dock bladen ha bibehållits relativt odeformerade, medan den täta massan omkring dem omorienterats. Där lagren äro skrynklade och större rörelse i massan skett, ha dock även glimmerfragmentenas läge omorienterats till parallellt med klåvet eller ha böjningar av lamellerna skett. Det senare är vanligt i pressade, fragmentrika lager i sådana fall, där lamellerna stöta intill de hårda kvarts-albitkornen.

Även skiffrarnas turmalinhalt torde vara primär, beroende på inmängning av prismorna vid avlagringen som fragment. Prismorna äro

ofta terminalt begränsade av pyramider ibland i båda ändar, därvid den hemimorfa formen är iakttagbar. I andra fall äro prismorna avbrutna i ena änden, ibland i båda. Fragmentkaraktären framgår därav, att prismorna äro rikligare i de grövre, fragmentrika lagren och helt sporadiska i de tätare delarna av skiffern. Ett vidare bevis för fragmentkaraktären utgör deras även i ett och samma prov varierande sammansättning, som antydes av den olikartade färgen och absorptionsförmågan. Färgen på ω varierar mellan grönaktig eller blågrön, vilket är det vanligaste, till mörkviolett eller rent brun. Absorptionen är svag till stark.

Den i fragmentmaterialet ingående fältspaten består nästan genomgående av albit. Densamma måste enligt företagna mätningar och på grund av analyserna vara praktiskt taget fri från anortit. Mätningar i snitt vinkelrätt mot α angiva en sammansättning av An_0—An_4. Kalifältspat har i skiffrarna endast anträffats i ett fall, nämligen i en grafitrik, undre skiffer strax V om Bäckäng (torp 2 km NO om Grythyttehed). I densamma förekommer i det undersökta preparatet ett smalt, fragmentrikt lager, vari fragmenten utom av magnetit utgöras enbart av mikroklin, som är nästan fri från pertitiskt inlagrad albit. Kvartskorn saknas här. Den omständigheten, att kalifältspat f. n. saknas som fragment i skiffrarna, behöver ej nödvändigtvis innebära, att detta primärt varit fallet, enär under den lågtempererade metamorfos och den förskiffring, som bergarten varit utsatt för, detta mineral varit instabilt och kunnat överföras i sericit. Dock måste kvantiteten av kalifältspat ha varit ringa, enär pseudomorfoser eller spår av mineralet ej ens i mycket fragmentrika, massformiga facies kunnat påvisas.

Avsaknaden av kalifältspat i skiffrarna är ett anmärkningsvärt faktum. Man kan härför tänka sig tvenne möjligheter, nämligen att den berggrundsyta, som levererat vittringsmaterialet varit extremt fattig på denna fältspat. Den skulle i så fall motsvaras av den berggrund, som överväger i den undre hälleflintetagen. Den andra förklaringsteorien är den, att kalifältspaten i högre grad än albiten angripits av vittringen, vilket strider mot all erfarenhet av recenta vittringsförlopp. Av de båda teorierna är därför den förra den mer sannolika.

Karbonater äro i skiffrarna blott förhanden i helt underordnad mängd. I de fall, där karbonatkorn anträffats, uppträda de vanligen som sporadiska små korn, i ett fall (tät skiffer från Skifferverken) aggregerade i form av en mindre lins i den täta massan. Karbonatkorn ha anträffats såväl i täta som i grövre, fragmentrika facies, dock synas de i de senare vara vanligare än i de förra. Den största funna karbonathalten föreligger i ett slipprov av skiktad, fragmentrik skiffer från

Hällefors. Den uppgår här i de fragmentrika banden till c:a 3—4 vol. %. I de täta banden är kvantiteten betydligt mindre. Denna brist på karbonatmaterial, vare sig som impregnation i bergartsmassan eller som ansamlade lager är karakteristisk för skiffern liksom även för de på skiffermaterial rika gråvackorna och står i bestämd kontrast till förhållandena inom hälleflintterrängerna.

Den beskrivna mineralogiska och strukturella utbildningen av skifferbergarterna motsvarar en ringa och »lågtempererad» metamorfos av materialet. Bergarterna kunna ur denna synpunkt jämställas med kvarts-muskovit-klorit-fasen av de siluriska skiffrarna i den kaledoniska bergskedjan.[1] Denna typ kan sägas vara den inom Grythytteskifferområdet genomgående dominerande. Biotit är här inskränkt till sådana fall, där bergarten blivit kontaktmetamorfoserad av graniten i N eller av genomsättande diabasgångar. Biotit förekommer i den undre zonen, där den uppträder tillsamman med klorit och muskovit (se vidare nedan). Däremot synes biotit vara något allmännare utbredd inom Älvestorpsfältet. Även här finner man dock alltid en ringa mängd av denna glimmer, kombinerad med klorit och muskovit. Även i biotitförande varieteter av bergarten i detta område är fragmentstrukturen i de grövre lagren fullt igenkännbar och kornstorleken i de fragmentfria delarna — frånsett de något grövre, nybildade biotitfjällen — av samma täta slag som i den normala skiffern.

Till sin sammansättning motsvara, som redan nämnts, de täta delarna av skiffern fullt ut yngre lersediment. De representera ett vittringsmaterial av lika extrem natur, som det, som under senare perioder alstrats. I de fragmentrika delarna har däremot ovittrat fältspatmaterial anrikats i större utsträckning. Anmärkningsvärt är emellertid, att ej bergartsfragment samtidigt innehållits i vittringsprodukterna. Fullt kategoriskt kan den ev. förekomsten av små, dylika fragment väl ej uteslutas, enär små korn av hälleflinta bli ganska svåra att urskilja i bergartsmassan, speciellt om de äro vittrade och sericitrika, men de måste i likhet med ev. tidigare förhandenvarande kalifältspatfragment ha varit mycket fåtaliga och små. Detta förhållande, att bergartsfragment saknats eller varit så sparsamt fördelade, torde stå i samband med, att den berggrund från vilken materialet hämtats bestått av porfyriska ytbergarter och tuffer med täta och i stor utsträckning glasrika grundmassor, som lättare hemfallit åt den kemiska vittringen än strökornen.

För att utröna sammansättningen av en svart grafitförande skiffer utfördes nedanstående analys n:o IV å ett större prov, taget från det

[1] GOLDSCHMIDT, V. M., Videnskr. selsk. skrifter I, Mat. Natv. Klasse 1915, n:o 10, sid. 5.

bollförande ströket V om Bäckäng (ONO om Grythyttan). Vid pulvriseringen av provet frånplockades i detsamma i ganska riklig mängd förekommande kvartsbollar. Detta har återverkat på provets genomsnittliga kvartshalt dessutom även på svavelhalten, enär den förekommande kisen (magnetkis) huvudsakligen var koncentrerad till bollarna och deras omedelbara närhet.

	IV	IVa	I/II
SiO_2	53,21	8,868	57,35
TiO_2	0,50	62	0,67
Al_2O_3	14,90	1,461	21,24
Fe_2O_3	1,09	68	1,03
FeO	15,33	2,129	6,32
MnO	0,10	14	0,05
MgO	4,18	1,045	2,69
CaO	0,29	52	0,26
Na_2O	2,04	329	1,32
K_2O	1,94	206	4,45
H_2O_2	5,36	2,978	4,38
P_2O_5	0,05	4	0,10
S	0,04	13	0,03
C	0,55	BaO	0,08
	99,58		99,97

Aktuell mineralsammansättning:

Kvarts	22,10	(26,58)
Klorit	41,58	(20,15)
Muskovit	18,01	(44,05)
Albit	16,14	(7,81)
FeS	0,13	
Apatit	0,12	
Titanit	0,78	
Rutil	0,18	
Grafit	0,55	
	99,59	

IV Svart grafitförande skiffer, V om Bäckäng, Grythyttefältet. Anal. G. ASSARSSON.

I/II Genomsnitt av analyser av tät, grafitfri, övre skiffer.

Vid beräkningen av mineralsammansättningen försummades en ringa i bergarten förefintlig kvantitet biotit och beräknades glimmern enbart som klorit och muskovit. Som ej spår av mikroklin kan ses i slipprovet, utgicks vid muskovitens beräkning från hela K_2O-kvantiteten, vartill Na_2O lades i samma proportion, som i de föregående fallen.

De härefter och efter albitens och de accessoriska beståndsdelarnas beräkning resterande molekulära förhållandena mellan vatten och övriga baser överensstämma med kloritformlerna. Kloriten blir en FeO-rik sådan av en något Sp-rikare blandning än i den normala skiffern. Dess sammansättning är nedan jämförd med den täta skifferns klorit. Den utgöres i den svarta skiffern av en relativt sesqvioxidrik pennin.

	C	A
SiO_2	27,94	26,45
Al_2O_3	11,72	13,95
Fe_2O_3	2,62	5,58

	C	A
FeO	36,68	29,14
MnO	0,24	0,25
MgO	10,06	13,55
H_2O	10,73	11,10
	99,99	100,02

C Klorit, beräknad ur grafitrik skiffer, analys n:o IV.
A » » » grågrön, tät, grafitfri skiffer, analys I.

För så vitt den i bollarna förekommande kvartsen i sin helhet härstammar från bergarten i provet, skulle kvartshalten i mineraltabellen ökas med omkring 10 %. Möjligt är emellertid att SiO_2 även infiltrerats från omgivande lager. I varje fall kan man räkna med, att en viss del av bollarnas SiO_2 primärt varit fördelad i skifferprovet, varvid den fria kvartshalten kommer att överstiga den i analysen funna (22,10).

Denna sammansättning avviker rätt väsentligt från den i de normala, täta, övre skiffrarna. Till jämförelse ha i siffrorna inom klammer de ur analys I ber. kvantiteterna av huvudmineralen återgivits. Avvikelserna bestå huvudsakligen däri, att klorithalten i den grafitförande skiffern är betydligt högre än i den grafitfria, samtidigt som muskovithalten i motsvarande grad är lägre. Albithalten är i den svarta skiffern proportionsvis högre och totala alkalihalten lägre. Totala glimmerkvantiteten är däremot i båda likartad (64,2 i I och 59,6 i IV). Varpå anrikningen av (FeMg)O i den grafitförande skiffern beror, är svårt att säga. Den högre Na_2O-halten måste däremot bero på en större uppblandning av skifferns massa av fint fördelad, ovittrad albit. Skillnaden i albithalt, jämfört med de grafitfria, täta skiffrarna är 8,3 %.

I slipprov utgöres den analyserade skiffern av en ytterst tät, parallellstruerad matrix av en gulgrön—svagt ljusgul klorit, muskovit, obetydligt biotit samt fint fördelad, ej som skilda korn identifierbar kvarts-fältspat. Helt sparsamt finner man små fragment av albit. Sådana av kvarts ha ej kunnat konstateras. Ett par små fragmentartade kloritfjäll ha iakttagits. Härtill kommer grafit och obetydligt med magnetkis. Proportionerna mellan glimrarna motsvarar den ur analysen funna, därvid biotiten tänkts uppdelad på muskovit och klorit. Biotiten bildar fåtaliga bruna fjäll av något grövre dimensioner än de övriga mineralen i massan. Grafiten har en ytterst fin fördelning. Den är ej jämnt spridd i bergarten, utan rikligare ansamlad längs skiffrighetsplan i små sliror eller strimmor, som bilda ett i skiffrighetens riktning sträckt nätverk i bergarten. Kornen kunna vid stark

förstoring ses övervägande ha runda, mer sällan listformiga genomskärningar (snittet i preparatet är ett tvärsnitt mot skiffrighetsplanet). Denna utbildning är den vanliga i alla områdets grafitförande bergarter. Till större delen synas därför kornen ej ha tavelformig utan mer isometrisk utbildning. Samma inhomogena och längs skiffrighetsplanen sliriga fördelning är allmän i alla undersökta, förskiffrade grafitförande bergarter. Grafiten har sålunda vid deformationen haft en ganska

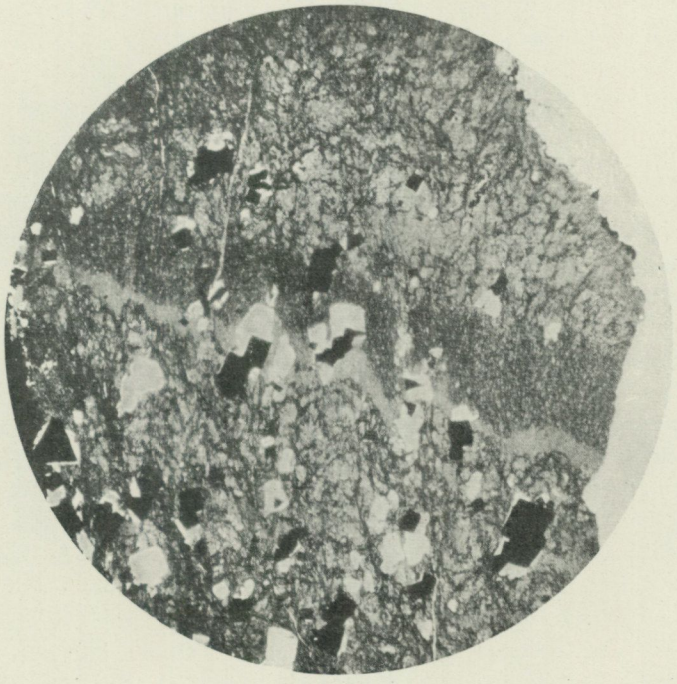


Fig. 6. Grafit- och pyritrik skiffer, visar deformerad lagring av grafiten. De ljusa rummen[1] utgöra kvartsfyllda hålrum, alstrade genom pyritkristallernas rörelse under deformationen. V om Bäckäng. Vanl. lj., först. 14 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Slate, rich in graphite and pyrite. Shows deformed banding of the graphite. The light areas are quartz-filled spaces, caused by the movements of the crystals of pyrite during the deformation.*

stor rörlighet. Detta hindrar dock ej, att man i slipproven ännu kan iakttaga en skiktartad fördelning av densamma. När förskiffringen är ställd i större vinkel över skikten, och desamma skrynklats, alstras härav och av de parallellt med skiffrighetsriktningen förlöpande, grafitanrikade strimmorna ett invecklat nätverk (se fig. 6).

Den i det analyserade provet funna sammansättningen torde vara mycket utbredd i de svarta, grafitförande skiffrarna. Den är dock ej alltid förhanden. I flera av de undersökta preparaten är skiffern betydligt rikare på muskovit, och i ett par fall saknas mörk glimmer

eller är den i varje fall ej med säkerhet påvisbar. Undantagsvis finner man biotit och muskovit utan klorit eller med ringa kvantitet av den senare. Glimmerns sammansättning är således rätt variabel. I de på kaliglimmer rikare skiffrarna är även totalkvantiteten av glimmer högre än i det analyserade provet. Sannolikt är även kvantiteten av ovittrad albit mindre.

Grövre fragment saknas i de flesta genomgångna prov. Förutom i det analyserade ha endast i det sid. 51 omnämnda provet från bandet V om Bäckäng, fragmentkorn av mikroklin och magnetit iakttagits.

Mineralkombinationen är i de undre skiffrarna mer variabel än i de övre, i det biotit är allmännare utbildad. Exempel finnas, vari biotit och klorit äro enbart rådande eller förhärskande. I ett fall, en svart skiffer SO om Sirsjön är granat (sannolikt almandin) närvarande som små, färglösa individer. Även obetydligt med zoizit förefinnes. Glimmern utgöres av biotit och muskovit. Kornigheten är dock alltjämt den vanliga täta. Denna mineralassociation torde vara orsakad av kontaktinverkan från graniten i söder.

Karbonater ha i de undre skiffrarna samma sällsynta och sparsamma uppträdande som i de övre.

Såsom redan nämnts, dominerar inom det mäktigare avsnittet av den undre zonen mellan Grythyttehed och Tångåstorpen öster om det kis-grafitrika ströket grafitfri eller -fattig skiffer. Någon kemisk undersökning av densamma har ej utförts. Genomgångna preparat tyda emellertid på en sammansättning, som närmare svarar mot den i den övre skiffern. I detta avsnitt förekomma även grövre, fragmentrika inlagringar, i sammansättning svarande mot dem i den övre skiffern. Försök att tyda denna skiffer såsom en inveckad del av övre skiffer ha ej visat sig hållbara, enär det bollförande ströket ej återkommer inom zonen eller utmed dess södra och östra sidor. Dessutom förekomma flerstädes spilitiska grönstensinlagringar. Man blir därför tvingad antaga, att detta skifferavsnitt representerar en mäktigare utveckling av den undre zonen, till sin undre del bildad något tidigare än den grafitförande skiffern. Påpekas bör det geografiska sammanfallandet av detta mäktigare avsnitt och de på inblandat skiffermaterial rika gråvackorna. Man är för de senare tvingad att antaga ett tidigt i hälleflintornas yta bildat bäcken, i vilket gråvackesedimentationen skett, och i en fortsatt sedimentation av renare skiffermaterial i detta bäcken torde man finna förklaringen till ansvällningen i den undre zonen.

Kontaktmetamorfoserade facies av lerskiffern.

Såväl Grythytte- som Älvestorpsskiffrarna komma i N och S i kontakt med yngre graniter, som å desamma utövat kontaktförändringar. Detsamma gäller även skiffern vid Loka station.

Grythytteskifferns nordligaste, starkt avsmalnade del är mycket dåligt blottad. Nära granitgränsen vid Örlingen har blott en häll anträffats. Bergarten har i denna en finkornig, hård, hornfelsartad och massformig konsistens. I hällen är hornfelsen genomsatt av en grönstensgång.

Under mikroskopet finner man i hornfelsen följande mineralkomposition: Mikroklin, oligoklas, kvarts, biotit, pinitiska glimmerpseudomorfoser samt som accessorier malmkorn, apatit, och sporadisk titanit. Strukturen är regellöst kornig med isometriska former av kvarts-fältspatmineralen. Biotiten bildar blad, som ofta poikilitiskt innesluta små kvarts- eller fältspatkorn. Kornstorleken är i genomsnitt $0{,}05$ mm, hos biotittavlorna något större.

Kvantiteterna av plagioklas och mikroklin synas vara ungefär lika stora och likartat är förhållandet mellan ljusa mineral (kvarts-fältspat) jämfört med biotit och pinitpseudomorfoser. Plagioklasen bestämdes i snitt vinkelrätt mot α till An_{23}. Ofta finner man en betydligt surare ytterzon, som i ett fall bestämdes till An_8. Mikroklinen är rikligt pertitiskt inlagrad med fina albitlameller. Kvartsens mängd synes vara relativt liten och mindre än vardera fältspatens. Biotiten är starkt kloritomvandlad. Där den är bibehållen har den en rödbrun färg och medelstark absorption. De i bergarten rikligt uppträdande pseudomorfoserna bestå av en tät, regellöst anordnad glimmermassa av en färglös, högt dubbelbrytande glimmer, till vilken ibland sällar sig gulgrön eller grön klorit. Pseudomorfoserna ha rundade eller kort prismatiska former. Utmed några i slipprovet förefintliga sprickränder finner man en stark impregnation av glimmermassan av magnetit. Till sin sammansättning svarar denna hornfels på grund av sin fältspatrikedom närmast mot en kontaktomvandlad, fragmentrik facies av skiffern. Den ringa kvartshalten i densamma beror på mikroklinbildningen. Främmande för normal facies av skiffern är den relativt höga An-halten, som förutsätter antingen en i primärmaterialet förhandenvarande kalcithalt eller en tillförsel av Ca under kontaktmetamorfosen, av vilka eventualiteter det förra torde vara det sannolikare.

Hornfelszonens bredd utmed granitgränsen kan i brist på blottningar ej bestämmas. Det sannolika avståndet från kontakten till hällen utgör 175 m. Söder ut träffas hällar först 1.200 m N om Silvergruvedammen (2,8 km S om granitgränsen). Skiffern har här en fläckskif-

ferartad utbildning, som redan 100 m sydligare försvinner. Det är emellertid ovisst, om denna fläckbildning är beroende på kontaktinverkan från graniten i N, eller om den sammanhänger med förändringar, alstrade av de lösningar, som avsatt kismalmerna i Silvergruvetrakten. Det senare synes sannolikare, enär fina ränder, fyllda av zinkblände och sparsamma korn av blyglans uppträda i fläckskiffern. Fläckarna ha i friskt brott en matt svart färg. De skilja sig här föga från skiffermassan och framträda tydligt först å vittrad yta. I slipprov har den omgivande bergarten ungefär samma komposition och struktur som en normal, tät skiffer med den skillnaden, att en blekbrun biotit börjat utbildas som glest liggande, något grövre fjäll. Själva fläckarna skilja sig från skiffermassan genom en obetydligt stegrad kornstorlek, genom rikligare biotitbildning, samtidigt lägre muskovithalt, varjämte i fläckarna förekommer en färglös klorit. Denna är rikligt koncentrerad till den yttre delen av fläckarnas kärna, varjämte en likartad, mindre koncentration ofta även förefinnes utmed fläckarnas ytterrand. Genom detta kloritens uppträdande alstras en viss zonarbyggnad i fläckarna.

Fläckarnas konsistens förutsätter en koncentration av (MgFe)O till de kloritrikare delarna. Fläckarnas och bergartens konsistens f. ö. innebär en relativt obetydlig mineralogisk förändring av bergarten.

I Älvestorpsområdet blir skiffern dels i S avskuren av graniten, dels uppträder i skiffern, skild från granithuvudmassan genom en smal skifferzon, ett mindre satellitmassiv. I mellanzonen mellan graniterna har skiffern en hårdare och massformigare konsistens än vanligt, varjämte grövre muskovitblad äro utbildade. Desamma ha delvis en regellös fördelning, men dessutom äro de speciellt rikligt utbildade längs vissa lager, säkerligen beroende på en primärt större sericitrikedom i desamma. N om satellitmassivet är skiffern blottad invid kontakten vid Halvars-Norens strand. Även här finner man en hårdare kornig konsistens invid kontakten och grövre utvecklade muskovitblad. Kontaktinverkan sträcker sig här, makroskopiskt att döma, blott få dm in i skiffern. Dess verkliga utbredning är genom slipprov ej undersökt.

I slipprov av skiffern i mellanpartiet mellan graniterna finner man en till synes regellös och inhomogen blandning av täta och grövre glimrar samt kvarts-fältspatmaterial. Vid närmare undersökning visar det sig emellertid, att bergartens orediga mineralfördelning och struktur beror på diaftoritisk omvandling av tidigare mineral. Desamma ha varit: Grova, svampigt utbildade, f. n. pinitiskt omvandlade individer av cordierit, kvarts, fältspat, biotit, muskovit samt accessoriskt uppträdande titanit, apatit och malmkorn. Kvarts och fältspat äro utbildade i isometriska korn av samma storlek som i hornfelsen vid

Örlingen. Fältspaten, som här är mindre rikligt förhanden än vid Örlingen, består, där den har kunnat bestämmas, av albit med max. 10 % An. Den är till stor del omvandlad i ljus glimmer. Om även kalifältspat funnits, kan ej säkert avgöras. I varje fall ha inga påvisbara rester anträffats. Av glimrarna är muskoviten, mer sällan även biotiten utbildad i de redan makroskopiskt synbara, porfyroblastiska, grova bladen. Delvis förefinnes den dock även i likhet med huvudmassan av biotiten i form av mindre fjäll. Biotiten är starkt kloritomvandlad. De grova cordieritpseudomorfoserna äro ännu urskiljbara dels på grund av den täta konsistensen av de ur cordieriten framgångna glimmermassorna, dels på grund av den glesare fördelningen av kvarts, fältspat och biotit inom de areor, som upptagas av pseudomorfoserna. Glimmermassan i pseudomorfoserna består enbart av färglös glimmer.

Denna bergart utgör tydligen ett derivat av en s. k. »fläckskiffer» av samma art, som uppträder så allmänt inom Saxåfältets övre skiffrar, där fläckarna utgöras av grova, svampigt utbildade cordieritindivider.[1] Den diaftoritiska omvandlingen har utgjorts av glimmeromvandlingen i pseudomorfoserna, kloritisering av biotiten, samt muskovitbildning ur fältspaten. Till sin sammansättning svarar bergarten mot en skiffer med måttlig eller ringa halt av fältspatfragment.

Bergarten vid Loka station skiljer sig från de föregående genom en mörkare färg och en grövre, skiffrig, fyllitisk konsistens. I densamma uppträda kvartsinneslutningar av den art, som äro vanliga i de undre, svarta skiffrarna. Under mikroskopet består bergarten av kvarts, biotit-klorit, plagioklas, vartill komma fåtaliga, mindre, pseudomorfosartade fläckar av ljus glimmer efter plagioklas eller cordierit. Bergarten innehåller vidare ett fåtal granatindivider samt ej obetydligt med stänglar och oregelbundna korn av klinozoizit. Småmineral äro malmkorn, pyrit, rödbrun rutil, apatit samt helt enstaka turmalinprismor. Muskovit förekommer endast som sericitinterpositioner i plagioklasen, samt i de pinitiska pseudomorfoserna. Plagioklasen torde enligt ljusbrytningen bestå av albit. Förekomsten av ofta rikliga, fina sericitinterpositioner i plagioklasen gör det i detta fall mer tvivelaktigt, om de fåtaliga pseudomorfosartade glimmeraggregaten verkligen härstamma från cordierit eller från omvandlad plagioklas.

Bergartens struktur är genom biotiten-kloritens parallellorientering skiffrig med en isometrisk utbildning av de ljusa mineralen och samma grovlek av desamma som i de föregående fallen. Tydliga spår av diaftoritisk omvandling (klorit-, sericit- och zoizitbildning) samt av defor-

[1] Jmf. TÖRNEBOHM, bergslagskartan, beskr. bl. 4, sid. 29.

mation även efter kontaktmetamorfosen finnas. Bergarten är sålunda genomdragen av ett flertal kloritrika förskiffringszoner, i vilka klinozoiziten är anrikad, vilka zoner till stor del gå snett mot den gamla parallellstrukturen. Möjligen är epidoten åtminstone delvis sekundärt infiltrerad under denna senare deformation. Delvis kan den härröra från plagioklasen. Rutilen torde vara diaftoritiskt bildad vid biotitens kloritisering.

De mörka malm-liknande mineralen ha delvis en tavelformig utbildning. Möjligt är även, att i desamma föreligger grafit. Halten av detta mineral är i varje fall ringa.

Anmärkningsvärt är, att bergartens cordierithalt varit ringa, för så vitt ej mineralet helt saknats.

Ett exempel på genom de yngre diabaserna kontaktomvandlad övre skiffer lämnar ett prov taget V invid järnvägen 550 m N om Balundstorps gård, Grythyttehed. Diabasen är invid den helt obetydligt blottade hällen ej synlig, men hällen är belägen direkt i fortsättningen av den N om gården blottade diabasgången och kan därför förmodas förlöpa helt nära intill densamma. Bergarten har makroskopiskt en hård, svart, tät beskaffenhet. Under mikroskopet finner man följande mineral: Kvarts, muskovit, rödbrun biotit, albit samt i riklig mängd cordieritpseudomorfoser. Småmineral äro malmkorn, titanit samt magnetkis. Av mineralen är biotiten, som är obetydligt kloritomvandlad, utbildad som små, skarpt idiomorfa, sexsidiga tavlor, muskoviten har som vanligt en betydligt mer storbladig form. Cordieritpseudomorfoserna bilda rektangulära fält eller körtlar av svampig konsistens, ofta i yttre zonen bestående av radiellt och sinsemellan parallellt ställda, små cordieritindivider. Pseudomorfoserna bestå delvis av ljusa glimmeraggregat, delvis av en klar (ibland skarpt gul) isotrop eller obetydligt på gipsbladet inverkande massa. Detta är den bäst bibehållna form av cordierit, som anträffats i skiffrarna.

Mineralens fördelning är mycket inhomogen, beroende på cordieritkörtlarnas utbildning, varjämte å ett flertal ställen muskovit, kvarts och albit tillsamman med biotit bilda drusartade grova partier. Mellan dessa areor finner man tätare hornfelsartade blandningar av biotit, fältspat och kvarts.

En betydligt svagare fas av kontaktmetamorfos representerar ett prov från en häll V om Aborrtjärn N om Grythyttehed. Diabasen bildar här en smal gång, synlig på tvenne ställen S om skifferhällen i fråga. Avståndet från denna till gångens fortsättning öster om hällen kan ej bestämmas. Att döma av gångens förlopp längre i S kan det ej vara stort (10—20 m). Skiffern, som är en vackert bandad sådan, har i hällen en hårdare konsistens än vanligt, vid närmare eftersyn

kan man även urskilja talrika, små fläckar, likartade med dem, som beskrivits från Silvergruvetrakten. Bergarten visar under mikroskopet en tät, strukturellt från den normala skiffern blott genom obetydligt stegrad kornstorlek skild beskaffenhet. I förhandenvarande ljusare, grövre band kan även den vanliga fragmentstrukturen urskiljas. Däremot är kloriten försvunnen och ersatt av blekbrun biotit, som tillsamman med muskovit konstituerar glimmermaterialet. Fläckarna skilja sig från bergartsmassan endast genom en ljusare färg och en låg dubbelbrytning, vilket beror på, att i desamma biotiten ersättes av en nästan färglös klorit. Samtidigt är muskovitmängden ringa. Fläckarna uppträda rikligt i täta, glimmerrika lager, däremot ej i de fragmentrika. Orsaken härtill är dels den, att glimmermassan överhuvudtaget här är ringa, dels är i detta fall halten av mörk glimmer i dessa senare lager obetydlig.

Kontaktmetamorfosen har alltså i kontakternas närhet, där temperaturstegringen varit tillräckligt hög, lett till bildning av hornfelser med följande mineral: Cordierit, biotit, muskovit och fältspat. Fältspaten består övervägande av sur plagioklas, som kan betecknas som en omkristalliserad kvarleva från skifferns primära mineralbestånd. Under metamorfosen har blott den kvantitet An, som betingats av i överskott över apatitens och titanitens Ca-behov förhandenvarande eller tillförd CaO, bundits i anortit. I ett fall (Örlingen) har mikroklin bildats i större kvantitet, i vilket fall muskovit saknas. Eljest synes denna fältspat ha saknats och ersättes av muskovit. Om kalifältspat förefunnits vid södra granitgränsen tillsamman med muskovit, är osäkert men osannolikt.

Örlingen-bergarten representerar sålunda en speciell, från de övriga skild hornfels-facies, karakteriserad av kombinationen mikroklin och cordierit.

Metamorfosens första stadium representeras av, vad man kan beteckna som »klorit-fläckskifferstadiet». I detta är kloriten ofullständigt överförd till biotit, samtidigt varmed en koncentration av (MgFe)O skett till fläckarna. En ytterligare höjning av temperaturen skulle lett till kloritens fullständiga överförande i biotit och cordierit, därvid ytterligare muskovit förbrukats.

I den undre skiffern har cordierit ej heller i sparsamt motto utbildats. Sporadiskt finner man granat, som sannolikt utgöres av almandin. Avsaknaden av cordierit beror på den i denna skiffer föreliggande lägre Al_2O_3-halten och den relativt höga alkalihalten.

I GOLDSCHMIDTS klassifikation svara de kontaktmetamorfoserade skiffrarna mot hornfelser av klass I—III. I stället för andalusit och kalifältspat finner man dock här muskovit. Huruvida denna är primär

eller diaftoritisk låter sig ej påvisas. För det förra alternativet talar dock muskovitens grovbladiga, med cordieritens likartade, svampiga utbildning samt frånvaron av alla spår av andalusitrester.

Skifferns praktiska användning.

Skiffern lämnar på de ställen, där den är jämn och saknar grövre inlagrade band, samt där klåvet är väl utbildat, ett synnerligen gott taktäckningsämne. Till detta ändamål samt för utvinning av större plattor, som levereras i obearbetat eller bearbetat tillstånd, har den även

Fig. 7. »Skogens» brott, Skifferverken, Grythyttehed. Bandet i brottet kvarlämnat på grund av grövre lagring i skiffern. Bandets förlopp är parallellt med lagringen och vinkelrätt mot klåvet. *The quarry »Skogens brott», Skifferverken, Grythyttehed. The band of rock left is parallel to the stratification of the slate and perpendicular to its cleavage.*

sedan länge brutits. F. n., sedan brotten i Dalsland och vid Fredriksberg nedlagts, äro brotten omkring Grythyttehed jämte de vid Glava i Värmland de enda takskifferbrott, som äro under arbete i Sverige.

Brytningen började redan i slutet av 1700-talet, men kunde först i och med öppnandet av Bergslagsbanan (omkring 1875) bedrivas i större skala.[1] Den var tidigast förlagd till det s. k. »Hedens» brott vid Torrvarpen å Sundsudden, där den ljusa skiffern V om konglomeratzonen bröts. På grund av materialets olämplighet (större kvartsådror, ojämnt och något sköligt klåv) förlades den senare (början av

[1] De flesta tekniska och historiska uppgifterna beträffande skifferbrytningen liksom den å fig. 8 reproducerade fotografien ha godhetsfullt lämnats mig av förre disponenten vid Skifferverken C. Ev. Carlsson, Stadra. För vidare upplysningar hänvisas till en av honom skriven uppsats i tidskriften Norden 1904, sid. 58.

1890-talet) till det s. k. »Stentry» brott, beläget 750 m SV om Grythytte kyrka i den svarta, undre skifferzonen. Senare upptogos brotten vid Skifferverken N om Grythyttehed, dit hela brytningen förlades 1883. Ytterligare mindre brott äro upptagna N om Skifferverken samt strax N om byn (»Timmertorget»). I ett av de senare har under

Fig. 8. »Östra» brottet, Skifferverken, Grythyttehed. T. v. jämna bottenslag synliga, t. h. därom »skråpelare». *The eastern slate quarry, Skifferverken, Grythyttehed. To the left there are level bottom joints, to the right of this an irregularly jointed part of the slate.*

de senaste åren Hällefors Bruks Aktiebolag brutit, varjämte brytningen i Stentry brott återupptagits.

Den brytvärda skiffern synes vara inskränkt till en zon av fin, mörk skiffer närmast V om det bollförande ströket mellan trakten S om Smalviken och Grythyttehed och omkring sistnämnda plats. Den mycket allmänt i denna skiffer förekommande lagringen åstadkommes övervägande av ljusa, smala ränder, som ej störa klåvet.

För att brytningen skall vara lönande böra följande fordringar vara uppfyllda: Dels måste horisontella, på ej alltför stort eller alltför litet avstånd från varandra liggande och jämnt förlöpande förklyftningsplan (s. k. »bottnar» eller »bottenslag» se fig. 8) förefinnas, dels skall klåvet vara jämnt och väl utbildat, dock ej bladigt. Avstånden mellan »bottnarna» är bestämmande för storleken av de plattor, som utvinnas. Nära jordytan ligga de i allmänhet för tätt. Mot djupet skola avstånden enligt utsago tilltaga och kunna bli så stora, att plattorna måste skjutas av, därvid risk föreligger, att de ej skola hålla vid utbrytningen.

Klåvet skall enligt erfarenheten vara bäst utvecklat och skiffern hållbarast på sådana ställen, där det förlöper i sned vinkel mot lagerränderna, bildande c:a 20°—40° vinkel med desamma. Även vid vinkelrätt läge är dock skiffern användbar, om blott lagerränderna ej äro för breda. Vid snett förlopp av de båda planen mot varandra är skiffern hållbarast och spricker lättare mellan än utmed lagerränderna. Vid sammanfallande riktning av klåv och lagring, skall klåvet vara sämre utvecklat.

Denna samma erfarenhet, att skifferns kvalitet och brytbarhet är beroende av lagringens och klåvets läge i förhållande till varandra har man enligt HELLAND även gjort vid norska skifferbrott.[1]

Å fig. 9 äro de södra brottens läge samt klåvets och lagringens förlopp vid Skifferverken återgivna. Såsom synes, äro de båda sydliga brotten förlagda till omböjningar av lagren i skiffern. Vid det å skissen ej synliga, nordligare brottet är detta väl ej förhållandet, men där bilda klåv och lagring en vinkel av 10°—30°. Klåvet har som vanligt i skiffern ett mycket likformigt förlopp. I de gjorda mätningarna varierar strykningen blott med högst 5°—10°. Stupningen är hos både klåv och lagring brant, fallande 75°—85° V.

Likartade förhållanden med en stark omböjning av lagren samt transversellt läge av desamma mot klåvet är även rådande i Stentry brott samt vid Timmertorget. Däremot ej vid de små nedlagda brotten S och N om Skifferverken, där lagring och klåv förlöpa konkordant.

Vid brytningen uppkommer ett stort avfall. I skiffermassan äro »bottenslagen» blott regelbundet utbildade i vissa partier eller zoner. Mellan desamma förekomma zoner, i vilka en stark och oregelbunden förklyftning längs varandra snett korsande plan är rådande, och i vilka skiffern är liksom sönderbråkad (s. k. »skråpelare»). Desamma äro enligt uppgift av förmannen å platsen 1910 antydda å kartskissen i

[1] N. G. U. n:o 10, sid. 5.

Skogens brott. Av de mellan dessa zoner liggande, brytvärda partierna blir blott c:a 20 % användbara till plattor och takskiffer. För avfallet har man ännu ej lyckats få någon användning.

Av de utvunna, större plattorna användas en del obearbetade (»hällar») till täckning av källare o. d. Delvis levereras de i hyvlat och bearbetat tillstånd till golvbetäckning, laboratoriebord, fönsterplattor, plattor för montering av elektrisk armatur m. m. Plattorna levereras i storlek upp till 1,6 × 0,75 m. Takskiffern hugges i dimensioner av

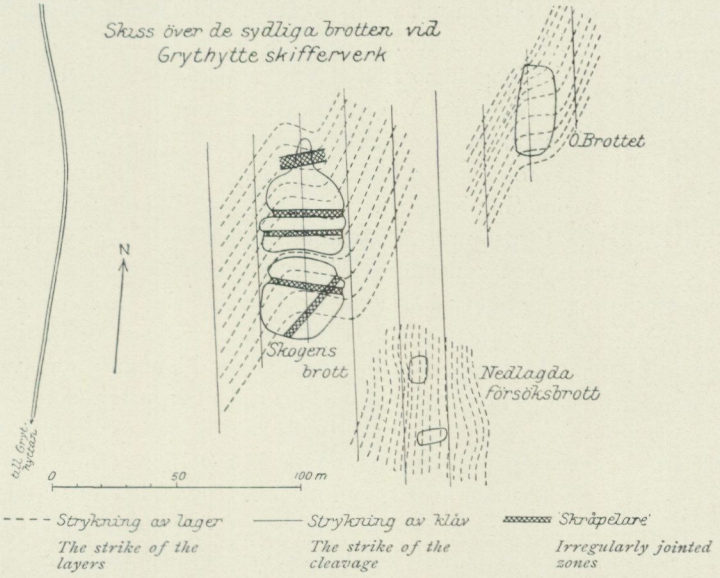


Fig. 9. *Sketch of the southern slate-quarries, Skifferverken, Grythyttehed.*

8 × 4,5 tum till 14 × 24 tum. Under åren 1906—1916 utfördes i genomsnitt taktäckning av 7 443 m² pr år.

Innehavare av brotten är sedan 1917 Aktiebolaget Grythytte Skifferverk, Stockholm. Dessförinnan ägdes det av disponenten C. Ev. Carlsson, Stadra.

Gråvackor och skifferartade hälleflintor i skiffrarnas liggande.

De bergarter, som utskilts under denna beteckning förmedla geologiskt och petrografiskt mellan skiffrarna och de vulkaniska hälleflintorna. Såsom redan framhållits i den stratigrafiska översikten, bilda de inom sydöstra delen av Grythytteskålen en mäktig zon, som medelst kontinuerlig övergång och växellagring är förbunden med

hälleflintorna i Ö och S samt med skiffern i V och N. A äldre kartor är denna zon i varierande proportioner fördelad på skiffer och hälleflinta. Bergarternas egenartade mellanställning torde emellertid berättiga det särskiljande, som här gjorts.

Mot N måste den ännu vid Brevik 350 à 400 m mäktiga zonen hastigt utkila. Någon motsvarande zon är ej utvecklad längre N ut. Öster om Hällefors (strax öster om norra änden av breccian V om kvartsporfyren) samt vid Vackerfallet (N om gården) anträffas visserligen gråvackeartade lager, men desamma bilda inlagringar i översta delen av övre hälleflintzonen. Över de gråvackeartade lagren äro vid Vackerfallet, V om sjön normala, täta hälleflintor, vid Hällefors porfyrisk hälleflinta blottade, V om vilken senare följa block av breccia. Skiffern synes sålunda utmed östra randen av Grythytteskålen tämligen oförmedlat följa över hälleflintorna. Gråvackezonens avslutning mot söder, S om Sundsudden, torde bero på böjning av veckaxlarna.

Även i Älvestorpsområdet förekomma flerstädes i växellagring med skiffern i den undre zonen gråvackeartade och skifferartade hälleflintbergarter, dock ej heller här i någon kontinuerlig, utskiljbar zon.

Utmed västra randen av Grythytteskålen antyda de få tillgängliga blottningarna ett direkt överlagrande över hälleflintorna av den grå skiffern och av konglomerat. De gråvackebergarter, som lokalt anträffats S om Saxhyttan ha en från de redan nämnda avvikande, mer kvartsitisk konsistens och äro delvis konglomeratartade genom förhandenvaron av rundade hälleflintbollar. De bilda ett fåtal 1—4 m mäktiga bäddar, som växellagra med svart — grågul hälleflinta.

De såsom gråvackor betecknade bergarterna utgöras av medel — finkorniga, klastiska sediment, vilka innehålla ett rikligt fragmentmaterial av kvarts och fältspat jämte i varierande mängd därmed associerade små bergartskorn. Även grövre fragment eller inneslutningar av bergarter av lokal härkomst äro ofta förhanden, dock med inhomogen fördelning. Detta fragmentmaterial ligger inbäddat i en grågrön, tät, skiffrig eller massformig, glimmerrik mellanmassa. Förskiffringen är i allmänhet föga prononcerad. Ett undantag härifrån utgöra dock hällarna å Killingudden, där skiffrigheten är stark och nästan vinkelrätt ställd mot lagringen. Växellagrande med dessa grövre sediment och kvantitativt av ungefär lika stor betydelse förekomma å samtliga ställen täta, fragmentfattiga eller fragmentfria lager, delvis skifferartade, delvis av glimmerfattig och hälleflintartad konsistens. Lager av den förra beskaffenheten dominera inom gråvackezonen i sydöstra delen av Grythytteskålen å sträckan Brevik—Killingudden, mer hälleflintartade lager å Sundsudden och å övriga ställen. Verkliga, hårda hälleflintbergarter finner man inom den förstnämnda delen av zonen i Gryt-

hytteskålen huvudsakligen blott i dess ostligaste del. N om Killingudden uppträder hälleflinta i ett större parti, utan att det kunnat avgöras, huruvida en inlagring eller en inveckning föreligger (jmf tektoniska översikten).

Med den intima lagringen är å sträckan Brevik—Killingudden även en klassering av materialet i bäddarna utvecklad på så sätt, att det grövre gråvackematerialet kontinuerligt övergår i tätare bergart, som utvecklar sig till en finbandad skiffer. Över denna följer därefter med

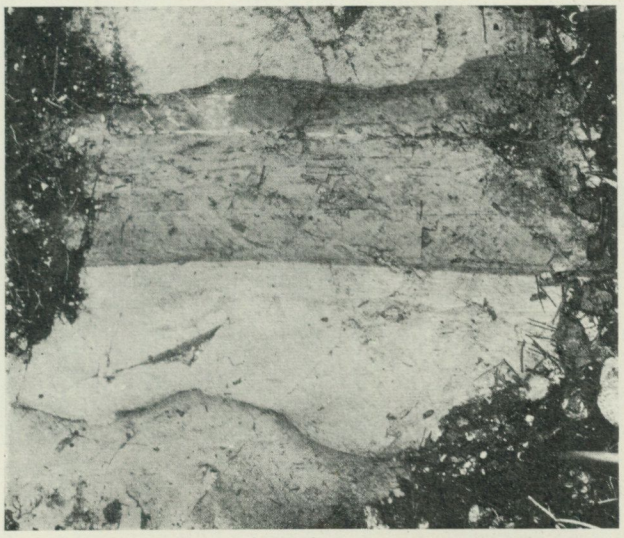


Fig. 10. Sammansatt bädd av gråvacka och tät, skifferartad bergart, S om Brevik. Obs. det oregelbundna, på erosion beroende förloppet av bottengränsen och av den överlagrande gråvackans gräns samt den jämna lagringen i den täta skifferartade delen av lagret. Lagrets mäktighet c:a 2 dm. Förf. foto. *A bed composed of coarser graywacke (the light lower part) and dense slate-rock (the darker upper part). The bed is underlain by slate-rock and overlain by graywacke. Note the straight layers in the slate-rock and the irregular course of the boundaries at the top and the bottom of the composed bed, which is due to erosion during the sedimentation of the graywacke. The height of the fig. about 2 dm.*

skarp kontakt en ny sammansatt bädd. Där goda blottningar förefinnas, kan man urskilja ett flertal dylika bäddar, följande direkt över varandra eller med avbrott av homogena, täta eller grövre lager. De klasserade bäddarnas mäktighet varierar mellan ett par dm och upp till 2—5 m. Undantagsvis ha t. o. m. mäktigheter av 10—20 m observerats. I vissa fall är dock övergången mellan det tätare och grövre materialet ej kontinuerlig, utan föreligger en gränslinje, denna är emellertid i motsats mot gråvackornas bottengräns alltid konkordant, och det konkordant lagrade tätare materialet är alltid lokaliserat till samma, västra sida av gråvackelagret.

Genom denna klassering har inom nämnda del av zonen i stor utsträckning en varvighet alstrats, som i sak motsvarande den i de kvartära, varviga lerorna, ehuru av andra dimensioner och av mindre genomgående regelmässighet. Som bergarterna i ströket Hälgsnäs—Brevik äro föga skiffriga, delvis fullt massformiga, äro alla detaljer i struktur och lagring iakttagbara i häll-ytornas vittrade tvärsnitt. Man kan sålunda utmed bottengränsen av ett grövre lager finna fullt tydlig erosion av den underliggande, täta, finbandade skiffer-bergarten, vilkens lager äro oregelbundet avskurna av gränsen. I vissa fall är erosionen »fixerad» av den följande gråvackan, i det ofullständigt och helt upprivna bitar av skiffern ligga inneslutna i gråvackan utmed

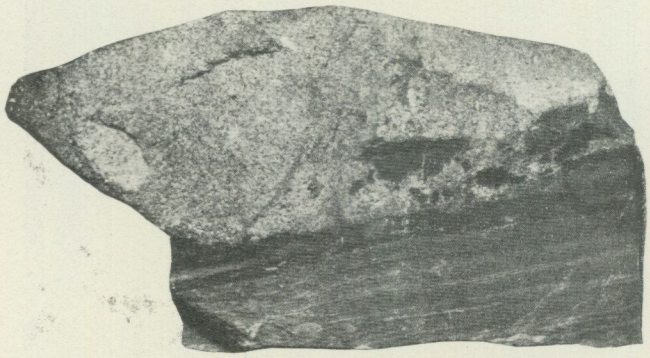


Fig. 11. Detalj från gräns mellan gråvacka och tät, skifferartad bergart. Erosionen av den senare synbar genom gränsens förlopp och på grund av inneslutna bitar av den täta bergarten i gråvackan. Block, S om Brevik. Nat. storlek. Förf. foto. *Detail from the boundary between graywacke and dense slate-rock. The erosion of the latter by the graywacke is made evident by the course of the boundary line and by the inclusions of the slate-rock in the graywacke.*

gränslinjen. I lagren, både i grövre och tätare delar av desamma kan vidare diskordant lagring i detalj ej sällan iakttagas.

De grövre bergartsinneslutningar, som anträffas i gråvackorna bestå av täta, mörka skiffer-hälleflintbergarter, likartade med och härstammande från de med gråvackorna växellagrande täta lagren. I sådana fall, som ovan refererats, är detta direkt påvisbart. Inneslutningarna äro gärna anrikade zonvis, och i dylika zoner kunna de vara så rikliga, att formliga breccior alstras. Längs östra sidan av gråvackezonen mellan Hälgsnäs och Brevik är en flera m mäktig brecciezon följbar, som delvis till över 50 % utgöres av svarta hälleflintbitar av någon cm — högst 1 dm storlek. Den cementerande bergarten utgöres dock här ej av gråvacka utan av en glimmerfattigare hälleflinta. I motsats till det övriga fragmentmaterialet ha de lokala inneslutningarna övervägande kantiga former.

De beskrivna förhållandena beträffande lagringen, som äro ytterligare belysta i fig. 10—11, tillåta ett bestämmande av avlagringsriktningen i zonen. Densamma är genomgående riktad från öster till väster, å Killingudden från söder till norr. Någon upprepning inom de blottade delarna av zonen har ej kunnat påvisas.

De beskrivna lagringsförhållandena äro likartade med dem, som tidigare beskrivits av SEDERHOLM från Tammerforsfältets fylliter,[1] liksom dessa bergarter petrografiskt visa stora analogier med de föreliggande. Dock synes grövre fragmentmaterial i Tammerforsfylliterna kvantitativt spela en större roll. Från svenska urberget har en likartad, lokal varvighet beskrivits från leptiter i Norbergsområdet,[2] samt från grönstenstuffer i Kirunagrönstenarna.[3] Det förtjänar slutligen att omnämnas, att samma lagringsförhållanden även förekomma i Lenneområdets keratofyrtuffer.[4] Utbildandet av denna varviga lagerstruktur är sålunda ej bundet vid någon viss beskaffenhet av materialet. Därför kräves överhuvudtaget blott en periodicitet i avlagringen, orsakad genom växling i det transporterande mediet. Även den periodicitet, som de vulkaniska utbrotten innebära, måste under vissa förhållanden kunna alstra på likartat sätt klasserade lager (jmf diskussionen i det ref. arbetet om Kirunagrönstens-tufferna). I det föreliggande fallet har bergarternas avlagring, såsom utvisas av materialets komposition och av den genomgående, intima lagringen och nötningen av huvudmassan av fragmentmaterialet skett genom förmedling av rinnande vatten, även om, såsom av den petrografiska beskaffenheten framgår, för vissa delar av zonen en ringa transportlängd måste förutsättas. Fullt in situ avlagrade tuffer torde däremot bland gråvackebergarterna saknas.

Av SEDERHOLM antydes såsom möjligt, att den varviga strukturen i Tammerforstraktens fylliter skulle kunna bero på årliga klimatväxlingar. För de föreliggande bergarterna är detta föga troligt, enär strukturen ej går igen i skiffrarna, där den dock borde ha varit än jämnare och än regelbundnare. Dessutom är den ej utvecklad i hela gråvackezonen, och även i de delar, där den förekommer, är den ej utmärkande för hela lagermassan. Att den utbildats, torde bero på speciella förhållanden beträffande avlagringsplatsens läge i förhållande till den transporterade vattenmassan, på ett nära angränsande läge av densamma till mynningen av de transporterande vattenströmmarna eller kanske troligare på förhandenvaron av ett trängre sjöbäcken, i vilket tidvis strömning ägt rum. Att strömning tidvis skett i vatten-

[1] Bull. Geol. Com. Finl. N:r 6, sid. 84, Översiktskarta över Finland, sekt. B:2, beskr. sid. 22—25.
[2] G. LINDROTH, S. G. U., Ser. C, n:o 266, sid. 94—96.
[3] N. SUNDIUS, Geologie des Kirunagebietes 4, sid. 31—32.
[4] O. MÜGGE, Neues Jahrb. B. B. VIII, sid. 660—662, 669 samt fig. 5, 7, 9.

massan utmed dess botten bevisa f. ö. de beskrivna erosionsfenomenen i lagrens underyta liksom den i lagren förekommande diskordanta skiktningen.

Den mäktiga och korta gråvackezonens uppträdande i sydöstra delen av Grythytteskålen och avsaknaden av motsvarighet i övriga delar av fältet måste bero på speciella topografiska förhållanden å detta ställe vid slutet av den övre hälleflintetagens bildning. Man erhåller den sannolikaste förklaringen genom antagandet, att å den plats, där zonen

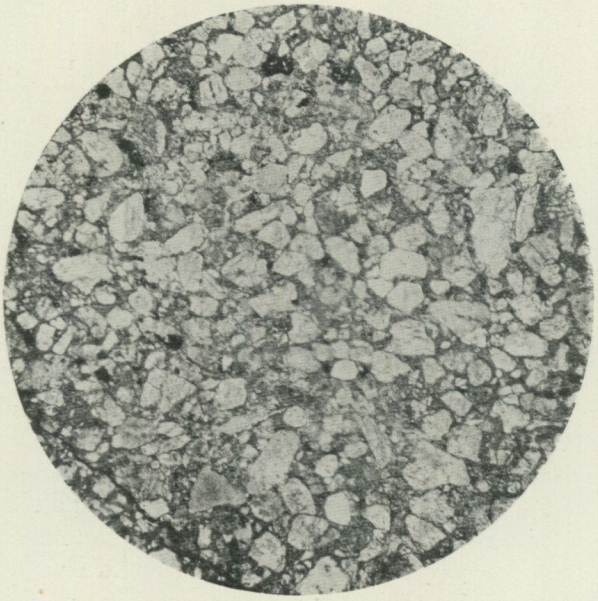


Fig. 12. Gråvacka S om Brevik. Fragment av porfyrbergarter i fig. ej särskiljbara från fältspatkorn. Kvarts igenkännbar på grund av sin klara konsistens. Vanl. lj., först. 12 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Graywacke, containing fragments of albite, quartz, quartz-porphyry, trachyte and keratophyre in a dense groundmass, rich in sericite and biotite. The rock-fragments are not distinguishable from the feldspar in the fig. The quartz grains are recognizable by their limpidity.*

är utvecklad, utbildades vid denna tid genom sänkning ett lokalt, mindre bäcken, i vilket en hastig utfyllnad genom ovittrat kvartsporfyriskt material, starkt uppblandat med lerslam ägde rum.

Petrografisk beskrivning. Det i gråvackorna ingående fragmentmaterialet är å olika ställen av varierande sammansättning allt eftersom det dominerande utgöres av mineralsplittror eller är mera polymikt och rikligare uppblandat med bergartsfragment. Nästan uteslutande utgöres det emellertid av material, som kan härledas från de underliggande hälleflintorna och vartsporfyrerna, från vilka det delvis torde

ha hämtats genom denudation och omsortering av redan bildade lager. Delvis har det emellertid levererats under själva avlagringstiden i form av vulkaniska utbrottsprodukter, som underkastats någon transport och sortering samt uppblandats med lerslam. Härtill komma ytterligare de lokala inneslutningarna, alstrade genom strömningen i sedimentbassängen och erosionen å dess botten.

Den mest polymikta sammansättningen och de petrografiskt intres-

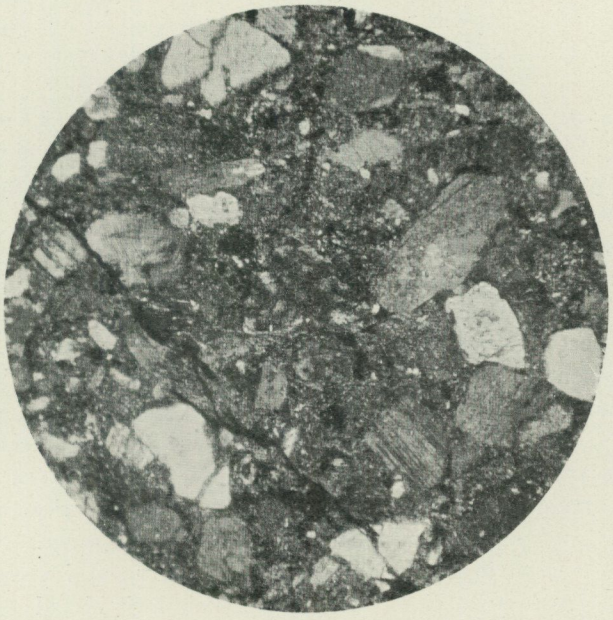


Fig. 13. Nedre vänstra delen av fig. 12 förstorad. I bildens mitt ett trekantigt korn av mikropoikilitstruerad kvartsporfyr, synligt på grund av sin fläckighet. Samma korn synligt med grå färg i fig. 12. + nic., först. 28 ggr. A. Hj. Olsson foto. *The lower, left part of fig. 12, magnified and viewed at crossed nic. In the central part a triangular fragment of micropoikilitic quartz-porphyry is shown. The same is visible with a gray tint in fig. 12.*

santaste bergarterna återfinnas inom den nordöstra delen av gråvackezonen i Grythytteskålen å sträckan Brevik—Killingudden, där de redan beskrivna lagringsförhållandena äro utbildade. Ett typiskt prov av en grövre gråvacka av det här förhärskande slaget är återgivet å fig. 12—13. Bergartens rikliga fragmentmaterial utgöres till 50 à 60 % av albit- och kvartskorn, av vilka de förra dominera över de senare. De återstående 40—50 % utgöras av täta — finkorniga, effusivstruerade porfyrbergarter, vartill komma ett fåtal korn av en finkornig, kvartsitliknande bergart. Det avbildade provet är taget ur en brecciezon i ett gråvackelager, i vilken talrika större och mindre (ett par mm — 2 à

3 cm stora), kantiga — kantrundade inneslutningar av svart — gråsvart hälleflinta äro förhanden. I slipprovet äro även ett flertal mindre dylika inneslutningar närvarande (ej synliga å de avbildade delarna). De utgöras av en tät kvarts-fältspatbergart med eller utan glest fördelade små fragment av samma mineral, samt med sparsamma, i grundmassan fördelade sericitfjäll. Rikligare och skiktartat anordnad klorit och sericit är i en av inneslutningarna förhanden, i en annan finner man något grafit i flockig eller »slirig» anordning. Fragmentmaterialet f. ö. visar en tydlig rundning och sortering med en förhärskande kornstorlek av 0,15—0,60 mm, vilket svarar mot dimensionerna hos en fin sand.

Den i mineralfragmenten ingående albiten innehåller sällan inlagrade fläckar av mikroklin. Kornen ha delvis en tjocktavelformig eller isometriskt fyrkantig form, övervägande äro de dock oregelbundet fragmentartade. Samma fragmentartade form överväger även hos kvartsen, undantagsvis finner man dock bibehållna dihexaedrar.

De i provet rikligt förhandenvarande porfyrfragmenten bestå delvis av kvartsporfyr, delvis av en kvartsfri eller kvartsfattig, tät-finkornig, trakytisk bergart, som är att anse som en facies av den förra. Kvartsporfyrfragmenten visa i vissa fall väl bibehållen mikropoikilitisk struktur av samma art, som senare kommer att beskrivas från de i fältet anstående porfyrerna. Små strökorn eller vidhängande delar av strökorn av kvarts och albit äro någon gång synliga. I andra fall finner man tillsamman med grövre kvartssvampar även allotriomorfa aggregat av kvarts och fältspat eller enbart dylika aggregat. Strukturen i de i fragmenten ingående trakytiska bergarterna är i vissa fall allotriomorf och då synnerligen tät, i vilket fall devitrifierade glaspartiklar torde föreligga. I andra fall är kornigheten något grövre och strukturen delvis eller genomgående listformig med regellös eller subparallell anordning av listerna. Det är i dessa täta aggregat ej möjligt, att med säkerhet urskilja fältspatens art, dock kan man i en del fall se, att förekommande, något grövre lister ha högre ljusbrytning än omgivande mesostas. Då strökorn förekomma, bestå de av små individer av albit, som någon gång ses innehålla fläckar av mikroklin. Sannolikt torde dock bergarten vara ganska kalirik. Härpå tyder en låg dubbelbrytning hos fältspatmassan samt allmänt och delvis rikligt i fragmenten nybildade sericitinterpositioner.

Förutom dessa täta, trakytoida bergarter förekomma även ett mindre antal korn av en grövre, keratofyrisk beskaffenhet, sammansatta av regellöst anordnade, korta lister av albit, vartill ofta kommer obetydligt med kalifältspat och kvarts som mesostas. Dessa fragment ha i allmänhet mindre dimensioner än de föregående.

De kvartsitiska fragmenten bestå av homogena, finkorniga, pflasterartade kvarts-aggregat. Undantagsvis kan man i desamma finna helt sporadiska, små fältspatkorn. I ett fall ha även små, mot kvartsmassan oskarpt begränsade, finkorniga partier av kvartsfältspatsammansättning anträffats. Bergarten torde ej härstamma från ett klastiskt sediment, utan representerar säkerligen delar av kvartsrika eller enbart av kvarts bestående band i fluidalsliriga kvartsporfyrer. Även förkislingsderivat ur kvartsporfyr kunna tänkas som utgångsmaterial (jmf beskrivningen av kvartsporfyrerna).

Gråvackans till smala zoner mellan fragmenten inskränkta mellanmassa utgöres av skiffrigt anordnad sericit och klorit, vartill kommer ganska rikligt, men oregelbundet fördelad kalcit. Även fint fördelad kvarts-fältspat är förhanden. I mellanmassan äro vidare korn av magnetit och apatit samt nybildad rutil fördelade.

Bergarten visar föga spår av deformation, däremot förekomma mineralomvandlingar ganska rikligt. Sålunda uppträder kalkspaten ej blott i mellanmassan utan även i fältspat- och bergartsfragment, ersättande deras substans. Denna utbildning av kalciten gör det svårt att avgöra, i vad mån densamma kan vara primär. Sericit är vidare allmänt utbildad som interpositioner både i albit och bergartsfragment, särskilt i de täta trakyterna och i kvartsporfyrerna, som ibland nästan helt äro överförda i sericit-kvarts-aggregat.

Den beskrivna sammansättningen har återfunnits i de flesta av de mikroskopiskt undersökta gråvackorna från den nämnda delen av zonen. Beskaffenheten av fragmentmaterialet tyder på, att man har att göra med omsorteringsprodukter från äldre bergartslager, som möjligen även varit utsatta för någon kemisk vittring. Till de nämnda i fragmentform uppträdande bergarterna är ytterligare blott att foga en tät, effusivstruerad diabasbergart, likartad med de i den överlagrande undre skiffern uppträdande spiliterna eller med täta facies av de i grönstensbrecciorna i undre delen av den övre hälleflintetagen förefintliga grönstenarna. Denna bergart har anträffats som ett fåtal korn i ett av de undersökta proven. Sannolikt härstamma kornen från någon tidigare förelöpare till spiliternas senare extrusioner.

Undantagsvis kan vidare kvantiteten av antipertitisk mikroklin i albitfragmenten vara rikligare än i det beskrivna fallet, varjämte även fria mikroklinkorn i underordnad mängd kunna vara associerade med albiten.

Kalkspat är ofta förhanden i gråvackorna, dock vanligen i samma oregelbundna och på sekundära omvandlingar tydande fördelning som i det beskrivna provet. I slipproven ha dock även otvetydiga små fragment av kalksten iakttagits. Likaså förekommer, om ock sällan,

i täta, skifferartade lager skiktformigt fördelad kalkspat, som måste tydas som primär.

Den i det beskrivna provet funna kornstorleken synes vara den mest utbredda i zonens gråvackor. Undantagsvis kan den gå upp till högre värden av max. 1 mm. Genom avtagande kornstorlek kommer man å andra sidan över till de täta skifferartade delarna av zonens lager. Samtidigt härmed kan man iakttaga, att kvantiteten av den täta mel-

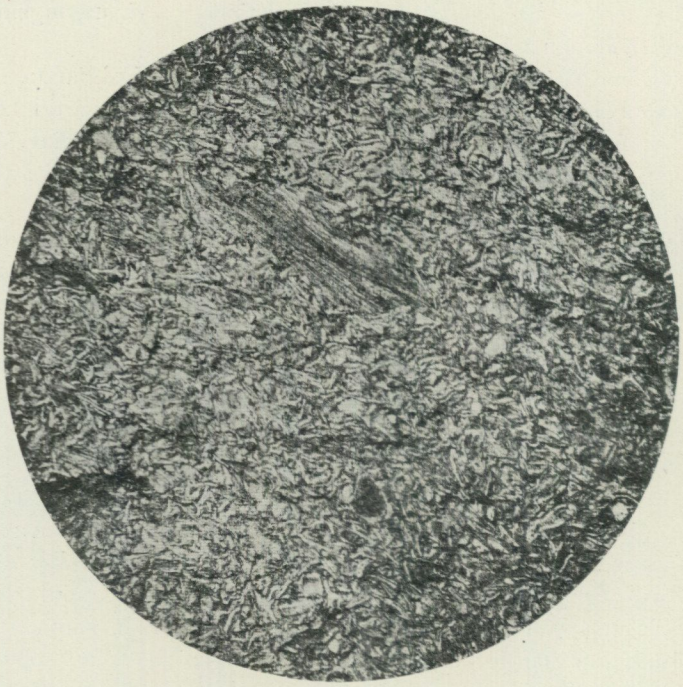


Fig. 14. Tuffitisk hälleflinta, S om Brevik. Visar askstruktur. I bilden ett större pimpstensartat fragment synligt. Vanl. lj., först. 15 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Tuffitic hälleflinta, showing vitroclastic structure. Small fragments of finely splintered pumice, recrystallised to an allotriomorphic mixture of quartz and feldspar, in a dense slaty mass. In the fig., a coarser fragment of recrystallised pumice is represented.*

lanmassan ökas, och man erhåller därigenom bergarter, som i många fall skulle kunna betecknas som skiffer. I slipprov av desamma finner man täta, vanligen parallellstruerade massor av sericit, klorit och biotit samt finfördelad kvartsfältspat, vartill komma små fragment av kvarts och fältspat i varierande, vanligen ganska riklig mängd. Även små bergartsfragment av de beskrivna slagen kunna urskiljas. Först i de allra tätaste lagren försvinner fragmentmaterialet fullständigt.

En skiljaktighet från skiffrarna är emellertid, att de i desamma så allmänt förekommande grövre muskovitbladen och kloritfjällen saknas.

Fullständigt synas de senare dock ej saknas, enär i en del slipprov förekommande grövre kloritpartier kunna tolkas som primära fragment.

Proportionen mellan mörk och ljus glimmer är i dessa skifferartade delar likartad med den i de täta skiffrarna. Man finner ofta tillsamman med muskoviten biotit och klorit, ibland enbart klorit, däremot har i intet fall enbart biotit eller biotit och muskovit anträffats. Kvantiteten av fint fördelad kvarts-fältspat varierar starkt i de olika ban-

Fig. 15. Tuffitisk hälleflinta, S om Brevik. Vanl. lj., först. 33 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Tuffitic hälleflinta, more highly magnified.*

den. I de extrema fallen kunna hälleflintartade eller rent skifferartade bergarter alstras. I genomsnitt torde kvarts-fältspathalten vara högre än i skiffrarna.

I flera av de undersökta slipproven av dessa täta lager, liksom även i brottstycken av motsvarande bergart i gråvackorna har grafit anträffats. Grafiten har som vanligt en inhomogen, slirig fördelning i bergartsmassan. Den visar ibland en lagerartad fördelning, och även skrynklad, fin grafitskiktning av samma form som i de undre skiffrarna förekommer.

En från de beskrivna gråvacke-skifferbergarterna väsentligt avvikande bergart har anträffats i tvenne av de undersökta proven från trakten mel-

lan Brevik och Hälgsnäs. Bergarten, som är fullt massformig liknar makroskopiskt ett finkornigt mellanled mellan gråvacka och skiffer. Dess utbredning inom zonen är därför svår att bedöma, men sannolikt är den ej stor. I slipprov ter den sig i korsat polariserat ljus som en finkornig, glimmerrik hälleflinta, i vilken glest liggande små skärvor och fragment av kvarts och fältspat ses inströdda. Fältspaten utgöres av albit, någon gång innehållande sparsamma fläckar av mikroklin. Mikroklin förekommer sällsynt som fragment, vanligt är däremot, att kalifältspat sekundärt bildats som smala bårder längs albitkornens ytterkanter, ett förhållande som återkommer i hälleflintorna, och som förtjänar att omnämnas, enär det lämnar en i många fall värdefull upplysning om de täta grundmasseaggregatens svårbestämbara kemiska sammansättning. Stundom finner man även dubbla dylika påvuxna zoner, därvid alltid den inre består av mikroklin, den yttre av schackbrädestruerad albit.

Under enkel nicol löses grundmassan upp i en intim blandning av talrikt anhopade stav- eller trådformigt gestaltade, klarare fragmentpartiklar samt en desamma mellanlagrande, glimmerrik mellanmassa (fig. 14—15). Fragmentpartiklarna ha de former, som äro kännetecknande för en fint söndersplittrad pimpstensmassa. De äro till största delen trådformiga. Ibland visa de även förgrenade, eller triangulära och av konkava ytor begränsade former. Sällan finner man mer isometriska, kompakta former. I slipprovet förekomma slutligen även ett fåtal grövre inneslutningar som torde få tydas såsom större pimpstensstycken. I desamma finner man parallellt förlöpande, klara ränder av samma konsistens som i askfragmenten, omväxlande med ränder av mellanmassans sammansättning. Askfragmenten ha en rätt väl sorterad storlek av 0,01—0,02 mm i tvärdiameter och 0,1—0,3 mm i längd. De bestå f. n. av kvarts och fältspat i finkornig blandning. Mellan de båda mineralen är i de trådformiga partiklarna mycket allmänt den fördelningen rådande, att kvartsen är anrikad i trådarnas mitt medan fältspaten bildar de yttre delarna. Först i de något grövre, isometriska fragmenten blir en regellös fördelning av de båda mineralen rådande. Såväl albit, som kalifältspat ha konstaterats, och såsom den längre fram meddelade analysen utvisar, äro de båda fältspaterna förhanden i ungefär lika stora kvantiteter.[1] Den mellanlagrande massan har en skifferartad sammansättning och sammansättes av muskovit, biotit och klorit med tämligen riklig inblandning av kvarts och fältspat i fin fördelning. Glest förekommande korn av

[1] Den av H. JOHANSSON under diskussionen i Geologiska föreningen vid april-mötet 1916 framförda och på iakttagelser i slipprovet av den analyserade bergarten stödda åsikten, att askpartiklarna skulle bestå av enbart kalifältspat, är sålunda ej riktig.

leukoxen och ett korn av magnetkis utgöra de enda närvarande småmineralen.

Denna bergart erbjuder alla karaktärer av en asktuff med inblandat, kemiskt vittrat material. Strukturellt kan den jämställas med Lenneområdets bekanta tuffiter. I dessa har dock en betydligt starkare sericitomvandling av de devitrifierade askpartiklarna skett. Även kemiskt föreligger, såsom nedan skall visas, stor likhet. Dock ha alkalierna i Lennebergarterna blivit starkt utlakade under omvandlingen.

Då bergarten ur flera synpunkter erbjuder intresse, utfördes å densamma en analys, som nedan är återgiven. Den är i tabellen jämförd dels med tät skiffer, dels med grövre fragmentrik sådan samt med Lenneområdets tuffiter. Den skiljaktighet, jämfört med de båda förstnämnda, som den rikliga inblandningen av kvartsporfyrmaterial i tuffiten åstadkommit, framträder tydligt i de mindre kvantiteterna av Al_2O_3 och Fe—Mg-oxiderna i V samt i den samtidiga ökningen av alkalier och kvarts i densamma. Däremot inskränker sig olikheten mellan V och Lennebergarterna till den minskning i alkalierna och ökning i vatten, som sericitomvandlingen i kvartsporfyrmaterialet i de senare medfört.

	V	Va	I/II	III	A
SiO_2	69,10	11,517	57,35	66,24	69,15
TiO_2	0,13	16	0,67	0,50	
Al_2O_3	16,56	1,624	21,24	15,36	18,99
Fe_2O_3	0,61	38	1,03	1,06	2,26
FeO	1,58	219	6,32	5,30	
MnO	0,01	1	0,05	0,08	
NgO	1,13	282	2,69	2,61	0,79
CaO	0,07	12	0,26	0,40	0,24
Na_2O	3,17	511	1,32	3,10	0,75
K_2O	6,25	665	4,45	2,10	3,74
H_2O	1,44	800	4,38	3,18	3,27
P_2O_5	0,02	1	0,10	0,13	
Ba	0,18	12	0,08	0,05	
S	0,04	13	0,03	0,01	
	100.29		99,97	100,12	99,19

Aktuell mineralsammansättning av V:

Kvarts	25,15
Mikroklin	26,24
Albit	25,73
Celsian	0,44
Muskovit	15,34
Klorit	3,78
Biotit	3,24
Titanit	0,20
Rutil	0,06
Apatit	0,03
Pyrit	0,09
	100,30

V Tuffitisk hälleflinta, S om Brevik, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS.

I/II Tät skiffer, genomsnitt av I och II sid. 43 detta arbete.

III Fragmentrik skiffer, sid. 47 detta arbete.

A Genomsnitt av täta tuffiter, Lenneområdet. Anal. n:r 16, 21, 22, 23, O. MÜGGE, Neues Jahrb. B. B. VIII sid. 651, 667, 668 och 676.

Den aktuella mineralsammansättningen beräknades på följande sätt: Pyrit, apatit, titanit och rutil erhöllos ur värdena på S, P_2O_5, CaO och TiO_2, celsianen ur BaO. Biotit och klorit beräknades ur summan (Mg Fe Mn)O, därvid på grund av uppskattning i slipprovet kvantiteterna av båda glimrarna beräknades ungefärligt lika. Såsom formel för biotiten användes $K_2\ H_4\ Al_3\ Si_6O_{24}+6\ (Fe\ Mg\ Mn)_2\ SiO_4$. I kloriten antogs samma fördelning At:Sp som i skiffrarna. Ur rest H_2O beräknades muskoviten, varvid samma Na_2O-halt förutsattes som i skiffrarna. Rest K_2O och Na_2O beräknades såsom mikroklin och albit. Vid denna beräkning uppstår en brist av 1,58 % Al_2O_3 som måste bero på för hög beräknad muskovithalt och högre H_2O-halt i glimrarna. Denna brist täcktes genom överförande av tillräckligt antal molekyler muskovit till mikroklin. Resterande 0,28 % H_2O fördelades i lika proportioner på glimrarna.

Den sålunda funna mineralsammansättningen svarar mot förhållandena i slipprovet. Den låter sig beräknas till en sammansättning hos bergarten av c:a 30 % skiffermaterial av likartad komposition som i de täta skiffrarna och 70 % av en kvartsporfyr med 28 % kvarts och ett fältspatförhållande av ungefär $Or_{52}Ab_{48}$.

I ett fåtal slipprov har slutligen en bergartstyp anträffats, som genetiskt är att jämställa med den beskrivna asktuffiten, men som skiljer sig från densamma genom en mer osorterad och polymikt sammansättning. Denna bergart har en rätt stor utbredning i zonens östra del, S om Brevik. Den har i stuff ett med de normala gråvackorna tämligen likartat utseende, dock är grundmassan mer hälleflintartad, och kvantiteten av grövre fragment mindre. Liksom de normala gråvackorna bildar den emellertid klasserade bäddar och övergår i täta skifferliknande lager.

Under mikroskopet finner man en avsevärt mindre mängd av fragment än i den först beskrivna gråvackan. Fragmenten bestå till största delen av albit och kvarts, den förra dominerande över den senare. Albiten innehåller som vanligt sparsamma, pertitiska fläckar av kalifältspat. Kornen äro osorterade till sin storlek med en del grova individer upp till $0{,}9 \times 1{,}2$ mm i diam. och rikligare med mindre fragment ned till 0,1 mm och därunder. Formen är vidare blott hos ett mindre antal av kornen rundad eller kantrundad, till större delen är den kantig och splittrig. Till dessa fragment sälla sig vidare talrika små, sällan grövre korn av oregelbundet skärv- eller trådliknande, även förgrenade och av konkava ytor begränsade former, som i sin formella utbildning motsvarar askpartiklar. Dessa bestå av den kvartsfria — fattiga, här dock i regel kalifältspatrikare keratofyrbergart, som vi redan lärt känna från den först beskrivna gråvackan. Strukturen

i fragmenten varierar mellan allotriomorft kornig till isometriskt kornig med tendens till tavelform hos individerna. Kornstorleken i bergarten är något varierande och visar ett visst beroende av fragmentens storlek, i det den är något grövre i de grövre fragmenten och tätare i de mindre. Övriga bergarter i fragmenten utgöras av ett fåtal korn av den kvartsitiska bergarten, som beskrivits från den först behandlade gråvackan samt ett kvartsporfyrfragment. Härtill komma ytterligare ett fåtal tydliga och skarpt begränsade, kantiga inneslutningar av kalksten, varav en av större dimensioner (5 × 2 mm).

Det beskrivna provet är även i detta fall taget ur en brecciezon och innehåller kantiga, grövre och mindre fragment och brottstycken av täta, skifferartade till hälleflintartade, delvis grafitförande bergarter. I slipprovet finner man även helt små korn av samma bergarter. Den ganska rikliga mellanmassan mellan fragmenten utgöres av sericit och något ojämnt fördelad klorit. Sparsamma korn av magnetit, leukoxen, apatit och zirkon utgöra accessorier. Bergarten visar spår av pressning med skiffrig utbildning av mellanmassan samt någon deformation av de mjuka skifferinneslutningarna. Däremot är det övriga fragmentmaterialet föga deformerat. Sericitbildning i fragmenten är vanlig och har i vissa delar av slipprovet otydliggjort de askpartikelartade fragmentenas primära former, i allmänhet äro dessa dock tydligt urskiljbara.

Denna bergart innehåller som dominerande klastiska beståndsdelar ett vulkaniskt, pyroklastiskt fragmentmaterial, som blott föga är uppblandat med främmande element, och vars beskaffenhet förutsätter en kort transport. Detsamma gäller även om asktuffiten. Fullt autoktona avlagringar kunna dock ingendera vara, enär de äro starkt uppblandade med lerslam. För de delar av zonen, som ha denna sammansättning, måste man därför antaga, att de uppbyggts av föga långt transporterad och med normala vittringsprodukter uppblandad vulkanisk aska, som levererats under lagrens bildningstid. Detta förhållande förtjänar att betonas, enär det förmedlar kontinuiteten mellan hälleflintornas vulkaniska period och skiffrarnas normala sedimentation.

Inom zonens fortsättning å Sundsudden förändra sig gråvackebergarterna rätt väsentligt, i det de kvartsporfyriska och täta, trakytoida fragmenten försvinna eller bli sällsynta. Samtidigt antager mellanmassan en glimmerfattigare, mer hälleflintartad konsistens. Rena hälleflintbergarter, såväl strökornsfattiga som strökornsrika äro ej sällsynta. Ett exempel å en gråvacka av för området tämligen typisk konsistens är återgivet å fig. 16. Densamma innehåller ett rikligt fragmentmaterial av albit, sparsamma fragment av kvarts samt sporadiska små

korn av bergarter, bestående av en tät, allotriomorft kornig hälleflinta samt av den från Hälgsnäs—Brevik beskrivna, grövre keratofyriska bergarten. Härtill komma genom den ganska starka pressningen i bergarten utvalsade små fragment av tät, skifferartad bergart. Mellanmassan utgöres av ett finkornigt, skiffrigt aggregat av fältspat, kvarts, klorit, biotit och sericit, av vilka senare de båda förstnämnda dominera. Bergarten är även i mellanmassan ganska kvartsfattig. Den är vidare extremt albitrik. Denna extremare albit-karaktär synes vara

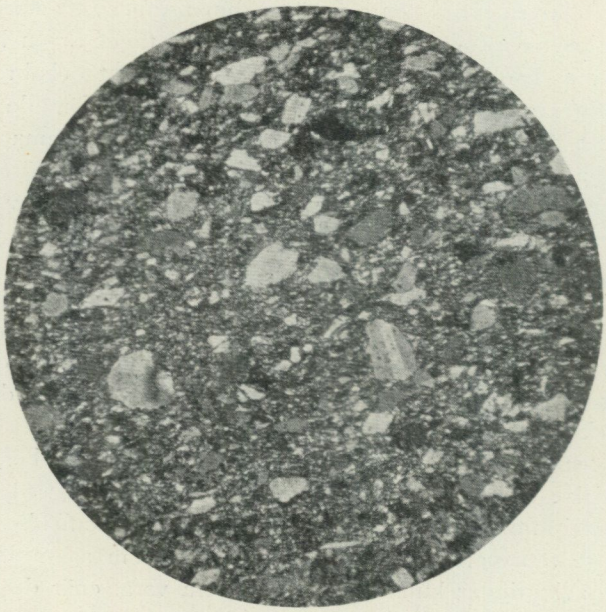


Fig. 16. Gråvacka, Sundsudden. Fragment av albit i en tät, kvartsfattig matrix av albit, klorit samt något biotit och sericit. + nic., först. 29 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Graywacke. Fragments of albite in a dense, schistose mass, composed of albite, chlorite and some quartz, biotite and sericite.*

dominerande i Sundsuddens gråvackebergarter. Endast i ett fåtal slipprov från zonen av täta, på strökorn fattiga hälleflintor ha kalirika bergarter anträffats. Från det avbildade provet skiljer sig bergarten i andra undersökta gråvackor blott genom en något större kvantitet av de keratofyriska fragmenten, som i många fall även kunna vara kvartsförande eller kvartsrika. Vidare kan glimmerkvantiteten i mellanmassan vara större eller mindre. I senare fallet kan bergarten jämställas med en strökornsrik hälleflinta.

Ett undersökt prov av en gråvacka från Älvestorpsfältet (häll N invid Lokavägen, SV om kraftstationen) visar en i princip med den beskrivna Sundsuddebergarten likartad sammansättning (fig. 17).

Fragmentmaterialet är här blott grövre och än rikligare, och i mellanmassan utgöres glimmern nästan enbart av klorit. Bergarten är en extrem albit-kvarts-klorit-bergart. Småmineralen i mellanmassan utgöras av rutil, apatit och zirkon. De bergartsfragment, som i underordnad mängd förefinnas, bestå av täta, allotriomorft eller trakytoidalt struerade keratofyrbergarter samt allotriomorfa kvarts-albit-bergarter, i vilka ibland mikropoikilitsvampar äro utbildade. Denna grovklastiska bergart växellagrar med tät kvarts-albit-klorit-hälleflinta samt

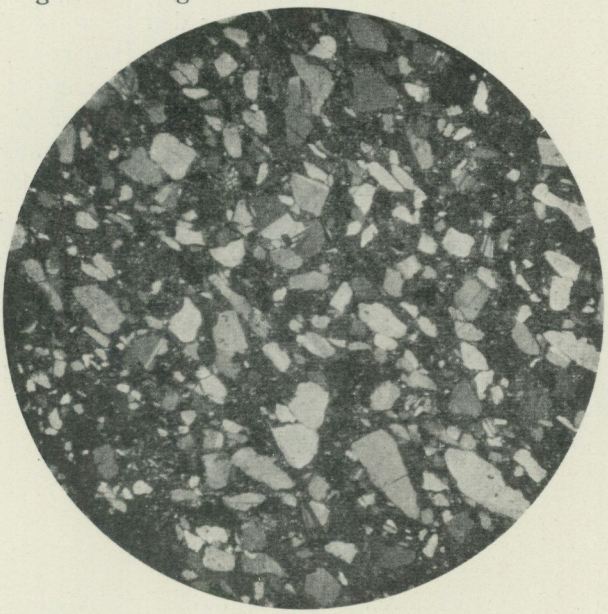


Fig. 17. Gråvacka, Älvestorp. Fragment av albit och (sparsamt) av kvarts i en tät mellanmassa av klorit, något sericit samt kvarts och albit. Små keratofyriska fragment ej synbara på grund av den ringa förstoringen. + nic., först. 13 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Graywacke. Fragments of albite and (sparingly) of quartz in a dense mass of chlorite, some sericite, quartz and albite. Small fragments of keratophyre present are not distinguishable on account of the low magnifying power used.*

med svart skiffer. Gråvackans fragmentmaterial torde kunna härledas från de norr om Älvestorp mellan Högbornstjärn och Halvars-Noren anstående, extremt albitrika, delvis porfyrliknande hälleflintor, som här uppbygga en stor del av den övre etagen.

Såsom tidigare framhållits skilja sig de S om Saxhyttan lokalt anträffade gråvackelagren genom en mer normalt kvartsitisk karaktär från de beskrivna, av vulkaniskt bergartsmaterial och av ovittrad fältspat till huvudsaklig del uppbyggda fragmentbergarterna. Makroskopiskt ter sig Saxhyttebergarten såsom en grov sericitkvartsit, sammansatt av rikliga 1—2 mm stora kvartskorn, inbäddade i en tät,

mörk, glimmerrik mellanmassa. Inströdda, några mm—1 cm stora bollar av grå hälleflinta giva bergarten ibland ett konglomeratiskt utseende. Delvis är bergarten tätare och kvartskornen något mindre rikliga. I ett undersökt slipprov visar sig bergarten vara starkt omvandlad. Det rikliga fragmentmaterialet består nästan enbart av kvartskorn, som ännu delvis bibehållit porfyrströkornens former. Tydlig rundning eller kantrundning är dock synbar. Härtill komma fåtaliga, ännu urskiljbara fragment av en tät, allotriomorft struerad hälleflintartad bergart, samt av en bergart som har den för mikropoikilitstruerade kvartsporfyrer karakteristiska strukturen. Båda bestå emellertid f. n. nästan enbart av kvarts och sericit. Den fragmenten omgivande massan utgöres av ett finkornigt, skiffrigt aggregat av sericit, och inhomogent fördelad biotit. Zoizit-epidot förekommer i oregelbunden fördelning. Klumpar av leukoxen och enstaka korn av zirkon utgöra primära fragment eller (leukoxenen) derivat av dylika. Som vid bergartens omvandling (jmf motsvarande förändring i de mellanlagrade hälleflintbanden, beskriven i kap. om metasomatiska derivat ur hälleflintorna) förhandenvarande fältspat överförts i glimmer och kvarts, är det f. n. omöjligt att avgöra, i vilken utsträckning fragment av fältspat ursprungligen förefunnits. Dock visa de den största volymen av bergarten intagande kvartsfragmenten, att kvantiteten av fältspat ej kan ha varit stor.

Övre hälleflintetagen.

Utskiljandet inom det föreliggande området liksom inom Saxåfältet av en övre och en undre hälleflintkomplex genomfördes på fältgeologiska grunder redan vid den första karteringen av TÖRNEBOHM och BLOMBERG—SANTESSON. Denna tudelning har vid den senare karteringen visat sig äga förutom ett geologiskt-stratigrafiskt berättigande även en petrografisk betydelse, i det kemiskt olikartade typer förhärska inom de båda komplexerna. Denna kemiska olikhet är väl ej så homogent genomgående, att ej bergarter av den ena kemiska typen eller av närstående sammansättning och utseende kan uppträda i den motsatta komplexen, men i stort sett föreligger likväl en bestämd skiljaktighet.

Gränsen mellan de båda etagerna är till stor del oskarp. Bäst utbildad är den öster och nordost om Sikfors, å sträckan Holmsjön—Trolltjärn samt norr om Älvestorp och Kjervingeborn. Å dessa sträckor har man vid karteringen god hjälp av de agglomeratiska bildningar, som flerstädes uppträda å själva gränsen eller i den övre

etagens understa del, däremot ej i terränger av den undre hälleflintans speciella typ. Ävenledes äro här större grönstensmassiv bundna till gränshorisonten. Tämligen definitivt kan även gränsen dragas vid Järnåsgruvan V om Silverknutens granofyr. Å övriga ställen bli förhållandena på grund av uppträdandet av otypiska bergarter eller växellagring av natron- och kalirika hälleflintor vagare. Ävenledes saknas i stor utsträckning nödigt hällmaterial. Gränslinjens förläggning måste därför å dessa ställan bliva i viss mån beroende på det subjektiva omdömet.

Den övre zonen har öster om synklinalstråket med den begränsning, den å föreliggande karta erhållit, i stort sett samma utbredning som å de äldre kartorna (»mörk hälleflinta» å bergslagskartan, »hälleflinta» å kartan över norra delen av Örebro län samt å Lokabladet). Största olikheterna föreligga öster om Sikfors samt i antiklinalpartiet mellan Söder Älgen och Halvars-Noren, där den övre zonens bergarter å de äldre kartorna erhållit en alltför stor utbredning.

Större äro olikheterna V om Grythytteskålen, där dels Sångs-Knuthöjdsområdets hälleflintor utskilts som en undre zon, dels de i höjdryggen mellan Saxen och Torrvarpen samt V om Torrvarpen uppträdande hälleflintorna i motsats mot, vad tidigare å bergslagskartan skett, hänförts till den övre zonen. Detta senare är delvis grundat på de av MAGNUSSON funna förhållandena utmed Saxåfältets västra sida, där motsvarande bergarter bilda en kompakt zon i undre delen av övre etagen. Från Grythyttefältets övre hälleflintor skilja sig dessa bergarter ej oväsentligt genom sin kompakthet och likformighet samt genom sina dominerande brunaktiga—röda färger. Till sin kemiska karaktär äro de likvisst utpräglade kalibergarter.

Utskiljandet av Sångs-Knuthöjdsområdets hälleflintor till en undre zon grundar sig på de redan berörda tektoniska förhållandena. Det stratigrafiska jämställandet av desamma med de övre lagren i den undre etagen öster om Grythytteskålen eller med gränshorizonten mellan de båda etagerna är vidare motiverat av dominerandet inom området av röda, natronrika och med de nämnda hälleflintorna likartade bergarter. Till de speciella särkaraktärer i övrigt, som Sångs-Knuthöjdsområdet har att uppvisa, återkommes i det följande.

Även Sångs-Knuthöjdsområdets gränser mot de överlagrande övre hälleflintorna är oskarp. S om Svenstjärn är gränsen tills vidare i brist på tillräckligt karteringsarbete att betrakta såsom blott provisorisk.

Den övre hälleflintetagen kan i sin helhet betraktas såsom en vulkanisk formation, i vilken även kemiskt dekomponerat material ingår, ehuru i underordnad mängd. Kvantitativt dominera inom etagen pyroklastiskt-sedimentära avlagringar i orubbat eller omlagrat läge.

Dessa bergarter, i det följande betecknade såsom »sedimentära» hälleflintor, visa i allmänhet en ganska stor variation i strukturellt-habituellt hänseende, delvis även i sammansättning. De skilja sig i dessa avseenden från de betydligt homogenare och likformigare, kompakta kvartsporfyrerna. Det har under karteringsarbetena med komplettering av de upplysningar, som den mikroskopiska undersökningen lämnat, varit möjligt att i huvudsak hålla dessa båda grupper i sär och å kartan utskilja desamma. Det har därvid visat sig, att de kompakta lavorna kvantitativt spela en betydligt mindre roll än de tuffogena bildningarna. Inom stora områden saknas porfyrer fullständigt.

Till dessa båda huvudgrupper komma ytterligare de redan nämnda agglomeratiska bildningarna i etagens undre del samt rikligt förhandenvarande, större och mindre lager av kornig kalksten och dolomit.

Ett utmärkande drag för formationen i dess helhet, liksom för fältets hälleflintor i allmänhet är en stark faciesväxling, som orsakar hastiga förändringar i bergarternas beskaffenhet ej blott vinkelrätt mot lagren utan även parallellt med deras strykning. De mest uthålliga lagren äro kalkstenarna, men även dessa kunna sällan följas mer än ett fåtal km. Detta förhållande utgör ett försvårande moment för utredandet av detaljtektoniken, liksom det utesluter någon allmängiltig lagerföljd i etagen.

Etagens bergarter äro i det följande behandlade under de ovan utskilda gruppbeteckningarna i följande ordning: Kvartsporfyrer, sedimentära hälleflintor samt agglomerater. Kalkstenarna komma först i ett senare kapitel att behandlas tillsamman med motsvarande bergarter i undre etagen.

Kvartsporfyrer.

Rikligast uppträda kvartsporfyrer öster om Grythytteskiffern. De bilda här det betydande Kullbergs-Gillershöjdsströket. Ett flertal förekomster äro vidare blottade omkring och i sjön Norr Älgen (Vackerfallet, Lugnet, Långnäs, Kextjärn och Vinerhöjden). Ytterligare förekomster äro kända från Järnåsgruvan och Hagen N och NO om Silvergruvan. Även vid själva undre gränsen för etagen ha vid Sikfors samt vid Finnhult mindre förekomster anträffats, av vilka dock den förra genom en albitextrem och mer femisk sammansättning skiljer sig från de övriga. En med Sikforsbergarten likartad porfyr är slutligen blottad å spetsen av Malmbergsudden N om Finnberget. Väster om Grythytteskiffern ha vid Sången tvenne förekomster anträffats. Kvartsporfyrer förefinnas även inom höjdströket Lövnäsudden-Saxen, dock ha de här ej utskilts, dels på grund av en begynnande granulering i bergarten, som gör det svårt att makroskopiskt skilja dem från

de sedimentära hälleflintorna, dels även på grund av bristande detaljkartering. Längre söderut är i nordkanten av Älvestorpsområdet, Ö om Skatviken ytterligare en mindre förekomst blottad. För övrigt synas porfyrer saknas inom Älvestorpsområdet med ev. undantag för den längre ned omnämnda, mer femiska, porfyriska hälleflintan N om Älvestorp.

De nämnda porfyrförekomsterna äro samtliga med undantag för de å Lövnäsudden angivna å kartan. De ha samtliga stelningsstrukturer bibehållna i grundmassorna. Förutom desamma finnas emellertid även å ett flertal ställen hälleflintbergarter, som på grund av makroskopisk likhet och speciellt strökornens utbildning kunde förmodas vara att räkna till denna grupp, men i vilka grundmassorna ha en allotriomorft kornig utbildning eller äro starkt sericitomvandlade, och som därför ej med säkerhet kunna utskiljas från de sedimentära bergarterna. Hit hör ex. ett strök av mer femisk, porfyrisk hälleflinta öster om Notbindar- och Högbornstjärnarna N om Älvestorp. En kvartsporfyrliknande hälleflinta uppträder vidare i Stollberget omedelbart Ö om kraftstationen vid Silvergruvan. Även vid Järnåsgruvan finner man S om den å kartan utskilda kvartsporfyren en ytterst strökornsrik och på kalkspat och glimmer rik hälleflinta, som vid utvittrandet av kalciten delvis antar en porös konsistens. Denna bergart uppfattades tidigare av författaren som en slaggig porfyr.[1] En närmare petrografisk undersökning har emellertid visat, att kalciten torde vara sekundärt bildad. Dessa bergarter ha såsom osäkra till sin genesis ej utskilts å kartan. De komma emellertid att i korthet här beröras.

I det preliminära meddelandet av 1916 antogs såsom sannolikt, att de då kända porfyrerna uppträda i stort sett på tvenne horisonter, en nära etagens undre gräns och en nära den övre. På grund av det flertal förekomster, som sedan dess anträffats inom olika delar av fältet och speciellt inom det då ännu ofullständigt karterade området omkring Norr Älgen, samt på grund av den komplicerade tektoniska byggnaden av detta område, har frågan kommit i ett nytt läge. Det synes inom Norr Älgs-området på geologiska och petrografiska grunder möjligt att sammanställa förekomsterna vid Långnäs, Kextjärn och Vinerhöjden till en horisont, som i nivå svarar mot den, i vilken de nordligare porfyrerna vid Järnåsgruvan och Hagen äro belägna. En högre horisont synas de sinsemellan likartade porfyrerna vid Vackerfallet och Lugnet intaga. Huruvida desamma svara mot den stora massan i Kullbergs-Gillerhöjdsströket eller ev. endast mot de mindre breccie-porfyrbildningar, som överlagra densamma låter sig däremot

[1] G. F. F. 38, sid. 273.

ej avgöras. I senare fallet skulle Kullbergs-Gillershöjdsporfyrerna till tiden komma något före de nyssnämnda och falla mellan desamma och den undre porfyrhorisonten. En från samtliga skild, äldsta eruption angives däremot av Sikforsporfyren.

Större vanskligheter erbjuder det, att med dessa förekomster söka parallellisera de övriga i fältet och speciellt dem SV om Björkskogsnäs och å Lövnäsudden. De redan anförda förhållandena tyda emellertid på, att eruptioner ägt rum inom etagen mer oberoende av varandra och vid flera skilda tider, än som tidigare antagits.

Porfyrerna bilda lentikulära, i förhållande till längden tjocka och föga uthålliga massor. Inom desamma har en uppdelning i skilda strömmar ej kunnat göras. Överhuvudtaget te sig porfyrmassorna, även där goda blottningar över större ytor föreligga, såsom homogena. Inom Kullbergs-Gillershöjdsströket kan man på grund av petrografiska olikheter (olika Na-K-förhållande) utskilja en övre (albitrik) zon SV om Kullberget och en undre kalirikare huvudmassa. Likaledes kan man på grund av uppträdandet av brecciebildningarna S om Sikfors från huvudmassan utskilja en smal undre zon, som dock petrografiskt överensstämmer med huvudmassan i Gillershöjden. Hela den återstående massan i porfyrströket bildar emellertid en i de förefintliga blottningarna likformig enhet, i vilken breccie- eller tuffzoner ej kunnat påvisas. På grund av en viss olikhet i mikrostrukturen (allmänt tätare och på nodules-blåsrum rikare grundmassa i Kullbergets porfyr jämfört med Gillershöjdsporfyren) kan man möjligen uppdela den i tvenne större enheter, omfattande de båda bergshöjderna. Någon vidare uppdelning är emellertid ej möjlig. Vardera av dessa enheter torde alltså bilda stora enhetliga lavautgjutningar.

Samma homogenitet är även rådande i den väl blottade, södra Sångs-porfyren. Vid Vinerhöjden uppträder inne i porfyrområdet en kalksten, dock äro blottningarna ej tillräckliga för att avgöra, huruvida ett lager mellan skilda bäddar eller en inveckning föreligger.

Att porfyrerna äro extrusiva lavabergarter, torde tillfyllest utvisas av de i det följande beskrivna mikrostrukturerna. Dessa äro typiska sådana, som äro utmärkande för effusiva kvartsporfyrbergarter. Porfyrernas kornstorlek är vidare likformigt tät genom förekomsternas hela mäktighet. Förhållanden, som äro av vikt för frågan om eruptionssättet äro vidare uppträdandet tillsamman med porfyrerna av grova breccior samt ofta i bergarterna förefintlig rikedom på mandelbildningar. Breccior ha anträffats i association med Kullbergs-Gillershöjdsströkets porfyr. De antydas här av lokala block V utmed landsvägen S om Sikfors, där breccian måste bilda en inlagring i porfyrmassans undre del. En andra förekomst, belägen omedelbart över

(V om) porfyren antydes likaledes av block vid gården Smaltorp, varjämte en tredje från porfyren genom kalkhälleflintlager skild förekomst är blottad i block och hällar V om Gillershöjden. Å detta sistnämnda ställe blir breccian uppåt mycket rik på kalk i mellanmassan och överlagras av sporadiskt blottad kalksten. Brecciornas rikliga brottstyckematerial består dominerande av kantiga bitar av kvartsporfyr eller med densamma samhörig kvartsfattig—kvartsfri, trakytoid bergart. Inneslutningarnas dimensioner variera från helt små mått

Fig. 18. Fluidalstrimmig kvartsporfyr, block. Ö foten av Kullberget. $^2/_3$ nat. storl. Förf. foto. *Fluidal banding in quartz-porphyry.*

av få mm upp till 3—4 dm i diam. och olika storlekar äro blandade med varandra. Såsom främmande element förekomma i underordnad mängd bitar av skiktade hälleflintor samt av kalksten. Den i kvantitet vanligen underordnade mellanmassan mellan inneslutningarna utgöres av en skiffrig, klorit-sericitrik matrix eller av kalkspat. De i inneslutningarna ingående porfyrbergarterna visa i undersökta, massformiga och friska prov väl bevarade stelningsstrukturer. Delvis äro de dock starkare förskiffrade och sericitomvandlade. De ingående porfyrerna äro delvis kompakta, i stor utsträckning finner man emellertid rikligt mandelfyllda facies, i vilka mandelrummen äro utfyllda av kalkspat, och vilka å vittrade ytor antaga utseendet av formliga slaggstycken. Dessa breccior ha alltså alla karaktärer av att vara explosionsbreccior in situ.

Av annan art är en brecciebildning, som anträffats i den natronrika porfyren SV om Kullberget. I en del av hällarna V om den södra gården av detta namn, där denna bergart anstår, är densamma fluidalt strimmig, samtidigt som bergarten är sönderbruten i bitar, i vilka de subparallella fluidalstrimmorna äro riktade åt olika håll. Bitarna sammanhållas av ett med desammas bergart likartat porfyrmaterial, vilket mot bitarna har vaga gränser. Denna breccia torde få betraktas som en eutaxitisk flyt-brecciebildning. Makroskopiskt utbildad fluidalstruktur är f. ö. relativt sällsynt i porfyrerna. Fig. 18 visar ett prov av en vackert utvecklad form av detta slag från Kullberget. I mikroskopiska dimensioner äro däremot fluidala strukturer mycket vanliga.

De mandelbildningar, som innehållas i porfyrerna ha delvis formen av oskarpt mot grundmassan avgränsade nodules, delvis utgöras de av normala mandlar med glatta väggar. De förra äro närvarande snart sagt i alla slipprov, de senare äro mindre allmänna. Dock förekomma de i de flesta av de undersökta förekomsterna och ibland i mycket riklig kvantitet. I Kullbergsporfyren, vilkens ytligaste del är blottad utmed vägen Gyltbo-Smaltorp, är bergarten i denna del upp till 25—50 % av volymen uppfylld med kvartsfyllda mandlar. Som någon motsvarande slaggig facies ej anträffats djupare ned i porfyrmassan utgör detta ytterligare ett skäl för antagandet av porfyrmassans enhetlighet. Mandelrika facies ha vidare anträffats vid Vackerfallet och Lugnet. I samtliga fallen utgöres fyllnadsmaterialet av kvarts och ha mandlarna små, sällan någon mm överstigande dimensioner.

En egendomlig, grövre, litofysartad form av mandlar har anträffats i den albitrika porfyren SV om Kullberget. Bergarten, som innehåller desamma, anstår c:a 150 m S om vägen mellan Kullbergets gård och Gyltbo samt c:a 250 m från det senare stället. I hällen te sig mandelbildningarna som talrika, någon mm — 1 à 3 cm stora, runda eller något oregelbundet formade kulor av blåvit kvarts, inbäddade i en genom sericitomvandling gulgrönt färgad mellanmassa. Vid närmare undersökning observerar man, att bergarten närmast omkring kulorna övergår i en ljusare färgad zon. Mandlarnas anordning i bergarten är fluidalt bandformig. Utseendet av mandlarna under mikroskopet åskådliggöres av fig. 19. Såsom densamma visar, sammansättas mandlarna av tvenne delar, en yttre, helt eller delvis omslutande ring av finfasrigt kristalliserad fältspat med fältspatfibrerna vinkelrätt eller något snett ställda mot ringens inre kant samt en inre, enbart eller övervägande av kvarts utfylld kärna. Kvartsen har i den senare närmast fältspatringen en finkornig, i det inre en grovkristallinisk konsistens. Närmast fältspatringen uppträda ofta grövre, tjocktavelformiga individer av schackbrädelamellerad albit, som mot

kvartsen visar idiomorfa eller korroderade former. Denna albit kan ibland vara rikligare utvecklad och inkräktar då på kvartsens kvantitet. Fältspaten i ringen omkring kvartskärnorna är sällan homogen, utan innehåller vanligen och speciellt utmed gränsdelarna mot kvartskärnan grova mikropoikilitiska individer av kvarts, som genom de inneslutna fältspattrådarna ävenledes får en fibrös konsistens. Den mandlarna omgivande bergarten, som i det undersökta slipprovet är inskränkt

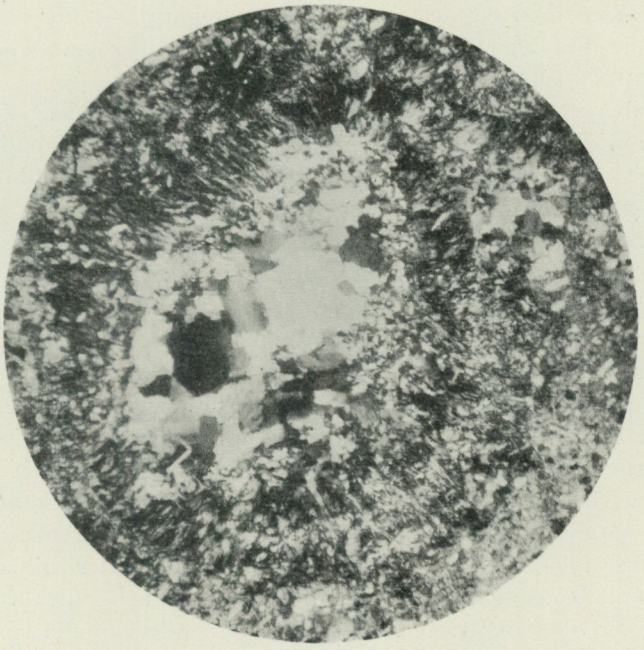


Fig. 19. Litofysartad mandel i kvartsporfyr, S om Kullberget. I centrala delen kvarts, omgiven av en bård av fasrigt byggd fältspat. De ljusa partierna i innerkanten av fältspatbårdens övre del och nedtill t. v. mikropoikilitiska kvartsindivider. + nic., först. 30 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Lithophyseous amygdule in quartz-porphyry. In the central part quartz surrounded by a rim of fibrous feldspar. The light areas at the inner edge of the feldspar-border are micropoikilitic quartz individuals.*

till en föga riklig matrix för desamma, utgöres av en kvartsfattig, starkt omvandlad bergart, bestående av relativt grova, isometriskt fyrkantiga korn av schackbrädelamellerad albit, obetydligt kvarts samt ett mellan kornen rikligt utvecklat nätverk av färglös, tät glimmer. Härtill komma ett fåtal grövre strökorn av albit.

De beskrivna mandelbildningarna torde få betraktas som litofysartade bildningar. Anmärkningsvärd är kvartsens koncentration till mandlarna och bergartens samtidiga kvartsfattigdom. Mandlarnas bildning får räknas till sista skedet av kristallisationen, den grova kvartsen i det inre torde snarast få betecknas som postmagmatisk. Tydligt är

emellertid, att något väsentligt avbrott mellan bergartens kristallisation och mandelutfyllningen ej förelegat, och att kvartsmaterialet härstammar från bergartens egen magma. Att den i så riklig mängd avfraktionerats till detta sena skede av kristallisationen torde få ställas i samband med en hög vattenhalt i magman. Litofysmandlarna utgöra en av de många former, under vilka en uppdelning i detalj av kvartsfältspatmaterialet i porfyrerna så ofta skett, vilket i den petrografiska beskrivningen med ett flertal exempel ytterligare kommer att belysas.

Med de föreliggande likartade mandelbildningar ha beskrivits av O. NORDENSKJÖLD från de småländska porfyrerna.[1]

I Kullbergets och Gillershöjdens porfyrer liksom i den södra förekomsten vid Sången förekomma lokala, mindre brecciebildningar, i vilka den massformiga och av deformation i övrigt oberörda porfyren är rikligt genomdragen av ådernät av smala kvartsådror. Vid rikligare utveckling av kvartsådrorna bildas breccior av tät kvarts, i vilken porfyrbitarna inneslutas. Kvartsen har under mikroskopet en tät eller finkornig, pflasterartad, i större kvartspartier något grövre struktur. Tillsamman med kvartsen har iakttagits färglös klinoklor, utbildad i sfäroliter eller sfärolitiska aggregat. I porfyren finner man inga eller obetydliga spår av kataklas, vilken f. ö., där den förekommer, kan ha tillkommit efter breccians bildning, enär likartad deformation samtidigt återfinnes i kvartsen. Gränsen mellan kvartsaggregaten och porfyrbitarna är i regel oskarp och bitarna ha samtidigt ej kantiga utan rundade former. Beskaffenheten av dessa breccior talar för, att de ej äro ordinära kataklasbreccior utan förkislingsprodukter, bildade i anslutning till bergartens stelning eller i varje fall under den vulkaniska perioden ur SiO_2-rikt vatten, som längs förhandenvarande sprickor ersatt porfyrmaterialet med kvarts.

Petrografisk beskaffenhet. Till sin petrografiska beskaffenhet kunna porfyrerna uppdelas i tre grupper: 1) Porfyrer med övervägande mikroklin eller med ett tillnärmelsevis intermediärt Or-Ab-förhållande, 2) albitextrema, acida porfyrer samt 3) mer femiska, på klorit-biotit rikare, likaledes albitextrema porfyrer. Av dessa ha de förstnämnda, som i det följande komma att betecknas såsom »kalibetonade» porfyrer, den ojämförligt största utbredningen. De utgöra huvudmassan av porfyrerna och representera bland desamma den för etagen karakteristiska typen. Båda de övriga grupperna ha ringa kvantitativ betydelse och av desamma är den acida typen den mest sporadiska.

Det makroskopiska utseendet av de förhärskande *kalibetonade porfyrerna* är inom de olika förekomsterna mycket likformigt. Bergarten har en flintartat tät grundmassa med likformigt fördelade, van-

[1] Bull. Geol. Inst. Upsala, I, sid. 220—21, 1893.

ligen i måttlig mängd utvecklade strökorn av kvarts och fältspat. Den idiomorfa, tjockt tavelformiga utbildningen av de senare är redan i stuff iakttagbar, likaså ofta dihexaederform hos kvartsen. Bergarternas färg är vanligen gråvit, ibland svart eller spräckligt grå och svart, sällan däremot röd. Vid rikligare glimmerbildning blir den orent gulgrå eller gulgrön. Genom denna omvandling förlorar bergarten sitt karakteristiska utseende och blir svår att identifiera som porfyr. Ofta, dock ej alltid är denna omvandling kombinerad med förskiffring.

Ett något avvikande utseende har porfyren vid Vackerfallet och Lugnet. Den har här en grågrön färg beroende på förekomsten av sericit och något klorit samt en egendomlig, fläckig konsistens förorsakad av riklig sfärolitbildning i grundmassan. Porfyren är i dessa förekomster även mycket strökornsrik.

Den kemiska sammansättningen av en typisk representant för den förhärskande gruppen utvisas av nedan anförda analys VI. Provet till densamma är taget å Kullbergets topp och består av en massformig, svart-vitfläckig porfyr. Analysen representerar en inom acida kvartsporfyrer av olika åldrar ej sällsynt kemisk typ. Till jämförelse ha under A och B en triassisk kvartsporfyr och en tertiär ryolit från North Carolina, Amerika anförts.

	VI	VIa	A	B
SiO_2	80,56	13,427	79,75	75,39
TiO_2	0,06	7	0,15	Sp.
Al_2O_3	10,29	1,009	10,47	13,65
Fe_2O_3	0,10	6	0,64	0,38
FeO	0,09	12	0,92	0,18
MnO	Sp.		—	0,14
MgO	0,14	35	0,13	0,15
CaO	0,15	27	0,15	0,51
Na_2O	1,85	298	1,36	1,84
K_2O	6,01	639	6,01	6,81
H_2O	0,25	139	0,60	1,13
P_2O_5	0,01	1	Sp.	Sp.
BaO	0,12	8	0,06	
S	0,01	3	—	
CO_2	0,18			
	90,82		100,29 [1]	100,18

Aktuell mineralsammansättning:

Kvarts	46,09
Mikroklin	33,86
Albit	15,62
Celsian	0,30
Muskovit	2,96
Klorit	0,16
Magnetit	0,14
Pyrit	0,03
Titanit	0,14
Apatit	0,03
$(FeMgCa)CO_3$	0,38
Rest H_2O	0,12
	99,83

Aktuell fältspatformel:

$Or_{67}\ Ab_{33}$

Schematisk fältspatformel:

$Or_{67,8}Ab_{31,3}An_{0,9} + Al_2O_3 = 0,48$ [2]

[1] Häri även 0,05 ZrO.

[2] Denna siffra betecknar det aluminiumöverskott, resp. -underskott, som uppkommer vid den schematiska fältspatformelns beräkning. Vid beräkningen av densamma ha avdrag å CaO för apatit och titanit gjorts. Celsianen är i båda formlerna inberäknad i Or.

VI Kvartsporfyr, Kullberget, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS.
A Kvartsporfyr, Watanga County, North Car., Journ. Geol. XII, sid. 223.
B Ryolit, Silver Cliff, Colorado. U.S.G.S. Ann. Rep. 17: II, sid. 324.

Mineralberäkningen utfördes på följande sätt: Ur värdena för TiO_2, P_2O_5, S och BaO erhöllos småmineralen samt celsian. Till CO_2 lades resterna av CaO, FeO samt nödig mängd MgO. Resterande MgO beräknades som klorit. Albiten beräknads ur hela Na_2O-mängden, varefter muskoviten beräknades ur överskottet av Al_2O_3 över K_2O-molekylerna. Rest SiO_2 utgör fri kvarts. Härvid erhölls en rest av 0,12 % vatten.

Den funna sammansättningen svarar mot förhållandena i slipprovet. Man finner i detsamma relativt fåtaliga strökorn av en grovmaskig pertit, rikligare sådana av kvarts samt en tät kvarts-fältspatgrundmassa, i vilken kvartsen är utvecklad som små mikropoikilitsvampar. Bergarten innehåller ganska rikligt med små, skarpt avgränsade kvartsfyllda mandlar samt ett mindre antal nodulesartade fläckar eller sliror, fyllda av grövre kvarts och sparsamt utmed sidorna fördelad grövre fältspat. Förekomsten av de rikliga mandel-nodulesbildningarna förorsakar bergartens höga SiO_2-halt. Småmineralen utgöras av glest inströdda, små malmkorn, sparsamma, små korn av leukoxen-titanit samt enstaka prismor av zirkon. Mörka silikatmineral äro ej påvisbara i slipprovet.

Pertitströkornen ha idiomorfa eller genom korrosion rundade former. De båda fältspaternas mängd i desamma varierar, i genomsnitt torde kvantiteterna vara ungefär lika stora eller mikroklinen något rikligare representerad än albiten. Den senare är schackbrädestruerad. I strökornen förekommer ganska stark sericitomvandling, som enbart synes ha försiggått i albitkomponenterna. Albiten har därigenom delvis överförts i täta aggregat av ljus glimmer. Denna omvandling är emellertid ej att jämställa med saussuritisering, enär plagioklasen har alla karaktärer av att redan primärt ha haft en extremt albitisk sammansättning varjämte epidot saknas.

Kvartsströkornen ha genom korrosion starkt avrundade former, som dock delvis visa dihexaederform. Genom kurrosionskanaler rikligt uppdelade kvartskorn, som f. ö. äro allmänna i porfyrerna saknas i detta slipprov.

I bergarten förekomma ytterligare helt sparsamma korn av ett karbonat, som vid vittring antager en brunaktig färg, och därför torde innehålla något järn. Av analysen framgår vidare att det är magnesiarikt. Sericitinterpositioner äro i grundmassan ytterst sparsamma. Bergarten är sålunda i sin helhet obetydligt omvandlad, och analysen

anger primärsammansättningen praktiskt taget oförändrad. Den förskjutning i fältspatformeln, som ersättandet av albit i strökornen genom sericit medfört, kan beräknas utgöra max. 2 % förlust i Ab-halten. Såsom de sid. 109 anförda förhållandena utvisa, torde den täta glimmern ej utgöras av paragonit utan av sericit.

Denna sammansättning och utbildning av bergarten kan med undantag för strukturella variationer i grundmassans utbildning sägas vara den normala för gruppens porfyrer. Kali-natronförhållandet är givetvis i bergarter av denna täta struktur svårt att exakt bedöma. Att döma av strökornens pertithalt torde det kunna växla något med ibland något högre, ibland något lägre albithalt. Grundmassorna äro genomgående kalirika. Bl. a. kan detta bedömas av den låga ljus- och dubbelbrytningen i rena fältspatfläckar, som ofta förekomma, orsakade av inhomogen fördelning av kvartsen. Däremot är ofta kvartshalten avsevärt lägre än i den analyserade Kullbergsporfyren, beroende delvis på mindre riklig inblandning av mineralet i grundmasseaggregaten, dels på mindre mängd av kvartsmandlar.

Bland hittills analyserade hälleflintor-leptiter svarar bergarten närmast mot den av SJÖGREN, JOHANSSON och SAHLBOM undersökta leptiten vid Jakobsberg,[1] som dock är något Or-rikare och samtidigt något mer femisk.

En från den beskrivna Kullbergstypen beträffande strökornens beskaffenhet olikartad porfyrtyp uppträder i förekomsterna vid Långnäset, Kextjärn och Vinerhöjden. I ett slipprov från den förstnämnda finner man följande sammansättning: Strökorn av kvarts och albit, i sparsam mängd även av pertitfattig mikroklin, samt samma täta, mikropoikilitiskt struerade grundmassa som i Kullbergsporfyren. Nodules och mandlar förekomma i mindre mängd än i denna. Albit-strökornen äro ganska grova och ha tämligen sparsamt utvecklad, normal, »jämnlöpande» tvillinglamellering. Formen är som vanligt tjockt tavelformig efter 010. I snitt vinkelrätt mot α erhålles en utsläckning av 16° à 17°, antydande en extrem albitsammansättning. I albiten finner man i helt sparsam kvantitet och ej alltid förefintliga inlagringar av mikroklinfläckar. Desamma uppträda gärna i kantdelar av kornen. Albitens optiska karaktär är positiv och axelvinkeln stor.

För att utröna bergartens genomsnittsfältspat utfördes å provet av Dr MAUZELIUS en alkalibestämning. Densamma gav följande oväntade resultat:

$$Na_2O = 1{,}59^{2}$$
$$K_2O = 6{,}86$$

[1] G. F. F. 36, sid. 464.

[2] Siffrorna äro genomsnittstal av tvenne bestämningar. Desamma gåvo följande överensstämmande värden: $Na_2O = 1{,}62$ och $1{,}56$, $K_2O = 6{,}82$ och $6{,}91$.

Härur låter sig en genomsnittlig fältspatformel av 74 % Or och 26 % Ab, alltså en kaliextremare sammansättning än i Kullbergsporfyren, beräknas.

En fullt tillfredsställande förklaring till strökornens egendomliga och mot alkaliproportionerna i bergarten ej svarande beskaffenhet är svår att lämna. Närmast till hands ligger att i plagioklasen förmoda en homogen, anortoklastisk fältspat. Detta uteslutes emellertid av de anförda optiska egenskaperna. Enda förklaringen synes vara den, att albitströkornen tidigare varit rikare på anortit, och att denna utlakats ur desamma. Albitsubstansen har även en matt, genom förekomsten av ett flockigt fördelat, brunaktigt pigment något suddig konsistens, som svarar mot detta antagande. De innehålla vidare nybildade fjäll eller aggregat av klorit-biotit och sparsamma korn av karbonat. I bergarten förekomma dessutom grövre korn av ljusgrönt hornblände och sparsamma sådana av epidot, nybildade längs sprickor eller i oregelbunden fördelning i grundmassan, ibland även i strökornen. Denna hornblände-nybildning är i porfyrerna endast känd från de nämnda tre, plagioklasströkorn innehållande förekomsterna.

I slipprov från Kextjärns-Vinerhöjdsporfyrerna finner man ytterligare något avvikande förhållanden. Den i strökornen dominerande fältspaten utgöres även här av normalt och vanligen sparsamt lamellerad plagioklas, som är ensamt förhärskande eller kombinerad med ett fåtal på albitinlagringar fattiga mikroklinindivider. Plagioklasen bildar grövre individer än de senare. Utsläckningen vinkelrätt mot α uppmättes i plagioklasen i ett preparat från Kextjärn till 9° à 10°, i ett preparat från Vinerhöjden till 13°. Detta skulle under normala förhållanden svara mot 11 och 7 % An. Optiska karaktären är positiv. Ljusbrytningen är lägre än kvartsens båda strålar och i ena strålen lika med den hos kanadabalsam, i den andra något lägre. Däremot är den tydligt högre än i ren mikroklin. Denna fältspat innehåller i varierande mängd smala ribbor av kalifältspat, ordnade i parallella och gentemot albitlamellerna snett förlöpande system. Genom desamma får fältspaten ibland ett utseende, som om den vore uppknäckt efter dessa riktningar och de därvid alstrade rissen utfyllts av mikroklin. Fältspatens halt av dylika mikroklinribbor är mycket varierande. Ibland saknas de, ibland äro de rikligare förhanden, och i samma individ varierar kvantiteten i olika delar av kornet. De äro vidare i regel rikligare i yttersta zonen av individerna än i det inre. Sannolikt äro dessa mikroklinribbor att tyda som en pertitbildning med ofullständig utlösning av i plagioklasen löst kalifältspat. Den låga utsläckningsvinkeln skulle i så fall åtminstone delvis bero på denna kalihalt.[1]

[1] I de individer, där utsläckningsvinkeln bestämts, saknas pertitstrimmor.

Plagioklasindividerna äro vidare ofta uppknäckta efter oregelbundna riss, längs vilka biotit nybildats. Längs dessa riss är ofta en bård av kalifältspat utvecklad (fig. 20). Då rissen äro rikliga och bårder utvecklade kring desamma, styckas individen på detta sätt sönder i bitar av plagioklas, omramade av kalifältspatbårder. I plagioklasen förekommer slutligen även en mer normal omvandling, därvid rikliga små interpositioner av sericit bildas. Vid långt framskriden sönderdelning övergår fältspaten i täta sericitaggregat med en basis av en lågt polariserande fältspatsubstans, som torde utgöras av mikroklin.

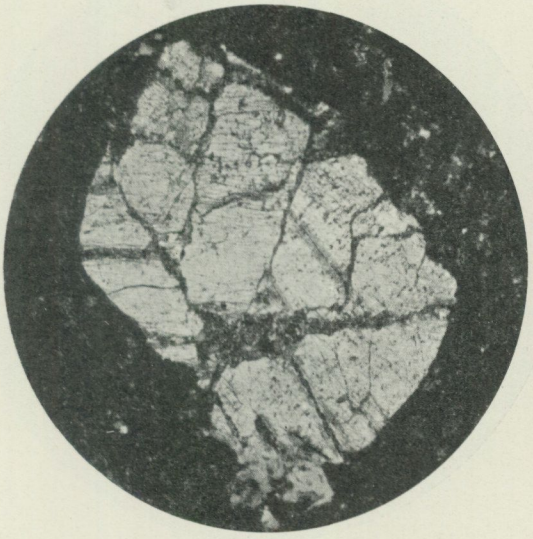


Fig. 20. Strökorn av plagioklas i kvartsporfyr, V om Kextjärns gruva. I strökornet dels fina lameller av mikroklin, dels oregelbundna riss, längs vilka klorit och biotit nybildats. Längs ett dylikt riss en bred bård av mikroklin synlig. Obs. mikroklinlamellernas rikligare uppträdande i kornets starkare krossade övre del. + nic., först. 27 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Phenocryst of plagioclase from quartz-porphyry. In the plagioclase there are fine lamellæ of microcline and irregular cracks, upon which newformed chlorite and biotite appear. Around one crack a broad border of microcline is seen. Note the greater richness in microcline-lamellæ in the upper, stronger deformed part of the phenocryst.*

Å ett prov från Kextjärn (S om gruvan) utfördes av G. Assarsson nedan anförda alkalibestämning:

$$Na_2O = 0{,}88$$
$$K_2O = 6{,}79$$

Fältspatformeln härur blir $Or_{83.6}Ab_{16.4}$.

Denna extrema kalirikedom bekräftar antagandet, att de plagioklasliknande strökornen innehålla en hög halt av kalifältspat i homogen lösning med plagioklas. Att överhuvudtaget dessa strökorn kristalliserat ur en magma med denna extrema kalkrikedom synes blott förståeligt under förutsättning, att anortit ingår i desamma.

I ett slipprov av porfyr från Vinerhöjden förekommer utom de redan beskrivna plagioklasströkornen och fåtaliga individer av pertitisk mikroklin även ett större korn av en relativt grov, granofyrliknande sammanväxning mellan kvarts och pertitisk fältspat. I betydligt rikligare mängd finner man denna utbildningsform i ett slipprov från västra sidan av Kextjärnsförekomsten. Denna bergart kommer i det följande att ytterligare beröras.

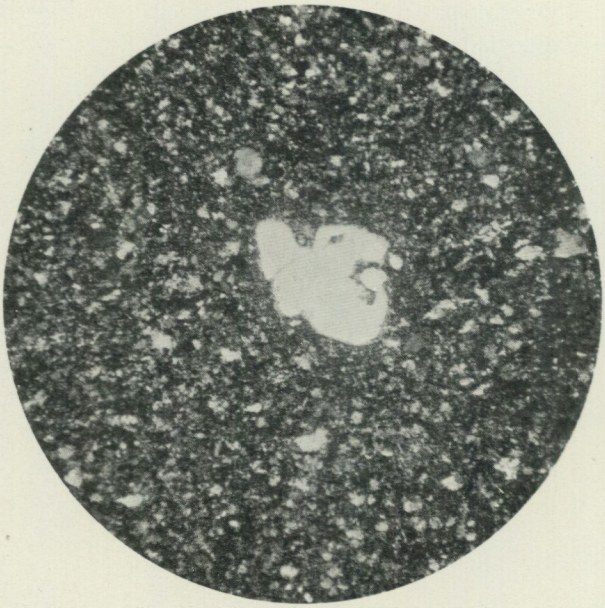


Fig. 21. Kvartsporfyr, Kullberget. Mikropoikilitisk grundmassestruktur med små kvartsindivider och fint fördelad fältspat. De grövre ljusa fälten utgöras av små mandel- och nodulesbildningar av kvarts. I bildens mitt ett kvartsströkorn. + nic., först. 29 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Micropoikilitic quartz-porphyry, the groundmass showing small quartz individuals and finely distributed feldspar. The larger light areas are small nodules of quartz. A phenocryst of quartz is seen in the centre of the fig.*

Mörka silikatmineral ha i porfyrerna förekommit mycket sparsamt. I de flesta fall ha bergarterna varit helt fria från dylika. I slipprov från Vinerhöjden och Kextjärn ha dock iakttagits fåtaliga homogena aggregat av biotit-klorit, som torde utgöra pseudomorfoser av biotitströkorn. Desamma ha i vissa fall ännu iakttagbar tjock tavelform. I desamma finner man även inneslutna zirkonkristaller. I ett fall iakttogs, huru den fluidalstruerade grundmassan böjer omkring en dylik biotitfläck. I intet fall är emellertid biotiten bibehållen med enhetlig, frisk substans.

I grundmassorna finner man någon gång sparsamt, i finfjällig form fördelad biotit och klorit, som torde vara att hänföra till porfyrernas

primära mineralbestånd. Längs sprickränder, i fältspatströkorn eller i grundmassan ibland förekommande oregelbundna partier av klorit och biotit äro däremot att betrakta såsom sekundära mineralnybildningar, förutsättande någon introduktion (Fe Mg)O i bergarten.

Ett speciellt intresse erbjuda på grund av sitt väl bevarade tillstånd porfyrernas grundmassestrukturer. Bergarterna kunna beträffande desamma jämföras med ej eller föga dislocerade porfyrer av yngre ålder

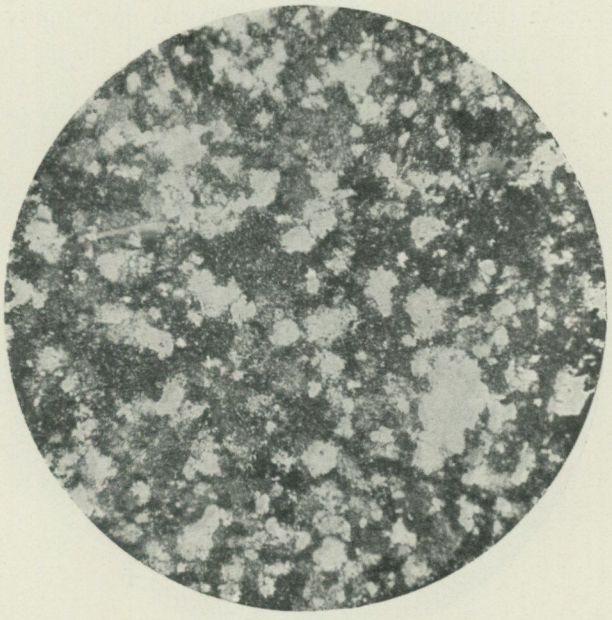


Fig. 22. Kvartsporfyr, Järnåsgruvan. Mikropoikilitstruktur med grova kvartsindivider och fint fördelad fältspat. + nic., först. 29 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Quartz-porphyry. Micropoikilitic structure with large individuals of quartz and finely distributed feldspar.*

såsom med Älvdalsporfyrerna eller de av Nordenskjöld beskrivna småländska hälleflintorna, vilka senare enligt iakttagelser av Gavelin och Magnusson[1] torde tillhöra ett väsentligt yngre skede av urberget.

Den i porfyrerna förhärskande strukturformen är den mikropoikilitiska. Densamma har i de flesta fall den i Kullbergsporfyren redan beskrivna utbildningsformen med små, av fina fältspatkorn pepprade kvartssvampar. Något avvikande från denna form är strukturen i Gillershöjdsporfyren. Grundmassan är i densamma något grövre, beroende på en större storlek av såväl kvartsindividerna som av de inneslutna fältspatkornen. En tredje variation av strukturen åstadkommes i andra fall av en grov utbildning av kvartsindividerna, sam-

[1] G. F. F. 41, sid. 29. S. G. U. bl. Strålsnäs.

tidigt som fältspaten är fint fördelad (jmf. fig. 21—23, i vilka de tre typerna äro avbildade i samma förstoring). Med den mikropoikilitiska utbildningsformen är i vissa fall kombinerad en utbildning av kvartsen som »nålkvarts» eller »nätkvarts» en form, som tidigast beskrivits av H. HEDSTRÖM[1] från block av Östersjöporfyr, sedermera ytterligare behandlats av J. M. CLEMENTS,[2] P. GEIJER[3] och L. HAWKES.[4] Den av GEIJER framställda förklaringen, att kvartsen utgör en paramorfos från tridymit, torde få anses såsom en definitiv förklaring

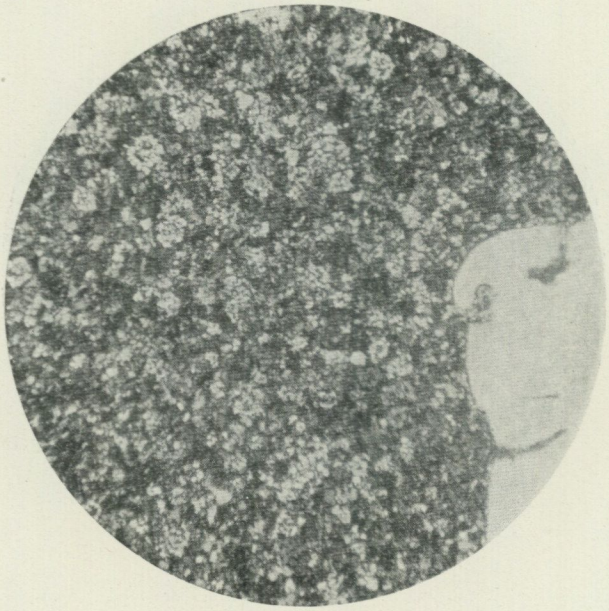


Fig. 23. Kvartsporfyr, Gillershöjden. Mikropoikilitstruktur med grova kvartsindivider och relativt grovt fördelad fältspat. + nic., först. 29 ggr. A. HJ. OLSSON foto. *Quartzporphyry. Micropoikilitic structure with large individuals of quartz and more coarsely distributed feldspar.*

av kvartsens egendomliga form. Fig. 24 lämnar en bild av nätkvarts i porfyr från Järnåsgruvan. Nätkvartsen är i porfyrerna utvecklad i nodulesrum och i aureolerna omkring desamma, däremot mycket sällan och i otydlig form i den kompakta grundmassan. Utbildningsformen i fråga har inom området iakttagits i prov från Järnåsgruvan, Hagen, Vinerhöjden och SV om Björkskogsnäs.

Mikropoikilitstrukturens uppkomstsätt har av GEIJER tidigare diskuterats.[5] Densamma är säkerligen att betrakta som resultatet av en

[1] G. F. F. 16, sid. 252.
[2] U. S. G. S. Mon. 36, sid. 85.
[3] G. F. F. 35, sid. 51.
[4] Geol. Mag. 1916, sid. 205.
[5] G. F. F. 35, sid. 51.

verklig kristallisation under lavans stelning. En övre temperaturgräns erhåller man i tridymitens undre stabilitetsgräns (870°). Såsom undre temperaturgräns torde man kunna antaga pegmatiternas stelningstemperatur eller c:a 575°. För nodules-rummens tridymit kunde misstänkas, att densamma har bildats under hydrotermala förhållanden, vilket skulle innebära en bildningstemperatur av max. 400°. Däremot kan man ej göra detta gällande för tridymiten i grundmassan, enär

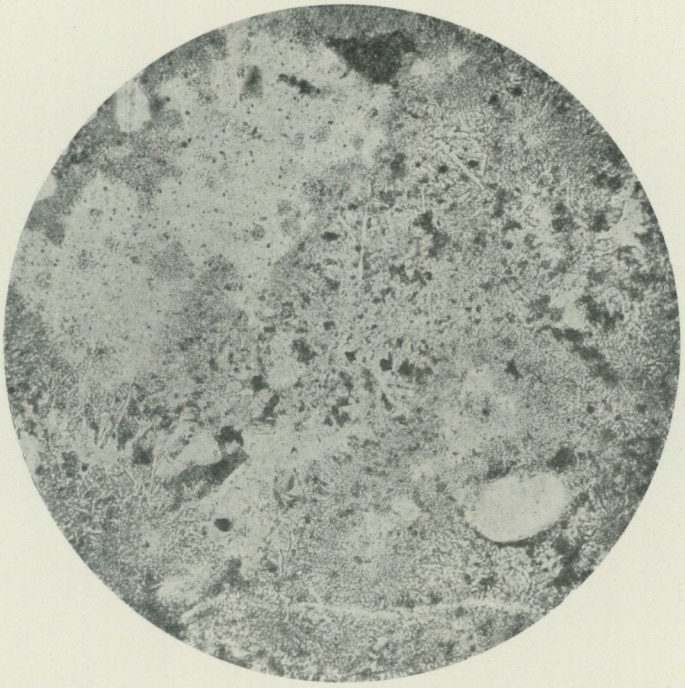


Fig. 24. Nätkvarts i kvartsporfyr, Järnåsgruvan. De över nätkvartspartiet t. v. och under det samma t. h. synliga, ljusa fältena utgöras av kvartsfria fältspataggregat med buskformigt kristalliserade strukturformer. Det runda kornet t. h. nedtill ett kvartsströkorn. Enkel nic., först. 56 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Reticulating quartz in quartz-porphyry. The light areas in the upper part of the fig. to the left and between the reticulating quartz and the quartz-phenocryst are made up of pure feldspar aggregates with semispheroidal forms of crystallisation.*

den här efterföljts av hela bergartsmassans kristallisation och därunder skedd, i det följande närmare belyst kristallisationsdifferentiation. Mikropoikilitstrukturen synes kunna betecknas såsom en defekt granofyrstruktur, i vilken på grund av magmans viskositet och den hastiga avkylningen orientering av fältspatmaterialet uteblivit.

Ovanstående resonemang lämnar oss en hållpunkt på lavornas minimitemperatur, då de nådde jordytan och samtidigt en minimitemperatur för kvartsens begynnande kristallisation under det intratelluriska

skedet. Denna temperatur kan angivas till 900°. Omkring 1000° får betraktas som en sannolik temperatur för kvartsporfyrlavorna vid deras utträde å jordytan. Vid denna temperatur ha alltså redan intratelluriska strökorn av kvarts och alkalifältspat hunnit kristallisera.

I de mikropoikilitstruerade grundmassorna bilda kvartssvamparna delvis en kompakt matta, i vilken kornen sluta tätt intill varandra, och vari avbrott endast utgöras av nodules-mandelbildningar och av strökornen. Ofta finner man emellertid små partier eller sliror, i vilka kvartssvamparna äro glesare fördelade, eller i vilka de helt saknas. Dessa partier uppbyggas då enbart eller övervägande av fältspat. Densamma bildar täta, allotriomorfa eller trakytoidalt utbildade aggregat, i vilka även buskformiga eller sfärolitiska kristallisationsformer kunna förekomma. En sfärolitisk struktur kan man även finna i enstaka mikropoikilitiska svampar, synbar likvisst endast under enkel nikol. I vissa fall äro två eller tre olika orienterade kvartsindivider utbildade i en dylik sfärolit. Detta fenomen torde bero på, att kvartssvamparnas material bildats mellan fibrerna i en tidigare fältspatsfärolit och därvid erhållit dess fibrösa, sfärolitiska konsistens (jmf. även kvartsens utbildning i fältspatringarna i Kullbergets litofyser sid. 88, i den sfärolitiska Kextjärnsbergarten sid. 105, se även beskrivn. sid. 103). Detta antyder, att en viss kristallisationsföljd förefunnits mellan de båda mineralen, och att fältspaten hunnit börja kristallisera något tidigare än kvartsen. Kvartsens inhomogena fördelning i grundmassorna utvisar vidare, att densamma haft en viss rörlighet under kristallisationen.

De i slipproven av porfyrerna allmänt närvarande nodules te sig oftast blott såsom oskarpt mot grundmassan avgränsade små fläckar eller sliror, fyllda av kvarts och fältspat (mikroklin), vilken senare vanligen är inskränkt till rummens kanter. Ibland äro dock nodulesrummen grövre och förgrenade, samtidigt även mer fluidalt utdragna. Grundmassan undergår i de flesta fall ej någon större förändring inemot kanterna av rummen, ibland finner man dock omkring desamma en kompakt bård av tät, kvartsfri fältspat beroende på en koncentrering av kvartsen till nodules-rummet.

Porfyrernas fluidalstruktur är delvis markerad av en fin strimmighet i grundmassan utan åtföljande mineralogisk fördelning. Randningen är av tidigare datum än mikropoikilitstrukturen och har pseudomorfoserats av densamma, ett förhållande, som i kvartsporfyrer överhuvudtaget är vanligt (jmf. GEIJERS uppsats). Även en utsträckning av svamparna i strimmornas riktning förekommer. Jämte denna randning markeras fluidalstrukturen även av fina, mikroskopiska ränder, som kunna betecknas som starkt utdragna nodules. Desamma äro

fyllda av kvarts samt utmed kanterna fördelad, något grövre fältspat. Även omkring dessa ränder kan man ibland se kvartsfria bårder.

I den grövre utbildade, fluidala strimmighet, som omnämnts från Kullberget är en uppdelning i mineralkomponenter än starkare genomförd. I den kalibetonade, å fig. 18 avbildade bergarten kan fenomenet beskrivas på så sätt, att den normala, vitvittrande, mikropoikilitstruerade porfyren är genomdragen av mörkare 1—5 à 10 mm tjocka

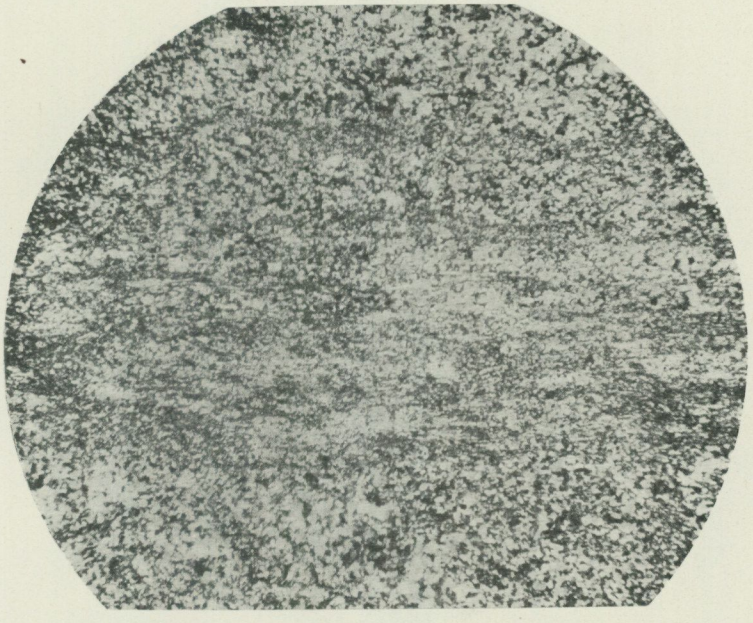


Fig. 25. Fluidalstruerad, albitextrem kvartsporfyr, S om Kullberget. I bildens mitt en bred och flera smala strimmor av albit, omgivna av grövre kristalliserade, albitfattiga kvartsaggregat. I kvartsbandet i bildens övre del en albitstrimma. + nic., först. 15 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Fluidal structure in quartz- porphyry, combined with differential crystallisation. In the middle part of the fig. one broader and a few thinner stripes of pure albite run, surrounded by coarser bands of quartz very poor in albite. In the upper part of the fig. a thin stripe of albite.*

ränder och sliror, i vilka kvartsen till stor del är koncentrerad till större, talrika nodulesfläckar. Någon större skillnad i genomsnittssammansättning mellan banden synes dock ej föreligga. I den albitrika, flyt-breccierade porfyren SV om Kullberget är uppdelningen driven betydligt längre. Här utgöras de skilda banden av homogena, kvartsitiska eller fältspatfattiga, pflasterkorniga aggregat, omväxlande med kvartsfattiga, eller kvartsfria fältspatränder av tät, allotriomorf eller trakytoidal utbildning (fig. 25). Där fältspat är kombinerad med kvartsen i de kvartsrika banden, har den en grövre, brett listformig

utbildning. Dylika grövre fältspataggregat bilda även nodules-artade kanaler i de fältspatrika banden och följa ej alltid troget deras längdutsträckning. Strökorn av kvarts och pertit förekomma likformigt i den kalibetonade porfyren. I den albitrika äro fåtaliga albitindivider fördelade i fältspatränderna eller i fältspatförande kvartsränder. I extremt kvartsitiska sådana ha strökorn ej iakttagits.

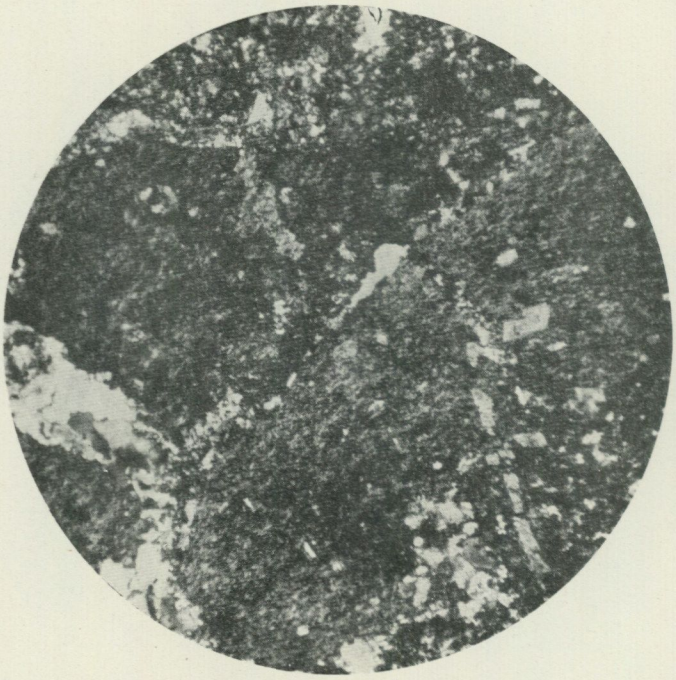


Fig. 26. Tvenne trakytoida brottstycken ur porfyrbreccian V om Gillershöjden. De ljusa fläckarna nedtill t. h. i bilden en samling mikropoikilitiska kvartsindivider. En enstaka dylik synlig i den mörka trakyten upptill t. v. Sprickor och fyllnadsmassa mellan brottstyckena bestå av kvarts och karbonat. Karbonat även som romboedrar i trakyten. + nic., först. 30 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Two inclusions of trachyte from quartz-porphyry breccia. In the lower part of the fig. to the right there is an aggregate of micropoikilitic quartz individuals; one isolated individual is shown in the dark trachyte in the upper part of the fig. to the left. The mass filling the interstices between the fragments and cracks in the same consists of quartz and carbonate. Hexaëdrons of carbonate also occur in the trachyte.*

Det förtjänar att påpekas, att de kvartsitiska ränderna i sin sammansättning och utbildning äro likartade med de i gråvackorna omnämnda kvartsit-fragmenten.

Belysande för den föreliggande frågan, uppdelningen av kvarts-fältspatmaterialet under kristallisationen, är konsistensen av brecciornas utkastade porfyrbrottstycke-material. I de undersökta slipproven består detsamma blott delvis av homogent mikropoikilitiskt struerade

bergarter. I stor utsträckning finner man i inneslutningarna täta, allotriomorft eller trakytoidalt struerade fältspatmassor, fria från kvarts eller innehållande enstaka eller rikligare kvartssvampar. Större fragment utgöras i oregelbundet fördelade partier av kvartsrik och trakytisk bergart eller enbart av den senare (fig. 26). Dessa förhållanden svara mot dem, som vi funnit i det finkornigare fragmentmaterialet i de förhärskande gråvackorna å Hälgsnäset, och trakytbergarterna i brecciorna äro identiska med trakytfragmenten i gråvackorna.

Kvarts-fältspatuppdelningen i bergartens massa är sålunda i det utkastade brecciematerialet betydligt längre driven än i de kompakta porfyrerna. Detta förhållande må här betonas, enär det synes utgöra förklaringen till de så allmänt ej blott i gråvackorna utan även i de sedimentära hälleflintorna förekommande, kvartsfria fragmenten. Uppdelningen kan knappast förutsättas ha skett i de utkastade lavabitarna efter eruptionen, utan måste tänkas ha förelegat i lavan före explosionen. I lavans översta delar synes alltså en uppdelning i kvarts-fältspatmaterialet ha skett före eruptionerna. De mikropoikilitiska kvartsindividerna äro vidare i brecciematerialet delvis av mycket grova dimensioner och i genomsnitt grövre än i de kompakta porfyrerna, vilket även talar för att kristallisationen av materialet varit slutförd redan före explosionerna. Över huvud taget är det föga sannolikt, att någon annan struktur än en glasig sådan kan utvecklas i ej stelnade delar av utkastat fragmentmaterial.

Det torde redan av de lämnade beskrivningarna framgå, att den uppdelning i kvarts-fältspatmaterialet, som i detalj utvecklats i bergarternas grundmassor, i och omkring nodules, i fluidalsliror och litofyser är ett kristallisationsfenomen. Ytterligare belyses denna fråga av förhållandena i de sfärolitrika porfyrfacies, som föreligga i Vackerfallets och Lugnets förekomster. Den förra bergartens utseende under mikroskopet åskådliggöres av fig. 27. I bergarten finner man tämligen rikliga strökorn av starkt korroderad kvarts samt av grovmaskig antipertit. Grundmassan utgöres av talrika fältspatsfäroliter samt en mellanmassa mellan desamma, som till övervägande del utgöres av täta fältspataggregat. I mellanmassan uppträda små kvartssvampar sparsamt. Enstaka fina lister av albit kunna ses, f. ö. utgöres fältspaten säkerligen av mikroklin. I bergarten äro slutligen grova, kvartsfyllda och skarpt begränsade mandlar av kvarts utvecklade. Sfärolitfältspatens sammansättning kan ej bestämmas, men sannolikt utgöres den av en kalirik blandning. Ljusbrytningen är lägre än hos kanadabalsam.

I en del av sfäroliterna finner man en egendomlig, sekundär utbildning av svagt brunpigmenterad kvarts i oregelbundet formade indivi-

der med lobartade begränsningslinjer. Dylika individer äro utbildade ibland i centrum av en sfärolit, ibland i en del av densamma, ibland ersätta de hela sfäroliten. I åter andra fall finner man flera mindre, optiskt olika orienterade individer i en och samma sfärolit. Denna i sfäroliterna utbildade kvarts kan vid första ögonkastet tagas för mikropoikilitartad sådan, i densamma är emellertid fältspat ej påvisbar.

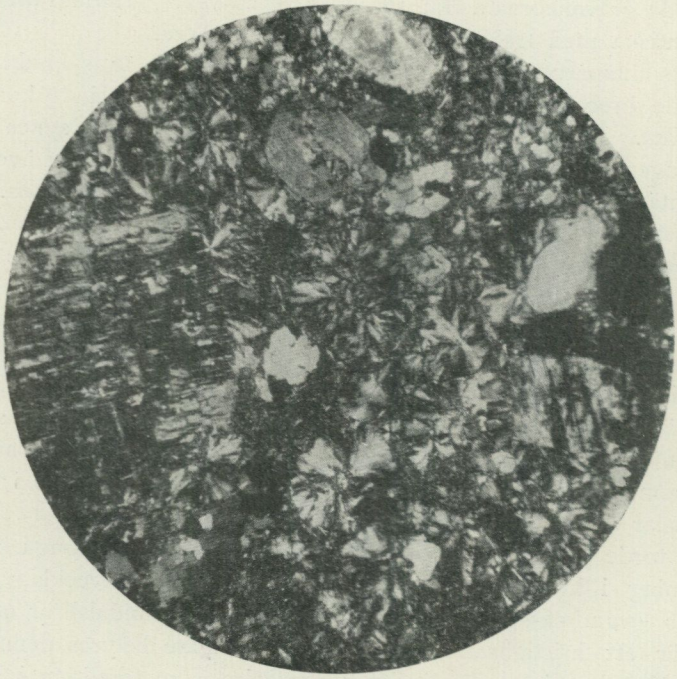


Fig. 27. Sfärolitrik kvartsporfyr, Vackerfallet. Sfäroliterna bestå av fältspat, mellanmassan mellan desamma av täta, kvartsfattiga fältspataggregat. I bilden tvenne kvartsmandlar synliga. I bildens mitt en av kvarts pseudomorfoserad sfärolit. T. h. ett kvartsströkorn. + nic., först. 30 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Quartz-porphyry, rich in spherulites of feldspar. The groundmass between these consists of dense feldspar aggregates, poor in quartz. Three amygdules of quartz are shown in the fig. In the midst of the same a pseudomorph of quartz after a spherulite is seen.*

Dess utbildning giver vid handen, att kvartsindividerna ersatt sfärolitsubstansen. Någon speciell konsistens av de sfäroliter, i vilka kvarts på dylikt sätt utvecklats, förefinnes ej.

Denna bergart erbjuder en egendomlig koncentration av huvudmassan av grundmassans kvartshalt till mandelrummen och till de kvartsomvandlade sfäroliterna. Man torde få antaga, att kvartsen i sfäroliterna utvecklats samtidigt med eller något tidigare än de senare. För så vitt man ej inberäknar mandlarnas kvarts i bergartens total-

sammansättning, svarar grundmassan mot kompositionen av en tämligen ren trakyt, under vilken förutsättning de ganska talrika kvartsströkornen bli oförståeliga.

Ett ytterligare dylikt exempel på kristallisationsuppdelningen av kvarts-fältspatmaterialet kan anföras från den mandelrika övre (västra) randen av Kullbergsporfyren. I ett undersökt prov består bergarten enbart av en buskformigt-sfäroli tiskt kristalliserad, kvartsfattig fältspatmassa och talrika, kvartsfyllda, delvis fluidalt utdragna, skarpt begränsade mandlar. I grundmassan finnas fåtaliga strökorn av kvarts och pertit. Mandlarnas kvantitet uppgår, enligt mätning i slipprovet till 25 %. Hela bergartens fria kvartshalt inkl. kvartsströkorn kan uppskattas till omkring 30 %.

Bergarten vid Lugnet skiljer sig från den beskrivna Vackerfallsporfyren genom fältspatströkornens konsistens av ren albit. Sfäroliterna utgöras av identiskt lika material. Mellanmassan mellan desamma är starkt sericitomvandlad, dock finner man i densamma ännu synbara, tämligen grova mikropoikilitsvampar, och i vissa delar bilda desamma en homogen matta av samma art, som i de normala porfyrerna. Mindre, nodulesartade, grova kvartskorn äro strödda i mellanmassan. I denna bergart har alltså kvarts-separeringen ej gått så långt. Ej obetydligt med biotit-klorit förekommer i mellanmassan.

En sfärolitrik porfyrfacies har även anträffats i ett preparat från V delen av Kextjärnsförekomsten. Denna är ytterligare av intresse på grund av rikedomen av granofyriska strökorn. Bergartens utseende i mikroskopet återgives å fig. 28—29. I porfyren äro strökorn rikligt förhanden, bestående av kvarts och albit samt av granofyrisk sammanväxning mellan båda. Dessa strökornskomponenter ligga i en grundmassa, som till större delen är sammansatt av sfäroliter och en föga riklig mellanmassa mellan desamma av grövre kvartsaggregat och mycket sparsamma fältspatkorn. Ljusgrönt hornblende samt klorit äro i ringa mängd sekundärt bildade längs spricklinjer och såsom oregelbundet fördelade aggregat.

Granofyren i strökornen är av växlande, delvis mycket tät konsistens. Ofta är den utvecklad som påväxning på kvarts- eller fältspatindivider. Sfäroliterna skilja sig från de tidigare beskrivna genom en ej obetydlig kvartshalt. Kvartsen, som framträder genom sin relief i ej polariserat ljus, har en fin fibrös fördelning mellan fältspatfibrerna. Till större delen är emellertid kvartsen koncentrerad till mellanmassan mellan sfäroliterna.

Denna bergart innehåller i det rikliga strökornsmaterialet en hög halt av albit, och kunde därför misstänkas vara avsevärt natronrikare

än i de föregående fallen. En alkalibestämning, utförd av G. ASSARSSON gav följande resultat

$$Na_2O = 5{,}44$$
$$K_2O = 1{,}11$$

Den genomsnittliga fältspatformeln blir härur $Or_{12}Ab_{88}$, alltså en extrem natronsammansättning, som hänför bergarten till nästa grupp.

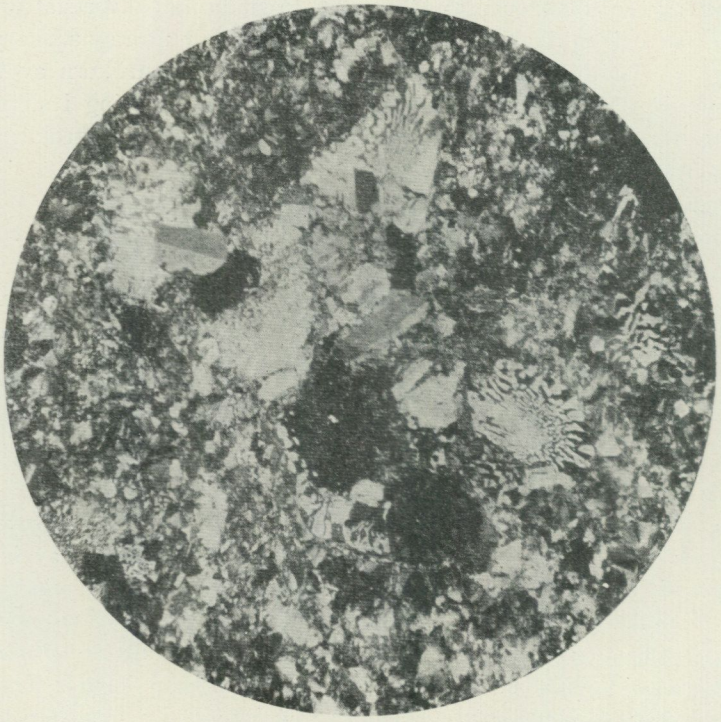


Fig. 28. Kvartsporfyr, V om Kextjärn. Strökorn av albit och albitgranofyr i en sfärolitrik grundmassa. Granofyrisk påväxning på ett albitströkorn synlig upptill t. v. + nic., först. 16 ggr. A. HJ. OLSSON foto. *Quartz-porphyry. Phenocrysts of albite and albite-granophyre in a groundmass rich in spherulites. A granophyric outgrowth from an albite phenocryst is shown in the upper part to the left.*

Den har emellertid här upptagits till beskrivning på grund av de strukturella förhållandena.

Strukturellt och med avseende på kristallisationsförloppet svarar denna sistnämnda, principiellt även de tidigare anförda, sfärolitförande porfyrerna mot de av IDDINGS beskrivna, sfärolitförande lipariterna från Yellowstone Nat. Park.[1] I desamma har under kristallisationens fortgång skett en uppdelning i lavaresten på så sätt, att fältspaten i sfäroliterna växt vidare i grövre kristallin utbildning och kvartsen

[1] Igneous Rocks I, sid. 230—231.

koncentrerats till mellanmassan. Skillnaden gentemot Kextjärnsbergarten är endast, att sfäroliterna enligt IDDINGS beskrivning i sin inre huvudmassa synas innehålla rikligare med kvarts än i denna senare. Orsaken till kvarts-fältspatuppdelningen söker IDDINGS i anrikningen under kristallisationen på gaser, som ändrat koncentrationsförhållandet i restlösningen, samt i kvarts-fältspatkomponenternas olika löslighets-

Fig. 29. Detalj ur grundmassan av porfyren, fig. 28. Mellan de tätt liggande sfäroliterna sparsam utfyllnad av kvarts. Ett nodulesartat kvartsparti synligt i bildens övre del t. v. + nic., först. 32 ggr. A. HJ. OLSSON foto. *Detail from the groundmass of the porphyry, fig. 28. Between the closely adjacent spherulites a relatively sparingly represented groundmass of quartz. A nodule of quartz is visible in the upper part of the fig. to the left. The spherulites consist of feldspar and quartz, the former being the dominant component.*

förhållanden gentemot gaslösningarna (väl huvudsakligen vatten). Denna förklaring är även den, som enklast förklarar de från områdets porfyrer beskrivna förhållandena, och som är den sannolikaste. Den starka komponentuppdelningen skulle sålunda bero på en i porfyrmagmorna förefintlig, ovanligt hög gashalt.

Till den kalibetonade gruppen ansluta sig kemiskt även de till sin genesis mer osäkra porfyriska hälleflintorna vid Järnåsgruvan, samt i Stollberget vid Silvergruvan. Även den starkt sericitomvandlade Bäs-

näsbergarten torde vara att räkna hit. I den förstnämnda är bergarten ytterst rik på strökorn av kvarts och grov pertit av de i porfyrerna vanliga idiomorfa och korroderade utbildningsformerna. Grundmassan är rik på tämligen regelbundet fördelad biotit och kalcit, vilken senare delvis bildar större mandelliknande partier. Att kalciten är sekundär, utvisas emellertid därav, att man i partier av densamma kan finna rester av kalcitomvandlade strökorn. Ett fåtal i bergarten uppträdande fläckar av biotit och klorit synas representera derivat av biotitströkorn. I Stollbergets hälleflinta äro strökornen betydligt färre. De bestå av kvarts och mikroklin. Formen är delvis fragmentartad. I denna bergart saknas biotit och kalcit. Grundmassans struktur är i båda fallen tät, allotriomorf med avsaknad av kvartsförande nodules och mandelrum. Däremot finner man i Stollbergsbergarten mindre partier eller slirartade areor, i vilka kvarts saknas och fältspatens kornighet är något grövre än vanligt. För så vitt dessa bergarter utgöra derivat av lavor, torde man få anse dem som primärt glasigt stelnade sådana.

I Bäsnäsbergarten är bergartens grundmassa helt överförd i ett skiffrigt aggregat av sericit och kvarts jämte obetydlig klorit. Strökornen utgöras av kvarts och homogen albit. De ha de i kvartsporfyrerna vanliga formerna.

Acida, albitextrema porfyrer. Bergarter av denna typ ha förutom i den redan beskrivna Kextjärnsporfyren blott anträffats i hällarna S om Kullberget, därifrån litofysbildningarna och den fluidalstruerade breccieartade utbildningsformen redan beskrivits, samt i breccian S om Sikfors. Huruvida inneslutningarna i denna senare genomgående ha samma sammansättning, är ovisst, då endast ett prov undersökts.

Anmärkningsvärt är uppträdandet av denna kemiskt så kontrasterande typ i omedelbar överlagring över samt inne i det stora, kalibetonade Kullbergs-Gillershöjds-ströket, samt i Kextjärns-området.

Bergarten S om Kullberget är i allmänhet ganska starkt omvandlad. I ett slipprov av en relativt bibehållen varietet finner man helt enstaka strökorn av kvarts liggande i en grundmassa av albit, kvarts samt tämligen rikligt med sericit och klorit, bildade utmed gränserna av kvarts-fältspatkornen eller i form av fläckar och smala sliror, som genomväva bergarten. Kvartsen och fältspaten ha en ganska oregelbunden fördelning och utbildning. Delvis utgöres fältspaten av grövre, schackbrädelamellerade, brett listformiga individer, som gärna äro aggregerade i små grupper, delvis uppträder den i underordnad mängd i finkorniga, pflasterartade aggregat av kvarts. Kvarts förefinnes slutligen även som klara, mandelartade små partier. I de finkorniga kvartsaggregaten är även sericit utbildad som fina ränder, omslutande

areor av ungefär samma storlek och utbildning som de grövre albitindividerna. Dessa förhållanden tyda på, att samtidigt med sericitomvandlingen även en partiell förkisling av fältspaten skett. Utvecklingen av sericit är vanligen ej åtföljd av förskiffring, och även mycket sericitrika, massformiga facies förekomma.

Av de undersökta proven visar den å fig. 25 återgivna fluidalstruerade varieteten, tagen ur den flytbreccierade delen av porfyren, den minsta omvandlingen. De nybildade mineralen inskränka sig här till fåtaliga små kloritfjäll. Å provet utförde R. MAUZELIUS en alkalibestämning med nedanstående resultat:

$$Na_2O = 3{,}82$$
$$K_2O = 0{,}15$$

Fältspatformeln blir härur $Or_{2,5}Ab_{97,5}$. Den låga alkalihalten är beroende på bergartens mycket kvartsrika konsistens.

Som man på grund av denna extrema natronhalt kunde förmoda, att den nybildade täta glimmern i de omvandlade delarna av porfyren ej utgöres av kaliglimmer, utan av paragonit, utfördes å samma prov, från vilket litofysmandlarna beskrivits, en alkalibestämning. Bestämningen är gjord av G. ASSARSSON. Följande procenttal erhöllos:

$$Na_2O = 5{,}00$$
$$K_2O = 1{,}93$$

Analysen visar, att även i denna bergart glimmern utgöres av sericit, ej av natronglimmer, och att en introduktion av K_2O skett under omvandlingen.

I inneslutningen från Sikforsbreccian utgöres bergarten av en relativt grovt utvecklad grundmassa av albit och kvarts samt ganska rikliga strökorn av kvarts och albit (grovt, normalt lamellerad sådan). Något klorit är som små fjäll eller längs ränder spridd i grundmassan. Klorit är även i avsevärd mängd bildad i albitströkornen. Sannolikt har den n. v. extrema albitsammansättningen av strökornen ej varit fullt primär, utan har något anortit utlösts och därvid lämnat material av Al_2O_3 till kloritbildningen. Strukturen i grundmassan utgör ett mellanting mellan en grovt mikropoikilitisk och en mikrogranitisk blandning av mineralen. Delvis är kvartsen utbildad i form av svampar med relativt grova fältspatkorn, delvis bildar den tillsamman med albiten finkorniga aggregat, i vilka en tendens till bred listform förefinnes hos albiten.

Femiska, albitextrema porfyrer. Till denna grupp höra bergarterna öster om Sikfors, å Malmbergsudden samt de till sin genesis mer problematiska, porfyriska hälleflintorna N om Älvestorp. Makroskopiskt te sig dessa bergarter närmast såsom porfyriter med en grå-

svart, tät grundmassa samt likformigt och i måttlig mängd fördelade, ganska grova fältspatströkorn (upp till 4 mm i längd) med rektangulära genomsnitt. I slipprov av Sikforsporfyren visa sig strökornen enbart bestå av grovlamellerad albit (utsläckning vinkelrätt mot $\alpha = 17°$). Sparsamt fördelade muskovitinterpositioner ange någon förändring från en tidigare något An-rikare plagioklas. Pertitiska mikroklinfläckar saknas. Ett fåtal kompakta fläckar av biotit-klorit torde få uppfattas såsom derivat ur biotitströkorn. Fläckarna ha ibland en tjock tavelformig gestalt. Omkring desamma är grundmassans glimmer gärna rikligare koncentrerad. Grundmassan utgöres av kvarts, albit, biotit-klorit samt magnetit, rutil och apatit. Rutilen är igenkännbar på sin prismatiska utbildning och sin starka ljusbrytning. Den är i sin fördelning ej beroende av kloriten och bildar delvis ganska grova korn. Möjligt är därför, att mineralet är primärt utkristalliserat i lavan. Grundmassans struktur kan betecknas som mikrogranitisk, dock har kvartsen delvis en utbildning som grövre, ofta genom förekomsten av fåtaliga inneslutna fältspatkorn mikropoikilitartade individer. Albiten i grundmassan visar en schackbrädeartad, fin tvillinglamellering, och samma tvillingstruktur är även utvecklad i ytterzonerna kring mindre strökornsindivider. Biotiten och kloriten, av vilka den senare är framgången ur den förra och i kvantitet dominerande, ha en likformig, småfjällig fördelning. Fåtaliga kvarts-fältspatfyllda små nodulesfläckar äro utvecklade i grundmassan.

Å ett prov av denna bergart utfördes nedanstående analys.

	VII	VII a	A
SiO_2	71,57	11,928	76,79
TiO_2	0,35	44	0,10
Al_2O_3	13,14	1,288	10,12
Fe_2O	1,55	97	1,20
FeO	3,05	424	3,83
MnO	0,02	3	—
MgO	2,17	542	1,32
CaO	0,33	59	0,92
Na_2O	5,37	866	4,50
K_2O	0,79	84	0,40
H_2O	1,58	878	1,02 [1]
P_2O_5	0,02	1	0,02
BaO	0,04	3	—
S	—	—	—
	99,98		100,22

[1] Glödgningsförlust.

Aktuell mineralsammansättning:

Kvarts	33,96
Mikroklin	4,00
Albit	45,38
Anortit	1,56
Celsian	0,11
Biotit	1,99
Klorit	10,94
Magnetit	1,39
Rutil	0,35
Apatit	0,03
	99,71
Rest H_2O	0,27

Aktuell fältspatformel.

$Or_{7,5}Ab_{89,6}An_{2,9}$

Schematisk fältspatformel:

$Or_{9,1}Ab_{90,3}An_{0,6} + Al_2O_3 = 3,29$

VII Kvartsporfyr, Sikfors, Grythyttefältet. Anal. G. ASSARSSON.
A Porfyrisk leptit, Ramhäll (S. G. U. Ser. C. N:o 266, sid. 30) Anal. G. LINDROTH.

Vid beräknandet av mineralsammansättningen uppskattades magnetitens kvantitet efter mätning i slipprovet. Proportionen biotit: klorit skattades till 1 : 5. Kloriten blir en mycket aluminiumrik sådan (Sp: At = 1,2 : 5,8). Under mikroskopet visar den en medelstark, grön färg samt en mycket låg dubbelbrytning, närmande sig det isotropa. Dess sammansättning blir följande:

SiO_2	22,58	MnO	0,18
Al_2O_3	24,04	MgO	16,64
Fe_2O_3	4,85	H_2O	11,61
FeO	20,11		100,01

Porfyren har genom kombinationen av en avsevärt hög kvantitet av mörk glimmer med en extremt Or- och An-fattig fältspat en egendomlig sammansättning. Albit-karaktären hos fältspaten kan genom utlösning av An-molekyler ur strökornen ha blivit något accentuerad, dock ej i nämnvärd grad. Denna kemiska typ återfinnes i de glimmerrikare albit-hälleflintorna, som i det följande komma att beskrivas både från den övre och den undre etagen. Typen torde även utanför Grythyttefältet ej vara ovanlig. Såsom exempel på en likartad, obetydligt An-rikare leptit har en sådan från Ramhällsfältet anförts under A. De från Persberg-Nordmarken analyserade albitleptiterna ha samtliga en betydligt mer salisk sammansättning.

I bergarten från Malmbergsudden finner man strökorn av albit kombinerade med fåtaliga sådana av kvarts, varjämte grovt granofyriskt sammanväxta individer av kvarts och albit förekomma. Grundmassan är kvartsfattigare än Sikforsporfyren, varjämte mikropoikilitiskt utbildad kvarts saknas. Albiten är delvis utbildad i små isometriskt tavelformiga individer. Nodulesliknande fläckar äro här nästan enbart fyllda av kvarts.

Likartad utbildning har Älvestorps-bergarten. I densamma är dock biotit-kloritmängden avsevärt mindre. Nodulesartade fläckar saknas.

Sedimentära hälleflintor.

I sin helhet kunna de sedimentära hälleflintorna karakteriseras såsom flintartat täta — mycket finkorniga bergarter med dominerande grå eller gröngrå till svarta färger. Rent vita färger förekomma likaledes, däremot sällan röda. Bergarterna ha, om de äro glimmerfat-

tiga, ett splittrigt, mussligt brott, vid större sericitrikedom få de en seg konsistens. Variationer i bergarternas utseende betingas delvis av strukturella olikheter, variationer i strökornens kvantitet, som kan växla mellan noll och mycket riklig samt av variationer i grundmassornas mikrostrukturer. Härtill kommer ytterligare olikhet i fältspatmaterialets kemiska konsistens, samt i kvantiteten av närvarande glimmer. Man kan som en allmän, dock ej undantagslös regel säga, att natronrikare led av gruppen utmärkas av gråvita eller grågröna färger, det senare beroende på närvaron av biotit-klorit, medan de kalirika bergarterna, om de äro friska, ha renare vita—svarta färger och äro fattigare på Fe-Mg-glimmer. Vid starkare sericitbildning antaga de kalirika bergarterna en orent gulgrå eller vid närvaro av klorit gulaktigt grågrön färg.

Den i hälleflintorna förekommande lagringen åstadkommes genom variationer av ovan antydd art i de olika lagren. Dock torde bergartslager med skarp skillnad i fältspatens sammansättning sällan uppträda i intim växellagring. I lagrade delar av hälleflintorna är kalksten ofta, man kan säga i regel närvarande som bredare band eller smala skikt, ibland även i form av bergarternas massa impregnerande substans. Lagringen är ej genomgående för hela den sedimentära komplexen, ej heller kunna lagerströken följas längre sträckor i strykningsriktningen. Till större delen uppbygges etagen av oskiktade eller dåligt och grovt lagrade bergarter, i vilka på ett flertal ställen, intimare skiktade strök uppträda.

Den i de sedimentära hälleflintorna uppträdande glimmern är delvis sekundärt bildad, därvid bergartens fältspatmaterial och huvudsakligen kalifältspaten förbrukats. På detta sätt torde den största delen av den i hälleflintorna uppträdande sericiten ha uppkommit. Likaså tydligt är det emellertid, att kemiskt vittrat material redan primärt innehållits i vissa delar av hälleflintorna och speciellt i de lagrade ströken. Detta framgår av bergarternas i det följande närmare belysta konsistens samt av den omständigheten, att lager av varierande glimmerhalt kunna växellagra med varandra. I en del fall kan denna glimmerhalt vara mycket stor, och lagren ha ett skifferartat utseende och en däremot svarande sammansättning. I dessa facies utgöres glimmern ej enbart av sericit utan av ljus och mörk glimmer i blandning. En dylik bergart är t. o. m. förhärskande inom området V och S om Högbornstjärn, där man i densamma finner inlagrade, rena, hårda hälleflintbäddar. Detta uppträdande av kemiskt vittrat material i hälleflintorna behöver ej innebära förhandenvaron av en allmän, genomgripande vittring av den yta varifrån materialet till de glimmerrikare lagren hämtats. Om de vittringsmaterial innehållande hälle-

flintlagren uppfattas såsom derivat av omlagrade asktuffer, nedsvämmade i mindre vattenbäcken, blir på grund av materialets primärt fina fördelning en dylik ofullständig sönderdelning av varierande styrka förståelig.

Någon större kvantitativ roll spelar dock detta vittrade material ej. Även i de intimt lagrade ströken utgöras lagren övervägande av glimmerfattiga eller glimmerfria hälleflintor.

På grund av sin kemiska sammansättning kunna de sedimentära hälleflintorna uppdelas i tvenne huvudgrupper, kalibetonade eller kalifältspat i väsentlig mängd innehållande bergarter samt albitextrema, vanligen på klorit-biotit relativt rika hälleflintor. Härtill komma ytterligare på mineralfragment mycket rika, gråvackeartade facies samt skifferartade facies. Av dessa grupper utgör den första den dominerande massan i etagen. I denna grupp liksom även inom de albitrika hälleflintorna kan man efter de strukturella förhållandena i grundmassorna utskilja vad som här kallats »mikroklastiska» varieteter, i vilka primära fragmentstrukturer ännu äro synbara, samt bergarter med homogent allotriomorft korniga (»strukturlösa») grundmassor. Någon skarp gräns mellan dessa kan ej dragas, och de senare äro till stor del ej att anse såsom annat än strukturellt sämre bevarade former av de förra.

Mikroklastiska hälleflintor av kaligruppen. Förekomsten av askstruerade bergarter inom Grythyttefältet konstaterades redan 1897 av H. BÄCKSTRÖM i hans för förståelsen av leptit-bergarternas genesis viktiga arbete om Västanåfältet.[1] Det av honom undersökta slipprovet härrörde från en boll i Älvestorpskonglomeratet. På grund av denna på ett enstaka prov grundade iakttagelse kunde man hoppas, att dylika strukturer skulle ha en allmän utbredning i fältet. Detta har emellertid ej visat sig vara fallet. Fragmentariskt bibehållna spår av strukturen ha anträffats i åtskilliga fall, men i tydlig och oomtvistlig form är strukturen sällsynt.

Ett exempel på en väl bibehållen typ av en askstruerad bergart erbjuder fig. 30. Provet är taget c:a 200 m NO om Bäsnäs. I provet finner man strukturellt nästan identiskt samma bergart, som i den från Brevik beskrivna asktuffiten. Såsom strökornsartade komponenter uppträda fåtaliga, fragmentartade korn av kvarts, av fattigt antipertitisk albit samt av ganska grov, granofyrisk sammanväxning mellan båda mineralen. Grundmassan uppbygges av samma stavformiga eller mer oregelbundet, delvis konkavytigt begränsade, av allotriomorfa kvarts-fältspataggregat bestående fragment, talrikt anhopade och

[1] S. G. U. Ser. C, N:o 168, sid. 54.

mellanlagrade av en tät, sericit, klorit och något biotit innehållande matrix. I mindre mängd äro även något större fragment, innehållande runda blåsliknande håligheter synliga.

Sammansättningen av denna bergart torde vara likartad med den i Brevikstuffiten (analys N:o IV), dock kan man misstänka, att K_2O-

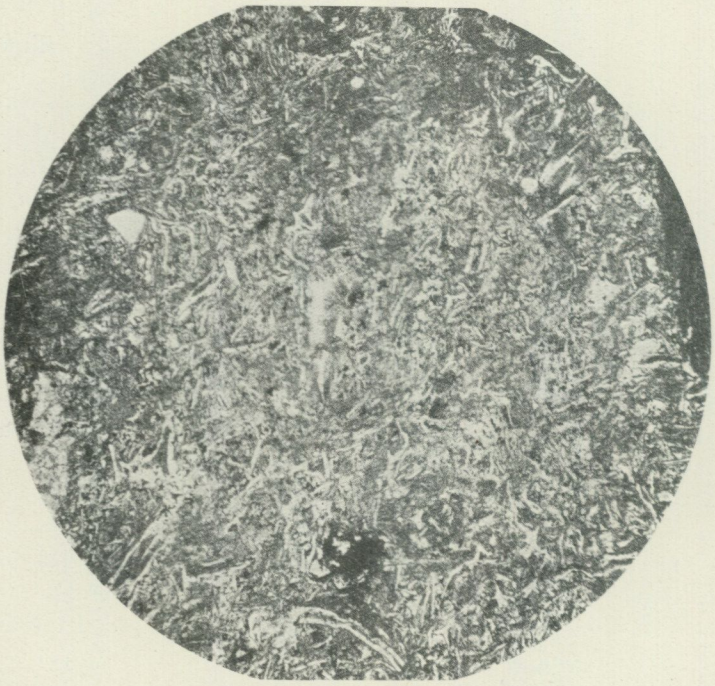


Fig. 30. Svart hälleflinta, NO om Bäsnäs. Visar askstruktur. Den mörka fläcken i bildens undre del orsakas av limonitimpregnation. Vanl. lj., först. 16 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Dark hälleflinta, showing vitroclastic structure. The dark spot in the lower part is caused by a limonitic impregnation.*

halten är något högre, varjämte kvantiteten av glimrar är betydligt mindre.

En strukturellt identisk bergart har anträffats å Malmbergsuddens västra sida. I densamma äro fragmenten än talrikare än i det beskrivna fallet och mellanmassan fattigare på glimmer. Mineralfragmenten utgöras av albit och kvarts. I askfragmenten är albiten den övervägande fältspatkomponenten. Kalifältspatens kvantitet är underordnad.

En analys av denna hälleflinta gav följande under VIII anförda resultat. Under V har tuffiten från Brevik återupprepats.

Analystabell.

	VIII	VIII a	V
SiO_2	79,85	13,308	69,10
TiO_2	0,07	9	0,13
Al_2O_3	11,23	1,101	16,56
Fe_2O_3	0,12	7	0,61
FeO	0,55	76	1,58
MnO	0,01	1	0,01
MgO	0,33	82	1,13
CaO	0,24	43	0,07
Na_2O	4,03	650	3,17
K_2O	3,17	337	6,25
H_2O	0,38	211	1,44
P_2O_5	0,01	1	0,02
BaO	0,09	6	0,18
S	0,01	3	0,04
	100,09		100,29

Aktuell mineralsammansättning av VIII:

Kvarts	43,46
Albit	34,06
Mikroklin	17,07
Celsian	0,22
Anortit	0,47
Muskovit	2,39
Klorit	1,83
Magnetit	0,17
FeS_2	0,05
Titanit	0,17
Apatit	0,03
$CaCO_3$	0,14
	100,06
rest Al_2O_3	0,02

Aktuell fältspatformel:

$Or_{32}Ab_{67}An_1$

Schematisk fältspatformel:

$Or_{34}Ab_{64,4}An_{1,6} + Al_2O_3 = 0,79$

VIII. Svart hälleflinta (kvartsporfyrtuff), Malmbergsudden, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS (H_2O, P_2O_5 och MgO best. av G. ASSARSSON).

V. Tuffit, Brevik, Grythyttefältet.

Skillnaden mellan båda bergarterna betingas delvis av de helt olika kvantiteterna av glimmermaterial. I Breviksbergarten utgör detsamma drygt 22 viktsprocent, i hälleflintan uppgår det till blott 4,22 %. Utgående från de i skiffern föreliggande proportionerna mellan glimmer, kvarts och albit kan hälleflintan beräknas bestå av 6,5 % förvittringsmaterial och 93,5 % av en porfyr med sammansättningen $Or_{32}Ab_{67}An_1$ och med 41,7 % kvarts. Denna bergart kan betecknas som en av förvittringsprodukter obetydligt förorenad kvartsporfyrtuff.

Mineralberäkningen utfördes på samma sätt som ur analys V. Kloriten beräknades som en relativt seskvioxidrik pennin (Sp_3At_2). Vid beräkningen erhåller man utgående från den från kloriten resterande H_2O-halten för kalkylen av muskoviten en brist av 0,43 % Al_2O_3. Detta beror på en ringa kvantitet i bergarten förefintlig kalkspat. Genom överförande av nödig mängd vatten till kolsyra erhölls ett sannolikt mått på kolsyremängden och täckning av Al_2O_3-bristen. Den mörka

glimmern består i slipprovet till en ringa del av biotit, vilken emellertid försummades.

Den först beskrivna hälleflintan från Bäsnäs utgör en del av ett större, 300—400 m brett kompakt strök av massformig, flintartad-tät hälleflinta, som från trakten av Bäsnäs kan följas innanför stranden av Söder-Älgen till Flintenhäll. I detsamma har bergarten ofta ett porfyrliknande utseende. Lagring har endast sporadiskt anträffats N och NV om Flintenhäll. I undersökta slipprov ha likvisst enbart klastiska bildningar anträffats. I ett prov taget c:a 350 m öster om den askstruerade Bäsnäshälleflintan består bergarten till övervägande del av en tät, allotriomorf, glimmerfri matrix av kvarts och fältspat. Förhandenvarande, ganska talrika men övervägande små mineralfragment utgöras av kvarts och pertitiska fläckar av mikroklin innehållande albit. I grundmassan finner man ännu iakttagbara spår av askfragment, vilka f. n. te sig som stavar av kvarts med omgivande fältspatbårder. Även flera dylika delvis anastomoserande stavar kunna ligga bredvid och parallellt med varandra, i vilket fall man kan förmoda den tidigare förhandenvaron av pimpstensartade små korn. Mot hälleflintmatrixen äro dessa stavbildningar oskarpt begränsade. Att de över huvud taget ännu äro urskiljbara i den glimmerfria matrixen, beror på den tendens kvartsen vid devitrifikationen haft att samla sig till de trådlika partiklarnas mitt, ett fenomen, som framhållits i beskrivningen av Brevikstuffiten, och som även återfinnes i de askstruerade hälleflintorna från Bäsnäs och Malmbergsudden. Säkerligen har kvantiteten av askfragment tidigare varit betydligt rikligare än bergartens n. v. utbildning giver vid handen, ehuru blott ett mindre antal bevarats i synlig form.

I hälleflintmatrixen förefinnas ytterligare ett flertal små fragment av kvartsfria, täta-finkorniga, allotriomorft till trakytiodalt struerade fältspatbergarter, av samma slag, som beskrivits från gråvackorna och kvartsporfyrbrecciorna. Fragmenten äro på grund av den omgivande matrixens frihet från glimmer svårare att urskilja, dock fullt tydliga som fragment. Formen är isometrisk och ofta kantig. Till sin kemiska karaktär äro de kalirika eller intermediära.

Samma trakytiska fragment förhärska i ett par undersökta prov från södra delen av den nämnda hälleflintzonen (häll å udden något N om Flintenhäll). Hälleflintan visar här en lagring med något grövre och tätare lager. I de grövre lagren finner man utom fragment av kvarts och antipertitisk albit oregelbundet formade, kantiga partiklar av trakytiska bergarter. Kornens storlek varierar mellan 0,6—1,5 mm. I trakyten är ofta något kvarts närvarande såsom inblandade allotriomorfa korn eller såsom mikropoikilitiska svampar. I några fall före-

ligger en normal mikropoikilitisk kvartsporfyr. Slutligen förekomma även små skärv- eller trådformiga askfragment av allotriomorft korniga kvarts-fältspat aggregat. Mellanmassan utgöres av en sericitskiffrig, obetydligt biotit innehållande matrix, vari kvarts är fint fördelad. Kalcit är sekundärt utbildad och företrädesvis bildat på bekostnad av mineralfragmentenas albit. Sericiten torde här ävenledes vara sekundär. Vid dess bildning ha även fragmenten i växlande grad angripits.

I det täta lagret ingår samma fragmentmaterial, men av mindre kornstorlek, varjämte kvantiteten av mineralsplittror är sparsammare. Mellanmassan utgöres av ett tätt kvarts-fältspataggregat. Kalcit (primär?) är ganska rikligt och likformigt fördelad i densamma.

I de beskrivna fallen är bergarternas genesis tydlig. De utgöra asktuffer, avsatta in situ eller obetydligt omlagrade samt delvis inmängda med utkastade partiklar av redan stelnad bergart. Denna väl bevarade struktur är emellertid, som nämnts, relativt sällsynt i området. Ännu synbar askstruktur har ytterligare iakttagits i ett prov, taget V om Sångens norra kvartsporfyr (Latjärnsberget), likaså i delar av slipprov från hällar invid och S om Djupvikens torp S om Grythyttehed samt från berget vid Kyrkviken S om Kullberget. Otydligare spår av samma struktur återfinnas även i sekundärt sericitrika bergarter från Silvergruvetrakten (SV om Ormtjärn), och S om Prästfallet. Klastiska strukturer, förorsakade av i den täta matrixen inblandade små korn av trakytiod och kvartsporfyrisk bergart jämte sådana av mineralfragment ha anträffats i lager av tät hälleflinta från ett kalkförande skiktströk SO om Kullberget, likaså i en på mineralfragment rikare, mer gråvackeartad bergart N om byn Sången. I de flesta av dessa bergarter innehåller mellanmassan mellan fragmenten sericit och klorit-biotit i jämn fördelning och i ungefär samma kvantitet som i Malmbergsuddens asktuff.

»*Strukturlösa*» *hälleflintor av kaligruppen.* Hit höra de flesta av de mikroskopiskt undersökta hälleflintorna. Såsom exempel å en dylik bergart må ett prov av en makroskopiskt flintartat tät hälleflinta anföras, tagen ur samma kompakta strök mellan Bäsnäs och Flintenhäll, varifrån flera av de beskrivna mikroklastiska hälleflintorna härstamma. Provet är taget 200 m öster om den plats, där de båda sist beskrivna, på trakyt- och kvartsporfyrfragment rika hälleflintorna äro slagna. Bergarten består av en homogen, tät, allotriomorf matrix av kvarts och fältspat, i vilken avbrott blott göras av helt små korn av kvarts och fältspat, saknande idiomorf begränsning och form och otydligt avgränsade från matrixen. Klorit är närvarande i tuviga små nybildade aggregat. Likaså korn av karbonat. Apatit och rutil (leukoxen?) utgöra accessorier

Ett exempel på en likartad, men sannolikt primärt kalkförande hälleflinta lämnar ett prov, taget omedelbart S om Flintenhäll. Bergarten består även här övervägande av en tät, allotriomorf kvarts-fältspatmassa, i vilken blott fåtaliga, små kvarts-fältspatkorn äro synbara. Kalkspaten är i form av rikliga små korn eller fläckar regelbundet fördelad i matrixen. Övriga i sparsam mängd förefintliga mineral utgöras av klorit, grövre fjäll av biotit samt helt obetydligt med sericit. Magnetit, titanit och apatit utgöra accessorier.

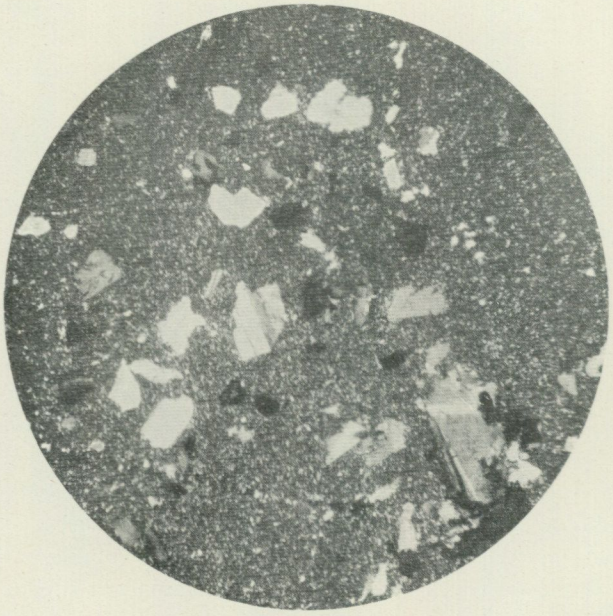


Fig. 31. Gråvit, porfyrisk hälleflinta, S om Killingudden. Fragmentartade strökorn av antipertit och kvarts i en tät, allotriomorf grundmassa av kvarts och fältspat. + nic., först. 14 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Light grey porphyritic hälleflinta. Fragments of individuals of antiperthite and quartz embedded in a dense allotriomorphic groundmass of quartz and feldspar.*

En genom förekomsten av grövre strökorn från de beskrivna avvikande hälleflinta, tagen S om Killingudden är avbildad å fig. 31. I densamma finner man strökornsartade individer av kvarts och sparsamt antipertitisk albit, den senare omgiven av sekundärt påvuxna mikroklinbårder. Grundmassan består av kvarts och fältspat i tät, allotriomorf blandning. Man ser i stor utsträckning en tendens hos kvartsen till en anordning i små tråd- eller bågformade figurer, som kunna tagas såsom en antydan till tidigare förefintliga askfragment, dock är strukturen alltför vagt utbildad för att tillåta någon säker slutsats. Strökornen ha nästan genomgående fragmentartade former. De ha

vidare ej samma raka, bestämda gränser, som man finner hos kvartsporfyrerna, beroende på en parallellorientering i hälleflintan av den omedelbart angränsande kvarts-fältspatsubstansen i grundmassan vid utbildandet av dess n. v. struktur. Accessorier utgöras av rutil, magnetit och zirkon. Sekundärt har kalkspat i ringa mängd bildats längs sprickränder eller som isolerade, sporadiska korn.

Med tillägg för starkare kataklastiska fenomen och i många fall rikligare kvantitet av sekundärt eller primärt inblandat glimmermaterial kunna de anförda exemplen sägas representera de inom gruppen förekommande variationerna i utbildningsform. Strökornens mängd varierar från fullständig frånvaro av desamma till än högre kvantitet än i det sist beskrivna provet, i vilket fall bergarten närmar sig konsistensen av de nedan vidare berörda, gråvackeartade varieteterna.

Att i varje fall avgöra dessa bergarters genesis ställer sig svårare än beträffande de mikroklastiska typerna. Man kunde för homogena bergarter av denna täta allotriomorfa typ tänka sig den möjligheten, att de utgöra devitrifikationsprodukten ur glasigt stelnade lavor. Exempel på bergarter, där denna förklaring är sannolik, erbjuda de i samband med kvartsporfyrerna berörda hälleflintorna från Stollberget vid Silvergruvan och Järnåsgruvan. Dylika fall äro likvisst i det genomgångna materialet sällsynta. I regel måste bergarterna på grund av strökornens fragmentariska former och mindre distinkta avgränsning från grundmassan hänföras till den sedimentära gruppen. Till densamma måste även den först beskrivna, täta hälleflintan från Flintenhäll hänföras. De i densamma förekommande små, men ganska talrika skärvorna av kvarts och fältspat, kunna nämligen ej gärna tänkas ha uppkommit under devitrifikationen av en homogen glasmassa, utan måste tydas såsom primära små fragment. Bergarter av detta slag, även fullt homogena och fria från grövre skärvor, ingå dessutom som smala band i skiktströken, växlande med strökornsförande och glimmerrikare lager.

Primärt kan i glimmerfria eller -fattiga bergarter av denna »strukturlösa» beskaffenhet asktuffmaterial ha förelegat, ehuru vid bergartens devitrifikation och omkristallisering i brist på kemiskt avvikande mellanmassa askfragmentens gränser ej bevarats eller bevarats i den vaga form som föreligger i hälleflintan S om Killingudden. Har bergarten samtidigt med utbildandet av den allotriomorfa strukturen varit utsatt för tryck och deformering av bergartsmassan, vilket i hälleflintorna ej varit sällsynt, blir utsikten att f. n. finna spår av askfragmenten än mindre, även om en glimmerrikare mellanmassa förelegat. Askstrukturen har således varit betydligt ömtåligare än stelningsstrukturerna i porfyrerna. Även med hänsyn taget till denna askstrukturens ömtålighet

är det dock svårt att förstå, huru under förutsättning av ett primärt pyroklastiskt sedimentmaterial i vissa av de undersökta proven homogena, av förskiffring fullkomligt ostörda, »strukturlösa» grundmassor kunnat alstras, i vilka alla spår av tidigare mikroklastisk beskaffenhet saknas. Som emellertid även i dessa fall bergarten har sammansättningen av en ren eller obetydligt med glimmermaterial uppblandad kvartsporfyr, måste man för densamma antaga en härkomst ur porfyrdetritus. Den sannolikaste förklaringen synes i dylika fall vara, att detta detritus ej haft samma konsistens, som i de beskrivna asktufferna, i vilka fragmentmaterialet måste betecknas såsom relativt grovt (stavarnas storlek 0,2—0,8 mm i längd och 0,02—0,05 mm i tjocklek) utan haft en ännu finare konsistens, alstrad direkt vid utbrotten eller sekundärt genom mekanisk omlagring och utvaskning.

Den kemiska sammansättningen av de kalibetonade-intermediära hälleflintorna är delvis av den föregående beskrivningen och den anförda analysen belyst. Tilläggas må emellertid, att hälleflintornas sammansättning i stor utsträckning måste vara extremare kalirik, än de beskrivna proven låta förmoda. I dylika bergarter utgöras fältspatfragmenten av pertitfattig, även pertitfri mikroklin. I de extrema kalibergarterna äro grundmassorna vanligen starkt sericitomvandlade. Ett tillförlitligt bedömande av den kemiska sammansättningen låter sig i hälleflintorna av naturliga skäl blott med svårighet göra, men man kan likväl av strökornens konsistens och av de iakttagelser, som äro möjliga i grundmassornas fältspat sluta sig till, att sammansättningen är ganska varierande från nämnda, extrema kalirika beskaffenhet till intermediär och natronrikare komposition, likartad med den i den analyserade asktuffen från Malmbergsudden. Största utbredningen ha likvisst här liksom i kvartsporfyrerna intermediära till kaliextremare blandningar.

Av en kaliextrem hälleflinta från södra sidan av Östra Silvergruvans malm-kalkströk har nedanstående analys utförts. Hälleflintan växellagrar med kalk i och norr om vägen invid gruvöppningen. Makroskopiskt är den svart, tät med små, blott med svårighet för blotta ögat urskiljbara strökorn av kvarts och fältspat. Under mikroskopet visar den sig vara rik på splitterartade fragment av pertitfri mikroklin och kvarts. Grundmassan utgöres av ett tätt aggregat av sericit, kvarts och något biotit. Blekbrun biotit är dessutom ganska rikligt nybildad i mikroklinfragmenten. Ytterligare förekommer zoizit längs sprickränder och i oregelbundet fördelade partier i bergartens grundmassa. Leukoxen i gryniga partier eller i kompaktare klumpar samt zirkon utgöra successorier. I sparsam mängd förekomma någon gång i de kompakta leukoxenklumparna små korn av magnetit.

Även finnes i bergarten spårvis karbonat. Analysen har följande utseende:

	IX	IXa
SiO_2	57,47	9,578
TiO_2	0,62	77
Al_2O_3	20,81	2,040
Fe_2O_3	0,87	54
FeO	2,27	315
MnO	0,14	20
MgO	3,20	800
CaO	1,66	296
Na_2O	0,16	26
K_2O	9,94	1,057
H_2O	3,05	1,694
P_2O_5	0,01	1
BaO	0,07	5
	100,27	

Aktuell mineralsammansättning:

Kvarts	18,73
Mikroklin	11,65
Muskovit	46,54
Biotit	16,90
Zoizit	4,90
Titanit	1,51
Apatit	0,03
	100,26

Schematisk fältspatformel:

$Or_{88,8}Ab_{2,2}An_9 + Al_2O_3 = 7,51$

IX. Svart hälleflinta, Ö. Silvergruvan, Anal. G. ASSARSSON.

Vid beräkningen försummades den spårvis förekommande magnetiten. Vidare visade en prövning på CO_2, att denna oxid ej förekommer i bestämbar kvantitet. Hela CaO-mängden hänfördes därför till zoizit. Biotiten beräknades enligt formeln $H_4K_2Al_6Si_6O_{24} \cdot 6(MgFe)_2SiO_4$. Till biotiten hänfördes hela Fe_2O_3-mängden. Mikroklinens kvantitet bestämdes volymetriskt i slipprovet, varefter resten av baser + SiO_2 i metasilikatisk proportion bildar muskovit. Rest SiO_2 utgör kvarts. Muskoviten blir enligt beräkningen en på Al_2O_3 relativt fattig och på K_2O och H_2O rik sådan. Denna beskaffenhet låter sig ej genom några modifikationer i beräkningsgången ändras. Däremot är SiO_2-halten villkorlig. Den aktuella fältspatformeln skulle enligt beräkningen bli $Or_{93}Ab_5$, varvid celsianen inberäknats i Or. Kvantiteten Ab är emellertid villkorlig (Na_2O fördelades vid beräkningen i proportionen 3 : 2 på muskovit och mikroklin). Likaså låter sig ej beräknas den kvantitet An, som är löst i mikroklinen.

Muskovitens sammansättning är nedan återgiven under D. Under a och b äro tvenne likartade analyser å muskovit från Striegau samt å sericit från Hallgarten, Taunus anförde efter DOELTER, Handb. d. Min. Chemie (II: 2, sid. 422—23, n:o 39 och 50).

	D	a	b
SiO_2	47,27	49,27	45,36
Al_2O_3	31,46	28,69	32,92

	D	a	b
Fe_2O_3		2,89	2,05
FeO			1,76
MgO		0,42	0,90
CaO			0,49
Na_2O	0,21		0,72
K_2O	15,45	13,91	11,67
H_2O	5,61	4,77	4,13
	100,00	99,95	100,00

Hälleflintan hör till de extremaste kalibergarter, som äro kända. Likartade med avseende på förhållandet Or : Ab äro de av JOHANSSON m. fl och SJÖGREN publicerade analyserna å leptit och hälleflinta från Långban och Sala.[1] Från desamma skiljer sig Silvergruve-hälleflintan genom en väsentligt lägre SiO_2-halt, genom det stora aluminiumöverskottet samt genom en högre MgO- och CaO-kvantitet. Samtliga dessa egenskaper utom den relativa SiO_2-fattigdomen torde emellertid vara av sekundär härkomst. Al_2O_3-överskottet är orsakat av sericitomvandlingen av kalifältspaten, CaO- och MgO-rikedomen betingade av infiltration från det angränsande kalklagret, i vilket vid malm-skarnbildningen dessa oxider i stor skola utdrivits ur karbonatet. Man kan även misstänka, att samtidigt K_2O-rikedomen accentuerats genom någon utlakning av Na_2O ur hälleflintan.

Albit-extrema hälleflintor. Bergarter av denna sammansättning ha inom den övre komplexen anträffats å följande ställen: Öster om Finnhult V om utbuktningen av den undre gränsen och fram till och omkring agglomeratlagren. Albitrika hälleflintor utgöra inom detta område de dominerande bergarterna, dock omväxlande med sericitrikare och kalirikare varieteter. Det låter sig här ej göra att uppdraga någon skarp gräns mellan de båda hälleflintetagerna. Den å kartan angivna grundar sig dels på uppträdandet av den kalirika kvartsporfyren nära gränsen, dels på det förhållandet, att öster om linjen röd, salisk natronhälleflinta av den inom undre etagen förhärskande typen blir homogent rådande. Det är tänkbart, att oregelbundenheten i gränsens förlopp är beroende på tektoniska orsaker alltså på en detaljveckning av gränslagren. Detta låter sig på grund av de fåtaliga blottningarna dock ej avgöras.

Albitrika bergarter förhärska även i fortsättningen mot söder av området vid Finnhult omkring de S och SO om Söder Älgen uppträdande agglomeratlagren. Skild från desamma genom kalirika delvis skiktade hälleflintor uppträder å Malmbergsuddens NV-sida den redan

[1] G. F. F. 36, sid. 466 och 32: 3, sid. 1370.

omnämnda porfyrartade, natronrika hälleflintan. Å södra delen av Killingudden uppträda albitextrema hälleflintor i ett intimt lagrat strök, omedelbart under gråvacke-skifferbergarterna å udden och över kalirika hälleflintor S om densamma. Albitextrema hälleflintor ha vidare stor utbredning N om Älvestorp, där de uppträda dels såsom lagrade, täta bergarter innehållande större och mindre kalklager (omkring och öster om Högbornsfältets grönstensmassiv), dels uppbygga de den porfyriska, sid. 85 och 109 omnämnda, femiska hälleflintan V därom. Albitextrema lager (täta och gråvackeartade) anträffas vid Älvestorp ända upp i den undre skifferns nivå. Slutligen synas albitbergarter i kompakt massa uppbygga västra sidan av halvön SV om Domvik (vid södra granitgränsen). Hälleflintorna äro dock här starkt påverkade av graniten och närmast att rubricera som leptiter.

Den kemiska sammansättningen hos de albitextrema hälleflintorna skiljer sig från den i de kalirikare utom genom fältspatens art även genom arten av de närvarande glimmermineralen. Bland albitbergarterna förekomma sådana, som äro ultrasaliska och fria från glimmermineral. Dylika facies äro dock relativt sällsynta och till övervägande del innehålla albitbergarterna en väsentlig kvantitet glimmer, som består av ljusgrön klorit eller av klorit och en blekbrun biotit (flogopit). Muskovit är ibland och i helt obetydlig mängd närvarande. Blott i ett par slipprov från området öster om Finnhult är muskovitens mängd större, i det ena ungefär lika stor som den mörka glimmerns.

Strukturellt återfinner man likartade förhållanden, som i de kalirikare bergarterna, om och med någon variation. Spår av askstrukturer ha i få fall anträffats. I ett dylikt prov, taget i V sidan av en mindre gruvöppning c:a 600 m SO om Högbornstjärn, har bergarten det utseende, som fig. 32 visar. Såsom strökornskomponenter finner man glest liggande, övervägande fragmentartade korn av albit och kvarts, i tvenne fall även av granofyr av båda. Grundmassan utgöres av en tät matrix av kvarts och fältspat (albit) samt en till c:a 15 % av matrixen uppgående kvantitet av parallellorienterad, fint fördelad klorit och biotit. I denna matrix finner man emellertid flerstädes otydligt synbara, från glimmer fria partier av den stavformiga, delvis förgrenade eller triangulärt konkavbegränsade form, som är förhärskande i områdets askstruerade hälleflintor. Bergarten i dessa partier utgöres av en delvis kvartsfri—fattig, delvis något kvartsrikare, finkornig albitbergart. Ett fåtal i hälleflintan förekommande homogena fläckar av biotit-klorit utgöra möjligen derivat av biotitströkorn. Accessorier äro glest fördelade rutil- och zirkonkorn. Bergarten visar genom undulös utsläckning, ibland även någon krossning i strökornen spår av

deformation. Även de ännu urskiljbara stavfragmenten äro delvis böjda och deformerade.

Likartad är utbildningen i ännu ett undersökt prov från hälleflintlagrets fortsättning öster om grönstenen. Bergartsfragmenten ha här blott grövre dimensioner och mer isometriska, av konkava båglinjer begränsade former. Bergarten i desamma utgöres av en kvartsfri—

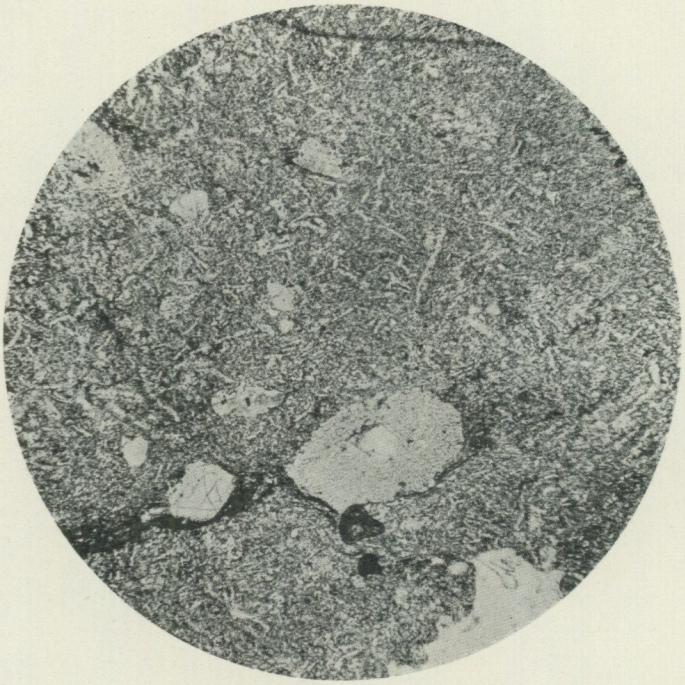


Fig. 32. Grågrön, albitextrem hälleflinta, SO om Högbornstjärn. Strökorn av kvarts, albit och albitgranofyr i en grundmassa av kvarts, albit, klorit och biotit. Askstruktur spårvis synlig. Den mörka strimman nedtill t. v. en glimmerrik press-strimma. Vanl. lj., först. 16 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Gray-green hälleflinta, extremely rich in albite. Phenocrysts of quartz, albite and albite-granophyre in a groundmass made up of quartz, albite, chlorite and biotite. Vitroclastic structure is traceable in the groundmass. The dark stripe in the lower part of the fig. represents a »Quetsch»-stripe, richer in biotite.*

kvartsfattig, tämligen grovt struerad albitbergart. Hälleflintan är i sin helhet här kvartsfattig.

I ett preparat från lagerströket å Killingudden varieras förhållandena genom förhandenvaron av mycket talrika, övervägande skärvformade kvarts- och albitfragment jämte askfragmentartade partiklar av samma komposition, som i det första fallet.

Största utbredningen bland de mikroklastiska utbildningsformerna har likväl en typ, som belyses av nedan beskrivna prov, taget omedelbart SO om Flintenhäll. Bergarten är makroskopiskt en grågrön,

tät eller mycket finkornig hälleflinta. Den förhärskar inom den agglomeratförande zonen SO om Söder Älgen och i området vid Finnhult. Under mikroskopet utgöres bergarten till större delen av en tät matrix av albit, kvarts och till c:a 10 % av matrixen uppgående kvantitet av fint fördelad klorit. I denna matrix äro fragment synliga, bestående dels av de vanliga albit- och kvartskornen, som äro små och sparsamt förhanden, dels av en glimmerfri—fattig bergart, i sammansättning varierande mellan kvartsfri keratofyr och kvartsrik sådan. Ett fåtal korn av rena kvartsaggregat äro även förhanden. Dessa fragment te sig närmast som ljusare fläckar i den på klorit rikare matrixen. De äro ofta oskarpt begränsade mot densamma. Formen är isometrisk och rundad—kantrundad, vilket likväl i någon mån kan bero på spridning av klorit från grundmassan in i fragmentens kantdelar. Under korsade nicoler äro fragmenten synbara på grund av en något grövre kornighet i desamma än i matrixen. Storleken varierar mellan $0{,}_{03}$ och 3 mm, i vilket senare fall kornen komma till synes makroskopiskt å vittrade ytor. Under karteringen kunna i enstaka fall i dessa hälleflintor grövre upp till 1 à 2 cm stora inneslutningar iakttagas. Accessoriskt uppträda i slipprovet rutil och magnetit. Kalcit (sannolikt Fe-Mg-haltig) förekommer i underordnad mängd. I ett större parti av karbonatet äro grova vittrade kristaller av ett svartbrunt, ogenomskinligt mineral, sannolikt ortit utbildade.

Denna hälleflinttyp varieras i de undersökta slipproven genom olika mängder av mineral- och bergartsfragment och av klorit-biotit. Kvantiteten av mörk glimmer torde dock sällan gå upp över 15 % av hela bergarten. Den fragmentala strukturen hos dessa bergarter är i allmänhet dåligt synbar, särskilt om glimmerns mängd är ringa. I detta senare fall visas den dock av mineralkornens fragmentartade former.

Det är tydligt att även dessa bergarter äro att betrakta som klastiska bildningar, sammansatta av söndersplittrat porfyrmaterial. Bergartsfragmentenas varierande kvartshalt och rikedomen på kvartsfria former bland desamma svarar mot den uppdelning i mineralkomponenter, som förekommer i de kompakta porfyrerna och i än högre grad i deras brecciematerial. Bland de kalirika, klastiska hälleflintorna motsvaras dessa hälleflintor av de på trakytiska bergartsfragment rika varieteterna. Såsom asktuffer kunna de dock ej betecknas utan snarare som brecciebildningar i smått (lapilli-anhopningar) med ringa storlek hos det dominerande fragmentmaterialet.

I glimmerfria utbildningsformer äro mikroklastiska strukturformer ej längre synbara. I ett dylikt undersökt prov från Finnhult är denna utbildningsform antydd av kvartsfria fläckar i den kvartsrikare matrixen, fläckarnas (fragmentens) gränser äro emellertid alltför vaga för att

man enbart av deras uppträdande skulle kunna draga någon slutsats angående bergartens genesis. Däremot ha de rätt rikligt närvarande mineralfragmenten samma fragmentariska och skärvartade utbildning som i den beskrivna glimmerrikare bergarten.

I undersökta glimmerfria prov från skiktströket å Killingudden föreligga »strukturlösa» bergarter, strukturellt identiska med motsvarande utbildningsformer av de kalirikare hälleflintorna.

De strukturella förhållandena i den övre etagens porfyrer och sedimentära hälleflintor ha i det ovanstående blivit behandlade relativt utförligt, enär dessa bergarter säkerligen representera de över huvud taget bäst bevarade delarna av den mellansvenska malmformationen. De gjorda erfarenheterna visa emellertid, att de vulkaniska mikroklastiska strukturformerna äro av ganska ömtålig natur, och att även vid en omkristallisationsmetamorfos av den lindriga styrka, som bergarternas hälleflintfacies innebär, en homogenisering och sammansvetsning av de täta massorna skett, som i stor utsträckning utplånat mikrostrukturerna. Att över huvud taget desamma i vissa fall bibehållits i definierbart skick, beror huvudsakligen på förefintlig motsättning i sammansättning mellan fragmenten och den omgivande, glimmerrikare mellanmassan. Där en dylik motsättning saknas, försvinna de mikroklastiska strukturerna eller äro de blott spårvis synbara. Även en något stegrad omkristallisation av den i allmänhet lindriga styrka, som föranletts av de genomsättande graniterna, har varit tillräcklig att nästan fullständigt överföra grundmassornas material i, vad som här betecknats som »strukturlösa» aggregat. Denna granulering behöver därvid ännu ej ha fört till verkliga, hornfelsartade leptitstrukturer. Betydligt motståndskraftigare ha porfyrernas stelningsstrukturer visat sig vara, dock lämna även de vid omkristallisation hastigt rum för sekundärt korniga aggregat. Den lämnade beskrivningen torde likväl tillfyllest visa, dels att i hälleflintorna samma bergartstyper föreligga, som i leptiterna återfinnas i högre kristallin facies, dels att ett vulkanogent effusivt och tuffogent bildningssätt i hälleflintorna ännu låter sig direkt strukturellt påvisas.

I överensstämmelse med de här gjorda erfarenheterna, äro mikroklastiska strukturformer i leptiter knappast kända. Det enda mig bekanta fall av beskrivna grundmassedetaljer, som skulle kunna förmodas vara att hänföra till denna kategori äro de av I. HÖGBOM från Nybergsfältets natronleptiter beskrivna inhomogeniteterna, förorsakade av uppträdande kvartsfria partier eller »bollar».[1] Huruvida av honom omnämnda fall av fläckar av mikropoikilitartad utbildningsform kunna

[1] G. F. F. 42, sid. 151 och fig. 13—14, sid. 142—143.

tänkas utgöra relikta drag från tidigare porfyrer eller av porfyrfragment eller äro rent sekundära bildningar är av den lämnade beskrivningen svårt att bedöma. För den av nämnda författare framförda åsikten, att bergarterna skulle representera verkliga, infrakrustala stelningsbergarter saknas likvisst bevismaterial.

Av stort intresse äro de inom de övre hälleflintorna förekommande, på vittrat material rikare, *skifferartade* samt de grovklastiska, *gråvackeartade* eller *på kristallfragment rika* bergartsvarieteterna. Redan för vissa av de beskrivna mikroklastiska, kalirikare hälleflintorna måste på grund av biotit-klorit-muskovithalten i fragmentens mellanmassa antagas, att vittringsmaterial inblandats samtidigt med bergartens avlagring. Mängden av detsamma är dock här ringa. Likaså är det möjligt att klorit-biotithalten i de albitextrema mikroklastiska hälleflintorna i vissa fall kan vara koncentrerad genom vittring under omlagring av avsatta äldre lager. Detta är ex. troligt beträffande den beskrivna, kalkinlagrade, asktuffartade bergarten från Högbornsfältet.

I betydligt större kvantitet finner man vittringsmaterial i de skiktade hälleflintströken. På dylikt material rika hälleflintor uppträda här vanligen såsom smala lager, gärna associerade med kalkstensband och växellagrande med i kvantitet dominerande glimmerfattigare—glimmerfria hälleflintor. I större skala äro skifferartade bergarter utvecklade V och SV om Högbornstjärn, där de förhärska i de blottade delarna av berggrunden mellan de å kartan angivna kalkströken. Omedelbart V om tjärnen finner man här dominerande en mörkgrå—svart, delvis massformig, hård och splittrig, delvis mjukare skifferbergart, som ofta visar lagring. Den är vid tjärnens södra del inlagrad med tvenne bredare (2—3 m) bäddar och ett flertal fina ränder av kalksten. Såsom inlagringar i den mörka skifferartade bergarten uppträda vidare breda bäddar av hård, tät, gråröd hälleflinta. I blottningar vid bron SV om Högborns gård liksom i ett flertal hällar inom mellanliggande område återfinner man samma gråsvarta, skifferartade bergart, å det förstnämnda stället intimt lagrad och växellagrande med talrika, ett par cm— flera dm breda kalkband. Hälleflintan innehåller här ibland rikligt med små kvarts-fältspatfragment.

I undersökta slipprov av mjukare, skifferartade utbildningsformer av bergarten från Högbornstjärn består densamma likformigt av täta aggregat av biotit, sericit och fältspat i fin fördelning. Den senare uppträder även som små fragmentartade korn. Både albit och mikroklin äro i fragmenten konstaterade, dock är albiten sporadisk. Kvarts i fragmentform är ej konstaterad, däremot ingår den som den nedan anförda analysen visar, i riklig mängd i grundmassan. De båda glim-

rarnas mängd synes vara ungefär lika. Såsom fragmentartade korn eller mindre partier uppträda ett fåtal aggregat av delvis pertitisk mikroklin. Apatit och zirkon förekomma accessoriskt. Bergartens lagring är tydligt synlig i mikroskopet och åstadkommes av något varierande kvantitet av glimmer i de olika skikten.

I ett slipprov av en hårdare, splittrig varietet av bergarten från samma ställe finner man samma sammansättning dock med något minskad kvantitet av glimmer. I slipprov av de i den skifferartade bergarten inlagrade rena hälleflintbanden utgöres bergarten av en tät, glimmerfri, »strukturlös» kvarts-fältspatmassa, i vilken i sparsam mängd små fragment av fattigt antipertitiskt albit äro inlagrade. Omkring desamma förekommande bårder av mikroklin visa, att grundmassan måste vara rik på detta mineral.

Å ett prov av hård, splittrig, svart hälleflinta utfördes nedanstående analys.

	X	Xa
SiO_2	74,68	12 447
TiO_2	0,12	15
Al_2O_3	12,41	1 217
Fe_2O_3	0,80	50
FeO	1,46	203
MnO	0,02	3
MgO	1,85	462
CaO	0,02	4
Na_2O	0,55	89
K_2O	6,98	743
H_2O	0,97	539
P_2O_5	0,02	1
BaO	0,10	7
S.	—	
	99,98	

Aktuell mineralsammansättnig:	
Kvarts	42,64
Mikroklin	29,41
Albit	4,66
Celsian	0,25
Muskovit	12,58
Biotit	10,08
Rutil	0,12
Apatit	0,04
	99,78
Rest H_2O	0,20

X. Svart, skifferartad hälleflinta, Högbornstjärn, Grythyttefältet. Anal. G. ASSARSSON.

Vid beräkningen av mineralsammansättningen hänfördes hela Fe_2O_3-kvantiteten till biotiten och fördelades intet Na_2O på glimrarna. Biotiten beräknades enligt formeln $H_4K_4Al_6Si_6O_{14} \cdot 6(FeMg)_2\ SiO_4$. Dess sammansättning blir beträffande Mg-Fe-förhållandet intermediärt. Al_2O_3-halten är relativt hög. Optiskt utmärkes biotiten av en måttligt stark, grönbrun pleokroism. De funna procenttalen äro nedan angivna under E. Till jämförelse anföres under 1 från DOELTERS

Handbuch d. Mineralchemie analysen av en »lepidomelan» från Ilmengeb., Ural. (biotitanalys 112, II: 2, sid. 693).

	E	I.
SiO_2	39,88	38,52
Al_2O_3	11,91	10,97
Fe_2O_3	7,94	4,97
FeO	14,48	12,60
MnO	0,20	0,62
MgO	18,35	17,20
K_2O	5,26	10,12
H_2O	1,98	0,40
	100,00	100,39[1]

Denna bergart är med avseende på kvantiteten av fint fördelad glimmer (vittringsmaterial) jämförbar med asktuffiten från Brevik, analys V. Däremot är kvantiteten av denna substans betydligt högre än i Malmbergsuddens asktuff. Från båda skiljer sig den skifferartade hälleflintan genom den extremt höga kvarts- och kalihalten, vilken måste bero på en motsvarande sammansättning av det partiellt dekomponerade utgångsmaterialet. Med hälleflintan från Ö. Silvergruvan föreligger obestridligen en kemisk likhet, i det kalihalten i båda är extremt hög, varjämte i båda ett högt Al_2O_3-överskott förefinnes. Silvergruvebergarten skiljer sig emellertid från den föreliggande genom sericitens i jämförelse med biotitmängden oproportionerligt höga kvantitet (46,54 % jämfört med 16,90 %). I den skifferartade hälleflintan äro dessa båda glimrar tillnärmelsevis lika rikliga (12,58 och 10,08 %), vilket nära överensstämmer med förhållandena i skiffern, då kloriten i densamma beräknas som biotit. Den mikroskopiska beskaffenheten ställer vidare utom tvivel, att glimrarna i Silvergruvebergarten till sin huvudmassa äro bildade genom omvandlings- och infiltrationsprocesser. För biotitens del utvisas detta därav, att huvudmassan av detta mineral i relativt grovtjällig form och med oregelbunden fördelning ersätter mikroklinströkornen. I den skifferartade hälleflintan äro däremot samtliga mineralen intimt och likformigt blandade i en tät massa med den enda inskränkning i homogeniteten, som betingas av lagringen. Mellan den omvandlade Silvergruvebergarten och den skifferartade hälleflintan föreligga alltså bestämda skiljaktigheter både i kemiskt avseende och i mikroskopisk beskaffenhet. Dessa skiljaktigheter tillsamman med de geologiska förhållandena (lagring i bergartens massa, växellagring med glimmerfria hälleflintfacies) äro de moment,

[1] Häri 1,38 % TiO_2, 0,57 % CaO, 0,70 % Na_2O, 2,34 % F.

på vilka ett särskiljande inom den kalirika hälleflintgruppen av skifferartade varieteter med primärt inblandat sedimentogent material och sekundärt omvandlade facies kan grundas. Dessa kriterier ha även tillämpats i detta arbete.

Utgående från de proportioner mellan glimmer, kvarts och fältspat, som föreligga i de täta skiffrarna, kan den skifferartade hälleflintan beräknas innehålla c:a 36 % vittringsmaterial och 64 % ovittrat hälleflintmaterial av en extremt kalirik beskaffenhet.

Såsom exempel på mindre, i skiktströk inlagrade, skifferartade hälleflintband må några prov, tagna å östra sidan av Malmbergsudden N om Finnberget anföras. I ett slipprov av ett band av makroskopiskt skifferartat utseende härifrån finner man analoga förhållanden med de i Högbornsbergarten beskrivna. Glimmerkvantiteten är dock något större och biotitens mängd, jämförd med muskovitens högre. Bergarten har genom sträng parallellanordning av glimmern en starkt skiffrig struktur med gott klåv.

I samma lagerströk förekomma även mörka, något hårdare lager om 1—2 dm bredd, i vilka ett par mm—1 cm tjocka, fint korniga skikt äro inlagrade. I slipprov består den täta delen av lagren av en finkornig blandning av kvarts, fältspat, sericit och biotit. Massan innehåller vidare kalcit i form av små korn, som i likformig fördelning liksom indränker densamma. Glimrarnas mängd kan uppskattas till 20 à 30 volymprocent. Av desamma överväger muskoviten över biotiten. Såsom fragmentpartiklar uppträda glest fördelade små korn av kvarts och albit. I denna bergart uppträder även grafit. Densamma har sin vanliga inhomogena fördelning i bergartsmassan, i det den är ansamlad i små sliror och ränder. Dess mängd är ringa.

I de smala, fint korniga skikten antager bergarten sammansättningen av en finkornig gråvacka med ett rikligt utsorterat material av fragment, huvudsakligen av antipertitiska albitkorn, varmed dock även bergartskorn av keratofyrisk eller trakytoid sammansättning äro associerade. Mellanmassan utgöres av tämligen grovfjällig biotit, mindre riklig muskovit samt något kvarts och fältspat. Relativt grova korn av leukoxen och magnetit synas utgöra primärt fragmentmaterial. I detta lager saknas både grafit och kalkspat. Båda ha således en lagerformig fördelning och måste därför förutsättas ha primärt innehållits i de täta delarna av lagren.

Grafit har ytterligare anträffats i den övre hälleflintzonen i en kalkbandad hälleflinta vid Sångens by (S om första gården vid vägen från Hällefors). I det undersökta provet har grafiten en synnerligen tydlig skikt-fördelning (fig. 33). Den hälleflinta, i vilken grafiten uppträder, utgöres av en finkornig sådan av kvarts, fältspat, sericit och

biotit, vari glimmerhalten kan skattas till 30—40 %. Glest förhandenvarande fragment utgöras av mikroklin. Grafiten förekommer endast i hälleflintbanden, ej i kalklagren. Sannolikt skulle en därpå inriktad undersökning kunna påvisa ytterligare utbredning av grafit i etagens täta, skifferartade lager. Redan de beskrivna fallen utvisa emellertid, att organisk substans inlagrats i dessa bergarter under etagens bildning. Båda fyndorterna tillhöra etagens mellersta eller undre delar.

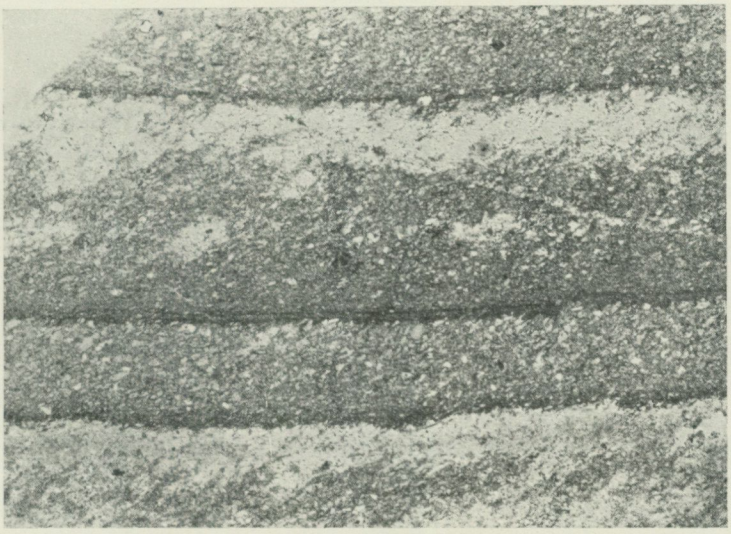


Fig. 33. Grafitförande hälleflinta ur kalk-hälleflintbandat strök, Sångens by. Grafiten visar skiktformig fördelning. Obs. parallellstrukturen snett över bilden uppifrån fr. h. nedåt t. v., orsakad av korsande skiffrighet och grafitens anrikning längs skiffrighetsplanen. Vanl. lj., först. 7 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Sedimentary hälleflinta, rich in graphite, from layers alternating with limestone. The graphite shows a banded arrangement. The parallel structure in the fig. running from the right upper corner diagonally down to the left is caused by schistosity cutting the layers obliquely and by the secondary arrangement of graphite into the planes of schistosity.*

Såsom exempel på glimmerrikare lager inom albit-bergarternas område må slutligen ett prov anföras från en häll c:a 100 m S om Örnvikens ostspets. I hällen finner man en upprepad växellagring mellan svartgröna—grågröna och renare vita eller skära lager. I vissa av de förra ses en fin kornighet, beroende på rikligt innehåll av små fragment, varjämte lokalt en klassering av materialet på samma sätt som i gråvackezonen är utvecklad. Avlagringsriktningen är riktad mot VSV (strykningen är NNV—SSO). I ett preparat, i vilket både ett tätt och ett kornigt lager äro representerade, utgöres det förra av den vanliga täta matrixen av kvarts och fältspat, vilken senare torde be-

stå enbart av albit, samt en glimmerkvantitet uppgående till c:a 20 à 25 volymprocent. Glimmern utgöres av biotit och klorit, som dominera, samt en underordnad kvantitet av sericit. Massan är ganska rikligt impregnerad av kalcit i jämn och fin fördelning. Accessorier äro apatit och glesa prismor eller aggregat av rutil. Det korniga lagret har en skarp gräns mot det beskrivna, som i ungefär 40° vinkel övertväras av den genom glimmerns parallellanordning markerade skiffrigheten. Lagret har en finkornig, gråvackeartad konsistens med ett rikligt fragmentmaterial av albit och kvarts samt fåtaliga bergartsfragment av dels keratofyrisk, dels hälleflintartad, allotriomorft kornig bergart, den senare sammansatt av kvarts och fältspat. Härtill komma ett fåtal korn av nästan rent kvartsitisk konstitution. Mellanmassan utgöres av en skiffrig matrix av klorit och biotit, c:a 40 % fältspat och kvarts samt något kalcit. Muskovit synes helt saknas. Accessorierna äro desamma som i det täta lagret.

De glimmerrika lagren inom de albitrika delarna av etagen utmärka sig alltså, såsom à priori var att vänta, genom en i jämförelse med motsvarande lager i de kalirika hälleflintorna proportionsvis högre kvantitet av mörk glimmer.

De fragmentrika, *gråvackeartade* bergarterna äro bundna till lagrade delar i etagen, där de uppträda såsom sparsamt förekommande lager. I desamma är det grövre fragmentmaterialet utsorterat och dominerande eller rikligt representerat. Exempel på finkorniga facies av dessa bergarter äro redan i det föregående lämnade. Konsistensen av de gråvackeartade lagren skiljer sig föga från den, som beskrivits från gråvackezonens på mineralfragment rika facies. Fragmentmaterialet kan i vissa lager vara lika rikligt som i de å fig. 12—13 och 16—17 avbildade fallen, i andra är det mindre. Fragmentens former visa i allmänhet, för så vitt kornstorleken ej är ringa, tydlig rundning. Den mellan fragmenten uppträdande mellanmassan innehåller i regel väsentliga — rikliga mängder av inblandat glimmermaterial, bestående av mörk och ljus glimmer, sällan av enbart ljus eller (i albitområdena) av enbart mörk sådan. I förra fallet torde sericiten till sin huvudmassa få anses som en metamorfosprodukt. Bergarterna ha tämligen genomgående karaktären av omlagrade sorteringsprodukter, ej av kristalltuffer. Enda funna eventuella undantaget härifrån utgör en gråvackeliknande hälleflinta från Silvergruvetrakten (häll 350 m SV om Ormtjärn). I densamma utgöras de talrika fragmenten av grova individer av kvarts och mikroklin, inbäddade i en tät, skiffrig matrix av kvarts-fältspat och rikligt med sericit, vilken senare är oregelbundet utvecklad och anrikad längs press-sliror. I denna matrix ingå vidare skärv- eller askpartikelliknande, små fragment av kvarts-fältspat-sam-

mansättning eller av enbart fältspat. Beskaffenheten av denna bergart tyder alltså på, att man har att göra med en på kristallfragment rik, starkt sericitomvandlad kvartsporfyrtuff.

Fragmenten i de gråvackeartade lagren bestå övervägande, delvis enbart av kvarts- och fältspatkorn. När bergartsfragment äro närvarande, utgöras de i regel av kvartsporfyr eller trakytiska eller keratofyriska bergarter. Sällan äro även fragment av normala, allotriomorft korniga hälleflintor närvarande.

I de redan vid behandlingen av gråvackezonen omnämnda lagren vid Vackerfallet är dock bergarten av en mer polymikt beskaffenhet, nära svarande mot den i de förhärskande gråvackorna i ströket Hälgsnäs—Brevik. Dock är glimmerkvantiteten i mellanmassan mindre. Denna bergart kan uppfattas som en omsorterad finkornig tuffbreccia, härrörande från den underlagrande porfyren.

Agglomerater.

Enstaka eller fåtaliga, mindre inneslutningar av hälleflinta, mer eller mindre likartade med den omgivande bergarten äro i de sedimentära lagren ej ovanliga. Dessa inneslutningar torde i de flesta fall få betraktas såsom vid utkastandet av tuffmaterialet lösryckta bitar av äldre hälleflintlager. Genom desamma alstras dock ej några breccior, och inneslutningar av detta slag äro ej bundna vid någon viss del av etagen.

Verkliga, grova, agglomeratartade brecciebildningar med rikligt brottstyckematerial äro däremot utvecklade i etagens understa del. De kunna här sammanställas till en till tiden i stort sett enhetlig horisont eller zon. Dessa bildningar äro i den tidigare litteraturen delvis omnämnda (Örnviken, Trolltjärn och Sikfors)[1] och betecknade som konglomerat, samtidigt som dock påpekas den dåliga rundningen av bollarna. På grund av denna övervägande kantiga, eller obetydligt kantrundade form av inneslutningsmaterialet har här i stället benämningen agglomerat eller breccia använts.

Agglomeraterna äro nästan undantagslöst bundna till själva gränsen mellan de röda, undre hälleflintorna och de mörka, kalirikare övre eller till en zon invid gränsen, inom vilken de i föregående kapitel beskrivna, på albit och mörk glimmer rika hälleflintorna dominera. Enda exemplet på ett verkligt agglomerat i kalirika hälleflintor representeras av ett lokalt, 3—4 m brett lager N om Flintenhäll i den undre delen av den kompakta, i föregående kapitel omnämnda, mäktiga

[1] Av TÖRNEBOHM omnämnes ytterligare en förekomst S om Kärvingeborn. Denna har jag ej kunnat återfinna. De av T. omnämnda förekomsterna V om Gillershöjden och Kullberget utgöras av de tidigare beskrivna kvartsporfyrbrecciorna.

tuffzonen här. Vid Varnäs (Ö om Älvestorp) tyda förhållandena på, att man har tvenne skilda agglomerathorisonter, en undre i öster invid den övre etagens undre gräns och en högre liggande i väster, skild från den förra genom hälleflinta och ett i densamma inlagrat kalkströk.

Agglomeraterna äro lokala bildningar, som ej äro följbara i längre sträckor. I de albitextrema zonerna ha de vidare ett mycket nyckfullt uppträdande och äro vagt avgränsade från den omgivande, i sig själv i mikroskopiska dimensioner breccieartade hälleflintan. Sin rikligaste utveckling nå agglomeraterna SO om Söder Älgen. I ett flertal förekomster kunna de här spåras från Finnhult till Stumpön.

Fig. 34. Hälleflintagglomerat, S om Finnhult. $^3/_4$ nat. storlek. A. Hj. Olsson foto.
Agglomeratic hälleflinta.

En isolerad fortsättning finner man vid Trolltjärn, Ö om Grythyttehed. Ytterligare förekomster äro kända N om Älvestorp samt från Varnäshalvön och en häll N om Kärvingeborn. N om Finnhult återfinnas agglomerater vid Sikfors och V om Skåln. Däremot ha inga motsvarande bildningar anträffats å fältets västra sida,[1] och ej heller ha de i litteraturen omnämnts från Saxåfältet.

Utseendet av agglomeraterna, i de fall då de äro massformiga eller föga deformerade, åskådliggöres av fig. 34—35. De te sig då såsom breccieartade bildningar. Storleken av inneslutningarna varierar

[1] Det å Högboms profil (Bull. Geol. Inst. Upsala 10, sid. 54) i västra skänkeln av synklinalen angivna »konglomeratet» är sålunda ej förhanden.

mellan några få mm till 3 à 4 cm, i undantagsfall går den upp till 1 à 2 dm. Någon sortering förefinnes i allmänhet ej, utan större bitar ligga blandade med mindre. Inneslutningarna äro i de flesta fall rikligt för handen. I vissa fall är dock mellanmassan rikligare, och inneslutningarna glest fördelade. Den sammanbindande massan är i förra fallet inskränkt till ett knappt iakttagbart minimum mellan de varandra delvis direkt berörande inneslutningarna. Där den är rikligare ut-

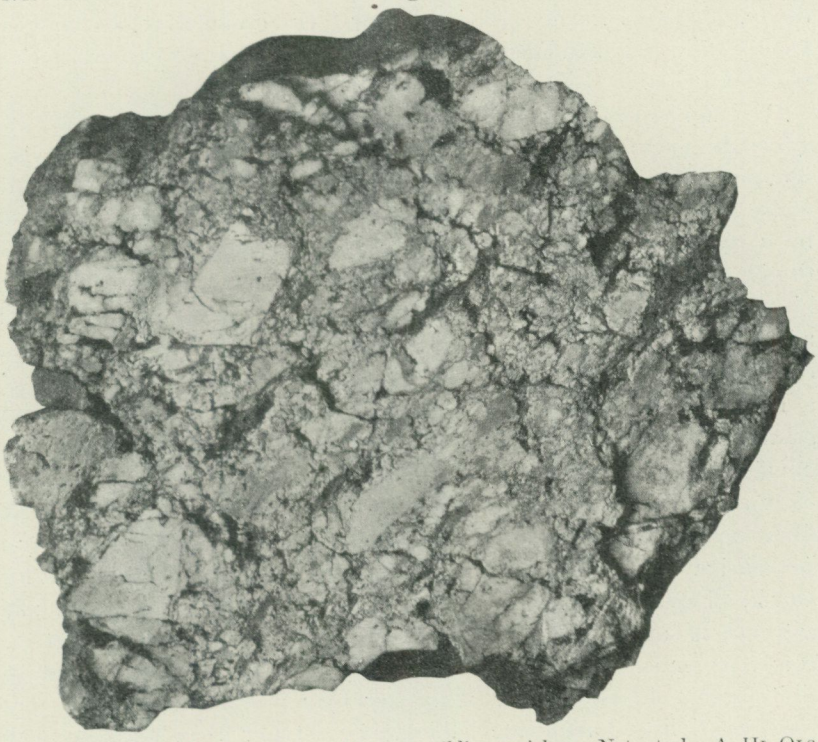


Fig. 35. Hälleflintagglomerat, genomdraget av rikliga sprickor. Nat. storl. A. Hj. Olsson foto. *Agglomeratic hälleflinta, irregularly fissured.*

vecklad består den av en tät, grågrön vanligen på mörk glimmer rik, hälleflintartad matrix, med vilken inneslutningarna äro liksom hopsvetsade. Agglomeratstrukturen framträder därför dåligt på friska ytor, blir däremot i detalj frampreparerad å vittrade.

Denna mer massformiga utbildning är dock relativt ovanlig. I det övervägande antalet fall är bergarten starkare tryckpåverkad, varvid inneslutningarna bli skiffrigt eller stängligt deformerade. En spridning av glimmer sker samtidigt ofta från mellanmassan, åstadkommande oskarpa gränser mot densamma. Denna deformation och omvandling kan ibland ha gått så långt, att bergartens agglomeratiska natur blir

otydlig och tvivelaktig. Å Stumpön N om Finnberget finner man en egendomlig förkisling av agglomeratet. Såväl hälleflintinneslutningarna som mellanmassan innehålla enbart korniga kvartsaggregat utan spår av fältspat. Bergarten består över huvud taget blott av kvarts och biotit-klorit samt accessoriska korn av rutil och magnetit, men visar makroskopiskt samma utbildning som ett vanligt agglomerat med kantiga eller kantrundade inneslutningar av glimmerfria eller glimmerrikare, delvis vackert skiktade bitar i en glimmerrik mellanmassa. Denna förkisling kan misstänkas vara en tidigt, under etagens bildning skedd process.

De i agglomeraternas inneslutningar förekommande bergarterna utgöras dominerande av vita eller skära—grågröna hälleflintor delvis av samma art som i själva de agglomeratförande zonerna och som i den undre etagen. Tillsammans med hälleflintorna finner man mycket ofta bitar av kalksten. Dessa kunna ibland vara så talrika, att de kvantitativt överträffa de förra. Ytterligare finner man ibland sparsamma bitar av järnkisel. Däremot saknas inneslutningar av gångkvarts nästan konsekvent. Det enda ställe, där lokalt dylika iakttagits, är i Sikforsagglomeratet.

De i inneslutningarna uppträdande hälleflintorna äro nästan genomgående extremt albitrika. Med undantag för det längre ned vidare omnämnda bandet N om Flintenhäll ha kalifältspatförande hälleflintor blott anträffats i ett slipprov från Trolltjärnsförekomsten. Såväl trakytiska och kvartsporfyriska som sedimentära (»strukturlösa») former av de kalirika hälleflintbergarterna förekomma i slipprov från denna förekomst. Dessa inneslutningar äro i preparaten blandade med albitextrema sådana. I ett av de undersökta preparaten från samma förekomst äro enbart albitextrema bergarter närvarande. I agglomeraternas albitextrema inneslutningar återfinner man samma strukturella typer, som beskrivits i föregående kapitel, jämte typer, som förhärska i den undre zonen. Även mikroklastiska typer av samma utbildning som i de agglomeraterna SO och Ö om Söder Älgen omgivande hälleflintorna återfinnas. Dock ha askstruerade former ej anträffats. Tillsammans med dessa och ofta dominerande över desamma eller ensamt närvarande uppträda vidare albitextrema, saliska eller något klorit-biotit innehållande bergarter, som torde utgöra kvartsporfyrfragment. Desamma variera till sin sammansättning mellan kvartsfria keratofyrer till kvartsrika, delvis nästan fältspatfria facies. Strökorn av albit och kvarts äro ibland, dock sparsamt för handen. I porfyrbergarterna har fältspaten, då strukturen är något grövre, en tendens till tjock tavelform. Mycket vanligt är vidare, att kvartsen i de kvartsfattigare eller måttligt sura formerna har en utbildning i grövre, formlösa korn,

i vilka någon gång poikilitiskt inneslutna fältspatkorn äro för handen. Även en slirig växling mellan kvartsfria och kvartsfattiga delar kan någon gång ses. Dessa bergarter äro att jämställa med det finare fördelade keratofyriska-kvartsporfyriska fragmentmaterial, som föreligger i de omgivande sedimentära albitextrema hälleflintorna. Dessa på porfyrinneslutningar rika agglomerater kunna sålunda betraktas såsom en grövre utvecklad form av de omgivande mikroklastiska hälleflintorna.

Från de övriga förekomsterna skiljer sig agglomeratbandet i den kalirika hälleflintzonen N om Flintenhäll. I detsamma finner man en

Fig. 36. Kalkstensbreccia, block N om Älvestorp. C:a $^{1}/_{7}$ nat. storl. Förf. foto.
Limestone-breccia.

grovgrusig, på kantiga fragment av kvarts och antipertitisk albit rik, starkt sericitomvandlad hälleflintmellanmassa, som innehåller kantiga bitar av svart eller gulgrå (sericitrikare) hälleflinta. Inneslutningarna, som delvis äro skiktade, uppnå i enstaka fall mycket grova dimensioner (i ett fall en uppmätt största diameter av 5 dm). Det förtjänar att omnämnas, att i ett slipprov visar sig en skiktad inneslutning innehålla grafit. Materialet i inneslutningarna är av likartad komposition som i den omgivande hälleflintan och tyder på en lokal härkomst av detsamma.

Vid udden NV om Högborn å östra stranden av Torrvarpen strax V om agglomeratbandet föreligger en ansamling av stora, lokala block av en egendomlig, grov kalkstensbreccia. En föreställning om densamma lämnar fig. 36. Breccian uppbygges så gott som i sin helhet

av kantiga, av mekanisk deformation opåverkade eller obetydligt påverkade bitar och block av kalksten, jämte fåtaliga sådana av hälleflinta. Kalkstensbrottstyckena äro delvis homogena, delvis lagrade genom förhandenvaron av mörka, i ränder anordnade silikater med lagringsplanen liggande i olika riktningar. Av brottstyckena vittra en del hastigare än de övriga, varjämte de mer hårdvittrade beslå sig med en rödbrun vittringsyta, säkerligen beroende på högre dolomithalt samt på inblandning av något mangan- och järnkarbonat. Mellanmassan, som är reducerad till ett minimum, består även av kalk. Till största delarna beröra inneslutningarna direkt varandra. Storleken når ända upp till 5 dm i största diameter.

Man har svårt att förstå, huru en dylik breccia med brottstyckematerialet nästan enbart bestående av ej eller föga deformerade kalkstensbitar, i vilka även den skiktartade strukturen är odeformerad, skall ha kunnat uppstå genom tektonisk sönderbrytning. Sannolikare är, att den representerar en grov explosionsbreccia.

Det torde av de lämnade beskrivningarna framgå, att agglomeratbildningarna ej kunna rubriceras som konglomerater, avlagrade på normalt sätt och innehållande normalt denudationsmaterial. De torde samtliga utgöra explosiva brecciebildningar. Den sannolikaste förklaringen till desamma är den, att de utgöra grövre produkter av explosioner av samma art, som levererat det i hälleflintorna ingående tuffmaterialet, därvid större eller mindre mängder av äldre lager medryckts. I de fall, där inneslutningarna dominerande eller enbart bestå av kvartsporfyr, äro agglomeraterna direkt jämförbara med brecciorna vid Gillershöjden och Kullberget. Utmed etagens undre gräns uppträda emellertid i riklig mängd grönstenar, som övervägande utgöra intrusiva kroppar, men som delvis representeras av brecciеartade massor, för vilka ett tillträde till jordytan genom explosioner måste förutsättas. Den möjligheten kan därför ej uteslutas, att agglomeraterna i vissa fall kunna härröra från explosioner, framkallade av dessa grönstensmagmor, därvid de äldre bergartslagren genombrutits. Nära till hands ligger detta antagande, då såsom vid Varnäs och Bushagen grönstens- och hälleflintbreccior direkt gränsa intill varandra, bildande varandras fortsättning eller liggande sida vid sida. Även en inblandning av hälleflintmaterial förekommer i grönstensbrecciorna å nämnda ställen. I hälleflintagglomeraterna finner man däremot sällan inneslutningar av grönsten. Endast i ett fall, i Stumpöns förekomst, har en omvandlad grönstensliknande bergart anträffats.

Undre hälleflintetagen.

Enligt de äldre kartorna skulle inom områdets ostligaste del leptit vara rådande. Av TÖRNEBOHM förlades gränsen mellan densamma och de av honom såsom »porfyroider» betecknade röda hälleflintorna till en linje nära östra kartkanten, som, om ock med något buktande förlopp, i stort dock förlöpte parallellt med synklinalstråket. Leptiten uppfattades såsom primärt bildad i sin nuvarande form och underlagrande »porfyroiderna». Samtidigt utsäges emellertid, att mellan båda en övergång förefinnes.

Vid karteringen inom dessa delar av fältet har förf. emellertid kommit till det resultatet, att någon gräns av den art och det förlopp, som TÖRNEBOHM angiver, ej förefinnes. Rent petrografiskt är skillnaden mellan leptit och hälleflinta av naturliga skäl ganska vag och huvudsakligen endast en fråga om kornstorlek och struktur i grundmassan. Enligt vedertaget bruk torde man kunna förlägga gränsen till en kornstorlek, då den för ögat homogena massan i hälleflintorna övergår till en makroskopiskt tydligt synbar, kornig sådan. Denna förändring inträder vid omkring 0,03—0,05 mm kornstorlek, vid vilken samtidigt en mer pflasterartad struktur inställer sig i stället för hälleflintornas allotriomorfa med dess vagare och mer komplicerat förlöpande korngränser. Om man utgår från denna indelningsgrund, föreligga över huvud taget inom östra delen av kartan ej några leptiter med undantag för trakterna längst i N och S. Bergarterna antaga visserligen inom den undre etagen ofta en något stegrad kornstorlek, tydande på en något högre metamorfos; men den geografiska fördelningen av denna högre kornstorlek är mycket inhomogen, och i mycket få fall är den med undantag för de nyss nämnda, nordligaste och sydligaste delarna tillräckligt prononcerad för att berättiga beteckningen leptit. Även Ö om den centrala delen av kartan fortsätta dominerande hälleflintartade bergarter. En ungefärlig gräns för desamma kan i stort anges utmed en linje Bredsjö—Vasselsjön Ö om Hjulsjö—trakten V om Yxsjön vid Järnboås. Hälleflintartade facies intaga alltså den centrala och större delen av det stora, superkrustala området i Örebro län.

Huruvida detta förhållande har någon tektonisk innebörd, återstår ännu att klargöra. Inom och närmast fältet kan man emellertid spåra ett samband mellan leptiter och urgraniter.

De geologiska förhållandena inom den undre etagen kunna med någon modifikation sägas vara likartade med dem i den övre. Sålunda uppbygges även här etagen av en vulkanisk lagerserie, inom vilken såväl lavabergarter som pyroklastiska element ingå. Dock är på grund

av den i allmänhet något stegrade metamorfosen, liksom även på grund av den övervägande extrema, acida, glimmerfattiga konsistensen, likheten mellan dessa båda element större. Något försök att vid karteringen hålla porfyrer och sediment i sär, har därför ej gjorts, och även mikroskopiskt erbjuder det större vanskligheter att i detta avseende träffa ett avgörande. Det enda man i fråga om utbredningen av de båda grupperna kan säga, är, att lavorna i förhållande till det lösa vulkaniska materialet liksom inom den övre etagen torde spela en kvantitativt underordnad roll.

Liksom i den övre etagen förekomma även i den undre lagrade skiktströk. Desamma äro emellertid inom den östra huvudmassan av etagen ganska sparsamma. Till långt övervägande del uppbygges massan här av kompakta komplexer, vilka antingen äro likformiga i stor mäktighet, eller i vilka vid detaljkartering lagring i stor skala, orsakad av varierande mängd och utbildning av strökorn eller av växlande kvantitet av glimmer kan fås fram. I vissa mindre områden kunna dock intimt lagrade strök vara rikligare representerade såsom SO om Söder Älgen (Finnbergstrakten), vid Skåln samt N om Varnäs. Till dylika lagerströk äro de flesta av etagens kalkstenar bundna. Till desamma äro även malmförekomsterna lokaliserade, beroende på, att malmerna antingen äro kemiska sediment eller metasomatiska produkter, bildade i kalk-hälleflinta. Etagens kalkband äro i regel små och spela kvantitativt en betydligt mindre roll än i den övre etagen.

I lagerströken anträffas även, ehuru sällan, glimmerrikare lager, som måste tydas såsom sediment, innehållande vittrat material. Att dylikt material så sällan kan konstateras, kan i någon mån bero på de metasomatiska förändringar i bergarterna, som åtföljt malmbildningen i de malmförande lagren; tydligt är emellertid, att kemiskt vittrat material i den undre etagen spelar en mindre roll än i den övre.

Från fältets övriga delar skiljer sig emellertid avsevärt Sångs-Knuthöjdsområdet V om Grythytteskålen. Skälen, varför detta område utskilts till en undre zon, som stratigrafiskt jämställts med översta delarna av de undre hälleflintorna i öster eller med en övergångszon mellan de båda etagerna, ha i föregående kapitel och tidigare i den stratigrafiska översikten diskuterats. Geologiskt utmärkes detta område av en mycket allmänt utbredd lagring. Kvantitativt överväga röda, saliska eller gråaktiga, biotitförande hälleflintor av natronrik eller natronextrem sammansättning. Dessutom förekomma även kalirikare eller kaliextrema lager, delvis likaledes av rödaktig färg, delvis mörka — svarta. Fördelningen av de olika kemiska typerna synes vara oregelbunden och växellagring mellan desamma torde förekomma. Karbonater eller därur genom kontaktmetamorfos framgångna silikater (granat

och epidot) äro tillsammans med samtidigt avsatt blodsten ofta närvarande, fördelade i fina, inlagrade ränder, någon gång även såsom impregnation. Karbonaterna och järnmalmen ha avsatts både i natronrik och kalirik hälleflinta. I området förekomma även svarta, glimmerrika facies, i sin komposition och utbildning svarande mot de skifferartade hälleflintorna i övre etagen.

Uppträdandet av kemiskt så pass kontrasterande typer inom detta område i omväxling med varandra torde delvis få sin förklaring genom hopskjutningen av lagren. En därpå inriktad detaljundersökning skulle sannolikt genom hänsyn tagen till de kemiska typernas utbredning kunna belysa detaljveckningen. Till växellagringen torde emellertid även områdets egenskap av övergångszon mellan etagerna ha bidragit.

Frånsett Sångs-Knuthöjdsområdet dominera inom den undre etagen natronrika bergarter i högre grad än kalibetonade inom den övre. Mellan båda förefinnes utom i skillnaden mellan de förhärskande fältspaterna även den olikheten, att natronbergarterna i den undre etagen i allmänhet ha en extremare karaktär än kalibergarterna i den övre.

Den speciella typen inom den östra huvudmassan är en röd—skär, ytterst salisk, vanligen fullständigt glimmerfri natronhälleflinta med flintartat tät—finkornig grundmassa samt med varierande mängd av strökorn. Jämte denna saliska typ förekomma i mindre mängd och oregelbundet fördelade grågröna—gråvita varieteter, kemiskt likartade med de beskrivna, glimmerförande natronbergarterna i den övre zonen. Dessa hälleflinttyper äro nästan enarådande inom det stora området mellan östra kartkanten och synklinalstråket mellan trakten av Norr Älgen i N och trakten närmast S om Kärvingeborn i S. Kalifältspat är i det största antalet av de från detta område genomgångna slipproven ej påvisbar. I ett mindre antal fall kan densamma påvisas såsom helt sparsamma och sporadiska små inlagringar i strökornen och som underordnade korn eller inlagringar i albiten i grövre, kvartsfria fläckar i grundmassan. Endast i trenne fall, i kvartsporfyrer från en bergshöjd 1,800 m Ö om Svanvik, i en större bergskomplex Ö om Stora Hällsjön (vid östra kartkanten) samt i ett prov S om Finnberget ha kalirikare bergarter av intermediär eller kalirikare typ anträffats. Det förtjänar emellertid att påpekas, att i den senare porfyrkomplexen utvisar ett ostligare taget prov åter en extrem natronbergart. I likhet med natronbergarterna ha även kalibergarterna röda färger, men skilja sig från de förra genom en djupare och mer i brunt gående färgton.

Längre mot N och S förändras förhållandena, i det de hitåt allt starkare leptitiska bergarterna till övervägande del synas utgöras av intermediära—kaliextremare blandningar. Sådana förhärska S om

en linje Domvik—Lohällen samt i de flesta undersökta proven från området Ö om Nätsjön och N om Norr Älgen. Det erbjuder inom dessa områden stor svårighet att enbart på grund av det makroskopiska utseendet hålla de kemiskt olika bergarterna i sär, dock kan man säga, att de kalirikare leptitiska bergarterna antaga en mer löskornig och grövre konsistens och utmärkas av mer tegelröda eller, vid närvaro av biotit gråvioletta färger än de natronrika.

Till sin habituella utbildning äro de undre natronhälleflintorna ganska varierande. I stort sett kan man inom desamma urskilja tvenne grupper, bergarter med *måttlig — ringa kvantitet av strökorn* samt *strökornsrika* sådana. Kvantiteten av strökornen är i de senare ibland så stor, att kornen delvis direkt stöta intill varandra med grundmassan inskränkt ill mellanvinklarna eller till smala zoner mellan kornen. Dessa bergarter ha i stuff, då de äro rikare på mörk glimmer utseendet av en gråvacka. Då bergarten är salisk, blir mellanmassan makroskopiskt svår att urskilja, särskilt i friskt brott. Man kan i sådana fall förväxla bergarten med en finkornig granit, något som vid karteringen å de äldre kartorna även skett.[1] Såsom tidigare omnämnts och å kartan angivits, uppträda dessa strökornsrika bergarter i homogenare massor inom tvenne områden (SO om Söder Älgen och Ö om Sikfors). De torde å båda ställena intaga en relativt djup nivå i etagen. Att å desamma grunda en bestämd horisont, är emellertid förenat med vanskligheter, enär de dels ej äro skarpt avgränsade från de dominerande strökornsfattigare hälleflintorna, samt enär strökornsrika facies med inhomogen fördelning även förekomma i de senare.

Till sin genesis torde dessa strökornsrika facies i de flesta fall vara att anse som vulkaniska sediment (tuffer av nevaditiska lavor). Man skulle i desamma kunna förmoda omlagrade och sorterade bergarter, svarande mot de gråvackeartade lagren i den övre etagen. Möjligheten av någon sortering kan ej heller beträffande de mycket fragmentrika utbildningsformerna uteslutas, mot antagandet av en allmän dylik bearbetning genom vatten av materialet talar likväl den i regel föreliggande bristen på nötning av fragmenten samt den allmänna bristen på lagring. En grov och dåligt synbar lagring har blott lokalt iakttagits å ett ställe, öster om Halvtrons ostligaste vik. Möjligen markeras ytterligare en grovt bäddformig lagring av förekommande växlingar i strökornens storlek och antal, likväl är densamma vag och utbildad för mycket i stort, för att man utan speciellt goda blottningar och speciell kartering skall kunna påvisa densamma.

I dessa strökornsrika facies finner man ofta små inneslutningar av

[1] Jmf. bl. Hjulsjö Ö om sjön Ämten samt Ö om Sundsjön.

hälleflintor, makroskopiskt likartade med den omslutande massan, dock strökornsfattigare. Fragmenten äro små (få mm — 1 à 2 cm), oregelbundet och sparsamt fördelade. Några agglomeratbreccior alstra de ej. Ytterligare dylika inneslutningar av likartad storlek med mineralfragmenten eller av obetydligt grövre dimensioner framträda under mikroskopet. De äro urskiljbara på grund av sin, jämfört med mellanmassan vanligen kvartsfattigare sammansättning, sin från densamma avvikande struktur eller genom rikligare inströdda små malmkorn. Även genom starkare röd-pigmentering äro ibland dylika inneslutningar markerade. De bestå i de flesta fall av keratofyriska bergarter, växlande mellan täta, allotriomorft struerade sådana och facies med grövre struktur och kortlistformig utbildning av albiten. Sällan förekommer kvartsporfyr (albitextrem sådan), i vilken grundmassans kvarts bildar relativt grova, vanligen homogena, mer sällan mikropoikilitartade korn med innesluten, fint fördelad fältspat. Vanliga hälleflintor som fragment torde ha förekommit, men äro svårare att avgränsa från fragmentens mellanmassa. Ytterligare ha mycket kvartsrika, fragmentartade partier anträffats. Fragmentmaterialet är således till sin art av likartat slag som i den övre zonens agglomerater och natronrika mikroklastiska hälleflintor.

Ett exempel på en mycket fragmentrik bergart av beskrivet slag lämnar fig. 37. Det rikliga materialet av fragment utgöres till vida övervägande del av albit och kvarts, den förra rikligare än den senare. I bilden äro dessutom synliga ett fåtal fragment av en keratofyrisk bergart med finkornig struktur och kort listformig utveckling av albiten. Mellanmassan utgöres av en allotriomorf blandning av albit och kvarts, vilken senare i det avbildade provet är sparsamt för handen. I preparatet äro ytterligare ett fåtal keratofyrfragment närvarande, delvis av samma utbildning, som de å bilden synliga, delvis av tätare struktur. De te sig i det senare fallet närmast som från mellanmassan oskarpt avgränsade öppningar mellan mineralfragmenten. Övriga närvarande mineral utgöras av fåtaliga, i mellanmassan oregelbundet fördelade flagor av klorit, i mellanmassan och i strökornen sparsamt nybildade korn av karbonat samt rutil, apatit och zirkon, som utgöra accessorier. Makroskopiskt och mikroskopiskt saknas spår av förskiffring, däremot visar en allmänt i mineralfragmenten förekommande undulös utsläckning, som i enstaka fall kan vara stegrad till krossning, att bergarten varit utsatt för en betydande mekanisk påverkan. Dessa mekaniska tryckfenomen äro i gruppens bergarter mycket vanliga. Deformationen i bergarten kommer makroskopiskt först till synes, då densamma innehåller en väsentlig mängd av glimmer eller en utdragning eller utvalsning av fragmenten skett, vilket senare inträffat relativt sällan.

Makroskopiskt ha därför bergarterna tämligen genomgående ett massformigt och av tryck opåverkat utseende.

Från motsvarande, på mineralfragment rika, gråvackeartade utbildningsformer av den övre etagens bergarter skilja sig dessa hälleflintor genom frånvaron av glimmer i mellanmassan, som kan tydas som derivat av vittringsmaterial. I de beskrivna hälleflintorna saknas dylikt

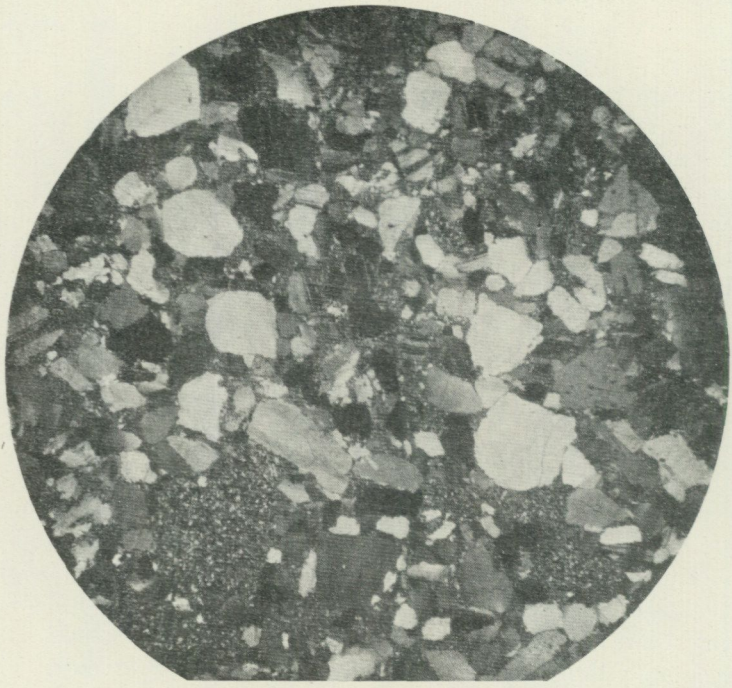


Fig. 37. Fragmentrik röd hälleflinta, Halvtroboviken. Tätt liggande fragmentartade korn av kvarts, albit och keratofyr med sparsam mellanmassa av täta, kvartsfattiga albitaggregat. + nic., först. 14 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Red hälleflinta, very rich in fragmental grains of quartz, albite and keratophyre with a sparingly represented dense groundmass of albite and some quartz. Some fragments of a keratophyric rock are also seen in the fig.*

material, för så vitt ej möjligen den undantagsvis rikligare närvarande, mörka glimmern får betraktas såsom sådant. En vidare skillnad utgör den allmänna frånvaron av nötning av fragmentmaterialet i den undre etagens fragmentrika hälleflintor. Någon rundning kan ej frånkännas kornen i det avbildade provet, i de flesta fall saknas emellertid dylik. Och där en rundning av kornens kanter förefinnes, torde den åtminstone delvis bero på en begynnande kantgranulering av kornen. Beträffande grundmassans kornstorlek är skillnaden gentemot den övre etagens hälleflintor ringa. I de flesta fall är kornstorleken

lika tät som i dessa eller obetydligt grövre. Dock gör sig mycket ofta en begynnande kantgranulering av strökornen märkbar. Påvuxna zoner omkring fältspaten, som här bestå av finlamellerad albit, förekomma sällan. I den mån kornigheten blir grövre, och bergarten börjar närma sig konsistensen av en leptit blir denna kantgranulering ytterligare prononcerad.

I mindre fragmentrika prov förändras bergarten därhän, att mellan-

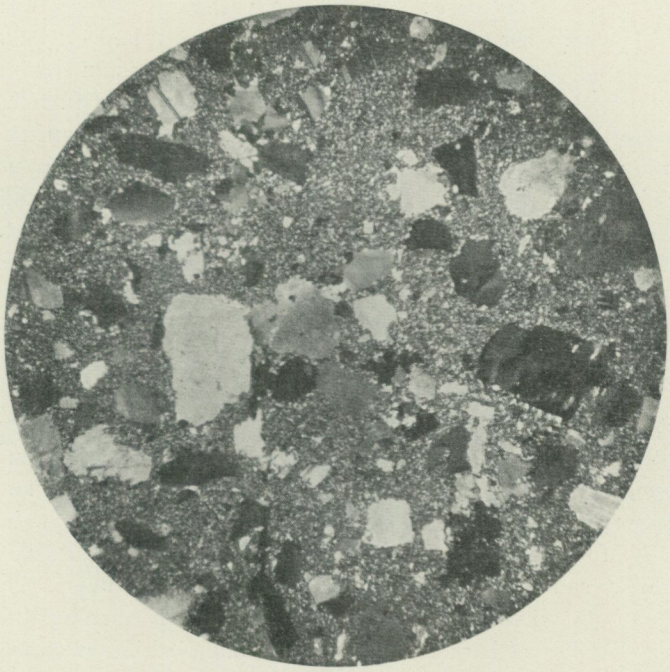


Fig. 38. Röd hälleflinta, mindre fragmentrik än föregående. Fragmentartade korn av kvarts och albit i en grundmassa av samma mineral. I bilden förefintliga fragment av keratofyr framträda ej vid korsade nic. Ön utanför Brudgumtorp. Först. 13 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Red hälleflinta moderately rich in fragmental grains of quartz and albite. The groundmass is composed of the same minerals. Small keratophyric fragments present are not distinguishable between crossed nicols.*

massan ökas till lika eller större kvantitet än den, som upptages av fragmenten. Bergarten antager därvid utseendet av en strökornsrik porfyr (jmf. fig. 38). I dessa bergarter blir svårigheten att urskilja förhandenvarande bergartsfragment större, likaså ökas svårigheten att över huvud taget bestämma bergartens genesis, om sedimentär eller bildad som en stelnad lava. I de flesta undersökta fall tyda dock strökornens former, liksom även närvaron av urskiljbara bergartsfragment på det förra alternativet. Dock föreligga även prov, i vilka saken måste lämnas oavgjord. I vissa dylika fall finner man i grund-

massorna oregelbundet utbildade och mot grundmassan oskarpt avgränsade fläckar eller sliror, bestående av grövre utbildad fältspat eller fältspat och kvarts, vilka ha alla karaktärer av att vara nodules-bildningar, och utgöra ett vägande skäl för det senare alternativet.

Den i den beskrivna fragmentrika bergarten föreliggande mineralsammansättningen är den allmännast i gruppen förekommande. Även utbildningsformer, i vilka mörka silikater helt och hållet saknas, förekomma i stor utsträckning. I andra fall varieras förhållandena genom rikligare närvaro av glimmer i mellanmassan, ibland även i en del av bergartsfragmenten. Denna glimmer utgöres nästan genomgående av klorit och biotit. Muskovit är endast närvarande i få fall, och då i förskiffrade kalifältspatförande facies. Glimmerns kvantitet uppgår sällan till mer än c:a 15 volymprocent. I få fall har tillsammans med klorit och biotit eller enbart anträffats ett fibröst, ljust, grönblått hornblände. Detsamma är i sin nuvarande form tydligt sekundärt. Egendomligt nog kan man se, huru kornen delvis bildats på bekostnad av kvarts, i det fina hornbländefibrar växa in i kvartsströkornen från angränsande hornbländekorn. Kloriten utgöres av en ljusgrön klinoklor. Den är vanligen i kvantitet dominerande över biotiten, ibland även ensamt närvarande. Biotiten är en tämligen blekt brun sådan med måttligt stark absorption.

Kloritens och biotitens fördelning i bergarterna är vanligen mycket oregelbunden. Blott sällan uppträda de likformigt som små fjäll i grundmassorna. Vanligare är, att de äro inhomogent anhopade i desamma i form av större flagor eller orediga, formlösa fläckar. Även förekommer samtidigt en skiffrig anordning av glimmern längs slirränder, som genomväva mellanmassan. Det är tänkbart, att glimmern i fläckarna i en del fall härstammar från omvandlade biotitströkorn, därvid måste dock en viss spridning utåt av substansen ha skett. I andra fall måste man i klorit-biotitfläckarna förutsätta en ersättning av bergartens grundmassefältspat genom mörk glimmer, enär denna f. n. bildar ett kompaktare eller glesare grenverk i kvarts-fältspatmassan. En oregelbundet fördelad, sekundär, metasomatisk addition av Mg—Fe är sålunda ej utesluten. Detsamma gäller även för motsvarande oxider i hornbländet i de fall, då detta uppträder.

En substans, som i de undre hälleflintorna både i denna och strökornsfattigare typer ej är sällsynt, är karbonatsubstans. Densamma lämnar ofta vid vittring en rödbrun massa som återstod, och är i sådana fall starkt järnhaltig. Karbonatkornens uppträdande i bergarten, i vilken de delvis äro utbildade i fältspatströkornen, tyder på, att de ha en sekundär utbildningsform och sannolikt är även deras substans delvis sekundärt tillförd efter bergarternas avlagring.

Det bland accessorierna karakteristiska mineralet är rutilen. Detta mineral utgör genomgående albit-hälleflintornas titanmineral ensamt eller kombinerat med fåtaliga korn av titanit. Det är till en mindre del utbildat i form av små, fritt liggande prismor, övervägande bildar det gryniga aggregat av rel. grova korn, vilka blott delvis ha prismatisk form. Mineralet har en gulbrun färg och är identifierbart på grund av sin höga ljusbrytning och sin höga dubbelbrytning. Denna kommer till synes i sådana fall, då kornen äro något grövre och substansen ej är opakt ogenomskinlig. I tvenne fall uppmättes dubbelbrytningen till $> 0{,}_2$. Det kan i vissa fall, där enbart opaka, gryniga aggregat av titanmineral föreligga, uppstå tvekan om, huruvida desamma äro att tyda som leukoxen eller rutil, i allmänhet är dock den senare identifierbar. Rutilens n. v. fördelning i bergarten är tydligtvis sekundär. Däremot kan det diskuteras, huruvida mineralet såsom sådant är sekundärt. På grund av kalkfattigdomen i bergarterna är det nämligen tänkbart, att tidigare förefintlig titanit under metamorfosen berövats sin kalkhalt och ombildats till rutil. En omständighet, som talar för, att rutilen primärt kristalliserat som sådan, är den, att mineralet i den övre zonen likaledes är allmänt i natronbergarterna, men i de kalirikare helt eller till övervägande del ersättes av titanit. Rutilen åtföljer alltså natronbergarterna. Det förtjänar samtidigt omnämnas, att rutil i form av grövre, redan makroskopiskt iakttagbara korn utgör det karakteristiska titanmineralet i den plagioklasextrema randzon, som i Västervikstrakten åtföljer Loftahammargraniten.[1]

I de i etagen dominerande, strökornsfattigare — strökornsfria hälleflintorna varieras huvudsakligen blott de strukturella förhållandena. I sin utbildning erbjuda dessa bergarter likartade förhållanden, som tidigare beskrivits från de »strukturlösa» hälleflintorna i övre etagen Kornigheten i grundmassan är i stor utsträckning likartat tät som i dessa, ofta dock något grövre. Mikroklastiska strukturer äro sällan och otydligt synbara. De urskiljbara fragmenten bestå i sådana fall av de vanliga kornen av keratofyriska eller kvarts-keratofyriska bergarter. Askstrukturer kunna undantagsvis och spårvis påvisas.

Bland dessa strökornsfattiga hälleflintor förekommande gråa eller gråvita typer motsvara kemiskt de glimmerrikare albitbergarterna i övre etagen. I slipprov av desamma finner man täta — finkorniga aggregat av kvarts och albit jämte fint fördelad biotit-klorit. Små fragmentartade korn av kvarts och albit äro i regel för handen. Mikroklastiska strukturer av den art, som beskrivits från den agglomerat-

[1] Iakttaget av förf. i prover, tagna av A. GAVELIN samt vid besök av författaren å platsen.

förande zonen SO om Söder Älgen ha blott anträffats i tvenne prov från trakten SO om Trolltjärnsviken (V om Finnberget). I dessa är något sericit kombinerad med den mörka glimmern. Ävenledes är här kalifältspat sparsamt påvisbar i bergartsfragmentena.

I den undre etagen förekomma likvisst även fullt tydligt såsom sådana igenkännbara kvartsporfyrer. Exempel därå utgöra de tvenne nämnda kalirikare bergarterna från Svanvikstrakten och Hälltjärn. I slipprov av den förra bergarten finner man strökorn av kvarts och plagioklas, kombinerade med ett fåtal mindre individer av pertitfattig mikroklin. Plagioklasen är i denna bergart av speciellt intresse. Densamma är nästan fri från kalifältspatinlagringar. Dess substans är i de flesta fall något grumlad av muskovitinterpositioner, tydande på en omvandling, och i en del av individerna finner man ännu resterande partier av denna tidigare, mer basiska blandning. Sammansättningen av densamma bestämdes till An_{15}. Porfyrens grundmassa är starkt sericitomvandlad. I densamma finner man skiffriga aggregat av sericit och fältspat, med vilken möjligen även kvarts är kombinerad. I denna sericitrika massa uppträda homogena partier av fältspat (lågt dubbelbrytande, sannolikt mikroklin), i vilka en buskformig eller radierande, delvis rent sfärolitisk utbildning av fältspatsubstansen är rådande. Grundmassan är vidare ganska rik på kvartsmandlar, till vilka större delen av dess kvartshalt är koncentrerad.

I Hällsjöporfyren återfinner man samma slag av strökorn, dock utgöres plagioklasen ej av omvandlad plagioklas utan av en frisk dylik, i vilken mikroklin i varierande mängd är utfälld som ett oregelbundet grenverk längs brottlinjer i individerna. Fältspaten liknar därigenom plagioklasen i Vinerhöjds—Kextjärnsporfyrerna. Utsläckningen vinkelrätt mot α är 15°. Detta motsvarar i en normal plagioklas en anortithalt av 6 %. Grundmassan utgöres av ett allotriomorft aggregat av fältspat, i vilket kvartsen bildar grövre korn, som i kanterna ofta grena in sig mellan fältspatkornen och bildar mikropoikilit. Obetydligt klorit är i båda porfyrerna närvarande.

Ett exempel på en kvartsporfyr av albitrik sammansättning erbjuder det omnämnda provet från östra delen av porfyrkomplexen vid Hälltjärn. Denna bergart liksom den först beskrivna erbjuder ytterligare exempel på en långt driven mineraluppdelning under lavans kristallisation av samma art, som beskrivits i den övre zonens porfyrer. Bergarten har redan makroskopiskt ett egenartat utseende med en mörk, tät massa, som i slirigt anordnade band omsluter röda, ljusare partier. Under mikroskopet (jmf. fig. 39) finner man, att de svarta banden bestå av fältspat, utbildad i finfasriga, radiellt eller (på grund av fluidala rörelser) snett mot banden ställda aggregat, delvis fria från

kvarts, delvis rikare på sådan, utvecklad i mikropoikilitiska svampar. Den mörka färgen orsakas av till dessa sliror koncentrerad, fint fördelad magnetit och i mindre mängd förefintlig titanit. Partierna mellan slirorna upptagas i det inre eller i mer excentriskt liggande delar av rena, grövre kvartsaggregat. Mellan desamma och slirorna finner man radiellt ställda, grövre albitindivider eller aggregat av dy-

Fig. 39. Fluidalslirig kvartsporfyr, Ö om St. Hälltjärn. Mörka sliror av fasrigt kristalliserad, magnetitimpregnerad fältspat omsluta magnetitfria partier av kvarts och albit. Bårder av radiellt ställd albit synliga utmed de yttre ränderna av den mörka bården omkring det centrala partiet. Detta senare delvis fyllt av grov mikropoikilit. + nic., först. 13 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Fluidal quartz-porphyry. Dark »Schlieren» of fibrous feldspar, impregnated with magnetite, enclose areas of more coarsely crystallised quartz and albite, free from magnetite. Radially arranged albite visible along the outer edges of the dark »Schlieren» in the upper half of the fig. The great central area is partly filled with a coarse micropoikilite.*

lika. Även grova, fritt liggande fältspatsfäroliter äro här utvecklade. I de sist kristalliserande kvartsaggregaten uppträder någon gång åter albit och då i grova, idiomorfa individer av en storlek, som närmar sig den hos bergartens strökorn. Det förtjänar slutligen att omnämnas, att i ett dylikt grovt kvarts-fältspatparti även klorit är utvecklad i grova individer. Klorit-kalcit av sekundärt bildningssätt förekomma dessutom i smala sprickränder, genomsättande samtliga element av bergarten. Bergarten innehåller normal mängd av strö-

korn av albit och kvarts, som uppträda i slirbanden och de grövre fältspatbårderna, däremot ej i de kvartsrika delarna av mellanpartierna.

Principiellt återfinnes i denna bergart samma fenomen som i de från Kullberget beskrivna litofyserna. Skillnaden är blott, att i Hälltjärnsbergarten bergartsmassan mellan litofysbildningarna är inskränkt till smala sliror, och att fältspaten i den förra har en grövre utbildningsform. Formellt föreligger vidare den olikheten, att de litofysartade mandelbildningarna i Hälltjärnsporfyren sakna den regelmässiga form och byggnad som utmärker litofysmandlarna i Kullberget, vilket torde bero på starkare rörelse i lavan under stelnandet.

Såsom exempel på en likaledes såsom stelningsbergart igenkännbar natronextrem bergart må ytterligare en hälleflinta, tagen i varpen vid St. Sirsjöbergets gruva, anföras. Densamma innehåller en ganska riklig kvantitet av strökorn av albit och kvarts, utbildade i idiomorfa, delvis korroderade former. Grundmassan utgöres av samma mineral, av vilka albiten delvis har en brett listformig utbildning. En motsvarande, grövre utbildning återfinnes även hos kvartsen, dock är denna till större delen blandad med fältspat i finkornigare aggregat. Man finner i dessa kvarts-fältspataggregat en del optiskt enhetliga mikropoikilitiska kvartssvampar, till större delen saknar dock kvartsen enhetlig orientering. Strukturen i grundmassan kan alltså närmast betecknas som blandat mikropoikilitisk och mikrogranitisk.

Dessa påtagliga stelningsstrukturer äro emellertid i den undre etagen relativt sällsynta. Att så är fallet beror till någon del på något stegrad sekundär kristallinitet i bergarterna, men dessutom visar erfarenheten både från denna och den övre etagen, att de albitrika bergarterna i mindre utsträckning än de kalirika antaga de karakteristiska mikropoikilitiska strukturformerna, utan ha en tendens att bilda mikrogranitiska sådana, som efter någon omkristallisation av lagren bli svårare att skilja från tuffernas allotriomorfa utbildningsformer.

Av den undre zonens dominerande natronbergarter ha tvenne analyser utförts, den ena å en strökornsrik varietet, tagen c:a 500 m N om Halvtrons nordostligaste vik, den andra å en makroskopiskt nästan strökornsfri hälleflinta från västra sidan av bergshöjden med siffran 308 å top. kartan öster om Kranktjärn (vid Svanvik). I slipprov visar sig den senare innehålla tämligen rikligt med små kvarts- och albitsplittror i en tät, allotriomorf grundmassa. I densamma uppträda ett flertal kvartsfria fläckar, som möjligen äro att tyda som fragment. I bergarten förekomma rätt rikligt med kvartsfyllda ådror, som till någon del orsaka den höga kvartshalten. I en dylik ådra uppträder

flusspat, ett eljest i hälleflintorna sällsynt mineral. Analyserna lämnade nedanstående resultat.

	XI	XI a	XII	XII a
SiO_2	79,20	13 200	82,38	13 730
TiO_2	0,24	30	0,06	7
Al_2O_3	12,61	1 236	10,55	1 034
Fe_2O_3	0,08	5	0,04	2
FeO	0,05	7	0,08	11
MnO	sp.		sp.	
MgO	0,08	20	0,12	30
CaO	0,18	32	0,42	75
Na_2O	7,29	1 176	6,10	984
K_2O	0,15	16	0,19	20
H_2O	0,14	78	0,05	28
P_2O_5	0,05	4	0,01	1
BaO	0,01	1	—	—
S	0,01	3	0,01	3
	100,09		100,01	

Aktuell mineralsammansättning:

	XI	XII
Kvarts	35,87	45,68
Albit	61,62	51,56
Mikroklin	0,89	1,11
Anortit	0,56	0,83
Celsian	0,03	—
Klorit	0,73	0,42
Rutil	0,24	0,06
Magnetit	—	0,06
Apatit	0,12	0,03
Pyrit	0,03	0,03
	100,09	99,78
Rest CaO		0,23

Aktuell genomsnittsfältspat:

XI $Or_{1,4}Ab_{97,8}An_{0,8}$

XII $Or_{2,0}Ab_{96,6}An_{1,4}$

Schematisk fältspatformel:

XI $Or_{1,4}Ab_{98,6}An_0 + Al_2O_3 = 0,45$

XII $Or_{1,9}Ab_{95,0}An_{3,1} - Al_2O_3 = 0,03$

XI. Röd, strökornsrik hälleflinta, S om Baståsen, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS (bestämningar å MgO, H_2O och P_2O_5 av G. ASSARSSON).

XII. Ljusröd, strökornsfattig hälleflinta, Ö om Svanvik, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS (bestämningar å MgO, CaO, H_2O och P_2O_5 av G. ASSARSSON).

Vid mineralberäkningen försummades i XI förefintliga sporadiska magnetitkorn, vilkas kvantitet var alltför liten för att låta sig genom mätning bedömas. Likaså försummades enstaka, i båda proven förefintliga titanitkorn. Felen i analyserna summera sig i kloriten. Denna blir i XI en Al- och Mg-rik amesit, i XII en från seskvioxider fri serpentin, likaledes rik på Mg. Mg-rikedomen är i båda fallen otvivelaktigt riktig, däremot visa de optiska egenskaperna i båda preparaten hän på en klinoklor alltså en varietet med intermediär seskvioxidhalt. I XII beror inkongruensen med de verkliga förhållandena liksom den uppstående CaO-resten på närvaron i provet av flusspat, som ej

låter sig beräknas då ingen F-bestämning utförts. Det föreligger även skäl att förmoda, att en del av den till anortiten förda CaO-kvantiteten i själva verket är bunden i flusspat och att alltså An-molekylen i formlerna är något för hög. Ett bindande av CaO-resten och anortitens halva CaO-kvantitet i flusspat skulle fordra 0,22 % F.

De analyserade proven torde representera de över huvud taget mest extrema hittills undersökta natronbergarterna inom leptit-hälleflintformationen. Närmast motsvaras de av Persbergs—Nordmarkens leptiter,[1] som ju på andra sidan Saxåns synklinalskål även utgöra de analyserade hälleflintornas stratigrafiska ekvivalenter. Likheten hade blivit än större, om i stället för de mycket saliska analysproverna något glimmerrikare sådana utvalts.

I SANTESSONS analyssamling föreligga från trakten Ö om kartområdet tre analyser och från S. Ekeberget omedelbart innanför östra kartkanten en analys. Desamma äro nedan återgivna:

	a	b	c	d
SiO_2	83,27	80,53	75,24	67,42
Al_2O_3	8,19	11,21	12,58	19,63
Fe_2O_3	1,41	0,28	0,84	—
FeO	1,56	0,45	1,72	—
MnO	—	sp.	sp.	—
MgO	0,32	0,06	0,42	0,49
CaO	0,45	0,51	1,22	1,19
Na_2O	0,62	6,55	4,84	10,97
K_2O	2,35	0,12	1,70	sp.
gl. f.	0,93	0,67	0,81	0,87
	99,10	100,38	99,37	100,57

Schematiska fältspatformler:

	Or	Ab	An
b	1,2	96,8	2,0
c	16,9	72,9	10,2
d	—	95,8	4,2

a. V om Babbtjärn, Järnboås Sn, bl. Hjulsjö, H. SANTESSON 1876 (2)[2]
b. S om sjön Flacken, Hjulsjö » » » » » » (3)[2]
c. S. Ekeberget, Grythytte » » » » » » (17)[2]
d. V stranden av Finnsjön, Järnboås Sn, bl. Nora, H. SANTESSON 1876 (46).[2]

Av analyserna bekräfta b och d hälleflintornas extrema albitkaraktär även i fortsättningen öster om kartkanten. I c är kalihalten något högre. Svårförståelig är den höga anortithalten i denna bergart, vilkens fyndort faller inom kartans område. I samtliga genomgångna slipprov har i intet fall med undantag för en grov, gnejsartad, kalirik leptit från Örlingen V om skiffern en motsvarande plagioklas anträffats.

[1] H. E. JOHANSSON, HJ. SJÖGREN, N. SAHLBOM G. F. F. *36*, sid. 444, 447, 448 och 457.

[2] Dessa siffror motsvara numren i SANTESSONS tabell över hälleflintor, S. G. U. Ser. C, n:r 17, sid. 58.

Möjligt är, att i det analyserade provet hornblände förefunnits. Om Mg-Fe-molekylerna omräknas på detta mineral skulle anortithalten sjunka med drygt hälften. Tyvärr har jag ej kunnat återfinna det analyserade provet.

a måste enligt analysen till övervägande del bestå av kvarts och glimrar. Sannolikt är det en metasomatiskt omvandlad facies av hälleflinta. I b uppstår vid beräkningen en rest av 0,27 % Ca och dessutom brist på Al_2O_3 i den kloritiska resten. Sannolikt ingår något karbonat i bergarten. Även i d tyder brist på Al_2O_3 i kloritresten på samma sak. Formlernas An-halt torde därför genomgående vara högre än den i fältspaten aktuella.

De inom Sångs-Knuthöjdsområdet förhärskande röda hälleflintorna kunna närmast jämföras med de strökornsfattiga bergarterna i den undre etagen öster om synklinalstråket. Strökornsrika facies av bergarterna äro i detta västra område sällsynta. Kemiskt sett förefinnas bland de undersökta proven bergarter av lika extrem albithalt som i det östra området (jmf. alkalianalys N:o 5 nedan). Dock äro variationer med högre kalihalt oftare närvarande. Kalihalten torde i vissa fall kunna gå upp till en kvantitet motsvarande en intermediär eller kalirikare sammansättning av alkalierna. I slipproven finner man den vanliga hälleflintutbildningen med glesa eller måttligt rikligt fördelade, vanligen små, fragmentartade korn av kvarts och albit, liggande i en tät, allotriomorf grundmassa. Mineralfragment kunna även helt saknas. Albiten är antingen ren eller i de mikroklinförande proven inlagrad med sparsamma kalifältspatinlagringar. Påväxta zoner av mikroklin antyda i vissa av dessa bergarter rikligare närvaro av kalifältspat i grundmassan. I ett kalirikt prov utgöras fältspatfragmenten av grov pertit med ungefär lika delar av vardera komponenten. Grundmassan är i de flesta fall homogen, utan påvisbar mikroklastisk struktur. I andra fall är den mer inhomogen, fläckig på grund av uppträdande småfläckar av kvartsfri eller kvartsfattig sammansättning och något grövre kornstorlek. Dessa små fläckar utgöra fragment av keratofyrisk eller kvartskeratofyrisk beskaffenhet. De äro bättre urskiljbara i sådana fall, då hälleflint-mellanmassan är impregnerad av fint fördelade malmkorn. I dylika fall äro formerna tydligare synbara, och de visa sig vara mycket oregelbundna, varierande mellan skärvartade — kantigt isometriska. Fältspaten i fragmenten utgöres av albit eller albit, kombinerad med underordnade mängder mikroklin. Jämte denna keratofyr har i ett prov anträffats en tät, trakytoid eller, vid närvaro av kvarts kvartsporfyrisk bergart som fragment. Likaledes i ett fall fragment av järnkisel.

Jämte de vanliga accessorierna finner man ofta en fin, homogen

impregnation av malmmineral, åstadkommen genom fina blodstensfjäll, varjämte glesare liggande, genom omkristallisation ur de förra bildade, grövre magnetitkorn äro närvarande. I vissa fall utgöres malmhalten enbart av magnetit, utbildad på detta senare sätt.

I slipprov av glimmerrika, skifferartade lager finner man täta massor av biotit och muskovit samt finfördelad kvarts och fältspat. Fragment av kvarts och fältspat äro sparsamt, ofta ej alls förhanden. De senare utgöras övervägande av fattigt antipertitisk albit, tillsammans med vilken pertit kan uppträda. Även fragmentliknande, små, glimmerfria fläckar, sannolikt representerande bergartsfragment förefinnas ibland. De utgöras i så fall av keratofyrer eller allotriomorf hälleflinta. I fall där bergarternas massor ha en något grövre kornighet, kunna såväl enbart mikroklinkorn som i andra fall både albit och mikroklin urskiljas. Alkaliförhållandet i bergarternas fältspat är sålunda ganska växlande. Proportionen mellan biotit och muskovit är i olika lager varierande. I ett fall (det nedan anförda analyserade provet) är muskovit blott spårvis påvisbar. I de flesta fall äro båda närvarande och muskoviten rikligare än biotiten. Denna utgöres av en måttligt starkt absorberande, något grönaktigt brun varietet. Totala glimmerkvantiteten varierar i olika prov. Den kan vara lika riklig som i det analyserade provet ur övre etagen från Högbornstjärn, och dylika fall äro ej sällsynta. Genom minskad glimmerkvantitet kommer man å andra sidan över till mer hälleflintartade bergarter, som utgöra mellanformer till renare sådana av ovan beskriven beskaffenhet.

Bergarterna inom Sångs-Knuthöjds-området visa i sina strukturer ofta en påverkan av svag kontaktmetamorfos även på långt avstånd från granitkontakterna. Sådana fenomen äro utom den redan antydda granat-epidotbildningen ur karbonatränderna eller ur de hälleflintorna impregnerande karbonaterna, fattigdomen på eller avsaknaden av klorit, som ersatts av biotit, vidare en partiell utbildning av glimmern i grövre svampiga blad. En grövre kornighet i grundmassorna är även ibland utvecklad, varvid den mikroklastiska strukturen otydliggöres. Dylika fenomen äro spridda över hela området från Saxen och fram till sjön Sången. I de glimmerrikare lagren yttrar sig kontaktinverkan någon gång som en fläckbildning, orsakad av en aggregering av biotiten till att bilda tätare och grövre aggregat i fläckarna. Ett kontaktmineral, som mer sällan anträffas i glimmerfattiga hälleflintor, men som är vanligare i glimmerrika, är blå turmalin. Likaså är ortit ej sällsynt.

Å områdets hälleflintor ha tvenne alkalianalyser utförts. Den ena, n:o 5, utvisar proportionerna mellan alkalierna i en röd, tät hälleflinta från Knuthöjden (provet taget från det s. k. Prästberget). I slipprovet finner man en tät, allotriomorf matrix med glesa, helt små skärvor av

kvarts och albit. N:o 6 visar sammansättningen av en svart, sparsamma, smala kalkränder innehållande hälleflinta ur en lagrad häll vid stranden av Sången strax S om bäckens utlopp å mitten av västra sidan. Mikroskopiskt finner man en tät parallellstruerad matrix av finfjällig biotit, kvarts och fältspat. Fläckvis är grövre kristallinisk mikroklin aggregerad. Bestämningarna äro utförda av G. ASSARSSON,

	5.	6.
Na_2O	6,25	2,57
K_2O	0,29	5,51

För 5 erhåller man fältspatformeln Or_3Ab_{97}. För 6 skulle motsvarande formel bli $Or_{59}Ab_{41}$, dock anger denna ej sammansättningen av genomsnittsfältspaten, enär kalihalten till stor del är bunden i den rikliga biotiten.

För fullständighetens skull må även en äldre analys av L. SVANBERG anföras.[1] Bergarten angives såsom hälleflinta, Saxe Knut, Hällefors. Sannolikt är provet taget i Knuthöjdstrakten.

SiO_2	79,55	CaO	2,52
Al_2O_3	11,31	Na_2O	3,66
Fe_2O_3	0,42	K_2O	2,38
FeO	(0,38)	gl. f.	0,69
MgO	0,10		100,63

Enligt den schematiska formeln skulle bergarten få en albitbetonad formel av $Or_{26}Ab_{60}An_{14}$. Vid beräkningen uppstår emellertid en rest av 1,03 % CaO. Man torde därför ha att göra med en epidot, möjligen även granat och kalkspat innehållande hälleflinta.

Hälleflintornas kemiska sammansättning.

De i det föregående anförda analyserna V—XII, alkalibestämningarna 1—5 samt de SANTESSONSKA analyserna b—d äro å fig. 40 sammanförda i fältspattriangeln.[2] Tvenne förhållanden äro här i ögonen fallande, nämligen dels punkternas läge utmed alkalifältspatlinjen, motsvarande bergarternas anortitfattiga konsistens, dels punkternas vidsträckta spridning längs linjen, svarande mot den starka

[1] K. V. A. Handl. 1850, s. 9.

[2] I V, VIII och X är porfyr- resp. hälleflintmaterialets beräknade sammansättning återgiven, sedan avdrag för vittringsmaterialet gjorts (jmf. sid. 78, 115 och 130). I diagrammet är SVANBERGS analys av hälleflinta från Saxe Knut ej medtagen på grund av bergartens okontrollerbara halt av kalksilikat. I analys IX har fältspatformeln beräknats An-fri, enär den i mikroklinen ingående kalken ej låter sig bestämmas. Den i bergarten förefintliga epidoten är tydligtvis till sin huvudmassa infiltrerad. Om analysens Ca-halt medtages i beräkningen blir formeln Or_{89} Ab_2 An_9.

differentiationen i alkalifältspatkomponenterna. Hälleflintorna torde i dessa avseenden tillsammans med leptiterna i Filipstads bergslag representera de mest extrema leden inom den malmförande formationen. Den alkalina karaktären är beträffande punkterna 1—6 något extremare i diagrammet än i verkligheten, alldenstund kalkhalten ej bestämts. Likaså har i IX av angivet skäl analysens CaO-halt utelämnats. Den förskjutning av analysorterna, som en fullständigare analys och ett medtagande av den i fältspaten bundna kalken i dessa fall medfört, hade emellertid blivit obetydlig, och belyses av punkterna V—VIII och X—XII. Det högre läge, som c och d intaga, torde vara beroende på i proven förefintligt, ej bestämt karbonat; möjligen föreligger även någon felaktighet i dessa äldre analyser.[1]

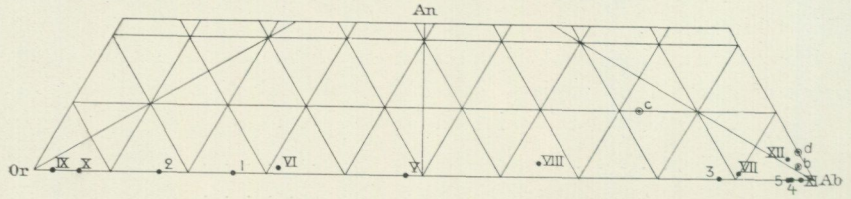


Fig. 40. Fältspatdiagram över hälleflintorna. *Diagram of the feldspar proportions in the hälleflintas.*

		Or	Ab	An
V	Tuffit, Brevik (ber. porfyrmaterial)	52	48	—
VI	Kvartsporfyr, Kullberget	67,8	31,3	0,9
VII	Kvartsporfyr, Sikfors	9,1	90,3	0,6
VIII	Tuff, Malmbergsudden (ber. porfyrmaterial)	32	67	1
IX	Hälleflinta, Ö. Silvergruvan	97,6	2,4	0
X	Skifferartad hälleflinta, Högbornstjärn (ber. hälleflintmaterial)	94	6	0
XI	Röd hälleflinta, Baståsen	1,4	98,6	0
XII	» » , Svanvik	1,9	95,0	3,1
1	Kvartsporfyr, Långnäset (alkalibest.)	74,1	25,9	
2	» , Kextjärn »	83,6	16,4	
3	» , » »	11,9	88,1	
4	» , Kullberget »	2,5	97,5	
5	Röd hälleflinta, Sången »	3,0	97,0	
b	Hälleflinta, sjön Flacken (äldre analys)	1,2	96,8	2,0
c	» , S. Ekeberget »	16,9	72,9	10,2
d	» , Finnsjön »	—	95,8	4,2

Man kan diskutera, huruvida denna bergarternas alkalina karaktär är av primär natur eller ej. Den skulle i senare fallet närmast vara

[1] I XII ingår även den i flusspaten bundna kalken i den beräknade anortiten, vilkens kvantitet därför är något för hög (jmf. sid. 151—52).

att uppfatta som en produkt av den lågtempererade metamorfos, som bergarterna genomgått, under vilken anortiten ej varit stabil. Man skulle med andra ord ha att göra med en dekalcifiering av samma art, som tidigare av författaren beskrivits från Kirunaområdet, vars bergarter tillhöra samma metamorfa facies som de föreliggande. En omvandling av denna art skulle emellertid ej ha försiggått utan att lämna spår efter sig i de omvandlade mineralen i form av nybildade produkter, epidot, kalcit, glimmerfjäll o. d. Ävenledes kunde man vänta att finna oomvandlade rester av det primära mineralbeståndet.

Man finner i bergarterna tecken, som tyda på omvandlingar och verksamhet av transporterande lösningar. Hit hör uppträdandet av sprickfyllnader av kalcit och kvarts samt ofta i bergarternas massa förekommande, nybildade korn av kalcit (ren eller kombinerad med Fe- och Mg-karbonater). Likaså uppträda ofta i oregelbunden fördelning och längs sprickor klorit och biotit. Fibröst ljusgrönt hornblände är någon gång utbildat i oregelbunden fördelning och längs sprickränder, dock huvudsakligen i den undre zonen. På omlagring, förmedlad av genomsipprande lösningar, tyder vidare rutilens sid. 147 omnämnda koncentrering i kompakta aggregat, likaså tyder titanitens i regel matta leukoxenartade konsistens på omvandling. Delvis torde dylika leukoxenaggregat vara bildade ur ilmenithaltig järnmalm. Omnämnas bör vidare, att apatiten sällan har den idiomorfa utbildning den brukar ha. Vanligen ha de sparsamt förekommande kornen en rundad, liksom anfrätt form samt en porös konsistens, vilket tyder på en partiell upplösning av desamma. Ett förhållande, som utan vidare utvisar en i de kalirikare bergarterna mycket omfattande mineralombildning är den i följande kapitel vidare diskuterade omvandlingen av kalifältspat till sericit.

Det är diskutabelt, huruvida det nybildade mineralmaterialet i sin helhet primärt innehållits i bergarternas mineral. Osannolikt är ej, att ex. hornblände, biotit och karbonater delvis erhållit vissa av sina beståndsdeler (Fe, Mg) genom metasomatisk tillförsel samtidigt med malmbildningen. Att främmande material intransporterats i bergartsmassorna utvisas därav, att man ibland i de täta grundmassorna finner grova, formlösa och svampigt utbildade individer av ortit, i sin utbredning oberoende av intrusiva magmakroppar. Detsamma utvisar än tydligare förhandenvaron av metasomatiskt fullständigt omvandlade och kemiskt förändrade bergartspartier (klorit-sericitskiffrar m. fl. omvandlingsprodukter), som i det följande kapitlet skola beskrivas, för att slutligen ej hänvisa till den metasomatiskt skedda malm-skarnbildningen.

Även om man emellertid räknar med hela den CaO-kvantitet, som f. n. i sekundärt bildade mineral är spridd i bergarterna, kan man dock ej väsentligt rubba bergarternas å diagrammet manifesterade alkalina karaktär. I Kullbergsporfyren medför inberäknandet av den i karbonat bundna kalkhalten en höjning i fältspatformelns An-halt av 0,9 %. I genomsnitt blir kanske höjningen något större, säkerligen dock ej mer än högst 2—3 %.

Om en dekalcifiering skett, borde den i främsta rummet komma till synes i strökornen. I de flesta fall äro spår av en dylik omvandling ej synbara, utan individerna äro friska och klara eller innehålla helt sporadiska, mikrolitiska fjäll av glimmer. I få fall ha rikligare interpositioner anträffats, och detta huvudsakligen i kalirikare hälleflintor. I de albitextrema hälleflintorna har i få fall, nämnvärd grumling genom interpositioner iakttagits i strökornen. I ett fall, i den kalirikare porfyren från Svanvik i undre zonen ha rester av mer basisk plagioklas anträffats med en sammansättning av An_{15}. I de fall, då en ej albitisk utsläckning föreligger i de kalirikare porfyrernas plagioklasströkorn, tyda de optiska förhållandena på blandningar av max. An_6—An_{10}. En primär anortithalt av max. 15 % synes sålunda i en del fall ha förekommit i plagioklasströkornen och speciellt i de kalirikare hälleflintorna, övervägande har dock sammansättningen både här och i albitbergarterna från början varit alkalin, likartad med eller föga avvikande från den, som f. n. föreligger. För en i större skala skedd utlakning av kalk ur bergarterna finner man däremot ej något stöd.

Den i hälleflintorna skedda differentiationen omfattar nästan hela intervallet mellan Or- och Ab-hörnen. Såsom diagrammet visar, är emellertid fördelningen av analysorterna ej likformig. Sålunda aggregera sig analyserna vid och nära intill Ab-hörnet, vidare äro de anordnade i en mer spridd rad mellan mittlinjen och bortemot Or-hörnet. Däremellan finnas blott tvenne enstaka analysorter (VIII och c). Punkterna mellan mittlinjen och Or-hörnet motsvara de dominerande hälleflintorna inom den övre etagen, de vid Ab-hörnet de inom den undre. Genomsnittet för den övre zonens kalibergarter synes komma att falla ungefär å den plats där I är belägen. Om man tager hänsyn till den mikroskopiska beskaffenheten i de genomgångna proven, torde man kunna fylla mellanrummen från punkt V vid mittlinjen och fram till VIII (Malmviks-tuffen) och sannolikt komma ytterligare något längre åt Ab-hörnet. Ytterligare skulle man i den undre etagen kunna få en fortsättning från Ab-hörnet åt vänster med något ökad kalihalt. Huruvida mellan dessa albitextrema och de intermediära-kalibetonade hälleflintornas grupp någon verklig lucka finnes, är svårt att säga, men tydligt är att relativt få och kvantitativt obetydliga delar

av hälleflintorna falla inom gebitet 15—30 à 40 % Or, samt att huvudmassorna av formationen ligga vid 0—15 och 40—90 à 95 % Or. Detta innebär en skarp uppklyvning i den magma, som levererat lavorna, och denna uppklyvning är realiserad i stort i de båda etagerna, liksom den återfinnes i detalj inom desamma.

Punkternas fördelning i diagrammet stämmer rätt väl överens med den bild, som JOHANSSON, SJÖGREN och SAHLBOM tidigare lämnat av de kemiska förhållandena i leptiterna inom Filipstads bergslag.[1] Dock förtjänar påpekas, att punkterna VIII och V utfylla tomrummen i det av dem återgivna diagrammet.

Denna differentiation är ett nytt, extremt exempel på den starka fältspatuppdelning, som är rådande inom de malmförande delarna av leptit-hälleflintformationen, och som tidigast påpekades av H. JOHANSSON från Grängesbergsområdet,[2] senare i det nyss refererade arbetet från Filipstads bergslag. JOHANSSON fann i det förra områdets leptiter en viss diskontinuitetsarea i fältspattriangeln omkring $Or_{30}Ab_{58}An_{12}$, inom vilket både analysorter och mikroskopiskt iakttagna blandningar saknas. Denna area skulle enligt JOHANSSON motsvara magmans genomsnittssammansättning. Med någon förskjutning åt höger passar detta läge mot den utmed alkalilinjen belägna luckan mellan de dominerande typerna i Grythyttefältets hälleflintor.

Även i ett diagram över en större samling av analyser från de malmförande delarna av leptit-hälleflintformationen framträder denna uppdelning i fältspatkomponenter. Det är däremot ett anmärkningsvärt förhållande, att inom den av JOHANSSON utpekade diskontinuitetsarean och till vänster därom med något mer intermediärt läge faller huvudmassan av tillgängliga analyser från ej malmförande områden av formationen.[3] Exempel härå erbjuda Faluområdet, analyserna från bl. Claestorp i Östergötland, Upsala hälleflintor samt leptiterna i Blekinge.[4] Inom dessa områden är samtidigt An-halten relativt hög. Även inom Åtvidabergsområdet förhärska intermediära Or-Ab blandningar dock med en lägre An-halt (8—20 %).

Frågan, huruvida de kemiskt extrema bergarterna i malmformationen ha en primär sammansättning eller ej, har av tidigare författare diskuterats, och man har därvid upptagit till diskussion de extrema natronleden, som inom formationen ha en så stor utbredning. Sålunda har av LINDROTH framhållits möjligheten av en omvandling eller albitisering, varmed denna författare huvudsakligen synes avse en dekal-

[1] G. F. F. *36*, sid. 479.
[2] G. F. F. *32*, sid. 380.
[3] Jmf. även GEIJER. S. G. U. Ser. C. 275, sid. 93—94.
[4] Jmf. tidigare av förf. publicerad analyssammanställning, G. F. F. *43*, sid. 587 och 593.

cifiering och ett utvandrande av de utlösta Ca-föreningarna ur albiten.[1] Från de av honom undersökta trakterna anföras vissa bevis för en dylik omvandling, dock av sporadisk utbredning och kvantitativt av ringa betydelse. Denna fråga är för fältets bergarter redan diskuterad. Av GEIJER har spörsmålet om den extrema albitkaraktären i korthet berörts, därvid samtidigt paragenesen av skarnmalmer och natronbergarter införts i diskussionen.[2] GEIJER påpekar möjligheten av, att man i stället för att skarnmalmer primärt varit knutna vid denna kemiska typ, tvärtom kan tänka sig problemet så, att natronkaraktären är ett verk av samma lösningar, som alstrat malm och skarn. Detta innebär en albitisering ej blott genom avkalkning, utan även genom ersättande av kalifältspat genom albit. En konsekvens av detta resonemang blir emellertid, att man även för de manganrika järnmalmerna, som lika konsekvent åtfölja kalirika led av formationen, har rättighet postulera en mikroklinisering. Den kemiska karaktären hos kalibergarterna är även delvis lika extrem som hos de albitiska leden och såsom ett verk av magmatisk differentiation snarare mer svårförståelig än beträffande albitbergarterna. Albitiserings- och mikrokliniseringshypotesen i den av GEIJER antydda formen kräver vidare som konsekvens, att albit- resp. mikroklinkaraktären bör vara mest extrem i grannskapet av malmerna och mindre extrem i de mellanliggande delarna. Detta är emellertid i Grythyttefältet enligt erfarenheten av talrika slipprov ej fallet. Samtliga analyser med undantag av IX (hälleflintan från Ö. Silvergruvan) äro dessutom tagna på större avstånd från malmfyndigheter. Att bergarternas extremt kemiska karaktär i allmänhet skulle stå i samband med omvandlingar, som föranletts av de malmbringande lösningarna får därför anses uteslutet. Man måste, om man vill antaga, att en omvandling skett, utgå ifrån, att denna skett i mycket stor skala, i det föreliggande området omfattande hela hälleflintkomplexen samt med en skild stratigrafisk fördelning av de fixerade alkalierna, d. v. s. av desamma har natrium övervägande fixerats i den undre etagen, medan kalium absorberats i den övre. Det torde ej behöva särskilt påpekas, vilka svårigheter det möter att erhålla en rimlig förklaring till en dylik process, samtidigt som kalibergarterna i den övre etagen innehålla inlagrade albitbergarter av lika extrem karaktär som de i den undre.

Om en albitisering av kalifältspat skall kunna påvisas i bergarterna, torde detta endast kunna ske genom förhandenvaron av ofullständigt genomförd pseudomorfosering, alltså genom rester av delvis albitise-

[1] S. G. U. Ser. C. N:o 266, sid. 105 samt G. F. F. *44*, sid. 54 och 67. Av LINDROTHS framställning i det förstnämnda arbetet synes framgå, att han även tänkt sig möjligheten av en albitisering av tidigare kalifältspat (sid. 104).

[2] G. F. F. *43*, sid. 106.

rad kalifältspat. Schackbrädeartad eller ojämt finstrimmig tvillinglamellering kan däremot ej tagas som bevis för albitisering, enär denna struktur är karakteristisk för renare albitblandningar även vid primär utkristallisation ur en magma. Några påvisbara dylika mikroklinrester ha i de genomgångna preparaten ej anträffats. Den i strökornen förekommande tvillinglamelleringen är av ganska varierande art, delvis normal med jämnlöpande lameller, delvis schackbrädeartad eller finstrimmig. Även i samma prov finnas exempel på båda facies i olika (större och mindre) individer eller i olika delar av samma individ (den finstrimmiga då utvecklad som ytterzon). Kalifältspatinlagringar uppträda emellertid i albitindividerna oberoende av tvillingstrukturens art.

Det har tidigare framhållits, att de albitextrema porfyrerna i allmänhet antaga en från de kalirikares avvikande grundmassestruktur med tendens till mikrogranitisk utbildning. Även äro mineralen i grundmassorna grövre utbildade. Detta förhållande som blott låter sig påvisas i hälleflintorna, där den primära beskaffenheten av strukturerna är bibehållen, ej i de omkristalliserade leptiterna, är av avgörande vikt för albitiseringsfrågan.

De anförda förhållandena torde tillfyllest belysa de svårigheter, som äro förknippade med antagandet, att den i hälleflintorna föreliggande, långt drivna differentiationen av alkalikomponenterna ej är en primär egenskap. Fullständigt kan man dock ej utesluta möjligheten av kemiska förändringar av alkalierna efter materialets avlagring. Avsevärda förändringar ha sålunda skett i kalibergarterna vid den sericitomvandling, som i så stor skala försiggått i desamma, därvid natrium kan hava utlakats ur den sönderdelade mikroklinen. Ett dylikt antagande är kemiskt sett berättigat på grund av den mättning i de verksamma lösningarna med K_2O, som kalifältspatens överförande till sericit medför. I denna process har man en regionalt verkande faktor, som mycket allmänt har påverkat kalibergarternas kemiska sammansättning. Huruvida under densamma någon förskjutning i alkaliförhållandet till kalihaltens förmån skett, är dock svårt att bedöma utan därför lämpat analysmaterial. Största sannolikheten för att en förskjutning i denna riktning skall ha inträffat, föreligger i fall av extrema mikroklinbergarter, som saknat individualiserad albit, på grund av denna fältspats resistenta karaktär under sericitomvandlingen (jmf. vidare kap. om hälleflintornas metamorfos). I mindre kalirika hälleflintor, innehållande en väsentlig mängd individualiserad albit är ett motsatt resultat, alltså ett höjande av den relativa Na_2O-kvantiteten tänkbart. En likartad utlösning av K_2O ur albitrika bergarter är tänkbar. Därvid bör sericit ha kvarlämnats i bergarten. Frånvaron eller

den helt obetydliga kvantiteten av detta mineral i flertalet av de genomgångna proven av albit-hälleflintor tyder emellertid på, att denna process ej försiggått, eller att den spelat en mycket obetydlig roll, och att sålunda den n. v. extrema albitsammansättningen är primär eller helt obetydligt förändrad. Sericitomvandlingen kan sålunda i båda hälleflintgrupperna ha lett till någon skärpning av redan föreliggande extrem komposition, däremot ej alstrat ny sådan.

Det är slutligen rimligt, att medgiva möjligheten av någon förändring under malmbildningen i hälleflintorna i malmernas omedelbara grannskap. Vid malmbildningen kunna alkalier ha innehållits i de malmförande lösningarna. Ytterligare har hälleflinta förträngts av malm och skarn i de malmförande kalklagren och utmed deras gränser. De härvid lösgjorda alkalierna tillsammans med de ev. tillförda kunna tänkas ha påverkat de angränsande delarna av sidostenen, vilken påverkan i regel bör ha resulterat i en skärpning av ev. redan förefintlig Na_2O-, resp. K_2O-övervikt. På grund av det redan påpekade faktum, att fördelningen av alkalierna är lika extrem utanför malmfältena som intill desamma, blir emellertid möjligheten av att påvisa förefintligheten av förändringar av denna art problematisk. De ha under alla omständigheter endast lokalt kunnat spela någon nämnvärd kvantitativ roll.

Betänkligheterna mot natronbergarterna såsom primära differentiat torde ytterst ha bottnat i sällsyntheten av dessa bergarter bland erkända primära spaltprodukter. Keratofyrerna utgöra sålunda en grupp, som tillhör dislocerade terränger, och visar spår av omvandlingar. Extrema natronbergarter bland yngre lavor äro sällsynta och torde knappast vara kända med samma alkalina och ytterligt kalifattiga sammansättning, som är utmärkande för extrema albitleptiter och -hälleflintor. Dylika lavor uppträda tillsammans med basalter, ur vilkas magma de torde vara utdifferentierade.[1] Såsom apliter ur intrusiva diabaser äro albit-kvartsstenar av mycket extrem karaktär kända från åtskilliga områden och kunna betecknas som vanliga.[2] Det gäller emellertid även om desamma, att de kvantitativt spela en obetydlig roll. Såsom direkta spaltprodukter ur en basisk magma kunna våra albitrika hälleflint-leptitbergarter emellertid ej uppfattas. Däremot talar den geologiska associationen med intermediära och kalirika led samt bristen på associerade basiska lavor (eller intrusioner) av motsvarande kvantitet.

Frågan om natronbergarterna i malmformationen har emellertid kom-

[1] Island (G. F. F. *13*, sid. 637), Juan Fernande-öarna (Bull. Upsala XI, sid. 283).

[2] Ang. litteratur om diabasapliter se beskrivningen av de intrusiva grönstenarnas acida restmagmor.

mit i ett nytt läge genom påvisandet under de senare åren av den långt gående spaltningen i fältspatmolekyler i våra urgraniter och uppträdandet av extrema randfacies och gångsekret ur desamma.[1] Bland dessa senare förekomma blandningar med i det närmaste lika extrem och alkalin sammansättning som i områdets hälleflintor. För så vitt Silverknutsgranofyrgraniten tillhör urgranitmagman, representerar den en spaltprodukt, som kemiskt fullständigt ekvivalerar albithälleflintorna. En utsöndring av extrema natronbergarter är vidare känd från granitapliter och -pegmatiter.[2] Bildandet av extrema natronbergarter ur granitiska magmor genom primär differentiation och i kvantitativt större skala är sålunda en sak, som bevisligen förekommit. De bildningar, som ur differentiationssynpunkt äro de mest svårförståeliga, bli därmed ej natronbergarterna inom malmformationen utan de extrema kalibergarterna. Så albitfattiga bergarter som de kalirikaste hälleflintorna inom området och som de analyserade hälleflintorna från Sala, Långban, Åmmeberg m. fl. områden äro ej representerade inom de analytiskt kända delarna av urgraniterna. De extremaste leden hålla sig här vid 57 % Or (malmförande randzonen vid Åtvidaberg). Ett exempel på en mycket kalirik granit, sannolikt tillhörande urgranitgruppen erbjuder dock den av H. VON ECKERMANN nyligen beskrivna Mansjögnejsgraniten (Or = 77,8, Ab = 17,9, An = 4,3).[3] Enligt beskrivningen har man här att räkna med en betydande modifikation av sammansättningen genom assimilation, speciellt av granatrika, förgnejsade sediment, dock torde den höga kalihalten ej på dylikt sätt kunna förklaras (jmf. granitgnejsens rel. ringa K_2O-halt).

Man torde sålunda beträffande leptiternas och hälleflintornas kemiska karaktärer få utgå ifrån, att de äro primära egenskaper, alstrade genom differentiation i den underlagrande magma, som levererat deras material. Denna differentiation har inom området varit mycket extrem och lett till en alkalin, salisk och kvartsrik sammansättning. Den dominerande mängden av pyroklastiskt lavamaterial liksom även uppdelningen i kvarts och fältspat under lavornas stelning visar vidare, att de uppträngande lavorna varit rika på lösta gaser.

Diskussionen av de mineralogiska och strukturella förhållandena i kvartsporfyrerna ledde till den slutsatsen, att minimitemperaturen hos lavorna vid deras utträde på jordytan torde få sättas till 900°. Vid denna temperatur har den nuvarande uppdelningen i fältspatkomponenter förelegat genomförd. Vid den ytterligare avsvalningen har under kristallisationen en uppdelning i detalj av kvarts-fältspat mycket

[1] Jmf. förf:s sammanställning. G. F. F. *43*, sid. 548.
[2] Ibid. sid. 571.
[3] G. F. F. *44*, sid. 219.

allmänt skett, däremot har ingenstädes en senare differentiation i fältspatkomponenter iakttagits.

Rörande förloppet av själva huvud-differentiationsprocessen, uppdelningen i alkali-fältspater, lämnar oss iakttagelsematerialet ej några hållpunkter. Det må endast framhållas, att man vid diskussionen av differentiationen ej nödvändigtvis behöver utgå ifrån, att de synbara lavabergarterna utgjort en blandad massa, ur vilken hälleflintorna genom differentiation framgått. De vulkaniska produkterna kunna även uppfattas såsom successivt bildade randfacies till den underliggande magman, vilkens huvudmassa kan ha haft en väsentligt avvikande sammansättning. Etage-indelningen återgiver under sådana förhållanden gången av förändringen i modermagmans ytliga delar, svarande mot en i stort sett tidigare ålder för albitspaltprodukterna än för de kalirika. Dessa frågor kunna emellertid erhålla en säkrare belysning först, då vi i större utsträckning och större detalj lärt känna förhållandena i våra urgraniter.

Om hälleflintornas metamorfos.

Den för hälleflintorna utmärkande mineralparagenesen är följande: Albit, sericit, biotit, klorit och kalcit (inkl. Mg- och Fe-karbonat). Mikroklin förekommer som en huvudbeståndsdel, men den allmänt utbredda sericitomvandlingen visar, att den är att betrakta som en instabil relikt, som vid fullständigare förlopp av metamorfosen skulle ha försvunnit och ersatts av kaliglimmer. Epidot-zoizit förekommer i normala fall ej eller mycket sparsamt utom i av kontaktmetamorfos från graniterna och av malmbildning berörda delar av berggrunden. Belysande exempel på paragenesen av karbonat och finfjällig glimmer erbjuda de beskrivna, kalkimpregnerade, skifferartade hälleflintlagren. I desamma finner man karbonat, kombinerat med biotit, klorit och muskovit. Exempel saknas dock ej på, att kalken inträtt i silikatbunden form och bildat en järnfattig, lågt dubbelbrytande epidot. Detta har skett i en del av de undersökta, sericitomvandlade hälleflintorna. I desamma torde kalken härstamma från den sericitomvandlade fältspaten. Epidot-bildning är emellertid ej heller vid denna omvandling någon regel, snarare synes samtidig kalcitbildning vara vanligare.

Denna mineralparagenes är nära överensstämmande med den, som ESKOLA i sitt sammanställande arbete över metamorfa facies angivit såsom karakteristisk för »grönskifferfacies».[1] Förf. har i det före-

[1] Norsk geologisk tidskrift VI, sid. 162.

gående såsom synonym för denna beteckning använt beteckningen »hälleflintfacies», vilken bättre svarar mot bergarternas kemiska sammansättning och habituella utbildning. Av samma skäl synes förf. för en högre metamorfos av materialet beteckningen »leptitfacies», motsvarande ESKOLAS »amfibolitfacies», lämplig.

Från den av ESKOLA såsom karakteristisk för grönskiffer-faciesgruppen angivna mineralkombinationen skiljer sig den i hälleflintorna föreliggande genom biotitens inträde bland glimrarna. Däremot utgör den i hälleflintorna så sparsamt realiserade epidotbildningen ej någon skiljaktighet, enär denna process, såsom nämnda förf. redan framhållit, är beroende på de vid metamorfosen föreliggande tryckförhållandena. Epidot-zoizit har, som nämnts, sällan bildats i hälleflintorna utom i av senare kontaktmetamorfos och av malm-skarnbildning berörda delar av desamma. I de av dessa processer oberörda delarna av de i hälleflintorna inlagrade kalkstenarna har epidotbildning endast realiserats i den undre etagen och i obetydlig mängd. Denna brist på epidot-zoizitbildning är dock ej genomgående för samtliga fältets till den superkrustala serien hörande eller under dess avlagringstid bildade bergarter. Sålunda äro dessa kalk-aluminiumsilikater rikligt bildade i de mandelfria delarna av de effusiva grönstenarna samt i de intrusiva grönstenarna. Kalkspat förekommer i desamma, men föga rikligt. I de slaggiga och på karbonatfyllda blåsrum rika spiliterna är däremot epidot-zoizit sällsynt, och återfinner man paragenesen karbonat + mörk glimmer. Förf. har i fältet med nämnda undantag icke funnit något fall, då epidot-zoizit bildats ur karbonat, avsatt under lagrens bildning. Förklaringen till dessa varandra skenbart motsägande förhållanden ligger i det under metamorfosen rådande trycket, som i samband med låg temperatur hindrat kalkspatens sönderdelning. I grönstenarna har däremot rått brist på CO_2, vilket möjliggjort epidotbildning ur den instabila anortiten och pyroxenen. På samma orsak måste även den sid. 94 omnämnda, sporadiska hornbländebildningen i de Ca-rikare kvartsporfyrerna bero. För densamma måste dock även någon tillförsel av (MgFe) O förutsättas. I hälleflintorna har f. ö. kvantiteten av sönderdelad anortit i allmänhet varit obetydlig och den i lösningarna förefintliga kvantiteten CO_2 tillräcklig för att binda den frigjorda kalken.

Däremot måste speciella förhållanden ha förelegat i spiliterna på grund av deras porösa konsistens. Antingen har här kalken i bergartsmassan redan tidigt före metamorfosen utlakats och avsatt sig i hålrummen, eller ha dessa under metamorfosen erbjudit speciellt gynnsamma förhållanden för cirkulation av lösningarna och ständig tillförsel av CO_2.

De mineralparagenetiska förhållandena inom den superkrustala formationen visa en viss ändring från ytligare till stratigrafiskt djupare led. I skiffrarna är den karakteristiska kombinationen klorit, muskovit, kalcit. I den undre skiffern börjar biotitbildning göra sig gällande. I den övre etagen är biotit i regel närvarande och den karakteristiska mörka glimmern. Det är påvisbart att klorit nybildats ur biotit, och fall finnas, då endast biotit föreligger (jmf. ex. den skifferartade hälleflintan från Högbornstjärn, sid. 127 och den analyserade hälleflintan från Ö. Silvergruvan). Det är dock av naturliga skäl omöjligt avgöra, om all klorit framgått genom omvandling av biotit eller om kombinationen biotit, klorit, muskovit funnits i hälleflintorna. Den skulle i så fall bero på ofullständigt förlopp av metamorfosen. Kalcit är i den övre etagen med nämnda undantag den normala formen för kalkens bindning.

I den undre etagen börjar kalken i kalkstenarna inträda i silikatbunden form, därvid tremolit och aktinolit bildats. I underordnad mängd förekommer tillsamman med desamma epidot-zoizit. Den för denna etage karakteristiska glimmern är f. n. klorit. Densamma är emellertid i många fall påvisbart bildad ur biotit, och om under metamorfosen över huvud taget klorit bildats, har det berott på de förhärskande albitbergarternas extrema fattigdom på K_2O och CaO, som hindrat biotit och amfibolbildning.

Det kan på sakernas n. v. ståndpunkt ej avgöras, huruvida denna förändring i mineralparagenesen, som tyder på en i de djupare lagren vid metamorfosen rådande, högre temperatur, beror på redan under lagrens horisontella läge skedd, statisk metamorfos eller på en förtonande kontaktinverkan av under veckningen uppträngd och på större avstånd underlagrande urgranit.

Under metamorfosen ha följande mineralomvandlingar allmänt skett i bergarterna: Sericitbildning ur kalifältspat, epidot- och kalcitbildning ur anortit, leukoxenbildning ur titanomagnetit, möjligen även rutilbildning ur titanit-leukoxen. Apatitens n. v. utbildning tyder vidare på, att den delvis upplösts, vilket är förståeligt i betraktande av den Ca-fattiga konsistens, som de i bergarterna rörliga lösningarna måste ha haft. En omvandling, som man ofta träffar, är förträngning av fältspat genom karbonat. Denna kan emellertid vara en efter metamorfosen sedd process.

Av de nämnda omvandlingarna är sericitbildningen ur kalifältspat den enda, som haft någon större betydelse, och som kemiskt påverkat bergarterna i högre grad. Genom denna omvandling förändras bergarterna till en viss kemisk likhet med normala vittringssediment. En väsentlig skillnad gentemot dessa är dock den i de uppträdande seri-

citskiffrarna dominerande betydelsen av ljus glimmer, medan i de normala lersedimenten Mg-Fe-glimmer spelar en med sericiten kvantitativt likställd roll. De distinktioner i övrigt, som gjorts mellan sericitomvandlade facies av kalibergarterna och sedimentogent vittringsmaterial innehållande lager, äro sid. 129—30 anförda.

I de sericitomvandlade hälleflintorna finner man mycket ofta intakta strökornsindivider av albit. Detta är ett faktum, som visar, att denna fältspat, där den förelegat i individualiserad form, varit mycket stabil. Inom fältet saknas dock ej bevis för, att förträngning av albit genom sericit förekommit. Exempel härpå lämna de i spiliterna och de intrusiva grönstenarna refererade förhållandena, i vilka bergarter en tillförsel av K_2O under utbildande av sericit skett. Denna omvandling torde emellertid ha förmedlats och underlättats genom sönderfallandet av den tidigare mer basiska fältspaten, vilket inneburit en uppluckring av molekularbyggnaden och ett intimare inträngande av de kalihaltiga lösningarna i densamma. I spiliterna torde omkristallisationen från glas ha spelat samma roll. Sannolikt är vidare, att i hälleflintornas kalifältspat lösta albitmolekyler under sericitomvandlingen förlorat sitt natrium och omvandlats i sericit (jmf. sid. 161). Den i den analyserade, starkt sericitomvandlade hälleflintan från Silvergruvan mycket extrema kalihalten kan anföras såsom ett stöd för detta antagande. Sericitiseringsprocessen har i extrema fall gått så långt, att bergarten f. n. består av täta sericitaggregat, i vilka kvarts- och albitströkorn, delar av partiellt omvandlade mikroklinströkorn samt ev. återstående fläckar av grundmassan restera. I sericitaggregaten kan utom glimmern blott kvarts påvisas. Sericitomvandlingen är ej nödvändigtvis kombinerad med förskiffring, även om dylik i på detta sätt förändrade bergarter är mycket vanlig.

I hälleflintbergarterna har glimmeromvandling av albit blott konstaterats i albitporfyren från Kullberget (sid. 108—109) och i pertitströkornen i Kullbergs-Gillershöjdsporfyrerna. Såsom den anförda alkalibestämningen utvisar, utgöres den nybildade glimmern i den förstnämnda bergarten ej av paragonit utan av sericit. Paragonit torde över huvud taget ej bildas vid metamorfos av den art, som utspelats i hälleflintorna.

Förhållandena i Kullberget-Gillershöjden äro vidare egendomliga av den anledningen, att samtidigt som albiten i strökornen omvandlats, har kalifältspatkomponenten förblivit intakt. Denna omvandling är en för ytlig vittring utmärkande process, och förf. har ej kunnat finna någon annan förklaring till densamma än, att den skett ytligt och före metamorfosen genom inverkan av termala kalihaltiga lösningar. Den samtidigt med sericitomvandlingen i albitporfyren skedda kvartstillförseln talar även för detta antagande.

Den strukturella metamorfos, som materialet i hälleflintorna varit underkastat, kan betecknas som en tät omkristallisation. Omkristallisationen har i de delar, som ej påverkats av starkare kontaktinverkan från de yngre graniterna, ej berört strökornen, som i stället strävat efter att växa vidare och omgiva sig med påvuxna zoner. Dessa bestå i de kalirika hälleflintorna av mikroklin eller av mikroklin och albit, av vilka den senare alltid är lagrad utanför den förra. I albitbergarterna uppträder enbart schackbrädestruerad albit. Först i den undre etagen, där, motsvarande den högre metamorfosen i denna etage, en stegrad kornstorlek ofta är märkbar, börjar även en kantgranulering av strökornen göra sig gällande.

Deformativa påverkningar torde föreligga i alla delar av de superkrustala bergarterna, även där dessa se fullt massformiga ut. Deformationen yttrar sig i hälleflintorna redan i den i den tektoniska översikten omnämnda, sönderssprickande eller sönderbråkade konsistensen. I slipproven finner man allmänt undulös utsläckning, ibland även söndertryckning av strökornen, hos kvartsen enbart eller hos både kvarts och fältspat. I fragmentrika facies, där mineralfragmenten delvis beröra varandra finner man, att kvartsen varit sprödare än fältspaten. Den senare kan sålunda med anstötande hörn vara intryckt i närbelägna kvartsindivider.[1] I de fall, då grundmassorna sakna glimmer, te sig desamma vanligen såsom massformiga, dock kan man även här ibland se en viss skiffrighet, alstrad genom en skivig anordning av kvartsen och fältspaten. Då glimmer är närvarande finner man nästan alltid en partiell eller fullständigare parallellanordning av densamma. Denna kommer i allmänhet dåligt tillsynes makroskopiskt, beroende på den ringa kornstorleken. Vid stark parallellanordning blir den emellertid även i hällarna och i stuff tydlig. Samtidigt med denna starkare förskiffring sker även någon ökning av kornstorleken. I speciellt därför gjorda slipprov, orienterade parallellt med skiffrighetsplanet har det befunnits, att en orientering och sträckning av glimmerfjällen föreligger även i detta plan. Stänglig struktur torde därför i hälleflintorna liksom tidigare påvisats för skiffrarna vara långt allmännare, än det makroskopiska utseendet låter förmoda, ehuru strukturen på grund av den täta kornigheten kommer dåligt till synes.

Undantagsvis har deformationen gått än längre. I dylika fall sker en starkare deformation av strökornen, som under krossning eller understundom — hos kvartsen — under bibehållande av den optiskt enhetliga orienteringen dragits ut till linser eller strimmor.

[1] Samma fenomen är tidigare iakttaget av H. HEDSTRÖM, S. G. U. Ser. A_1a (berggrundsblad 5) beskr., tavl. 3, fig. 1.

Metasomatiskt förändrade facies av hälleflintorna.

Det har vid beskrivningen av de undre hälleflintorna framhållits, att en i bergarterna oregelbundet fördelad spridning av metasomatiskt tillförda substanser (FeO, MgO) ej är osannolik såsom orsak till längs sprickränder och i bergarternas massa sekundärt bildad klorit-biotit och hornblände. Även i på likartat sätt förekommande Fe-haltigt karbonat kan en addition av samma ämnen ha skett. Denna metasomatiska tillförsel till hälleflintorna är dock mycket spridd och spelar kvantitativt i de skilda delarna en ringa roll.

I fältet förekomma emellertid även bergartspartier, i vilka hälleflintorna äro fullständigt metasomatiskt förändrade, och i vilka en koncentrerad och riklig tillförsel av främmande substans ägt rum. I dylika partier har hälleflintan ersatts av täta kvarts-klorit-sericitskiffrar. Förekomster av denna bergart äro kända från trakten SO om Grythyttehed (c:a 2 km SO om kyrkan),[1] S om Killingudden samt från S sidan av Holmtjärn (Ö om Flintenhäll). Ytterligare en ej närmare å kartan utskild förekomst förefinnes V invid Bredsjön nära kartans östra gräns Ö om Halvtron. Som bergarten på grund av makroskopisk likhet med starkt sericitomvandlade facies av hälleflintorna länge förväxlades med sådana, och ej speciellt uppmärksammades, är det emellertid möjligt, att den har en större utbredning, än som ovan angivits och som kartan utvisar. Den bildar å de nämnda ställena mindre partier eller parallellt med lagrens strykning utsträckta strök. I stuff ter den sig som en tät, ljust gulaktig eller svagt gröngul skiffer. Den har vanligen en tydlig skiffrighet, men kan även vara massformig. Å skiffrighetsytorna har den en viss fettartad glans.

I slipprov från förekomsterna SV om Grythyttehed och vid Holmtjärn finner man följande mineralsammansättning: Kvarts, sericit, färglös klorit och färglös turmalin. Kloriten har en dubbelbrytning, ungefär lika med kvartsens. Tvillingbildningar efter 001 äro synliga i snitt vinkelrätt mot basis. Kloriten torde sålunda utgöras av en järnfattig klinoklor, vilket bestyrkes av den i det följande anförda analysen. Turmalinen förekommer som ganska talrika, små, färglösa prismor. Även turmalinen måste vara extremt Mg-rik, enär den har låg ljusbrytning. Mineralet kan bestämmas på grund av sin form och sin dubbelbrytning. I snitt vinkelrätt mot prismat framträder den ditrigonala formen tydligt. Prismorna ligga i slipprov från Grythytteförekomsten likformigt strödda i bergartsmassan, i Holmtjärnsprovet bilda de små rosetter eller sfäroliter. Accessorier utgöra gryniga aggregat

[1] Bergarten har å detta ställe brutits och använts såsom ställsten vid Grythytte hytta.

av rutil och sporadiska zirkonkorn. Fältspater saknas så när som på helt sporadiska, små korn, som iakttagits i Holmtjärnsbergarten (lågt ljusbrytande alkalifältspat). Den var i ett fall bestämbar såsom albit. Bergarten visar i intet av de undersökta proven säkra spår av tidigare hälleflintstruktur. Möjligen kan misstänkas, att enstaka, homogena partier av kvarts kunna utgöra granulerade kvartsströkorn. Glimrarna äro rikligare ansamlade i slirränder, som i form av ett nätverk omsluta något grövre korniga och på glimmer fattigare aggregat av kvarts. På enstaka ställen äro glimrarna anhopade i kompaktare större partier.

Å ett prov från Grythytteförekomsten har av G. ASSARSSON utförts följande partiella analys:

TiO_2	0,10	12
Al_2O_3	11,55	1,132
Fe_2O_3 (inkl. FeO)	1,11	69
MgO	6,93	1,732
CaO	Sp.	
Na_2O	0,21	34
K_2O	2,02	215

Bergartens sammansättning kan härur beräknas till 21,1 % klorit, 20,3 % muskovit, 58,5 % kvarts samt 0,1 % rutil, därvid turmalinen lämnats obeaktad och inräknats i kloriten. Dess volymetriska mängd är omkring 1,5 %. Kloriten får sammansättningen av en ytterst järnfattig klinoklor av formeln Sp_7At_8. Vid beräkningen omräknades järnoxiden enligt förhållandet $Fe_2O_3 : FeO = 1 : 4$. De för kloriten funna talen äro följande:

SiO_2	31,09	MgO	32,80
Al_2O_3	18,60	H_2O	12,73
Fe_2O_3	1,04		100,00
FeO	3,74		

Kemiskt föreligger här samma metasomatiska produkt som i de cordierit-biotitrika malmkvartsiterna i leptiterna, ehuru i en annan metamorf facies. Ävenledes torde MgO-haltens förhärskande över FeO vara mer extrem än i något av de hittills kända fallen. De ämnen, som under omvandlingen tillförts, utgöras av MgO samt bor. Bortförts ha alkalier. Bergarten skulle i en högre metamorf, leptitisk facies motsvaras av en mineralkombination av kvarts, flogopit, cordierit och muskovit. Ur analysen erhålles för denna kombination ungefär följande tal: Kvarts 58 %, biotit 20 %, cordierit 12 %, muskovit 10 %.

Bergarten från Bredsjön är av speciellt intresse, enär förhållandena i densamma utvisa, att utgångsmaterialet varit en kvartsporfyr. I bergarten finner man klara och väl bibehållna strökorn av kvarts, utbildade med idiomorfa, dihexaedriska, delvis korroderade former. Grundmassan består av kvarts, muskovit, blekbrun flogopit samt ur densamma framgången, svagt grön klinoklor. Turmalin saknas. Malakonartad zirkon och spårvis närvarande rutil utgöra accessorier. Grundmassans struktur svarar mot den i en omvandlad mikropoikilitisk porfyr. Kvartsen är utbildad i grova svampiga individer, något grumlade av fina glimmerinterpositioner. Mellan desamma är glimmern anrikad i skiffriga band.

En metasomatisk omvandling, som blott spårvis förekommer i fältet, men som förtjänar omnämnas, är *skapolitisering*. Densamma har anträffats å följande ställen: N om Kärvingeborn i agglomeratet härstädes, i hälleflinta invid Halvars-Noren å V sidan av Varnäshalvön 1,200 m N om sydspetsen, i hälleflinta invid kontakten till kalkstenen i Vinerhöjden, samt i en amfibolit V om Bondfallet N om byn Sången. Skapolit förekommer dessutom i silikatrika lager i kalksten i Järnåsgruvan Ö om Silvergruvan, samt i kalkbandad hälleflinta vid Björkskogsnäs (lilla holmen å V-sidan). Endast å de två första ställena uppträder mineralet i rikligare kvantitet. Det är här utbildat på det för skapoliten i lågtempererade metamorfosfacies karakteristiska sättet i form av rundade individer, som å vittrade ytor framträda som vita fläckar, rikligt impregnerande bergarten.[1] Denna är i Kärvingebornsförekomsten starkt förändrad under ersättande av den tidigare hälleflintan genom biotit och kvarts. Bergarten består f. n. utom av skapolit huvudsakligen blott av dessa två mineral, av vilka biotiten kvantitativt överväger. Den agglomeratiska strukturen är likväl fläckvis, där skapolitbildningen är mindre riklig, ännu synbar. I slipprov äro här dels strökornsartade individer av kvarts, dels bergartsfragment synliga, vilka senare utgöras av fältspatfria eller på fältspat ytterst fattiga aggregat, i vilka glimmer är underordnat för handen eller saknas. Den i de nybildade biotit-kvartsaggregaten liggande skapoliten innehåller interpositioner av dessa två mineral. Övriga mineral utgöras av järnglans, som i påfallande rikedom är fördelad i skapolitindividerna, samt en järnrik, högt dubbelbrytande epidot. Apatit uppträder accessoriskt. Skapolitens dubbelbrytning uppgår till $0{,}022$ (Ma_{55}).

Även i denna bergart ha betydande metasomatiska förändringar skett. Till bergarten ha förts MgO, sannolikt även FeO i biotiten, SiO_2, Fe_2O_3 i järnglansen samt Cl i skapoliten. Bortförda äro alkalier.

[1] Jmf. Geologie des Kirunagebietes 4, sid. 211.

V om Varnäs utgöres den skapolitförande bergarten av en normal, stark sericitomvandlad hälleflinta. Biotitbildning förekommer fläckvis. Även skapoliten är sericitomvandlad. I bergarten finner man vidare ett flertal prismor av blå turmalin (i skapoliten och i omgivande bergart). Härtill komma något epidot (pistazit) samt apatit i form av svampigt utbildade större individer. I detta fall har även fosforsyra tillförts den omvandlade bergarten.

Likartad biotit-kvartsbildning under samtidig utbildning av rikliga mängder av epidot-zoizit förekommer även i den med gråvackan S om Saxhyttan associerade hälleflintan (jmf. sid. 81). Tillsamman med biotiten förekommer här något klinoklor och sericit. Däremot saknas skapolit.

Å de övriga ställena uppträder skapoliten blott som fåtaliga individer. Vid Järnåsgruvan förekommer den i varpen i bandad kalksten, i vilken silikatrika lager växla med rena kalklager. Skapoliten bildar grövre, tjockprismatiska individer. Den uppträder tillsammans med blekbrun biotit, ljusgrönt, strålstensartat hornblände samt obetydligt med epidot och granat. Skapolitens dubbelbrytning är $0{,}026$ (c:a Ma_{40}), vilket tillsamman med en ljusbrytning hos ω, som ungefär svarar mot den hos labrador, utvisar, att karbonatskapolit icke föreligger. Skapoliten är här möjligen att betrakta som en biprodukt vid skarnmalmbildningen.

Ett bestämmande av den magma, från vilken de vid de metasomatiska ombildningarna tillförda substanserna härröra, erbjuder givetvis stora vanskligheter. Tänkbart är, att under hälleflintornas vulkaniska period lösningar emanerat från de genom de äldre lagren uppträngande magmorna (jmf. diskussionen av de metasomatiska malmernas genesis). Möjligt är emellertid även, att metasomatosen förorsakats av lösningar, emanerande från underlagrande urgranitmagma under veckningsperioden eller från de tidigare uppträngda grönstenarna. I intetdera fallet kunna emellertid silikatomvandlingarna ha försiggått på stort djup. De beskrivna klorit-sericitskiffrarna från Grythyttan och Holmtjärn äro belägna omedelbart invid gränsen mellan den övre och undre etagen. Vid Killingudden är bergarten belägen vid gränsen till gråvackorna. De biotit- och skapolitförande bergarterna ligga alla i den övre etagen, vid Saxhyttan t. o. m. omedelbart under konglomerat-skiffergränsen.

Leptiter.

Såsom tidigare framhållet, ha leptiter enligt den sid. 139 angivna distinktionen mellan hälleflintorna och denna bergartsgrupp en betydligt mindre utbredning i fältet än tidigare kartor låta förmoda. Sålunda fortsätta hälleflintartade bergarter eller sådana med obetydligt

stegrad kornstorlek fram till kartans östra kant och vidare öster därom. Det största leptitområdet inom fältet befinner sig i kartans nordöstra hörn. Huruvida leptitmetamorfosen inom detta område enbart är att tillskriva kontaktinverkan från graniten i norr eller delvis är av äldre datum, är ovisst. Däremot är tydligtvis den zon, som åtföljer granitgränsen mot väster ett verk av kontaktmetamorfos från den yngre granitmagman. Zonen har öster om Nätsjön en betydande bredd, som beror på ett här flackt läge av granitgränsen. Detta senare utvisas av granitgränsens buktande förlopp och av uppträdandet av satellitmassivet V om Sävsjön. De få blottningar, som förefinnas mellan massivet och graniten i norr, bestå av en formlig breccia av granit och grov, gnejsig leptit. Det kan därför vara en smaksak, huruvida detsamma såsom å kartan isoleras eller som å TÖRNEBOHMS bergslagskarta sammanslås med den stora granitmassan.

V om Nätsjön är granitens kontaktzon ingenstädes blottad i fast häll, men en leptitisk konsistens angives av lokala block. Desamma äro ställvis mycket rikliga.

En likartad, leptitisk kontaktzon är utvecklad i de få hällar, som äro blottade utmed granitgränsen i söder. Det är här sannolikt, att den hastigt ökade utbredningen av leptiterna i SO-hörnet beror på äldre metamorfos. Leptiter fortsätta vidare mot öster oberoende av den yngre granitens utbredning. Denna äldre metamorfos måste tillskrivas malmformationens veckning och uppträngande urgranitmagmor. En dylik plagioklasgnejsgranit är synlig i en enstaka häll vid Grekskog. Andra småförekomster äro angivna å de äldre kartorna öster och SO om karthörnet. Sannolikt har även i området i kartans NO-hörn intruderade urgranitmagmor bidragit till leptit-metamorfosen. En finkornig salisk dylik bergart är påvisbar N om Sandsjöhöjden. Öster och NO om karthörnet bilda urgraniter ett flertal större massiv.

Gränsen mellan leptiterna och de i N och S angränsande hälleflintorna är fullständigt övergångsartad och oskarp. Övergången sker inom en bred zon och med oregelbunden utbildning av kornigheten inom densamma. Gränsen å kartbilden måste därför bli tämligen subjektiv.

Ett större leptitområde utbreder sig vidare V om Örlingen mellan det yngre lokalmassivet vid Damshöjden (Gåsbornsmassivet) och Järnagraniten i norr. Detta leptitområde fortsättes mot V av Gåsbornsområdets leptiter. Det måste för detta området lämnas oavgjort, huruvida den delvis mycket grova leptitstrukturen beror på ett nära underlagrande av yngre granitmagma eller ev. kan vara äldre datum. I de få blottningarna inom fältet förekomma aplit-pegmatitgångar, vilket kan anses tyda på det förra alternativet, enär dylika gångar blott äro vanliga i omedelbar närhet av kontakterna.

Däremot äro f. ö. leptitiska utbildningsformer inom västra delen av fältet sparsamt för handen. Man finner dylika i brottstyckena i graniten i SV-hörnet av kartan och i Mörttjärnstrakten, likaså utmed kontakten av Filipstadsgraniten V om Torrvarpen. Däremot har intensiteten av kontaktmetamorfosen omkring Saxe Knut-massivet och öster och söder om Gåsbornsmassivet varit av ringa styrka och knappast ens vid själva kontaktlinjen alstrat verklig leptitfacies.

I sin habituella utbildning skilja sig leptiterna från hälleflintorna blott genom en grövre kornighet. Strökorn äro på samma sätt som i de senare för handen, dock äro de mindre talrika, beroende på en partiell granulering. En synnerligen grov, gnejsartad kornighet antaga bergarterna i blottningar öster om Sävsjön (där granitgränsen böjer av mot S) samt i de nämnda blottningarna N om satellitmassivet V om Sävsjön, å vilka lokaler omedelbara kontakter äro synliga. Å dessa ställen har samtidigt en inhomogenisering av leptiten skett med ansamlande av glimmern i små vresiga sliror, samt utbildande av lokala, små, mot omgivningen oskarpt begränsade aplitsliror. Uppvärmningen har således omedelbart intill granitgränsen varit tillräckligt hög för att alstra en begynnande palingenes.

Kemiskt återfinner man i leptiterna samma typer som i hälleflintorna, alltså kaliextrema-intermediära samt albitextrema varieteter. Mineralogiskt inträder en viss skiljaktighet, i det kalk inträder i plagioklas, hornblände och epidot på kalcitens bekostnad. Plagioklasen utgöres i vissa fall, speciellt i de plagioklasextrema leden av albit (Ab_{94-96}), beroende på brist på kalk i bergarterna. I de kalirikare-intermediära bergarterna förekomma An-rikare blandningar (Ab_{88}—Ab_{95}). I ett fall, en grov leptit V om Örlingen, tyder utsläckningen på α ($+ 17^{\circ}$) på en sammansättning av An_{32}. Kalcit har blott anträffats i ett fall, i en intermediär leptit Ö om Domvik (S om Kärvingeborn). Att den här förekommer, beror på bristen på Al_2O_3-överskott i bergarten, som är fri från glimmer.

Såsom exempel å en kalirik leptit må en grovt utvecklad dylik från branten öster om Björnhöjdens gruva anföras. Bergarten består av kvarts och mikroklin, som utgöra huvudbeståndsdelarna. Plagioklas (Ab_{92}) är underordnat förhanden som fria korn. Den förekommer dessutom såsom fina pertitinlagringar i mikroklinkornen. Övriga mineral äro magnetit i delvis ganska grova korn samt små, glest fördelade fjäll av brun biotit. Bergartens struktur är grovt pflasterartad med en kornstorlek av 0,06—0,25 mm, något grövre i genomsnitt hos mikroklinen än hos kvartsen. Såsom strökorn äro endast ett fåtal rester av sådana av kvarts närvarande. Den tidigare närvaron av även fältspatströkorn antydes dock av något grövre, homogena aggregat, bestående

av mikroklin samt något enstaka inblandat plagioklaskorn. Något kvarts har vid granuleringen introducerats i fältspataggregaten. Dessa »strökornsfläckar» skilja sig på grund av grundmassans grova struktur blott obetydligt från densamma.

I ett slipprov av en tätare kali-leptit från den södra, i graniten inskjutande leptitkilen NV om Skatviken skiljer sig bergarten från den beskrivna genom en skarpare motsats mellan de grövre fältspat-strökornsaggregaten samt den tätare grundmassan. Kornstorleken i den senare uppgår till 0,03—0,06 mm. Bergarten ligger alltså strukturellt på gränsen mellan leptit och hälleflinta. Aggregaten i de granulerade strökornen ha samtidigt en grovlek av 0,06—0,1 mm. Samtidigt förekomma i bergarten strökorn av kvarts med ännu bibehållna dihexaedriska eller korroderade former, i vilka substansen blott är uppdelad i ett fåtal tillnärmelsevis likorienterade delar. Det synes vara ett genomgående drag, att kalifältspaten fortare och lättare granuleras vid omkristallisationen än både kvarts och albit. Kemiskt skiljer sig den föreliggande leptiten, som sannolikt representerar en omkristalliserad kvartsporfyr, från Björnhöjdsbergarten genom en ytterligare fattigdom på albit. Biotit är rikligare närvarande i grundmassan som små fjäll. Ett par kompakta aggregat av mineralet torde representera tidigare strökorn. Fläckvis i en del av de granulerade fältspatströkornen finner man något epidot och finfördelad muskovit tillika med nybildad, sur plagioklas. Plagioklas som fria korn är f. ö. knappt påvisbar. Den förekommer i ringa mängd som fina pertitinlagringar i mikroklinen.

Över huvud taget har i intet fall av verkliga leptiter bibehållna strökorn av mikroklin iakttagits. Detta är däremot fallet med sådana av albit, som i likhet med kvartsströkornen mycket allmänt restera. Såsom exempel må en något plagioklasbetonad leptit från trakten NO om Karlsdal anföras. I densamma äro ett flertal partiellt eller fullständigare bibehållna strökorn av kvarts och tjockt tavelformig albit närvarande. Albitindividerna äro något granulerade utmed kanterna, någon gång även uppdelade i mindre delar. Sammansättningen är Ab_{92}. En ringa grumling av glimmerinterpositioner, i få fall även av fåtaliga små epidotkorn tyder dock på någon förändring från en tidigare An-rikare sammansättning. Grundmassan utgöres av ett tämligen grovt (0,06—0,1 mm) pflaster av kvarts, albit och mikroklin i tillnärmelsevis lika mängder. Biotit förekommer som små tavlor ganska rikligt, muskovit däremot blott sporadiskt. Grundmassans plagioklas har samma sammansättning som strökornens.

Cordierit eller pseudomorfoser av detta mineral ha ej iakttagits. I det undersökta materialet ingå emellertid albitextrema bergarter blott i ett fåtal prov. En på mörka mineral rikare albitbergart föreligger

endast i ett prov från gränstrakten mellan leptit och hälleflinta S om Kärvingeborn. I detta prov uppträder tillsammans med biotit, som dominerar, något klinoklor. Bergarten utgör strukturellt en mellanform mellan en strökornsrik hälleflinta och leptit.

Av TÖRNEBOHM och tidigare av BLOMBERG angives å kartorna förekomsten av gnejs (järngnejs) inom ett område omkring Karlsdal ned till Sandsjön. Samma bergart fortsätter enligt TÖRNEBOHM norr om fältet utmed Järnagranitens östra kontakt. Inom sistnämnda zon har bergarten vid Palahöjden undersökts av G. LINDROTH,[1] som angiver, att den knappast skiljer sig från leptiterna i öster. Även i området vid Karlsdal är skillnaden, jämfört med förhållandena längre i V och Ö ringa eller ingen, dock ha leptiterna här allmänt en grov kornighet, möjligen sammanhängande med, att de övervägande äro kalirika. En intrusiv gnejsgranit uppträder dessutom inom området å Sandsjöhöjden.

En likaledes sannolikt intrusiv bergart med ännu påvisbar eruptiv struktur har även anträffats vid Karlsdal (blottad i en häll i forsen). Densamma utgöres av en extremt salisk albitbergart. I slipprovet finner man strökorn av kvarts och albit, ännu idiomorfa, om ock någon granulering förefinnes utmed kanterna. Grundmassan består av samma mineral i finkornig fördelning, därvid likvisst de båda mineralen i större areor äro orienterade i undulösa individer, som intimt växa genom varandra. De bilda sålunda ett slags granofyr. Densamma skiljer sig från normal sådan genom en isometriskt rundad form av smådelarna och en samtidigt undulös utsläckning av individerna, som delvis är stegrad till en upplösning av desamma i fria små korn. I denna grundmassa uppträda sliror och förgrenade partier, fyllda av grövre albit och kvarts, svarande mot nodules i kvartsporfyrerna. Bergarten innehåller obetydligt med biotit, till större delen koncentrerad till nodulesslirorna. Fältspatens sammansättning är i strökorn och nodules likartad (Ab_{94}).

Denna bergart utgör sannolikt en mindre intrusion av samma art som Silverknutsgranofyren. Grundmassans struktur erbjuder stor analogi med vissa av LINDROTH och I. HÖGBOM beskrivna utbildningsformer i natronrika leptiter, av den förstnämnda författaren tolkade såsom uppkomna under metamorfosen (»myrmekitiska?»).[2] Av den senare uppfattas de såsom primära implikationsstrukturer.[3] I det föreliggande fallet är bergartens karaktär av stelningsbergart ofrånkomlig, ej blott på grund av grundmassestrukturen utan även på grund av förekomsten av nodules-slirorna. Den i densamma förefintliga grövre albiten visar

[1] G. F. F. *44*, sid. 42.
[2] S. G. U. Ser. C, *266*, sid. 22. G. F. F. *44*, sid. 54.
[3] G. F. F. *42*, sid. 121 och 150—151.

inga spår av granulering efter bergartens stelnande. Däremot sakna albitkornen den idiomorfa form mot kvartsen, som eljest är vanlig i nodules, och ha mer isometriska dimensioner, likartade med dem hos kvartsen. Dessa förhållanden tyda på att bergarten sannolikt representerar en protoklastiskt störd, granofyriskt stelnad, intrusiv bergart.

Om hälleflint-leptit-bergarternas bildningssätt.

Den efter utkommandet av NORDENSKJÖLDS och BÄCKSTRÖMS arbeten om de småländska hälleflintorna och Västanåfältet härskande åsikten om leptiternas och hälleflintornas genesis har varit den, att de utgöra starkare eller svagare metamorfoserade derivat av vulkaniska ytbergarter. Endast under denna förutsättning och under antagande av en partiell omlagring och sortering av tuffmaterialet är det möjligt, att erhålla en tillfredsställande förklaring till de beskrivna förhållandena inom fältet. Bergarterna lämna dessutom i sin föreliggande utbildningsform direkta bevis för riktigheten av detta åskådningssätt. Det vittringsmaterial, som i oregelbunden fördelning återfinnes inom hälleflintformationen torde härröra från en ofullständig förvittring under materialets delvisa omlagring. Ett härledande av detsamma från en fjärmare belägen vittringsyta och ett samtidigt nödvändigt antagande av ett avlagrande av de vulkaniska produkterna under havets yta skulle nämligen fordra en långt allmännare och rikligare inblandning av vittringsprodukter i formationen, än som faktiskt förefinnes, varjämte lagringen borde ha blivit mer genomgående och intimare. En blandat sedimentär-vulkanogen formation, bildad på sådant sätt, utgör den av J. POGUE beskrivna prekambriska(?) »slate-belt»-serien i North Carolina.[1] Den erbjuder många analogier med den här beskrivna hälleflintformationen såsom genom slate-bergarternas täta, hälleflintartade konsistens, genom uppträdandet av i desamma inlagrade kvartsporfyrer och grövre agglomerat-brecciebildningar. Den skiljer sig emellertid från förhållandena i fältet genom den allmänt utbredda, tuffitiska, mer skifferartade sammansättningen i sedimenten och deras bättre och allmännare skiktade konsistens. Det oregelbundna uppträdandet i hälleflintorna av lagerströken, deras och de övervägande till desamma bundna kalkstenarnas ringa uthållighet talar för, att under hälleflintkomplexens bildning endast mindre och kortvariga vattenbäcken förekommit, till vilka materialet transporterats av rinnande vatten eller genom lufttransport (vinddrift, vulkaniska askutbrott). En vittring av det transporterade materialet av i olika fall växlande inten-

[1] North Carolina Geol. and. Econ. Survey, Bull. 22.

sitet blir under denna förutsättning förståelig. Först vid gråvackezonens begynnande bildning, samtidigt med utdöendet av den vulkaniska verksamheten började en sänkning av ett större område SO om n. v. Grythytteskålen och en kontinuerligare tillförsel av vittringsmaterial, som sedermera utsträcktes till hela synklinalströket och efterföljdes av skifferns utbredda och normala sedimentation.

Dessa supramarina fysiografiska förhållanden torde förhärskat inom den största delen av leptitformationen vid dess bildning, dock ej överallt. Exempel på ett i byggnad och konsistens avvikande område utgör Utö leptitområde. Inom detsamma tyder den genomgående lagringen på ett submarint läge under avlagringen.[1] Häremot svarar en allmänt förekommande glimmerhalt och hög halt av aluminium, som kan tydas såsom beroende på inblandning av vittringsmaterial.

I opposition mot den allmänna uppfattningen av leptiter och hälleflintor såsom vulkaniska produkter har H. E. JOHANSSON framfört sin bekanta »magmatiska» teori, enligt vilken dessa bergarter utgöra extremt spaltade magmor, stelnade infrakrustalt och in situ. Mellan desamma och de vanligen gnejsiga och kemiskt i viss mån likartade urgraniterna blir i följd av detta antagande svårt att draga någon gräns, och båda grupperna sammanslås även av JOHANSSON.[2] Denna ståndpunkt, till vilken senare HJ. SJÖGREN anslutit sig, möjliggör en enkel förklaring av malmerna, i det de kunna uppfattas som differentiationsprodukter in situ. Hypotesen medför emellertid även som nödvändig konsekvens ett antagande av kalkstenar, ler- och glimmerskiffrar samt kvartsiter i leptitformationen såsom differentiationsprodukter in situ, en konsekvens, som måste betecknas som en »deductio in absurdum». Konglomeratiska och breccie-bildningar av de i fältet föreliggande slagen måste förklaras såsom magmatiska slirbildningar eller som kataklastiska sönderbrytningsprodukter.

Den magmatiska teorien har av olika författare tidigare kritiserats.[3] Till de av desamma framförda synpunkterna må här blott några få ord fogas.

Det magmatiska åskådningssättet utgår ifrån och stöder sig på de kemiska förhållandena inom malmformationen, den starka spaltningen inom densamma i olika alkalifältspatmolekyler, och formationens sura acida karaktär, egenskaper, som ej svara mot förhållandena inom yngre lavaformationer. Såsom GEIJER påvisat är detta senare en sanning med modifikation. Den kemiska karaktären hos leptiterna och

[1] Jmf. HOLMQVIST G. F. F. *32*, sid. 894.
[2] G. F. F. *28*, sid. 516; *29*, sid. 143 och 285; *32*, sid. 239 samt *36*, sid. 44.
[3] HOLMQVIST G. F. F. *29*, sid. 305. GEIJER Ec. Geol. X, sid. 305. S. G. U. Ser. C, 275, sid. 92. G. F. F. *43*, sid. 100. LINDROTH G. F. F. *44*, sid. 66.

hälleflintorna kan vidare ej gärna tagas såsom bevis för deras supra- eller infrakrustala genesis. Förutsatt, att de äro ytvulkaniska bildningar, återspegla de den differentiation, som försiggått i de övre delarna av den underliggande magman. De bergarter, som närmast kunna geologiskt uppföras såsom svarande mot leptiternas och hälleflintornas djupfas, urgraniterna, utvisa även en långt gående spaltning av i det närmaste samma räckvidd, som de förra, samt av en styrka, som knappast torde finna sin motsvarighet inom yngre granitgrupper. Ett sammanställande av leptiter och hälleflintor med urgraniterna såsom en ytfas av dessa kan därför ej betraktas såsom omotiverat. Det är även ett känt faktum, som tidigast torde ha framhållits av ROSENBUSCH,[1] att ytbergarterna ha en mer salisk karaktär än djupbergarterna. Om i yngre formationer ej mot leptiter och hälleflintor svarande extrema ytbergarter bildats eller blott finnas företrädda i underordnad kvantitet, beror det på, att spaltningen i djupmagman här ej varit av samma intensitet och omfattning eller att de extrema spaltprodukterna ej eller blott sporadiskt nått ytan. Exempel på det senare utgöra de kaledoniska trondhjemiterna, mot vilka liktidiga ytekvivalenter saknas. Exempel på det förra äro alltför talrika för att behöva anföras.

Det av JOHANSSON påpekade faktum av en stark uppdelning i leptiterna och avsaknad av vissa intermediära led inom desamma tål även vid en modifikation, då områden, som sakna malmer eller äro fattiga på sådana, indragas i diskussionen (jmf. sid. 159).

Påpekas må slutligen den konsekvens, till vilken resonemanget leder, då leptitbergarternas kemiska egenskaper läggas till grund för åsikten av deras infrakrustala genesis. Motsvarighet mot desamma av likartat alkalin sammansättning och av samma extrema spaltning samt med samma rikedom på natronbergarter saknas ej blott inom yngre ytbergarter utan även bland granitiska djupbergarter. Enda undantaget utgöres av urgraniterna, men dessa sammanslås av J. med leptiterna. Konsekvensen av resonemanget blir den, att leptiterna ej heller kunna vara djupbergarter.

De strukturella och allmänna geologiska förhållandena bli enligt den magmatiska teorien av relativt litet intresse. De i leptiterna föreliggande, korniga, i allmänhet pflasterartade eller kristallisationsskiffrigt pflasterartade utbildningsformerna måste under förutsättning av ett infrakrustalt stelnande förklaras såsom orsakade av störd kristallisation, alltså av rörelser i den stelnande magman. Allt eftersom denna rörelse inträffar före den begynnande kristallisationen eller efter det densamma hunnit börja, leder processen till utbildning av porfyriska eller icke

[1] Se även DALY, Igneous Rocks and their Origin, sid. 39.

porfyriska facies. Då leptiter och hälleflintor, liksom de med desamma sammanslagna urgraniterna utgöra stora magmakomplex, kan en varierande kornighet i massorna endast bero på olika styrka av den protoklastiskt granulerande rörelsen. Den täta kornigheten hos hälleflintorna måste sålunda bero på en ytterligt stark protoklas. Oförenligt med denna teori är det faktum, att strökornens idiomorfi, frekvens och motsättning mot grundmassan ökas med tilltagande täthet i grundmassorna och med övergången till hälleflintfacies. Det är f. ö. oför-

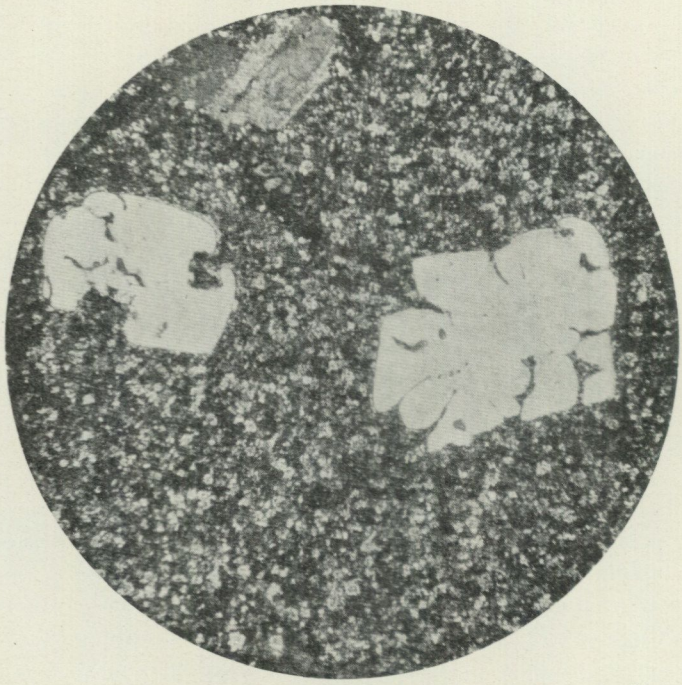


Fig. 41. Kvartsporfyr med korroderade kvartsströkorn. Häll invid vägen Ö om Gillershöjden. + nic., först. 15 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Quartz-porphyry with corroded phenocrysts of quartz.*

ståeligt, huru någon som helst protoklas skulle ha kunnat försiggå i bergarter, innehållande av korrosionskanaler djupt sönderskurna kvartsströkorn, sådana som de ofta föreligga utbildade i områdets porfyrer, och varå fig. 41 utgör ett exempel. Oförklarliga bli enligt den magmatiska teorien mikroklastiska strukturer av den art, som i det föregående beskrivits samt utbildningsformerna i kvartsporfyrernas grundmassor. Oavsett mindre gångbildningar, äro inom intrusivbergarter över huvud taget strukturer av denna senare art ej kända. Däremot kan man säga, att de strukturella förhållandena i hälleflintor och lep-

titer äro väl förenliga med och just motsvara, vad som är att vänta enligt teorien om ett ytvulkaniskt bildningssätt av bergarterna och en svagare eller starkare omkristallisation av desamma.

På grund av det ovan och av tidigare autorer anförda torde man vara berättigad säga, att den magmatiska teorien saknar förutsättningar att tillfyllest förklara de geologiska och strukturella förhållandena inom leptit-hälleflintformationen. Detta innebär givetvis intet underkännande av de uppslag och den betydelse både för kännedomen av malmformationens kemi och för malmfrågan, som framförandet av teorien genom JOHANSSONS refererade arbeten medfört.

Kalkstenar.[1]

Det har redan i det föregående framhållits, att kalkstenarna äro anrikade i den övre hälleflintetagen. Densamma torde få räknas till de kalkrikare delarna av den mellansvenska malmformationen. I den undre etagen uppträda ävenledes ett avsevärt antal kalklager, och deras antal har ursprungligen varit större än de n.v. förhållandena utvisa, i det de delvis lämnat plats för malm-skarnbildningar. Lagren i denna etage äro dock övervägande små.

Kalklagrens förekomstsätt och vertikala fördelning framgår av kartan och profilerna. Såsom framhållet, kan kalkavsättningen ej anknytas till någon viss eller ett fåtal horisonter inom lagerserien, utan synes ha försiggått på olika ställen under hela dess bildning. Likaså äro de bildade lagren sällan följbara över större områden. Det är å andra sidan likvisst tydligt, att kalkerna dock ej representera lika många lager som blottade förekomster, utan att dessa delvis i realiteten utgöra delar av veckade och av det n. v. ytsnittet, sönderskurna, större lager.

Det största och i längsta distans följbara lagret inom kartområdet representeras av Boviks-Limbergsås-kalken, som dock på grund av de tektoniska förhållandena bör hänföras till Saxåfältets synklinal. Detsammas betydande bredd (500—600 m) torde få anses bero på sammanskjutning. Det är i hällar följbart i 5 km. Ett i storlek motsvarande lager anstår å Björkskogsnäs och är med en bredd av 300—400 m kontinuerligt följbart i 3 km. Såsom direkt fortsättning eller såsom beläget i samma nivå torde man få anse ett mindre lager, blottat vid Skarped NO om Loka stn, 3 km S om sydligaste kalkhällen vid Skatviken. En sporadiskt blottad parallell till detta lager är följbar

[1] Såsom kalkstenar betecknas här samtliga karbonatlager, oavsett huruvida de äro i högre eller lägre grad dolomitiska.

400—500 m V därom från Skatviken till granitgränsen vid Loka. Läget av dessa lager möjliggör en deras kombination till ett lager eller en kalkförande nivå. Denna skulle i så fall tillsamman med de sannolikt samhöriga kalkerna vid Vaskebäcken, Brunsjögruvan och Puktjärn (NV om Hasselhöjden) bilda den arealt mest utbredda kalknivån inom området med en längd i NNV—SSO av 17 km och en bredd i det n.v. ytsnittet av 2—3 km. Dess stratigrafiska plats ligger i de centrala delarna av den övre etagen.

Ett lager av relativt stor areal utbredning konstitueras även av kalkförekomsterna i östra delen av Älvestorpsfältet. Som ett minimimått å längdutsträckningen (N—S) har man att räkna med en distans av 5 km och en bredd i n.v. ytan (V om stora skifferskålen) av 1 à 1,5 km. I samma eller likartad nivå äro emellertid även de Ö och N om skiffern blottade förekomsterna (Högbornstjärn—Svartälven, Ullnäs, Limås) belägna (jmf. profil. IV—V). Nivåns areala utbredning får därmed åt båda hållen ökas med 2—2,5 km. Dess stratigrafiska plats är belägen nära under skiffergränsen, alltså högre än Boviks-Björkskogsnäskalkerna.

En ännu högre nivå, belägen omedelbart invid skiffergränsen intar den lokala Hasselhöjdsförekomsten. En lägre, obetydligt över den undre etagen belägen nivå intaga kalklagren omkring Högborns-grönstenen samt å Varnäs-halvön. I denna nivå uppträda ett flertal lokala förekomster Ö och S om Grythytteskiffern såsom de sannolikt samhöriga kalkerna å ömse sidor om Halvtron, lagret V om Notbindartjärn, ett mindre lager V om Långnäs samt förekomsterna vid östra Silvergruvan och Järnåsgruvan. Även kalkerna vid Sångsbyn och Knuthöjden synas tillhöra en nivå, belägen nära intill samma gräns. Kalkerna V om Sången synas kunna kombineras till ett större skrynklat lager, till vilket möjligen även Knuthöjdskalken är att räkna. Nära intill gränsen mellan etagerna, obetydligt under eller över densamma, äro slutligen även kalkerna omkring Skålsundet belägna.

Exempel på högre upp i lagerserien belägna kalker utgöra vidare de å ömse sidor om Gillershöjden, vid Brevik samt omedelbart under gråvackelagren vid Saxhyttan anstående lagren. Även Kextjärns- och Vinerhöjdskalkerna torde vara belägna en god bit upp i etagen.

Nämnvärda kalkförekomster i den undre etagen äro anstående å ömse sidor av södra Gloppsjön, vid Limbergstjärn (SO om Svanvik) samt S om Sikberget.

Förutom de nämnda förekomsterna förekomma mindre, några dm — få mm tjocka kalklager på en mångfald ställen. I de flesta fall finner man dylika å sådana ställen, där intimare skiktströk uppträda, både i den övre och den undre etagen. Man torde kunna säga, att

delvis resterande eller mer fullständigt förträngda kalklager föreligga i alla områdets skarnmalmsförekomster. Kalkspat förefinnes slutligen ibland även i hälleflintorna såsom en homogent fördelad och med all sannolikhet primär impregnation.

Däremot saknas kalksten utom som fattig impregnation i skiffer och gråvackor. Ett enstaka obetydligt undantag härifrån utgör ett dm-brett, orent kalkband S om Grythyttehed (850 m SV om stationen), som är bundet till en sannolikt uppveckad gråvacka. Likaså förekomma i den undre zonen N om Älvestorp, liksom även innanför udden å Sirsjöns östra strand kalkrika lager, växlande med renare skiffer och kvartsrika band. Högre upp i lagerserien ha däremot ingenstädes kalkrikare inlagringar anträffats. Detta gäller även för de yngre konglomeraterna, i vilka kalk blott uppträder som bollar eller som lokal impregnation av mellanmassan.

Såsom utgörande ett speciellt plastiskt material ha kalklagren i högre grad än de omgivande hälleflintorna blivit deformerade. För de större lagren erbjuder det därför stora svårigheter att angiva verkliga mått på mäktigheten. Sannolikt torde den, inberäknat hälleflintinlagringar ingenstädes överskrida 100 à 150 m. Såsom tillnärmelsevisa mått på mäktigheterna kunna följande tal angivas: Lagret V om Älvestorpsskiffern 20—30 m (blottningar 800 m S om Älvestorps herrgård samt vid Sirsjötorp), Ö. Silvergruvelagret 30—40 m, Långnäset 20—30 m, Högbornslagret 6—7 m, Brunsjögruvans lager c:a 10 m, lagren omkring Gloppsjön 5—6 m och vid Limbergstjärn 10—15 m. Även dessa tal kunna vara för höga, enär de tektoniska detaljerna i blottningar och gruvöppningar ej låta sig utredas. Av samma orsak måste det även lämnas oavgjort, i vad mån inom ett och samma lager förekommande växlingar i bredd kunna bero på primära växlingar i mäktigheten.

Kalkerna innehålla vanligen inlagringar av hälleflinta. Exempel på intim och riklig sådan inlagring erbjuda kalkerna vid Sången (blottningar närmast sjön, längre N ut äro hälleflintinlagringar sparsamma), vidare kalken vid Knuthöjden, Ö om Högborns-grönstenen samt vid älven N om Älvestorp. Kalk och hälleflinta uppträda i dessa förekomster ofta i kvantitativt ungefär lika stora proportioner och i lager och bäddar som variera från ett 10-tal m till få cm. Exempel finnas dock även på homogena kalker, i vilka hälleflintinlagringar fullständigt synas saknas. Hit hör lagret inom sydöstra delen av Älvestorpsfältet, Hasselhöjdens kalk, förekomsterna kring Skålsundet samt vid Vaskebäcken. Även i Björkskogsnäskalken saknas i de flesta blottningar hälleflinta, dock uppträder sådan å lilla holmen V om halvön i riklig växellagring med kalken. Först i och med uppträdandet av dessa

inlagringar kunna de tektoniska förhållandena bedömas. De visa sig vara betingade av stark och oredig veckning (fig. 42).

De i kalkerna inlagrade hälleflintorna äro i allmänhet mörka och rika på glimmer (biotit enbart eller kombinerad med muskovit). Exempel på rena kvarts-fältspatstenar saknas dock ej. På motsvarande sätt äro även de bergarter, som omgiva kalklagren i hälleflint-skiktströken gärna glimmerrika. Detta gäller dock i högre grad om den övre än om den undre etagen.

I kalksten har på tvenne ställen (V om gråvackelagren vid Saxhyttan samt Ö intill Ekebergstjärn, Sången) iakttagits inlagrad järnkisel.

Fig. 42. Veckade lager av hälleflinta i kalksten. Holmen V invid Björkskogsnäs. *Folded layers of hälleflinta in limestone.*

Samma sediment har jämte järnsubstans avsatts tillsammans med och i växellagring med kalk-, mangan- och magnesiumkarbonat i de sedimentogena malmströken.

Kalkstenarna ha kommit till praktisk användning å en mångfald ställen huvudsakligen för tillsättning i hyttorna samt för leverans till sulfitfabriker. I ringa utsträckning har kalk även bränts på platsen. Vid Hasselhöjdens kalkbrott, där från dolomit och silikatiska föroreningar speciellt ren kalksten kan erhållas, har densamma funnit användning vid glasbruken. De största kalkbrotten äro de vid Björkskogsnäs, Hasselhöjden, Limbergstjärn och Jagåsfallet. Under de senaste åren ha blott de två förstnämnda samt kalken vid Limbergstjärn varit i arbete.

Kalkstenarnas kemiska sammansättning är ganska väl känd, tack vare ett stort antal analyser, som för praktiska ändamål utförts för

Hällefors Bruks Aktiebolags räkning, och som godhetsfullt ställts till författarens förfogande av ingenjör ALARIK, Sikfors. Till desamma har från beskrivningen till kartan över norra delen av Örebro län[1] fogats ytterligare ett 10-tal av H. SANTESSON utförda analyser.

Analyserna visa, att kalkstenarna även inom en och samma förekomst äro mycket varierande i sammansättning, och att hög dolomithalt är mycket allmänt förekommande. En ringa kvantitet av mangankarbonat, max. uppgående till 2,5 %, är mycket utbredd. Enligt äldre analyser av L. J. IGELSTRÖM[2] skall även järnkarbonat vara en kvantitativt ej oviktig beståndsdel i områdets kalkstenar. IGELSTRÖMS analyser referera emellertid huvudsakligen till malmförande kalklager och till karbonat i Mn-rik skarnmalm (Finnhultsgr). I speciellt för ändamålet utförda analyser, återgivna i malmbeskrivningen, ha IGELSTRÖMS uppgifter visat sig giltiga, dock med väsentliga modifikationer beträffande kvantiteten av de funna procenttalen. Säkerligen skulle en därpå inriktad undersökning lämna som resultat, att järnkarbonat i små mängder mycket allmänt ingår i de dolomitiska delarna av kalklagren. Makroskopiskt giver sig Fe- och Mn-halten i kalkstenarna till känna genom bruna vittringsytor hos bergarten. Att döma av desamma är fördelningen av de båda karbonaterna även i en och samma förekomst ganska varierande.

De i kalkerna förekommande silikatiska föroreningarna äro i de båda etagerna av något olika sammansättning. I den undre har magnesia och kalk inträtt i silikatbunden form, medan i den övre etagen Ca-Mg-silikater befunnits vara inskränkta till sådana fall, där en kontaktinverkan från de yngre graniterna kan förutsättas. Speciella förhållanden erbjuda vidare i båda etagerna de metasomatiska malmförekomsterna, där Ca-Mg-silikater bildats i skarnet i stor skala. Förhållandena vid malmförekomsterna komma att speciellt behandlas i malmbeskrivningen.

I slipprov av kalkstenar från den undre etagen ha följande silikater anträffats: Färglös — svagt grön tremolit-aktinolit, blekbrun — starkare brun biotit, delvis omvandlad i svagt grön klinoklor, färglös, högt dubbelbrytande glimmer (muskovit?), kvarts, mikroklin och albit. Zoizit är sällsynt. Hornblände är ej alltid närvarande. Sålunda saknas detta mineral och kalksilikater över huvud taget i ett slipprov från kalkstenen V om L. Gloppsjön. Mineralkombinationen är här: Glimrar + kvarts + mikroklin. Silikaternas mängd är ganska ringa. I kalklagret S därom vid Limbergstjärn är däremot hornblände rikligt närvarande tillsammans med biotit och obetydligt zoizit, medan kvarts saknas.

[1] S. G. U. Ser. Bb., N:o 3, sid. 16—18, analyser N:o 1—3, 9—11, 16, 20, 31—32.
[2] Värmländska bergsmannafören Ann. 1865, sid. 38 och 42.

Tabell över kalkstens-dolomit-

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	MnO [2]	Al_2O_3	Fe_2O_3
1. Ekebergstjärn (Sången)	84,87	4,10	0,37	1,75	
2. Trolltjärn (Knuthöjden)	99,78	1,65	0,30	1,98	
3. Björkskogsnäs	53,21	27,82	0,20	1,03	
4. Skatviken	65,36	29,48	0,06	0,49	0,78
5. » (gen. prof) [1]	88,39	6,72	0,09	0,3	0,25
6. Bergtjärn (V om Skarped) . . .	82,36	12,69	0,9	1,3	
7. Vaskebäcken	23,05	0,26	0,12	5,66	
8. »	83,29	3,17	0,25	0,33	
9. Hasselhöjden	74,63	1,54	0,08	0,23	
10. »	91,43	0,88	0,12	0,03	0,30
11. »	89,82	3,97	0,16	0,15	0,35
12. »	87,50	4,60	0,12	0,42	0,35
13. »	57,95	35,42	0,31	2,60	
14. Sirsjötorp	61,84	33,00	1,5	2,30	
15. S om Älvestorp	46,70	22,56	0,38	2,87	
16. Limudden, Älvestorps hytta . .	61,39	26,20	0,9	3,80	
17. Olsbo (S om Kråkvik)	78,98	3,78	0,9	2,40	
18. Ö. Silvergruvan	94,75	0,71	0,15	2,77	
19. Vinerhöjden	90,02	1,91		3,12	
20. »	75,41	14,71	0,17	1,46	
21. Kextjärn	77,14	13,55	0,41	1,28	0,38
22. Järnåsgruvan	96,45	1,17	0,33	0,12	0,30
23. Långnäset	78,39	13,49	0,10	1,20	
24. Skålsundet	51,32	42,43	0,15	1,30	
25. »	88,39	7,23	0,25	2,28	
26. »	93,80	1,11	0,12	0,88	
27. Limbergstjärn (Kockelbo) . . .	55,68	31,39		4,00	
28. » » . . .	89,29	5,73	0,20	1,28	
29. NV om L:a Hällsjön	41,49	0,10	0,07	0,55	
30. V om Lohällen (Ö om Domvik)	79,42	sp.	0,15	1,26	

[1] Originalanalysen är följande: CaO = 49,5, MgO = 3,2, Fe_2O_3 = 0,3, Al_2O_3 = 0,25, och $MgCO_3$ uppstår 1,78 % brist av CO_2, även om hela glödgningsförl. beräknas såsom
[2] I H. Santessons analyser är $MnCO_3$, ej MnO uppgivet. Värdena äro här omräknade
[3] I analysen angives SiO_2, ej »olösl.»
[4] Tekniska Högskolans materialprovningsanstalt.

analyser från Grythyttefältet.

P_2O_5	S	Olösl.	Summa	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	Analytiker	År
0,041	0,02	8,60	99,751	8,98	H. Santesson	
0,015	0,015	5,86	99,60	3,61	»	
0,021	0,003	17,43	99,714	60,94	»	
0,009	0,013	4,33 [3]	100,522	64,58	L. Hammarström	1904
0,002	0,020	5,6 [3]	(99,902)	14,72	T. H. M. P.[4]	1915
0,014	0,022	3,60	100,886	27,80	Guldsmedshytt. lab.	1908
ej best.	ej best.	70,72	99,81	0,57	H. Santesson	
0,037	—	12,64	99,717	6,94	»	
0,028	0,007	23,33	99,845	3,37	»	
0,002	0,001	7,50 [3]	100,263	1,92	T. H. M. P.[4]	1914
0,002	0,001	6,30 [3]	100,753	8,70	»	»
0,002	0,001	8,10 [3]	101,093	10,08	»	»
0,009	0,006	4,10	100,395	77,59	A. Bergström	1917
0,009	0,016	1,50	100,105	72,29	Guldsmedshytt. lab.	1908
0,031	0,04	26,66	99,241	19,67	H. Santesson	
0,016	0,019	8,50	100,825	57,39	Guldsmedshytt. lab.	1908
0,014	0,052	14,40	100,526	8,28	»	»
ej best.	ej best.	1,16	99,54	1,55	H. Santesson	
0,007	0,012	4,00	99,069	4,18	A. Bergström	1908
0,009	0,005	7,10	98,864	32,22	»	»
—	—	5,62	98,38	29,68	G. Rehn	1887
sp.	0,07	2,18	99,62	2,56	»	1896
0,016	0,009	4,30	97,505	29,55	A. Bergström	1911
0,020	0,013	2,94	98,163	92,95	»	1903
0,023	0,015	3,00	101,188	15,34	»	1905
0,011	0,024	4,05	99,995	2,43	»	»
0,014	0,030	6,60	99,714	68,76	»	1916
0,009	0,005	3,00	99,514	12,55	»	1907
0,029	0,005	57,13	99,374	0,22	H. Santesson	
0,128	0,016	19,26	100,234	sp.	»	

MnO = 0,09, SiO_2 = 5,6, P_2O_5 = 0,002, S = 0,020, gl.f. = 41,0. Vid ber. av $CaCO_3$ CO_2. I tabellen ha karbonaterna angivits oavkortade, varför de ej svara mot analyssumman. på oxid.

Hornbländet bildar delvis kompakta partier, i det inre av grov, utåt av tätare struktur. I lössprängda bitar iakttogos även täta, kloritiska massor med inneslutna, ljusgröna hornbländeprismor.

I den övre etagen uppträda glimmermineral (svagt grön klorit, blekbrun biotit, talk) och serpentin tillsammans med kvarts, som oftast är närvarande i väsentlig mängd. Accessoriskt kan magnetit vara närvarande. Analyserna visa, att apatit både här och i den undre etagen måste finnas, ehuru i obetydlig kvantitet. Kloriten synes i allmänhet vara framgången ur biotit genom omvandling av densamma. De optiska egenskaperna (låg — högre dubbelbrytning) tyda på penninklinoklor med växlande Al_2O_3-halt.

De silikatiska mineralen äro i kalkstenarna vanligen anordnade i strimmor, som giva bergarten ett randigt utseende. Denna anordning torde i allmänhet vara uppkommen sekundärt vid silikatbildningen. Kvartsen är däremot mer likformigt fördelad i kalkmassan. Att även oregelbundna, klumpformiga ansamlingar av hornblände kunna förekomma, påpekades redan i det föregående. Likartade ansamlingar kunna även bildas av glimmer.

Ca-Mg-silikater ha anträffats å följande ställen i den övre etagen: Vaskebäcken, Björkskogsnäs, Bovikskalken samt inom Sångs-Knuthöjdsområdet. Å de två första ställena är kalkstenen belägen nära invid kontakten till yngre graniter. Bovikskalken tillhör Saxåfältet, som i sin helhet utmärkes av en högre kristallinitet i bergarterna. I Sångs-Knuthöjdsområdet har, såsom redan omnämnts, kontaktinverkan från de yngre graniterna gjort sig gällande även i hälleflintorna på större avstånd från granitkontakterna. Ca-silikaterna i de tre förstnämnda kalkförekomsterna utgöras huvudsakligen av tremolit. I ett prov från holmen V invid Björkskogsnäs anträffades dessutom följande silikatmineral: Diopsid, skapolit ($\omega - \varepsilon = 0{,}026$), zoizit samt grova kristaller av titanit. Diopsid och tremolit förekomma tillsamman, och den senare visar inga tecken på att vara uralitisk. Mineralsällskapets komposition tyder på någon addition av Cl och TiO_2 från granitens sida. I Sångs-Knuthöjdsområdet har i de malmförande undre lagren allmän granat-pistazitbildning skett på karbonaternas bekostnad. I de malmfria, övre lagren ha klinozoizit-epidot och blågrönt hornblände nybildats. Diopsid har iakttagits dels i kalken vid Ekebergstjärn, dels i ett prov från en häll strax V om sjön Sångens nordspets. Å båda ställena förekommer aktinolitiskt, ur pyroxenen nybildat hornblände. Huruvida hornbländet i sin helhet i områdets kalkstenar är uralitiskt, måste dock lämnas oavgjort.

Ett exempel på kontaktmetamorfos erbjuder även kalken vid Skålsundet. I ett undersökt prov från Jagåsfallet finner man såsom silikat-

mineral forsterit ($2V_\gamma$ nära 90°), små korn av ett isotropt, högt ljusbrytande, grönt mineral, sannolikt pleonast samt fåtaliga fjäll av en högt dubbelbrytande, färglös glimmer (muskovit?).

Vid kontaktmetamorfosen ha silikatmineralens kvantitet ökats samtidigt som den fria kvartsen förbrukats.

Mineralassociationen i de ej kontaktmetamorfoserade delarna av kalkerna överensstämmer med hälleflintornas lågtempererade metamorfos. Den visar vidare, att magnesia tidigare och i större utsträckning ingått i silikaterna än kalken.[1]

Ett förhållande, som synes vara vanligt i de kalirikare hälleflintorna, och som är speciellt påfallande inom det av kontaktmetamorfos berörda Sångs-området, är, att biotit i riklig mängd utbildats i de i kalken inlagrade hälleflintbanden. Biotitbildningen förutsätter en transport av magnesia från kalklagren och ett bindande av densamma vid förhandenvarande muskovit eller vid kalifältspat under sönderdelande av densamma. Någon motsvarande biotitbildning förekommer däremot ej, där kalksten och albitextrema hälleflintor gränsa intill varandra.

Ett av de mest svårlösta problemen inom området, liksom inom leptitformationen i allmänhet utgör frågan om kalkstenarnas bildningssätt. Denna fråga har hittills föga diskuterats, och de förslag till förklaring, som framställts, kunna ej sägas tillfyllest göra rättvisa åt de föreliggande förhållandena. Den tidigare allmänt och väl tämligen undantagslöst antagna uppfattningen av kalkstenarna är den, att de utgöra normala sediment, bildade på samma sätt som i yngre formationer genom förmedling av organismer ur lösningar, som alstrats genom kemisk vittring.[2] En alldeles motsatt åskådning innehålles i JOHANSSONS magmatiska teori, enligt vilken kalkstenarna måste uppfattas såsom differentiationsprodukter in situ. Denna hypotes står och faller med den magmatiska teorien över huvud taget. Densamma är redan tidigare diskuterad. Även om teorien av anförda skäl ej i den framställda formen kan antagas såsom giltig, kan likväl det genetiska sammanställandet av karbonatbergarterna och lavabergarternas magmor icke utan vidare avvisas. Av JOHANSSON har i hans arbete om Filipstads bergslag anförts en omständighet, som i detta avseende är av vikt, nämligen det samtidiga uppträdandet i detta område av ytterst An-fattiga och extremt spaltade leptiter och den samtidiga, excep-

[1] Jmf. även ESKOLA, Com. Geol. Finland, Bull., sid. 161 och referat därstädes av GOLDSCHMIDT.

[2] En avvikande åsikt framlades dock 1898 av G. LÖFSTRAND, som ställde urkalkstenarna liksom malmerna i samband med eruptiva processer. (G. F. F. *20*, sid. 93.) På detta arbete blev jag av d:r GEIJER uppmärksamgjord, då det ovanstående redan förelåg i manuskript. LÖFSTRANDS arbete kan anses innebära, att kalkstenarna åtminstone delvis äro termalbildningar. Delvis synes han vilja tänka sig ett senmagmatiskt bildningssätt och ett gångartat uppträdande.

tionellt rikliga förekomsten av kalkstenar. Samma erfarenhet har även gjorts inom Grythyttefältet. Det förtjänar dock att påpekas, att den största kalkstensrikedomen ej förefinnes inom de starkast differentierade och mest alkalina delarna av hälleflintkomplexen, den undre etagens albit-kvartsbergarter, utan inom den mer intermediära, kalirikare, övre etagen. Likartat alkalina och extremt spaltade torde hälleflintorna även vara inom Vikern-Rossvalens stora kalkrika strök (jmf. analyserna i bl. Nora). Såsom exempel på det motsatta förhållandet, alltså kalkrika och föga differentierade leptiter och samtidig fattigdom på kalksten kan anföras Faluområdet. Mindre väl passa förhållandena i Salaområdet att döma av GUMÆLII analyser (bl. Sala), enligt vilka intermediära och samtidigt ganska An-rika blandningar skulle förhärska. Om emellertid vid ytterligare undersökningar ett allmännare samband mellan hälleflintornas och leptiternas konsistens i berörda avseenden och kalkstenarnas frekvens kan påvisas, utgör detta ett förhållande av stor vikt för den föreliggande frågan.

Av författaren har tidigare den tanken framförts, att leptitformationens kalkstenar kunna tänkas vara bildade under medverkan av termala processer.[1] Såsom stöd för denna åsikt anfördes kalkstenarnas förekomstsätt och svårigheten att genom kemisk sönderdelning av de saliska, Ca- och Mg-fattiga leptit-hälleflintbergarterna ur desamma härleda karbonaternas material. Det är ovan påpekat, att kalkstenar endast äro utbildade inom den vulkaniska serien, däremot ej i de överliggande normala sedimenten. Denna regel torde kunna utsträckas till hela den malmförande formationen. I intet fall är det författaren bekant, att kalksten eller derivater av denna bergart uppträda inlagrade i de till leptitformationen sig anslutande skiffer-kvartsit-glimmerskiffer-avlagringarna. Inom de vulkaniska avlagringarna ha vidare kalkerna ett nyckfullt uppträdande och sällan en större, kontinuerlig utbredning, vilket tyder på, att de ej eller sällan avsatts i större vattenbäcken. Ett härledande av de delvis rikliga kalklagren ur kemisk desintegration av leptit-hälleflintbergarter skulle vidare på grund av dessa bergarters saliska, alkalina sammansättning kräva destruktion av mycket stora bergartsmassor, som borde ha lämnat spår efter sig i form av betydande kvartsit-skiffer-avlagringar inne i formationen. Ett härledande av kalken från avlägsna vittringsytor och ett undvikande på detta sätt av svårigheten med bristen på ler-sandsediment i association med kalkerna stöter på den svårighet, som innehålles i kalkernas redan anförda brist på större utsträckning och den därav följande frånvaron av större och långvariga vattenbäcken. Inom själva den areal, som formationen omfattar,

[1] Föredrag å Geologiska sektionen, Uppsala 1918. Jmf. även Geologie des Kirunagebietes 4, sid. 35.

äro vittringsytor av motsvarande betydelse ej kända, liksom även bergartslager av högre ålder än leptiterna äro okända.

Särskilt belysande för dessa frågor äro förhållandena inom Grythyttefältet. Om kalkernas material skulle skapats genom förvittring, måste denna ha drabbat hälleflint-leptit-lager inom själva fältet eller de likartade bergarterna i dess omgivning. Även de i lavabergarterna uppträdande grönstenarna kunna ej ha lämnat tillskott till kalken, enär de tillhöra en sen intrusionsperiod och dessutom ingenstädes visa spår av att ha varit utsatta för vittring. Om man därför, utgående från kalkstenarnas relativa kvantitet, som approximativt kan skattas till 0,5 à 1 % i genomsnitt av hela berggrunden, söker göra sig ett begrepp om de kvantiteter porfyrer och porfyrtuffer, som måst kemiskt desintegreras för att täcka denna kalkkvantitet, kommer man upp i en mycket stor siffra, motsvarande snart sagt hela den bergartsmassa, som är blottad inom fältet. Tydligt är under alla omständigheter, att den underordnade kvantitet av vittringsmaterial, som förefinnes i hälleflintlagren på intet sätt svarar mot den mängd karbonatbergarter, som de innehålla. Den mycket ofta och speciellt inom den övre etagen förefintliga, i det föregående belysta associationen av kalkstenslager och förvittringsmaterial innebär sålunda ej ett orsakligt samband, så att den ena komponenten förutsätter den andra. Det betyder endast, att där vattenbäcken förelegat, chanser samtidigt förefunnits för deposition både av vittrat material och av kalk oberoende av, varifrån materialet kommit.

Även ett tillämpande av den termala förklaringshypotesen erbjuder emellertid svårigheter, för så vitt man utgår från den uppfattning av de termala företeelserna, som f. n. är rådande. Såsom källa för termernas innehåll, vattnet såväl som de lösta beståndsdelarna, antogs av ED. SUESS underliggande magmor.[1] Gentemot denna teori påvisade G. TSCHERMAK beträffande Karlsbader- och Marienbadertermerna, att en utlakning genom vadost vatten är tänkbar, utan att orimliga utlösningsbelopp av berggrunden behöva antagas och förutsatt att CO_2-Cl- och SO_3-haltiga mineral förefinnas. Även antog han möjligheten av, att de lösta, sura beståndsdelarna kunna vara av juvenilt ursprung, men baserna utlösts under genomsipprandet av berggrunden.[2] Denna senare teori torde vara den f. n. allmännast omfattade.[3] Ett starkt stöd för undergrundens reglerande inverkan på termalavsättningarnas sammansättning lämna förhållandena inom Yellowstone Nat. Park, där

[1] Vortrag 74. Versamml. d. Naturforscher und Ärtze, Verh. 1902 Allg. Teil.
[2] T. M. P. M. Bl. 22, sid. 80, 1903.
[3] Jmf. K. SCHNEIDER Geol. Rundschau Bd. 4, sid. 65. Se även det refererade arbetet av SUESS. Beträffande sammanställning rörande termala vatten se LINDGREN, Mineral Deposits, sid. 90.

den enda kalkavsättande gruppen av källor, Mammoth Hot Springs, är belägen på mesozoisk kalksten. Bevisat kan det dock ej anses vara, att alkalier och alkaliska jordarter ej kunna härstamma från underliggande magmor. Den av SCHNEIDER påvisade förekomsten av växlingar i en och samma terms avsättningar skulle kunna tolkas såsom en antydan i denna riktning.

För leptit-hälleflintkalkstenarna erbjuder ett bildningssätt genom termalt utlakande av de sura lavorna lika stora svårigheter, som en deras bildning genom kemisk vittring av samma lager. Betydligt mindre blir svårigheten, om man får förutsätta, att de termala vattnen primärt innehållit karbonater, härstammande från magmorna. Kalkavsättningen behöver därvid ej i sin helhet ha skett i form av travertinbildningar, utan kan till övervägande del förläggas till förhandenvarande sjöbäcken, i vilka genom tillflödet av karbonatrika vatten övermättning och kemisk precipitation försiggått eller kalken utfällts genom förmedling av organismer. Någonting i kalkstenarnas sammansättning eller geologiska uppträdande, som talar emot en dylik process, förefinnes ej. Även mangan är sålunda påvisad i termalavlagringar.[1]

Denna förklaring är givetvis hypotetisk och kräver vidare prövning. Man kan dock säga, att den bättre än de föregående förmår förklara de geologiska förhållandena.

Spiliter och grönstensbreccior.

Av TÖRNEBOHM uppfattades samtliga i fältet uppträdande grönstenar såsom ytbildningar, bildade samtidigt med de omgivande lagren. Vid den förnyade undersökningen har det emellertid visat sig, att den övervägande kvantiteten av grönstenarna utgöres av intrusiva lager, och att de effusiva ytbildningarna inskränka sig till de redan av TÖRNEBOHM på grund av sin egendomliga konsistens omnämnda, spilitiska inlagringarna i den undre skifferzonen i Grythytteskålen[2] samt de utmed gränsen mellan den undre och övre hälleflintetagen uppträdande grönstensbrecciorna.

De spilitiska grönstenarna äro bundna till Grythytteskifferns östra och sydöstra rand. Utanför den här uppträdande, svarta skifferzonen äro de blott kända från en förekomst i skifferns fortsättning mot N, norr om Silvergruvan. Däremot har ingenstädes utmed skifferns

[1] V. LINDGREN Econ. Geol., 1922, sid. 201.

[2] Beskr. Bergslagskartan; bl. 4, sid. 31. Bull. Geol. Inst., Uppsala, Vol. X, sid. 54. Den av T. angivna förekomsten av grönstensbreccia V om sydligaste delen av sjön Saxen har av förf. ej kunnat återfinnas.

västra rand motsvarande grönstenslager anträffats. Här saknas också den svarta skiffern. Längre V ut återkomma de spilitiska grönstenarna i Saxåfältet med en symmetrisk fördelning omkring skiffern. De uppträda här enligt MAGNUSSON i den undre, svarta skiffern och i underliggande gråvackor. Spilitiska inlagringar i gråvackorna ha ej av förf. anträffats i Grythyttefältet, dock tyda de i gråvackorna sporadiskt funna fragmenten av tät grönsten på, att förelöpande eruptioner av de spilitiska lavorna inträffat redan under eller före dessa bergarters avlagring.

Fig. 43. Spilitbreccia. Block V om Gillershöjden. Figurens bredd ungefär 11 dm. Förf. foto. *Scoriaceous spilite-breccia.*

Spiliterna äro till stor del utbildade som slaggbreccior, bestående av pimpstensartade bitar och block med hålrummen utfyllda av karbonater och sammankittade av samma ämne (fig. 43—44). Förutom kalkspat finner man även kvarts och i mikroskopet även klorit som mandelfyllnad. Även albit förekommer, dock endast i saliska, keratofyriska varieteter. Pyrit är ibland utbildad i de karbonatfyllda mandelrummen. Slaggbrecciorna bestå nästan uteslutande av anhopat, eruptivt material. I de sällsynta fall, då främmande bergarter anträffats som inneslutningar, bestå de av glimmerrika, mörka hälleflintor. I ej breccieartade delar övergå spiliterna till kompakta, mandelförande grönstenslavor (fig. 45). Tillsamman med desamma förekomma slutligen även mandelfria, finkorniga facies, som petrografiskt

ej kunna skiljas från intrusiva grönstenar av samma kornstorlek. Dylika mandelfria utbildningsformer förekomma flerstädes, och inom det stora området N om Grythyttehed utgöra de den kvantitativt övervägande bergarten. Man kunde för desamma misstänka, att de utgöra intrusiva delar av grönstensmagman, dock ha mellan desamma och spiliterna ingenstädes kontakter, men väl övergångar iakttagits.

Spiliterna äro delvis, särskilt utmed sydranden av Grythytteskålen starkt skiffriga och utbildade som grönskiffrar. Delvis och speciellt i de nordligare förekomsterna är skiffrigheten svagare, och den slaggiga konsistensen märkvärdigt väl bevarad. På grund av den inhomogena, breccieartade konsistensen ha bergarterna i likhet med hälleflint- och porfyrbrecciorna blivit i hög grad uppbrutna av isen i stora, lokala

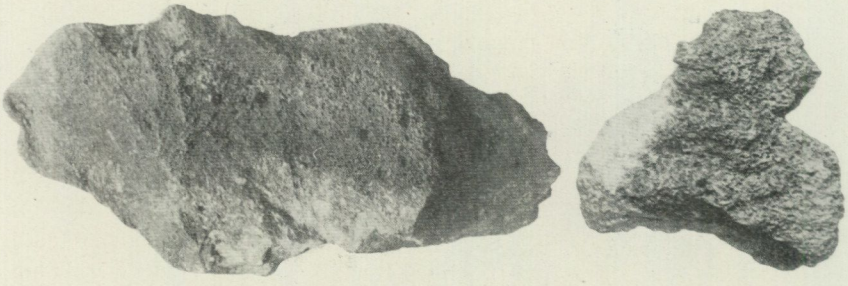


Fig. 44. Slaggbitar ur spilitbreccia, V om Gillershöjden. 1/2 nat. storl. J. W. ENGLUND foto. *Scoriaceous inclusions from spilite-breccia.*

block. Karteringen har därför i stor utsträckning fått grundas på dylika.

Spiliternas nuvarande mineralkomposition är fullständigt sekundär. Den är i de mandelförande utbildningsformerna olika den i de kompakta varieteterna, så till vida som Ca-förande silikater i de förra saknas eller äro mycket sparsamt representerade. I desamma är plagioklasens liksom även den tidigare pyroxenens kalkhalt utlöst och har lämnat material till den kalkspat, som f. n. förefinnes i mandelrummen och i den sammanbindande massan mellan pimpstensbitarna, i mindre mängd även som impregnation i själva bergartsmassan. T. o. m. den i spiliterna förekommande titanhalten är blott undantagsvis bunden vid kalk i form av leukoxen, vanligen är den fördelad i prismor och gryniga aggregat av rutil. En likartad dekalcifiering av plagioklas och pyroxen förekommer även i de kompakta och ej mandelförande, grövre varieteterna, men betydligt mindre långt driven. I stället för kalkspat är här klinozoizit det förhärskande Ca-mineralet.

I slipprov av spilitiska utbildningsformer finner man följande mineralsammansättning: Albit, svagt grön klorit och karbonater, som utgöra huvudmineralen. Accessoriskt förefinnes rutil, ensam eller kombinerad med leukoxen. Ofta tillkomma ytterligare korn av magnetit och pyrit. Klinozoizit är ibland närvarande. Kvarts förefinnes vanligen blott som mandelfyllnad. Den i bergarterna uppträdande kloriten är en ljusgrön, lågt dubbelbrytande, oftast nästan isotrop pennin. Den visar ibland anomala bruna interferensfärger. Tillsamman med densamma förekommer ibland blekbrun biotit eller biotit och sericit.

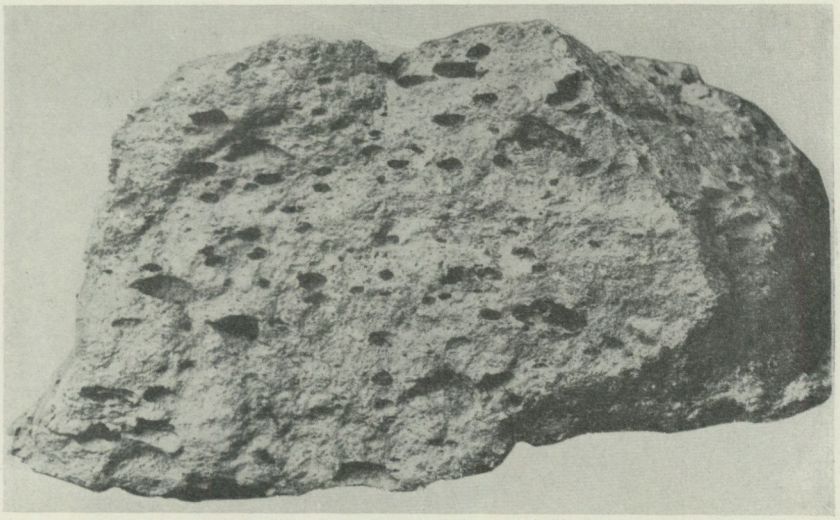


Fig. 45. Spilitisk grönsten med utlösta karbonatmandlar. Häll S om järnvägen, S om Gäddsjön. $^{3}/_{5}$ nat. storl. A. Hj. Olsson foto. *Spilitic greenstone with outweathered amygdules of carbonate.*

Även klorit och sericit ha iakttagits i kombination. Sericit och biotit äro i de flesta fall närvarande blott i ringa mängd. I dylika fall äro bergarternas albitlister klara och skulle kunna tagas för primärt utkristalliserade mineral. I andra fall är mängden av sericit rikligare, och den har därvid bildats på bekostnad av albiten. Exempel på bergarter, i vilka albiten nästan helt överförts i sericit förefinnas. Som man torde få förutsätta, att sericitiseringen innebär en höjning av grönstenarnas kalihalt, måste under omvandlingen en tillförsel av detta ämne från omgivande bergarter ha skett.[1]

[1] Jmf. även beskrivningen av de intrusiva grönstenarna och diskussionen av analys XIII. En infiltration av kalium på likartat sätt under omvandlingen av grönstensgångar, uppsättande i granit har påvisats av Termier från Mt. Pelvoux (Bull. Soc. Geol., France, Bd. 26, sid. 165).

Den relativa proportionen mellan klorit-biotit och albit är i de olika fallen ganska varierande. I få fall torde dock de mörka mineralen uppgå till 50 volymprocent av bergarten. 30—40 % torde kunna angivas som en vanlig proportion. I många fall är emellertid kvantiteten av mörka mineral mindre.

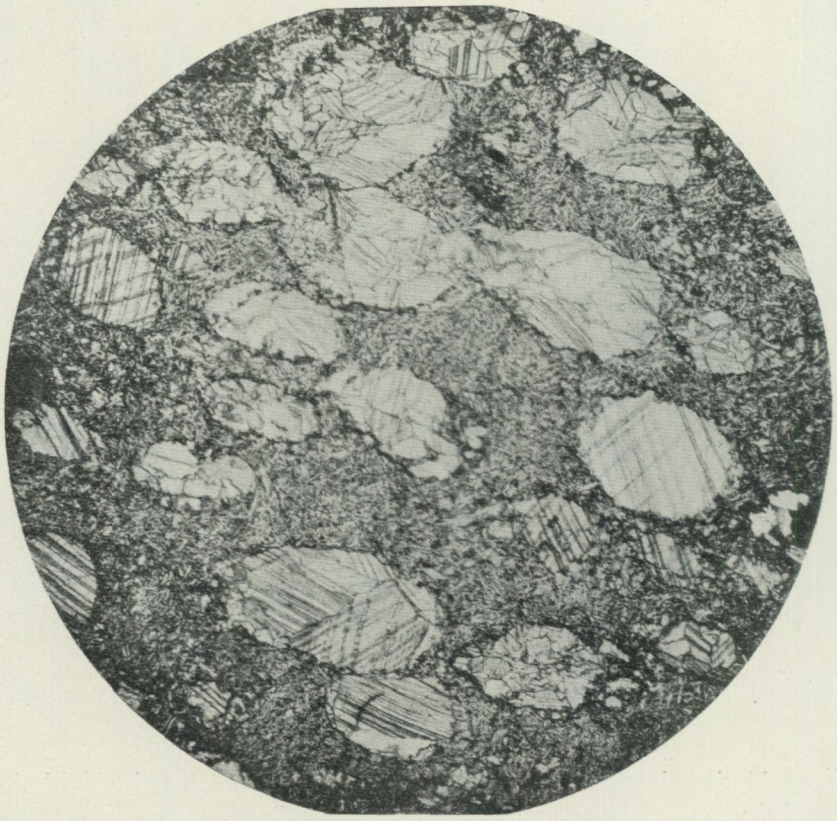


Fig. 46. Brottstycke i spilitbreccia, S om Vackerfallet. Karbonatfyllda mandlar i en tät grundmassa av albitlister och klorit. Vanl. lj., först. 16 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Inclusion in spilite-breccia. Amygdules of carbonate in a dense groundmass made up of lathformed albite and chlorite.*

De i bergarten förekommande karbonaterna äro till största delen koncentrerade till mandelrummen. I mindre mängd finner man dem dock även såsom impregnation i grundmassan. Där kvarts utgör mandelfyllnad, har den vanligen en grov, kristallinisk utbildning. I få fall ha även täta kvartsaggregat anträffats, som torde få anses som omkristalliserad kalcedon. Kvarts och karbonater kunna ibland ses i

samma mandelrum och av de båda mineralens relationer framgår, att en förträngning av kvarts genom karbonat ägt rum. Karbonaterna torde övervägande bestå av kalkspat, dock är samtidig förhandenvaro av Fe-karbonat sannolik, enär karbonaterna vid vittring gärna antaga en rödbrun färg.

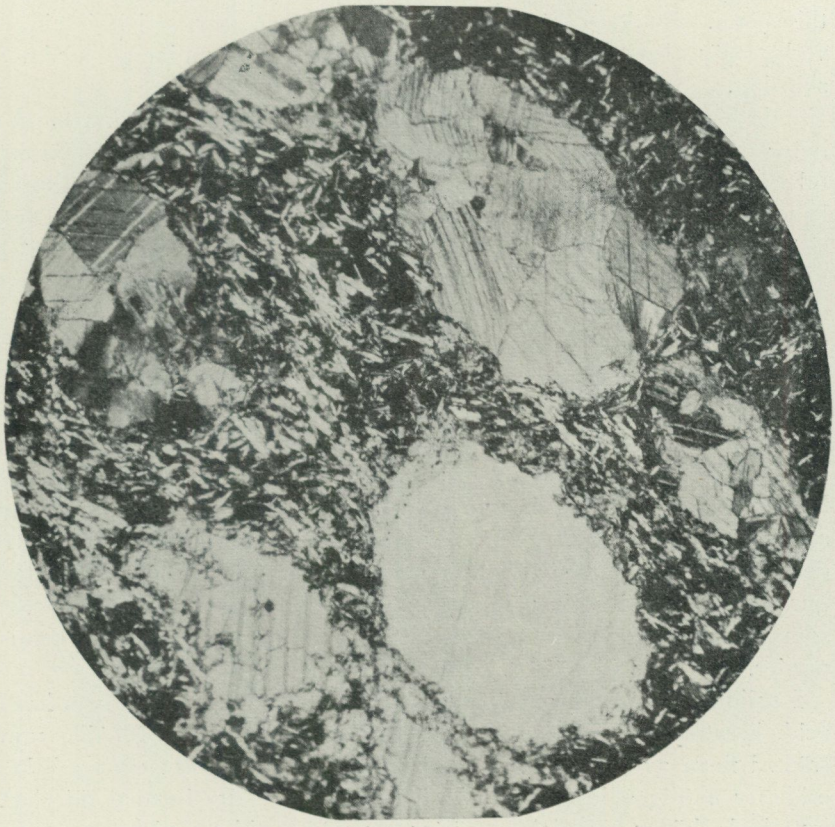


Fig. 47. Högra mellersta delen av 46 i dubbel förstoring. + nic. A. Hj. Olsson foto.
The right middle part of fig. 46, magnified.

Under metamorfosen ha bergarternas mikrostrukturer bibehållits märkvärdigt väl (jmf. fig. 46—47). De utmärkas av den för spilitiska lavor kännetecknande utbildningen av fältspaten, som uppträder i form av talrika, små lister, riktningslöst eller fluidalt anordnade. Grövre, strökornsartade individer äro ofta för handen, dock aldrig i makroskopiskt iakttagbar storlek. Såsom spår av strökorn av mörka mineral äro möjligen i grundmassorna ibland förefintliga, homogena fläckar

av klorit att tyda. De sakna idiomorfa former, och visa ett allotriomorft förhållande mot albitlisterna, som skjuta in i desamma, varför de sannolikt utgjorts av pyroxen. Den spilitiska strukturen är i de flesta fall ännu fullt tydlig. Även i slipprov av de kalkrika brecciorna och i de förskiffrade delarna av bergarterna, i vilka dock sönderbrytningar av listerna av växlande styrka skett, kommer den till synes. Starkare utplånande på strukturen har sericitbildningen verkat, där den varit mer genomgripande och kombinerad med förskiffring.

I de kompakta, ej mandelförande delarna av spiliterna kan bergarten betecknas som en saussuritdiabas. Mineralsammansättningen är här följande: Klinozoizit, albit, klorit, hornblände, kvarts samt accessorisk leukoxen med eller utan resterande malmkorn samt apatit. Detta sistnämnda mineral är i de spilitiska formerna mycket sällsynt, i de kompakta finkorniga grönstenarna däremot allmänt utbrett och utbildat i form av långa nålar. Karbonater äro ofta för handen, dock i underordnad kvantitet. Plagioklasen har i de finkorniga grönstenarna en bred, tjock listform med en längd av $0{,}_2$—$0{,}_3$ mm. Dess resterande albitsubstans är rikligt fylld av klinozoizit. Pyroxenen är till en mindre del ersatt av ett färglöst—svagt brunaktigt grönt hornblände, utbildat i form av grövre, fibrösa individer, som erhålla sin begränsning av fältspatlisterna eller omsluta inskjutande delar av desamma. Bergartens struktur har alltså varit subofitisk. Till större delen är emellertid den tidigare pyroxenen överförd i en penninartad, ljusgrön klorit, i vilken klinozoizitkorn äro inneslutna. Kvarts ses som enstaka grövre partier, som utgjort mesostatiska utfyllnadspartier.

I spiliterna ha även anträffats varieteter av lavamaterialet, som ha en acid, keratofyrisk sammansättning. Dylika varieteter torde sällan uppträda i form av enhetliga, kompakta lavaströmmar. Ett exempel däråt erbjuder möjligen bergarten i V delen av det södra bandet vid Grythyttehed (hällar omedelbart öster om vägen till Brevik). Bergarten utgöres av en kompakt, gråvit sådan. I slipprov finner man följande mineralsammansättning: Albit, som utgör huvudmassan av bergarten, sericit, zoizit eller klinozoizit, kalcit, kvarts samt rikligt titanit. Titaniten har övervägande ett leukoxenliknande utseende, dock förekomma även korn med idiomorf form och klarare konsistens, som måste antagas vara primärt utkristalliserade. Albiten är utbildad i form av korta, tjocka lister. Mellan desamma, delvis även bildad på albitens bekostnad uppträder sericiten. Mycket sällan finner man tillsamman med densamma klorit. Kvartsen bildar mesostatiska partier mellan fältspatlisterna. Dess mängd är föga riklig. Av bergartens utbild-

ning framgår ej, ur vilket mineral den egendomligt mesostatiskt uppträdande sericiten framgått. Det sannolikaste är att det varit fältspat (albit eller mikroklin). Några rester av mikroklin ha ej iakttagits. Bergartens kalkhalt är att döma av zoizitens och kalcitens mängd dock relativt hög, varför någon extremare albitbergart primärt ej kan

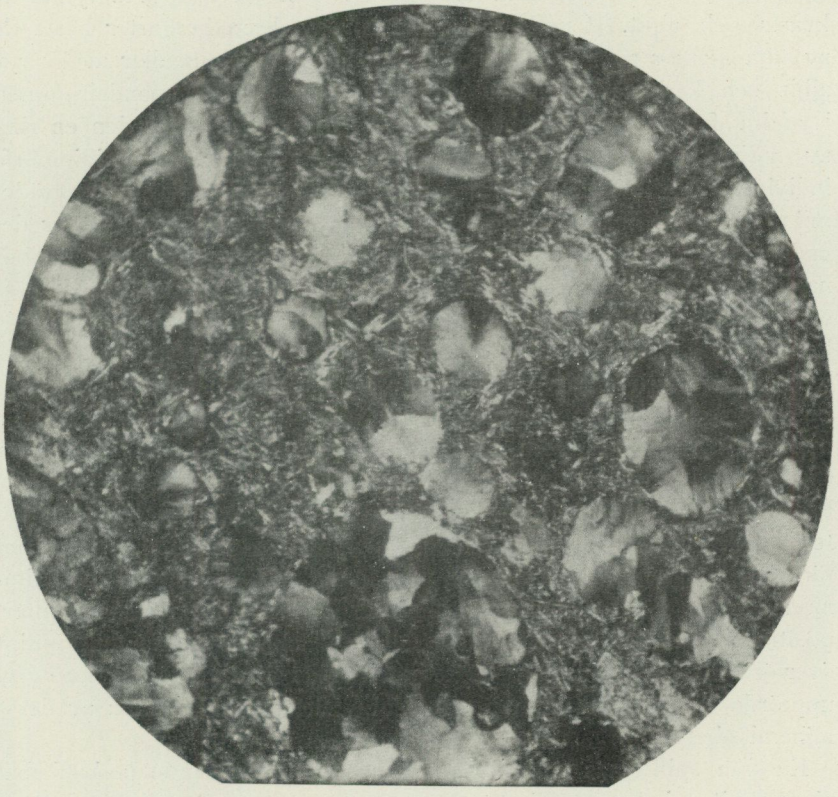


Fig. 48. Keratofyrisk inneslutning i spilitbreccia, Jordbron. Mandlar fyllda med kvarts i en kloritfattig albit-grundmassa. + nic., först. 28 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Keratophyric inclusion in spilite-breccia. Amygdules filled with quartz in a groundmass of albite and subordinate amounts of chlorite.*

ha förelegat. Zoizitens och kalcitens kvantitet kan uppskattas till omkring 20 %.

Tydligt primärt alkalina bergarter förefinnas däremot i form av slaggiga inneslutningar i pimpstensbrecciorna. Likaledes har samma bergart anträffats såsom egendomliga, rundade inneslutningar om några cm till 2 à 3 dm storlek i tät, mandelförande spilit å tvenne ställen V om Prästfallet samt vid Grythyttehed i en häll 450 m N om kyr-

kan ost invid vägen. Inneslutningarna förefinnas å båda ställena i riklig mängd, givande åt bergarten utseendet av ett konglomerat. I slipprov visar sig den inbäddande massan likväl bestå av starkt omvandlad, mandelförande spilit. De keratofyriska inneslutningarna skilja sig från spiliterna genom en ljusare färg samt genom mandlarnas konsistens, i det desamma äro enbart eller övervägande fyllda av kvarts och albit. I undersökta slipprov av dessa bergarter bestå de av täta massor av fältspat, rikligt fyllda av runda mandlar av kvarts, albit och karbonat. Albiten utfyller i vissa fall hela mandelrummet, i andra fall är den kombinerad med kvarts, och bildar den en ring av radiellt mot mandelns inre ställda och mot kvartsen idiomorfa individer. I ett fall, i inneslutningarna vid Grythyttehed, uppträder mikroklin som mandelfyllnad tillsamman med kvarts. Detta är det enda fall, där mikroklin iakttagits. Dess mängd är obetydlig. Karbonater äro ibland utbildade som hexaedrar i bergarternas grundmassa och kunna i mandlarna ses ersätta kvarts och albit. Fältspaten i bergartens massa har, i de fall, då den kunnat bestämmas, befunnits vara albit. Den bildar i vissa fall täta aggregat, i vilka lister och buskformiga kristallisationsformer äro synliga, i andra fall är hela massan kristalliserad som regellöst eller fluidalt ordnade små lister (fig. 47). Ett brunt, leukoxenliknande mineral är i de keratofyriska bergarterna vanligt och ganska rikligt instrött som mesostas för listerna eller regellöst fördelat i de täta fältspataggregaten. Även fint fördelad magnetit kan uppträda på samma sätt, associerad med titaniten. I de täta fältspataggregaten är sericit i form av små interpositioner närvarande, och i vissa fall är fältspaten nästan fullständigt överförd i sericitaggregat. Däremot saknas i de såsom keratofyrer uppförda varieteterna klorit och biotit, eller är kvantiteten av dessa mineral obetydlig.

En från spiliternas normala sammansättning avvikande beskaffenhet visar spiliten i den nordligaste förekomsten N om Silvergruvan. Bergarten visar en tydlig kontaktpåverkan av graniten i norr. I slipprov består den av ett oredigt aggregat av fibröst, ljusgrönt hornblände, sericit, diopsid samt något zoizit. Accessoriskt förekommer rutil. Av den gamla spilitstrukturen finnas blott spårvis resterande delar av små fältspatlister samt enstaka, grövre fältspatströkorn kvar, samtliga starkt sericitomvandlade. Däremot äro mandlarna väl bibehållna och fyllda av kalcit. Hornbländebildningen är tydligtvis en diaftoritisk process och likartat är förhållandet med sericitbildningen, som kan förutsättas ha skett på bekostnad av plagioklas, bildad vid kontaktmetamorfosen.

Från spilitbrecciorna skilja sig *grönstensbrecciorna i den övre hälleflintetagens bottenlager* genom den fullständiga frånvaron av slaggbildningar. Grönstensbreccior i denna nivå ha iakttagits på följande ställen: Vid Bushagen, i en häll S om Örnviken (400 m SO om gamla torpet å udden S om viken), N om Trolltjärn (Ö om Grythyttehed) samt N om Varnäs. Å detta sista ställe uppträder breccian i tvenne band, som sannolikt utgöra delar av samma lager. Mot S slutar det östra bandet N om Varnäs, det västra fortsättes av hälleflintbreccia. Som karteringen av banden måst helt grundas på block, har relationen mellan de båda senare olika brecciebildningarna ej kunnat fastställas. Delvis på block är även förekomsten vid Bushagen karterad. Brecciebildningar uppträda här dels utmed mellersta delen av östra sidan av ett större grönstensområde, dels utmed dess västra sida. Som inne uti grönstensområdet hälleflinta uppträder, måste för detsamma antagas, att grönstenen i sin helhet bildar en lokal skål.

Grönstensbrecciornas utseende å vittrade ytor framgår av fig. 49—50. De i inneslutningarna ingående bergarterna utgöras övervägande eller enbart av grönstensbergarter, dock av ganska varierande kornstorlek och sammansättning. Härtill komma ibland bitar av röd hälleflinta av strökornsfattig »undre» typ. Inneslutningarnas storlek varierar från helt små dimensioner av få mm till 1—3 dm, och blandningar av olika storlekar är vanlig. Formen är kantig, där den ej är deformerad av pressning eller genom omvandling. Inneslutningarna äro rikligt anhopade, delvis stötande direkt intill varandra med en ringa förhandenvarande mellanmassa, som ävenledes har en hornblände-rik, grönstensartad sammansättning. Brecciekaraktären blir därför å friska ytor otydlig eller omöjlig att urskilja, för så vitt ej väsentligt olikartade grönstensinneslutningar eller hälleflintbitar äro närvarande. Även å vittrade ytor blir strukturen otydlig, om bergarten i inneslutningarna är likartad.

De i inneslutningarna ingående grönstenarna äro till övervägande del täta—finkorniga, dock finner man även tillsamman med de finkorniga typerna inblandade sådana av grövre struktur. Till sin sammansättning variera bergarterna avsevärt, och en stor utbredning ha saliska, på albit rika varieteter. Sådana förekomma både i de grovt och de finkornigt struerade formerna, och de antaga i de förra samma konsistens och utseende, som i de saliska, hornbländefattiga utsöndringarna i intrusivlagren. I de saliska, finkorniga varieteterna kan bergarten delvis betecknas som en keratofyr eller kvartskeratofyr, innehållande något hornblände eller fri från sådant. Ävenledes förekomma kvartsrika facies, vilka övervägande utgöras av kvarts, var-

till kommer något albit, obetydligt klorit-biotit samt accessorisk titanit.

Samma bergarter som i bitarna återfinnas i mellanmassan som mindre korn jämte fragment och individer av albit samt rikligt med hornblände och klorit.

Kemiskt-mineralogiskt återfinnas samma typer i brecciornas inneslutningar, som i de intrusiva grönstenarna. Dock synas saliska berg-

Fig. 49. Grönstensbreccia, Ö bandet N om Varnäs. Tvenne inneslutningar av grövre grönsten i bildens mitt och t. v. Resten av inneslutningarna tät, delvis acid grönsten. Bildens bredd ungf. 85 cm. Förf. foto. *Greenstone-breccia. Two inclusions of coarser greenstone in the midst of the fig. and to the left, the remaining inclusions representing dense, partly acidic greenstone.*

arter i de förra vara proportionsvis rikligare än i intrusivlagren. Strukturellt föreligger den skillnaden, att täta utbildningsformer förhärska i brecciorna.

Brecciornas bildningssätt är svårförklarligt. Tydligt är, att i desamma explosionsprodukter föreligga. Materialet har emellertid ej den slaggiga, spilitiska konsistens, som man kan vänta vid ett normalt utträde av lava till jordytan. De svara snarare mot söndersplittrade, på acida facies rika grönstensmagmor, som stelnat mycket nära jordytan. Denna förklaring synes vara den sannolikaste. Tillsamman med brecciorna förekommer även vid Bushagen kompakta, täta grön-

stenar delvis av salisk sammansättning, svarande mot den i brecciorna. Ett större område av tät grönsten är anstående vid Kastenhult (västra, övre delen av grönstensområdet här). Den täta grönstenen gränsar i öster till grov, underlagrande grönsten, som, där den iakttagits i kontakt med den förra, innehåller brottstycken av densamma. Denna grova grönsten är alltså yngre än den täta. Genom ett explosivt söndersplittrande av den senare skulle en med de beskrivna lik-

Fig. 50. Grönstensbreccia, V bandet N om Varnäs. Ljusa bitar av hälleflinta synliga nedtill t. v. invid stora inneslutningen och i högra kanten. F. ö. tät grönsten. Förf. foto. *Greenstone-breccia. Light inclusions of hälleflinta are shown in the lower part of the fig. to the left, close to the great inclusion and at the right border. For the rest dense greenstone.*

artad brecciebildning ha alstrats. På samma sätt kunna naturligtvis även hälleflintbreccior ha uppkommit (jmf. sid. 138).

Direkta relationer mellan brecciorna och intrusiv, kompakt grönsten ha ingenstädes i fast häll iakttagits. Däremot ha i kompakta grönstenar iakttagits inneslutna bollar eller brottstycken av täta grönstenar av samma art som i brecciorna. Man blir för sådana fall tvingad antaga, att grönstenen intruderat i en äldre brecciebildning. Sådana fall ha endast iakttagits i grönstenar i samma nivå, i vilken brecciorna uppträda.

Intrusiva grönstenar.

Intrusioner av grönsten äro i den superkrustala seriens översta lager mycket sällsynta. I Grythytteskifferns område äro sålunda blott tvenne mindre gångar anträffade, den ena NO om Grythyttehed, den andra vid Örlingen strax S om granitgränsen. I Älvestorpsskifferns sydrand invid granitgränsen är likaledes en sannolikt i skiffern intrusiv grönsten blottad, likaså en mindre gång N om Ullnäs. Från gråvackezonen är en obetydlig gångförekomst känd å stranden Ö om Hälgnäs, samt ett flertal gångar å Sundsudden. I konglomeratzonen ha slutligen ett fåtal gångar anträffats Ö om Sången.

Däremot äro grönstensintrusioner mycket allmänna inom hälleflintorna. Man skulle kunna säga, att de utgöra ett karakteristiskt element i dessa bergarters berggrund. Grönstenarnas uppträdande är i den undre och den övre etagen av olikartat slag. I den senare bilda de nästan alltid lagerintrusioner. Man finner här mycket sällan gångar, som i större vinkel avskära lagren. Även de större, mer lakkolitartade intrusionerna ha ett konkordant uppträdande. Fullt konkordant är det likvisst icke alltid, i det grönstenarna i stort kunna uppvisas skära över den superkrustala seriens lager. Exempel härå ha i den tektoniska översikten anförts. I den undre etagen förekomma likaledes lagergångar i skiktade delar av etagen eller gångar, förlöpande parallellt med den allmänna strykningen. Dock äro här övertvärande, ibland berggrunden oregelbundet söndersplittrande intrusioner vanliga. Detta sammanhänger dels med det djupare läget vid intrusionen av dessa delar av lagerserien, dels med den massivare, mer oskiktade konsistensen av den undre etagen. Dessutom är det, såsom i den stratigrafiska översikten framhållits, möjligt, att en del av intrusionerna äro yngre än lagrens veckning.

Såsom tidigare framhållits, förefinnas bevis för, att tvenne olikåldriga grönstensgrupper föreligga, dels en äldre, intruderad under den övre hälleflintetagens och den undre skifferzonens bildningstid. Till denna grupp torde huvudmassan av grönstenarna vara att räkna. Sammanställandet av dessa äldre grönstenar med de superkrustala spiliterna och brecciorna som den intrusiva fasen av basaltmagman har fotats på geologiska grunder, på fattigdomen av intrusioner över spiliternas nivå samt på förekomsten av grönstensbollar i de yngre konglomeraterna. Man kan såsom ytterligare stöd för denna parallellisering anföra förekomsten av de mot varandra svarande sura, albitrika spaltprodukterna i både den effusiva och den intrusiva gruppen. Den yngre grönstensgruppens ålder kan blott bestämmas i så måtto, att hithö-

rande gångar äro yngre än både de yngre konglomeraterna och gnejsgraniterna, som de genomsätta. Någon petrografisk skiljaktighet mellan de båda grönstensgruppernas bergarter har genom det makroskopiska utseendet eller den mineralogiska sammansättningen ej kunnat fastställas. Ett särskiljande i de fall, då den genomsatta berggrunden utgöres enbart av hälleflinta, erbjuder därför stora vanskligheter. Albitiska sekret synas dock saknas i de påvisbart yngre gångarna, och man torde kunna antaga, att den yngre grönstensmagman endast uppträder i gångform.

Till sin petrografiska beskaffenhet kunna de intrusiva grönstenarna i allmänhet betecknas såsom saussuritdiabaser eller saussuritgabbror. De karakteristiska mineralen utgöras av uralitiskt, svagt till starkare blågrönt färgat hornblände, zoizit eller klinozoizit-epidot, albit och sericit. Apatit, helt eller delvis leukoxenomvandlad järnmalm samt sporadiska pyritkorn utgöra i regel närvarande accessorier. Klorit och kalcit äro ofta förhanden, dock sällan i större kvantiteter. Kloriten bildar ibland större individer, som innehålla rutilnålar, och äro allotriomorft begränsade gentemot fältspatindividerna. I dylika fall torde pseudomorfoser efter primär biotit föreligga. Till den övervägande delen ersätter dock kloriten hornbländet. Biotit förekommer sällan, det är dock ovisst, huruvida ej kloriten i allmänhet utgör en pseudomorfos av detta mineral. Påvisbara pseudomorfoser av olivin ha ej anträffats. Vid omvandlingen ha i de flesta fall grönstenarnas strukturer bibehållits definierbara. De utgöras av ofitiska sådana, som i finkornigare randfacies övergå i en subofitisk form. Porfyriska individer av plagioklas och albit anträffas i dessa delar och i smala gångar, däremot aldrig i grövre utbildningsformer. I de större intrusionerna övergår strukturen till gabbroid med mer isometrisk utbildning av plagioklasen och tjockprismatisk, bättre idiomorf utbildning av uraliten. Vid saussuritiseringen har plagioklasens albit bibehållits enhetligt orienterad. Sericit har samtidigt allmänt nybildats och ersätter i stor utsträckning albiten.

Såsom sista kristallisationsrest förekommer ofta mesostatiskt mellan de nämnda mineralen något kvarts och albit såsom skilda individer eller i granofyrisk sammanväxning. Mikroklin är däremot mycket sällsynt och om den finnes, är den mycket sparsamt företrädd.

Å en typisk, gabbroid saussuritdiabas från lakkoliten S om Söder Älgen (»Finnbergs-massivet») utfördes nedanstående analys. Provet är taget i berget invid viken 500 m Ö om Killingudden (»Högabergsviken»). Mineralkompositionen svarar mot den ovan angivna, dock saknas fri kvarts och sur fältspat såsom kristallisationsrest.

	XIII	XIII a	1.	2.	3.
SiO_2	47,57	7,928	48,24	47,00	50,48
TiO_2	0,37	46	0,97		
Al_2O_3	17,20	1,686	17,88	17,72	17,03
Fe_2O_3	2,63	164	3,16	2,74	1,25
FeO	6,67	926	5,95	5,58	7,81
MnO	0,20	28	0,13	sp.	
MgO	7,59	1,897	7,51	9,62	9,32
CaO	10,33	1,845	10,99	10,99	10,96
Na_2O	1,91	308	2,55	2,78	1,95
K_2O	2,11	224	0,89	1,51	0,24
H_2O	3,31	1,839	1,45	1,30	0,82
P_2O_5	0,05	4	0,28	0,38	
BaO	0,06	4			
S	0,01	3			
CO_2	0,60	136			
	100,61		100,00	99,62	99,90

Aktuell mineralkomposition:	
Albit	16,14
Sericit	17,83
Celsian	0,15
Epidot	17,97
Hornblände	40,82
Klorit	5,27
Kalcit	1,36
Apatit	0,12
Titanit	0,91
Pyrit	0,03
	100,60

XIII. Saussuritgabbro, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS.[1]

1. Genomsnitt av gabbro, DALY, Igneous Rocks, sid. 27.
2. Gabbro Wischkowitz, Böhmen, OSANN, Chem. Petrographie III n:o 689.
3. Kvarts-diabas, Cobalt, Ont. Journ. Geol. 1910, sid. 275. I analyssumman ingår 0,04 (CoNi)O.

Denna sammansättning är i det väsentliga en normal gabbrodiabas-sammansättning. Till jämförelse ha under 1—3 anförts dels den av DALY beräknade genomsnittliga sammansättningen för gabbror, dels en gabbro från Böhmen samt en kvartsdiabas från Canada. Mindre väsentliga olikheter utgöra kolsyrehalten och den relativt höga H_2O-kvantiteten i XIII. Mer väsentlig är däremot den i denna analys höga K_2O-halten, till vilken återkommes i det följande.

Mineralkompositionen låter sig blott tillnärmelsevis beräknas. Vid beräkningen har hela Na_2O-mängden förts till albiten och hela K_2O-mängden beräknats som sericit. MgO och FeO lämna utgångspunkt för hornbländets och kloritens beräkning. Den senares mängd uppskattades efter mätning i mikroskopet till 5 %. Kloriten beräknades efter formeln Sp_1At_1. Proportionen Fe : Mg antogs lika med den i analysen i både hornblände och klorit. Till (MgFe)O i hornbländet lades CaO i proportionen 3 : 1, varefter epidoten beräknades, utgående från resten av CaO. Pistazithalten uppskattades till 5 %, vilket torde

[1] H_2O-, P_2O_5- och CO_2-bestämningar äro utförda av G. ASSARSSON.

vara en maximisiffra. Resterande H_2O och seskvioxider överfördes till hornblände och klorit, varvid en fördelning av Al_2O_3 och Fe_2O_3 till i båda mineralen lika proportioner utfördes. Felen summera sig härvid på hornbländet. Den nedan anförda sammansättningen visar dock i jämförelse med analyserna under B och C att densamma är en möjlig hornbländesammansättning, och i det väsentliga torde den svara mot den i uraliten föreliggande. Dock kan man förutsätta, att något alkalier ingå i hornbländet i A.

	A	b	c
SiO_2	47,87	51,00	49,58
Al_2O_3	2,52	3,05	6,82
Fe_2O_3	3,68	4,35	3,35
(FeMn)O	14,48	13,43	12,35
MgO	15,78	14,24	14,00
CaO	11,88	11,20	11,68
$(NaK)_2O$	—	1,00	0,61
H_2O	3,80	2,00	1,45
	100,01	100,27	100,62

A. Uralit, ber. ur analys XIII.
b. Hornblände, Nelson Co, Virginia, HINTZE, sid. 1240, CC VIII.
c. Uralit ur uralitporfyrit, Pellinge, Finland. MÄKINEN, G. F. F. 37, sid. 635. I summan ingår även 0,28 % TiO_2 och $-H_2O$ 0,50 %.

Det mest anmärkningsvärda i mineralkompositionen är den höga sericithalten. En hög sericithalt är, som nämnts, i de undersökta preparaten mycket allmän och förekommer även i det undersökta provet. Densamma kan till någon del betingas av primärt i plagioklasen löst ortoklas. Uteslutet är dock, att denna varit tillräckligt riklig, för att kunna motivera hela kvantiteten av sericit. Själva zoizitombildningen av An-molekylerna medför vidare frigörande av något Al_2O_3 och SiO_2, som bundits i sericiten. Kloritiseringen av biotiten har levererat något K_2O, dock obetydligt. Analysen visar slutligen att Na_2O ej har tagits till bruk för glimmerbildningen i nämnvärd mängd. Paragonit torde överhuvudtaget ej ha bildats vid bergartens metamorfos. Man skulle slutligen kunna tänka sig, att mesostatisk mikroklin lämnat material till sericiten. I slipprovet finner man emellertid, att mineralen sluta tätt intill varandra utan spår av kristallisationsrester, vare sig i form av relikta delar eller pseudomorfoser. I prov, där dylika mesostatiska kristallisationsrester av kvarts, albit och mikroklin äro närvarande, finner man dem bevarade trots sericitbild-

ning i saussuritfältspaten av lika stark intensitet som i det analyserade provet. I nedan anförda fall, då plagioklasen ännu delvis resterar kvar i bergarten, eller då bergarten metamorfoserats under högre temperatur, och partiell eller fullständig omkristallisation inträffat, finner man ej heller mot den nybildade sericiten svarande kvantiteter av kalifältspat. Det återstår således endast den möjligheten, att K_2O introducerats i bergarten under omvandlingen, samt att denna oxid ersatt Na_2O i albiten. En källa för kalitillförseln finner man i den i hälleflintorna försiggångna sericitbildningen, vilken frigjort K_2O under ersättande av densamma genom H_2O. Detta förutsätter en avsevärd transport av alkalier och motsvarande rörlighet av lösningarna under metamorfosen, vilket dock beträffande alkalioxiderna ej erbjuder några större svårigheter på grund av dessa oxiders lättlöslighet. Kvantiteten av den K_2O-mängd, som delvis på bekostnad av Na_2O tillförts, låter sig ej beräknas, men kan i förevarande fall skattas till omkring 1 % efter jämförelse med i övrigt likartade, friska bergarter. Om man, utgående från antagandet, att en kvantitet K_2O av denna storlek substituerat Na_2O, blir bergartens formel för den genomsnittliga primärfältspaten $Or_{11}\ Ab_{41}\ An_{48}$, vilket stämmer med den bestämbara plagioklasen i behållna delar av grönstenarna. Den n. v. genomsnittsformeln är $Or_{20}\ Ab_{28}\ An_{52}$. Som emellertid även direkt ökning av K_2O skett vid bindandet av det överskott av Al_2O_3, som uppkommer vid anortitens överförande i zoizit, måste ytterligare en mindre förskjutning i den förra formeln till plagioklasens förmån tänkas.

Den analyserade bergarten svarar mot en omvandlad gabbro, i vilken med undantag för den nämnda förändringen av proportionen $Na_2O : K_2O$ och bortsett från upptagandet av H_2O och CO_2 inga nämnvärda förändringar av sammansättningen behöva antagas. Materialet har i övrigt varit relativt stabilt. Detta har enligt de genomgångna slipproven varit fallet i huvudmassan av grönstenarna. Någon rörlighet av epidoten har dock tydligen i en del fall förefunnits, i det epidotkvantiteten kan vara mindre, än man i förhållande till plagioklasens mängd kan vänta, och mycket ringa i en del av albit-sericit-pseudomorfoserna. Även kan samtidigt kloritkvantiteten vara större än i det analyserade provet. Man torde få antaga, att i dylika fall en anrikning av epidot i andra delar av bergarten eller längs pressliror och ränder av densamma skett, vilket senare i slipprov och makroskopiskt direkt låter sig påvisas. Slutligen förefinnas även fall, då albiten är relativt klar och fri från sericit, samtidigt som epidot är underordnat förhanden. Även här finner man epidot koncentrerad längs pressränder samt korn av hornblände i albiten, bildade på dess bekostnad.

I få fall ha i grönstenarna bibehållna rester av plagioklas anträffats. Densamma består då av en brunpigmenterad labrador ($Ab_{50}An_{50}$), omgiven av en surare, smal ytterzon av andesin-oligoklas (An_{30} och surare).

En från den beskrivna avvikande mineralkomposition antaga grönstenarna inom leptitterrängerna, där samtidigt en omkristallisation och förändring av strukturen skett. Denna omkristallisation är i flertalet av de undersökta proven blott partiell. Såsom exempel på en dylik bergart må anföras en amfibolitisk grönsten, tagen V om byn Örlingen. Densamma består av kompakt, blågrönt hornblände av medelstark absorption, labrador (An_{53} med ytterzon av An_{30}), samt något biotit i form av små tavlor. Accessorier utgöra malmkorn och apatit. I stället för enhetliga uralitindivider finner man här aggregat av hornbländekorn av varierande, dock övervägande tämligen grov kornstorlek. Även plagioklasen är delvis uppdelad i finkornigare aggregat, dock äro de gamla listrummen tydligt synbara, och delvis restera individerna intakta. Sammansättningen av den nybildade plagioklasen synes vara densamma som i de gamla ytterzonerna. Plagioklasrummens omkrets visar oregelbundna, buktande förlopp med minskning av den ursprungliga arealen, beroende på ökning av de mörka beståndsdelarnas kvantitet genom inträde av Al-haltiga Ca- och Na_2O-molekyler i hornbländet under metamorfosen.

I ett slipprov från Sandsjöhöjden finner man en likartad mineralkomposition utom det, att något kvarts tillkommer. Densamma har åtminstone delvis varit primär, mesostatisk. Omkristallisationen har vidare varit mindre kraftig, och uralitiska grova individer ses ännu restera. Plagioklasen är starkt diaftoritiskt sericit-epidotomvandlad.

Betydligt kraftigare har metamorfosen varit i ett prov, taget invid granitkontakten vid Björnhöjden (V om Sävsjön). Mineralkompositionen är här följande: Diopsid, plagioklas (An_{37} med basiska kärnor av An_{45}), kraftigt brun biotit, hypersten, blekbrunt hornblände samt malmkorn. De trenne förstnämnda utgöra huvudmineralen. Diopsiden är färglös, har en utsläckningsvinkel av 40° samt visar dispersion av den på 100 utträdande axeln. Mineralen ha en hornfelsartad kornighet, dock låter fördelningen av de mörka mineralen och fältspaten ännu delvis den gamla strukturen komma till synes genom plagioklasens aggregering i homogena partier, svarande mot de tidigare plagioklastavlorna. En del förekommande grövre diopsidindivider kunna även misstänkas såsom relikta.

Från de påvisbart yngre gångarna inom området har blott ett prov undersökts, nämligen från den gnejsgraniten i SO genomsättande gången. Densamma visar likartad beskaffenhet med amfiboliten från lep-

titområdet V om Örlingen, dock är omkristallisationen betydligt svagare. Konstituerande mineral äro blågrönt hornblände, labrador (An_{55} med surare ytterzon), obetydligt epidot samt apatit och järnmalm (ilmenit?). Kvarts förekommer mesostatiskt, delvis i ännu bevarad, granofyrisk sammanväxning med sur plagioklas. Hornbländet är blott delvis upplöst i finkorniga aggregat. Plagioklasen är nästan oberörd av granuleringen. Däremot visa listernas omkrets, att en avsevärd ökning av hornbländekvantiteten skett på plagioklasens bekostnad under metamorfosen. Något biotit har under densamma bildats i hornbländeaggregaterna.

Av intresse äro de med grönstenarna associerade, saliska, kvartsalbitrika differentiationsprodukterna. Man finner dylika mycket ofta både i de större, lakkolitartade förekomsterna och i mindre gångar. I de senare ha de formen av ådror eller drummer, fyllda av albit eller kvarts. Alla mellanformer mellan rena albitådror och sådana, fyllda av ren kvarts förekomma. Det vanligaste är kanske, att bådadera äro närvarande, och att kvartsen överväger över albiten. Denna bildar därvid salband, i vilka albitindividerna äro ställda vinkelrätt mot ådrornas förlopp. I ett slipprov av en dylik ådra finner man utom de båda nämnda mineralen något apatit i grov utbildning samt en svagt grön klinoklor, innesluten i albiten i form av vinkelrätt mot basis vuxna, delvis krökta kristaller. Albitens utsläckning i snitt vinkelrätt mot α (19°) tyder på en anortitfri sammansättning.

I de större intrusionerna antaga differentiaten mer varierande former. Ådror och gångar av beskrivet slag förekomma även här. Dessutom finner man emellertid även, att bergarten blir inhomogen och innehåller mindre fläckar av salisk, sur sammansättning. Det synes vara ett allmänt förhållande, att där dylika acida fläckar äro utvecklade, blir bergarten omkring desamma mer femisk än vanligt. I riklig mängd äro dylika fläckar utvecklade i Finnbergsmassivet å Stumpön, på Smedtorpshalvön samt vid Högabergsviken SO om Killingudden, samtliga lokaler belägna inom lakkolitens övre (norra) del. Saliska utsöndringar av likartat slag förefinnas emellertid även utmed södra (undre) kontakten, ehuru i underordnad kvantitet. Samma fenomen har även iakttagits på ett flertal andra ställen såsom i grönstenen vid Bergsviken V om Sikfors, NO om Sikfors, SO om Kullberget m. fl. ställen. Den förändring, som sker i fläckarna är dels en mineralogisk, i det vanligen kvarts anrikas, varjämte kvantiteten av fältspat ökas på bekostnad av hornbländet, dels en strukturell, i det kornstorleken ökas. I de centrala delarna av fläckarna övergår bergarten slutligen ofta till ljusröda eller grönaktiga, kvartsförande albitaggregat av aplitartad eller pegmatitartad konsistens, fattiga på

eller fria från mörka mineral. Någon gång finner man i fläckarnas inre drusartade hålrum, i vilka kvarts- och fältspatkristaller ses skjuta in. Tomrummen ha sannolikt varit fyllda av karbonater.

I slipprov av ännu hornblände förande dylika fläckar finner man följande mineralsammansättning: Albit, hornblände, kvarts, klorit samt accessorier av apatit, magnetit och zirkon. Anmärkningsvärt är, att apatitens mängd är rikligare än i moderbergarten. Malmkornen äro fria från leukoxenränder eller omgivna av obetydliga sådana. Hornbländet utgöres av en fibrös, starkt till medelstarkt grönblå, på α och β även något brunaktig amfibol. Dess starkt blåa färg, liksom en liten till medelstor axelvinkel visa, att den i jämförelse med de i moderbergarten förhärskande, aktinolitiska hornbländena är järnrik. Huruvida pyroxen eller hornblände primärt förelegat är tvivelaktigt. Albiten har vanligen en inre bredlamellerad del och ett yttre finlamellerat hölje av växlande, ofta betydande volym. Denna senare fältspat finnes även som fria mesostatiska korn tillsamman med kvarts. Båda dessa sistnämnda bilda ofta granofyr. Albiten är i de inre, brett lamellerade delarna delvis klar eller fattig på interpositioner, i andra fall äro sådana rikligt närvarande, bestående av klorit, vartill kan komma karbonater och något sericit. Däremot är epidot sällsynt. På interpositioner rika och klara, homogena individer förekomma i samma slipprov. Klorit förekommer även som nybildning i hornblände eller som ersättning för detsamma. Kloriten är kraftigt grön, klinoklorliknande. Den kan även ersättas av en kraftigt grönaktigt brun biotit. Formellt inträder i relationen mellan albit och hornblände, jämfört med förhållandena i saussuritdiabaserna, den skillnaden, att båda mineralen äro lika idiomorfa, och båda ses skjuta in i eller göra intryck på varandra.

Sannolikt har plagioklasens sammansättning i de brett lamellerade huvuddelarna ej varit fullt lika An-fattig som f. n. Den klorit som bildats på bekostnad av plagioklasen, kan förmodas hava erhållit en del av sina beståndsdelar från tidigare anortit, dock torde även albitmolekyler ha anlitats.

I slipprov av en aplitisk, från mörka mineral praktiskt taget fri facies finner man kvarts och albit i aplitartad, finkornig blandning. Idiomorfa former ses hos bådadera. Accessorier utgöra apatit, som här är mindre riklig, titanit och zirkon. Härtill kommer obetydligt med klorit (ljusgrön penninartad varietet), som utbildats i form av smala ränder eller mindre partier längs kornfogarna på albitens bekostnad. Kvarts är i dessa aplitmassor även förhanden såsom oskarpt mot apliten avgränsade ådror och drummer. Längs ådrornas sidor ses kvartsen kraftigt ha resorberat albiten.

Den kloritbildning, som skett i dessa acida delar av grönstenarna på fältspatens bekostnad torde få uppfattas som en senmagmatisk, metasomatisk process, och sannolikt har även samtidigt karbonat bildats.

Aplitiska eller kvartssyenitiska facies av beskrivet slag förekomma även i större skala, bildande hela hällar eller komplexer av sådana. Dylika partier föreligga vid Finnbergsmassivets nordgräns å ömse sidor om gården Smedstorp. C:a 200 m V om gården uppträder samma bergart i grönstenen som ett 5—6 m brett gångartat strök. Man kan förmoda, att dessa saliska facies här bilda ett kontinuerligt, ett 10-tal m brett bräm vid grönstenens nordrand, och även intrusivt inträngt i grönstenen. Samma bergart förefinnes även i gränsens fortsättning å östra sidan av viken Ö om Smedstorp (Andreasviken). Apliten är i samtliga dessa hällar något inhomogen, och innehåller grövre, pegmatitartade facies, liksom sådana, som äro något rikare på mörka mineral. Öster om Andreasviken övergår bergarten över en inhomogen mellanzon i den normala saussuritgrönstenen.

I västra änden av samma massiv S om Killingudden är likaledes en salisk, syenitisk albitbergart utvecklad närmast gränsen i ett större område. Makroskopiskt ter sig syeniten som en rödvittrande, i friskt brott brunaktigt grön bergart, som skiljer sig från saussurit-grönstenen genom den starka glansen på fältspaternas spaltytor och fattigdomen på hornblände. I slipprov finner man likartade förhållanden som i de beskrivna Smedstorpsbergarterna, dock är kvarts blott underordnat närvarande. I hornbländeförande facies innehåller fältspaten i de inre delarna något klinozoizit. I hornbländefria facies inskränka sig de mörka mineralen till något klorit eller biotit, utbildade mesostatiskt mellan fältspaterna. Karbonat är ganska rikligt närvarande, delvis bildande mesostatiska fält av till synes primär natur. Samma bergart har vidare anträffats som en gångartad bildning utmed gränsen till grönstenen S om sjön Ämten (SO om Halvtron), likaså som ett gångartat parti i Sirsjöbergets gruva (i östra delen, 165 m avvägning, se tavl. 2). Som grönsten genomsätter denna del av gruvförekomsten får syeniten anses härstamma från dess magma. Acida albitaggregat ses här även utsöndrade längs kontakterna av grönstensgångar, som genomsätta malmen. Av speciellt intresse är här, att utmed gränsen av dessa albitränder ortit rikligt utbildats som grova kristaller i angränsande skarn och malm. Även de i detta mineral ingående, sällsynta metallerna (Ce, Y) ha därför innehållits i de saliska grönstensdifferentiaten. Den acida intrusionen i Sirsjöberget är ganska kvartsrik, delvis aplitartad. I ett undersökt prov från Ämten är bergarten däremot kvartsfattig.

Vid Sirsjöberget uppträder kvartssyeniten som en skild intrusion i skarn-kalksten. Det förtjänar omnämnas, att små kvarts-albitådror iakttagits i grönstenarnas omedelbara närhet i hälleflint-sidostenen å Sundsudden vid västligaste gången samt vid Örnviken (innerst vid den ostligaste viken). Detta är dock sällsynt, och i regel äro de sura sekreten bundna till moderbergartens egen massa och övervägande till kontaktdelarna av densamma.

Såsom en sista fortsättning och genetiskt samhöriga med dessa differentiationsfacies äro slutligen rena kvartsgångar eller kvarts-kloritmassor att anse, som uppträda i själva grönstenarna eller deras omgivning. Till dessa kvarts-kloritmassor äro flerstädes kismalmer bundna. Desamma komma i det sista kapitlet av detta arbete att behandlas.

Exempel på likartade, delvis i de sista faserna malmförande utsöndringar ur grönstenar och diabaser äro kända från ett flertal olika områden. Förutom de tidigare av författaren refererade exemplen från Välimäkigrönstenen vid Ladoga och diabaser från Cobaltområdet i Canada[1] är nedan ytterligare litteratur rörande likartade fenomen anförd.[2] Fenomenet kan vidare i mindre skala betecknas såsom i princip likartat med utsöndrandet av de bekanta, sura differentiaten (»red rock») ur Duluth gabbron och granofyrgraniten i Sudburry-lakkoliten. Relationerna mellan dessa i större skala bildade granitiska differentiat och de mindre, men extrema albitutsöndringarna ur diabaser har av GEIJER nyligen diskuterats, och såsom förklaringsgrund till den i de förra kalirikare sammansättningen har antagits en olika proportion mellan alkalierna i modermagman.[3] Såsom exempel härå må ytterligare anföras den av författaren tidigare under samma antagande berörda, ur den gabbroida delmagman utsöndrade Ornöitapliten samt de ur samma modermagma utdifferentierade gnejsgraniterna å Ornö.[4] Även en annan förklaringsgrund är emellertid tänkbar, nämligen den rikligare koncentrering av albit till restlösningarna som en hastigare avkylning i ett mindre magmalager medför, jämfört med förhållandena i en större magmamassa, i vilken den kemiska utjämningen mellan den kristalliserande plagioklasen och restmagman blir fullständigare.

Konglomerat.

Konglomerat är blottat å följande ställen: Ö och NO om sjön Sången N och S om Nygård[5] samt S om Saxhyttan, utmed västra sidan

[1] G. F. F. *35*, sid. 160.

[2] E. B. BAILEY och G. W. GRABHAM, Geol. Mag. 1909, sid. 255. P. GEIJER, S. G. U. Ser. C. 284, sid. 28 (se även referat i detta arbete). P. ESKOLA, G. F. F. *40*, sid. 863. B. ASKLUND, G. F. F. *43*, sid. 403.

[3] G. F. F. *44*, sid. 430.

[4] G. F. F. *43*, sid. 572. [5] Gårdarna Ö om sjön Saxen.

av Sundsudden samt i Älvestorpsområdet i ett brett strök mellan sjön Limmingen och upp till N om gården Stensnäs. Tillsamman bilda dessa förekomster en zon av 26 km längd. Bredden varierar i de nordligare delarna mellan 100 och 500 m. I Älvestorpsområdet sväller zonen ut till en bredd av 1 000—1 500 m. Inom södra hälften upp till V om Grythyttehed torde zonens förlopp vara kontinuerligt. Avbrott i blottningarna föreligger endast vid Torrvarpsund och i den moränklädda sluttningen S därom. Redan 2 km S om färjplatsen äro emellertid åter hällar synliga. Huruvida mellan Sundsudden samt förekomsterna vid Saxhyttan—Nygård något avbrott föreligger, kan ej avgöras, enär blottningar å halvön vid Hevreten saknas. Likaså är det på grund av myr- och sandbetäckning omöjligt att avgöra utbredningen av konglomeratet mellan sjön L:a Sången och trakten närmast N om Nygård. Å sistnämnda ställe smalnar emellertid konglomeratet starkt av, och i dess fortsättning mot N komma hällar av skiffer och hälleflinta så nära varandra, att zonen, om den fortsätter, blott kan vara 20—30 m bred. Sannolikt föreligger här ett avbrott. Däremot fortsätter konglomeratet med sin fulla bredd ned till L:a Sången och har säkerligen ytterligare fortsättning ännu en bit under myren S om sjön.

De tektoniska och stratigrafiska förhållandena rörande konglomeratzonen äro tidigare berörda (sid. 16—18 och 28—32). Såsom framhållits, har zonen ett i stort diskordant förlopp över de äldre superkrustala lagren. De tektoniska förhållandena inom zonen låta sig i allmänhet ej närmare bedömas på grund av bristen på lagring och sortering. I stort sett måste dock zonen uppfattas såsom en synklinal, med åtminstone delvis isoklint hopskjuten byggnad. Konglomeratets verkliga mäktighet är därför sannolikt väsentligt mindre än den blottade bredden giver vid handen.

Till sin huvudmassa kunna zonens konglomerater betecknas såsom oskiktade, ej eller dåligt sorterade och ganska polymikta, grovklastiska avlagringar. En stark, vanligen stänglig skiffrighet är inom stora delar av zonen förhärskande. Speciellt är denna deformation kraftigt utbildad utmed förskjutningsplanet å Sundsudden samt i norra delen av Älvestorpskonglomeratet. Minst berört av deformation är Sångskonglomeratet samt södra delen av Älvestorpskonglomeratet, S om Loka-vägen. Deformationen kan ibland bliva så stark, att de i konglomeratet ingående mjuka skifferbollarna äro plattryckta till tunna, brett linjalformade skivor. Samma linjalform ha även utmed Sundsuddens V-sida där förekommande kalk-inneslutningar erhållit. De lämna vid utvittrandet egendomliga, brant stående hål av motsvarande form

efter sig, ett fenomen som tidigare observerats av TÖRNEBOHM.[1] De hårdare kvartsitiska och hälleflintartade bollarna ha bättre emotstått deformationen, dock äro även de mycket ofta elliptiskt utdragna eller plattryckta.

I konglomeraterna ha på fåtaliga ställen bollfria, delvis lagrade strök iakttagits. Desamma bestå av en gråvackeartad eller sericitrik, kvartsitisk bergart av växlande kornstorlek eller av på fragment fattig skiffer, i båda fallen samma material, som ingår i konglomeratets mellan-

Fig. 51. Pressat konglomerat, block N om Saxhyttan. Förf. foto. *Shistose conglomerate.*

massa. Enstaka bollar eller lager av sådana förekomma ofta. Dylika strök ha iakttagits på några ställen i Sångskonglomeratet, likaså å ett ställe NO om Västgötesjön i Älvestorpskonglomeratet. De torde å dessa ställen uppträda som mindre inlagringar i konglomeratmassan. I större kvantitet uppträda dylika bergarter mellan Saxhyttan och Nygård. Bergarten måste här uppfattas som bottenlager i konglomeratet, som närmast densamma har en småbollig konsistens (fig. 3). Dylika sericitkvartsitiska lager äro även rikligt utvecklade i nordspetsen av Nygårdsförekomsten. Likaså ha sericitkvartsitiska lager iakttagits i skifferlagren under Sångskonglomeratet vid udden å mitten

[1] Bergslagskartan bl. 4, beskr. sid. 35.

av sjön Sångens östra strand (Rotbergsudden) samt Ö om konglomeratet vid Torrvarpen VNV om Balundstorp. Å förra stället uppträda i sericitkvartsiten konglomeratlager med bollar av hälleflinta, kvarts och samma kvartsit, som bildar själva kvartsitlagren.

I slipprov finner man i dessa kvartsitartade lager talrika fragment, som till större delen utgöras av kvarts. Dessutom finnas sådana av skiffer, av täta, delvis sericitrika, kvartsitiska bergarter samt av järnkisel. Härtill komma korn av magnetit, leukoxen och (sparsamt) zirkon. De täta, av kvarts och sericit bestående fragmenten äro sannolikt att uppfatta som omvandlade hälleflintfragment. Fältspatfragment äro däremot sällsynta, och förhandenvarande sådana bestå av albit. Fragmenten, som visa spår av stark deformation (undulös utsläckning, krossning, delvis även utdragning) äro sammanbundna av en skifferartad matrix av sericit, kvarts och klorit. Primärt rundade eller kantrundade former hos fragmenten äro ännu tydligt iakttagbara. Kornstorleken i dessa lager är vanligen betydligt grövre än i de fragmentrika banden i områdets skiffrar och går i fragmenten upp till 0,5—1 mm i diameter. I jämförelse med de fragmentrika banden i skiffern visa vidare de bollfria lagren liksom mellanmassan i konglomeratet en extremare anrikning av kvarts.

Konglomeraternas gränser mot omgivande bergarter äro sällan synliga. I ett fall, ungefär 1 km N om Lilla Sången har direkt beröring mellan konglomeratet och skiffern öster därom iakttagits. Någon gräns mellan båda kan här ej uppdragas, utan skiffern fortsättes i konglomeratet av dess likartat utbildade mellanmassa. Fåtaliga, något deformerade skiktränder i skiffern förlöpa parallellt med gränsen. Något märkbart förskjutningsplan föreligger ej. Vid Saxhyttan omedelbart S om landsvägen (200 m från bron och 60 m från vägen) är kontakten mot skifferzonen V om konglomeratet blottad. Lagren äro här överstjälpta mot öster. Över det relativt grovt utvecklade konglomeratet följer oförmedlat skiffern, som visar en vacker, parallellt med gränsen fortlöpande, ostörd lagring med omväxlande täta och grövre, fragmentrika skikt. Gränsförhållandena utmed Sundsudden samt i N delen av Älvestorpsfältet äro redan i den tektoniska översikten berörda (sid. 31). Längre söder ut får man av förhållandena utmed konglomeratets östra gräns den uppfattningen, att de närmast anstående hälleflintorna fortsättas in i det angränsande konglomeratet av den likartade, dock på kvartskorn och sericit rikare mellanmassan mellan bollarna. Direkt kontakt har här ingenstädes anträffats blottad. Detta senare gäller även om västra gränsen. Omnämnas må emellertid, att å ett ställe strax N om Hälltorp, där gränsen mellan skiffer och hälleflinta är blottad en arkosartad, förskiffrad

bergart, innehållande hälleflintbollar är utvecklad. Genom denna förmedlas en övergång mellan skiffern V om konglomeratet och hälleflinta. Någon denudation av den senare torde således å detta ställe ha skett före skifferns avlagring.

Med undantag för de bollfria, sporadiskt uppträdande lagren äro zonens bergarter utvecklade som konglomerat, rika på bollar, vilka delvis direkt beröra varandra och äro sammanbundna av en skifferartad eller på kvarts- och bergartsfragment rik, kvartsitisk eller gråvackeartad mellanmassa (fig. 51). Bollarnas storlek håller sig övervägande under 5—6 cm. Dock förekomma även grova sådana upp till 2 à 3 dm i längsta diameter och 1 à 1,5 dm vinkelrätt däremot. Någon sortering kan spåras i så måtto, att »finbolliga» varieteter ej gärna innehålla grova bollar, och ävenledes kan bollarnas storlek, där densamma ej är av grov beskaffenhet, hos det stora flertalet vara tillnärmelsevis likartad. Dock finnas aldrig några följbara zoner av dylik beskaffenhet. Bollarnas form är rundad eller kantrundad, där den ej är starkt sekundärt förändrad genom deformation. God nötning visar även mellanmassans material. Avlagringen har sålunda en tydlig karaktär av ett vattentransporterat sediment. Om föregående denudation genom kemisk vittring vittnar vidare rikedomen på kvartskorn i mellanmassan samt den allmänna förekomsten av gångkvarts som bollar.

Följande bergarter ingå i bollarna: 1) *Skiffer* i täta och fragmentrika varieteter. Dessa bollar äro de kvantitativt dominerande. I genomsnitt torde de utgöra 70—80 % av hela bollmaterialet, och i många fall äro de ensamt närvarande. Till sin sammansättning och utbildning svara de mot den normala, övre skiffern i fältet. Man kan möjligen säga, att fragmentrika varieteter äro något allmännare i bollarna, än vad kvantiteten av motsvarande inlagringar i skiffern låter vänta. De denuderade skifferdelarna, torde därför ha varit något rikare på dylikt material än de i fältet resterande. Ävenledes ha inom Älvestorpskonglomeratet rent vita bollar anträffats, extremare sericit- och fältspatfattiga samt grövre korniga än de inlagringar, som finnas anstående i skiffern. Skiktning genom fragmentrika lager, växlande med tät skiffer är i bollarna vanlig. T. o. m. diskordant lagring har i desamma iakttagits.

Till denna grupp äro även bollar av grövre, gråvackeartad sammansättning hänförda, som till utseende och sammansättning äro identiska med de beskrivna i konglomeraterna själva eller i deras underlag förekommande bollfria lagren. Kvantiteten av desamma är dock ringa. De äro till sin utbredning inskränkta till de delar av zonen, där dylika bollfria lager förekomma.

2) *Hälleflintor.* Dylika äro allmänt förhanden och man återfinner såväl sedimentära typer av den beskaffenhet, som beskrivits från övre zonen, som kvartsporfyrer. Albitextrema hälleflintor av den röda typ, som är utmärkande för den undre zonen, förekomma, dock äro bollar av denna beskaffenhet fåtaliga. Rödaktiga hälleflintor äro väl bland bollarna ej sällsynta, i undersökta prov ha de likvisst i de flesta fall visat sig vara kalirika.

3) *Kvarts.* Bollar av vit eller svagt rödaktig, glasig gångkvarts äro allmänt närvarande, man finner likväl i de skilda hällarna sällan mer än enstaka sådana eller ett fåtal av desamma. I Älvestorpskonglomeratet har en dylik kvartsboll med rundad form och en diameter av 10×13 cm uppmätts.

4) *Järnkisel* är ävenledes ett ej sällsynt material i bollarna. Rikligast förekommer densamma i zonens norra del N om Saxhyttan. I denna del finner man även bollar av *blodstensimpregnerad hälleflinta*, identisk med de malmimpregnerade hälleflintlagren i Sångs—Knutshöjdsområdet. Det förtjänar att åter framhållas, att dessa bollar liksom järnkiselbollarna i sitt uppträdande och frekvens visa ett påtagligt beroende av uppträdandet av motsvarande bildningar i underlaget i väster.

5) *Kalksten* förekommer som bollar i konglomeratet å Sundsudden.

Både av TÖRNEBOHM och BLOMBERG uppgives *grönsten* förekomma som bollar. Av författaren har blott i ett fall en dylik boll anträffats, nämligen i Älvestorpskonglomeratet öster om S. Hälltorp. Vid mikroskopisk undersökning visar sig bergarten vara mycket omvandlad. De mörka mineralen äro överförda i skiffrigt anordnad klorit, och plagioklasen är ersatt av sericit och albit. Epidot är sparsamt förhanden. Kvarts uppträder i grövre fält, och ses i desamma ersätta angränsande plagioklas. Sannolikt har den dock till större delen utgjort primärt mesostatiska partier. Bergartens primära struktur kan ännu efter plagioklasrummens och resterande, mindre starkt sericitomvandlade albitindividers form och dimensioner bedömas. Den har varit av gabbroid habitus med tjocka plagioklastavlor och medelgrov kornighet, likartad med den i de större intrusiva förekomsterna i hälleflintorna.

Konglomeratets mellanmassa mellan bollarna utgöres i de flesta fall av en på kvartskorn rik, gråvackeartad massa av samma sammansättning som i de bollfria lagren. I vissa fall kan den dock vara fragmentfattig och skifferartad. Av TÖRNEBOHM och BLOMBERG omnämnes kalkspat som en allmänt och rikligt i mellanmassan ingående beståndsdel. Denna substans har av förf. endast lokalt observerats i hällar S om landsvägen vid Saxhyttan, där den dock kan utgöra huvudmassan av kon-

glomeratets matrix.[1] Däremot är epidot ibland utbildat i konglomeratet med en oregelbunden fördelning. Densamma behöver dock ej härstamma från tidigare kalcit i mellanmassan. I slipprov från Sångsområdet har epidot iakttagits i väsentligt olika mängd i olika, intill varandra gränsande bollar, i vilket fall epidothalten i desamma måste antagas vara primär, bildad i bollarnas bergart före denudationen. Även ledes ha bollar av fläckskifferartad utbildning med klorithalten koncentrerad till fläckarna på samma sätt, som beskrivits från kontaktmetamorfoserade facies av skiffern, anträffats i slipprov från samma del av zonen.

Däremot ha ej bollar av granitiska bergarter påträffats. Även bollar, som tidigare misstänkts såsom finkornig gnejs ha vid undersökning visat sig bestå av röd kvartsporfyr med i grundmassan ännu bibehållna små sfäroliter och mikropoikilitiska kvartssvampar.

Fragmentmaterialet i konglomeratet utvisar alltså, att den superkrustala seriens lager vid konglomeratets avlagring blivit denuderade ned till den undre etagen. Även densamma har angripits, dock kan erosionen av densamma ej ha varit stor, enär bollar av den där härskande hälleflinttypen äro sällsynta. Lokal omvandling av skiffern med utbildning av epidot och fläckskifferfacies måste även före konglomeratets avlagring ha skett.

Grythyttekonglomeratzonen är på grund av sin betydande utsträckning och massa en för mellersta och södra Sveriges urberg unik bildning. Lokala och kvantitativt mindre betydande konglomerater, som möjligen äro geologiskt jämställbara med densamma, äro kända från ett flertal ställen, bland vilka må nämnas konglomeraterna inom kvartsitområdet S om Siljan, vid Rämsberg i Värmland, i leptit-kvartsitformationen i Dalsland samt Malmbäckskonglomeratet i Småland. Från samtliga utom från Rämsbergskonglomeratet äro bollar av granit eller gnejsgranit kända.[2] Där konglomeraterna uppträda tillsammans med kvartsiter (Siljan, Dalsland), innehålla de rikliga bollar av desamma. De i konglomeraterna förefintliga granitbollarna härstamma säkerligen från genom erosionen blottade delar av urgraniter. Att de ej kunna härstamma från yngre graniter, utvisas i Siljansområdet och vid Malmbäck därav, att dessa genomskära konglomeraterna. Dessa förhållanden kunna tagas såsom indicier på, att konglomeraterna bildats under det skede då leptit-kvartsitformationen veckades och samtidig intrusion av urgraniter skedde, att de alltså i likhet med Grythyttefältets konglomerater äro »veckningskonglomerater». Uteslutas

[1] Ett i TÖRNEBOHMS slipprovsamling förefintligt preparat av konglomerat är taget av prov från denna lokal. Det innehåller rikligt med kalkspat mellan bollarna.

[2] I Siljanskonglomeraterna ha bollar av röd medelkornig granit iakttagits av författaren Ö om Dammskogs fäb. vid besök å platsen 1917.

kan dock ej på grund av bristande tektoniska detaljundersökningar den möjligheten, att även yngre bildningar kunna föreligga i desamma.

I storlek och flera avseenden jämförbara med Grythyttekonglomeraterna äro de delvis mycket betydande konglomeratbildningar, som beskrivits av SEDERHOLM, senare även av MÄKINEN från Tammerforsfältet i Finland.[1] Liksom Grythyttekonglomeraterna äro de åtminstone delvis i sitt förlopp ej strängt bundna vid någon likformig nivå i den superkrustala serien. Exempel härpå erbjuder den sydligaste, största zonen Ö om Näsijärvi, som i östra delen av sin utsträckning är belägen på gränsen mellan fyllit och porfyritoid för att i fortsättningen mot V förlöpa i de senare. Likaså innehålla konglomeraterna bollar av såväl de vulkaniska bergarterna i fältet som av fylliterna. De bollar av intrusivbergarter, som beskrivits av SEDERHOLM (kvartsdiorit, granit, syenit) ha dock i Grythyttekonglomeraterna blott sin motsvarighet i där sparsamt förekommande bollar av intrusiv grönsten. Konglomeraterna uppfattas både av SEDERHOLM och MÄKINEN såsom intraformationära, vilket även gäller för de från Österbotten av den senare författaren beskrivna konglomeratlagren.[2] En prövning av de synpunkter, som framkommit vid undersökningen av Grythyttekonglomeraterna torde emellertid ej ha skett. De synas åtminstone i vissa fall, såsom beträffande den stora zonen öster om Näsijärvi vara värda beaktande. För de österbottniska konglomeraterna synas dock de av MÄKINEN framlagda förhållandena utesluta en dylik tolkning.

Äldre graniter.

Till denna grupp höra förutom plagioklasgraniten vid Grekskog granofyrgraniten i Silverknuten samt ett mindre område av samma bergart strax S därom. Till samma grupp är vidare gnejsen vid Sandsjöhöjden att räkna, sannolikt även den i samband med leptiterna beskrivna granofyriska bergarten vid Karlsdal. Samtliga dessa ha, för så vitt de å kartan kunnat utläggas, av i den stratigrafiska översikten omnämnda skäl blivit förda till urgraniternas grupp, ehuru bindande bevis för riktigheten härav i samtliga fall ej kunnat ernås.

Den vid Grekskog uppträdande gnejsgraniten är av tydlig urgranittyp. Petrografiskt utgöres den av en tämligen femisk, hornbländeförande plagioklas-gnejsgranit. Som bergarten endast är blottad i en enstaka häll, och trakten omkring är starkt jordbetäckt, har granitens utbredning och geologiska uppträdande ej kunnat klargöras. Under

[1] Bull. Comm. Geol. Finlande, n:o 6; G. F. F. *37*, sid. 385. Från det omstridda Narajärvi-konglomeratet bortses i detta sammanhang.

[2] Bull. Comm. Geol. Finlande, n:o 47, sid. 19.

mikroskopet finner man följande sammansättning: Plagioklas, kvarts, kraftigt brun biotit samt hornblände. Härtill kommer något mikroklin i mesostatiska, små partier eller i de granulerade fältspataggregaten, vidare obetydligt pistazit samt titanit (riklig), magnetit, apatit och zirkon. Plagioklasen utgöres dels av grövre, resterande tjocktavelformiga individer av sammansättningen $Ab_{75}An_{25}$, dels av pflasterkorniga, ur individerna nybildade aggregat av likartad sammansättning. Hornbländet, som är ungefär lika rikligt närvarande som biotiten, utgöres av en kraftigt grönblå, järnoxidulrik varietet (nästan enaxigt, stark axeldispersion). Tillsamman utgöra de mörka mineralen omkring 20 vol. %. Kvarts är tämligen rikligt närvarande. Strukturen är till större delen kristalloblastisk och dubbelkornig, på grund av uppträdandet av de granulerade plagioklasaggregaten som homogena fläckar, motsvarande de primära individerna och den likaledes fläckvisa fördelningen av de mörka mineralen. Den genomsnittliga primära kornstorleken hos plagioklasen har varit $0{,}5 \times 1$ mm.

Från gnejsgraniten vid Grekskog skiljer sig bergarten vid Sandsjöhöjden genom en betydligt mindre kvantitet mörka mineral, genom en surare plagioklas och högre kalifältspathalt. Bergarten svarar mot, vad förf. i sin tidigare sammanställning över urgraniterna utskilt såsom plagioklasgraniternas saliska facies.[1] Bergarten är i stuff röd, har en tydligt grövre kornighet än leptiterna, och ett mer granitiskt utseende. I slipprov finner man följande mineralsammansättning: Plagioklas (Ab_{88}), kvarts, mikroklin, kraftigt brun biotit samt brunaktigt grönt hornblände. Magnetit, zirkon och titanit utgöra accessorier. Kvantiteten av biotit och hornblände uppgår till omkring 5 vol. %. Strukturen är övervägande kristalloblastisk med kvartsen och större delen av fältspaten utbildade i tämligen grova, pflasterkorniga aggregat. Dock restera ännu större plagioklasindivider. Även är en dubbelstruktur synbar genom fördelningen av de granulerade fältspaterna och kvartsen.

Största intresset bland gruppens bergarter tilldrager sig Silverknutsgraniten. Densamma bildar i höjdströket Silverknuten—Nätsjöskogen ett större massiv, beläget ungefär å gränsen mellan den övre och undre hälleflintetagen. Att denna bergart är intrusiv i hälleflintorna framgår av dess i jämförelse med dessa grova, kombinerat aplitiskt-granofyriska, delvis rent aplitgranitiska struktur. Bergarten bibehåller ända in mot kontakten den förstnämnda strukturformen, om ock kornigheten utmed gränserna blir betydligt tätare än i det inre. Den omedelbara kontaktlinjen har ingenstädes blivit sedd. I ett undersökt prov från en häll NV om Järnåsgruvan, där hälleflinta är

[1] G. F. F. *43*, sid. 568.

synlig få meter från blottad granofyrgranit, visar sig hälleflintan vara grövre än vanligt och strökornen kantgranulerade. Verkliga leptiter ha däremot ej kommit till utveckling. Dessa förhållanden tyda på, att graniten ej är någon del av en större, på djupet fortsättande batylitisk massa, utan en lakkolitisk intrusion. De vidare detaljerna i det geologiska uppträdandet låta sig ej utredas på grund av de fåtaliga blottningarna i omgivningen.

Granofyrgraniten utskildes redan av TÖRNEBOHM och BLOMBERG—SANTESSON å de äldre kartorna under namn av »granitisk porfyroid» och »granitartad hälleflintgnejs». Bergartens granofyriska struktur erhöll av TÖRNEBOHM speciellt omnämnande.[1] Vid karteringen av trakten S om Silverknuten har förf. anträffat ytterligare en mindre samling hällar av likartad bergart, utan att likväl dess fältgeologiska relationer till det större massivet i N ha kunnat utrönas. Däremot utgöres den av TÖRNEBOHM omnämnda »granitiska porfyroiden» N om Lund ej av granofyrgranit utan av strökornsrik hälleflinta.

Den i Silverknutsmassivet förhärskande bergarten är en rödlätt eller grönaktig, fint medelkornig, massformig, sällan skiffrig granit. Grövre strökornsartade, tjocktavelformiga individer av plagioklas och sådana av kvarts förekomma mycket allmänt, men sparsamt. Å ett prov, taget i västra sidan av Silverknuten (branten NO om Ormtjärn) utförde R. MAUZELIUS följande analys:

	XIV	XIVa	I	XI
SiO_2	78,22	13,037	78,79	79,20
TiO_2	0,22	27	0,07	0,24
Al_2O_3	12,11	1,187	12,73	12,61
Fe_2O_3	0,57	36	0,53	0,08
FeO	0,89	124	ej best.	0,05
MnO	0,01	1	ej best.	sp.
MgO	0,60	150	0,36	0,08
CaO	0,16	29	0,41	0,18
Na_2O	6,38	1,029	6,21	7,29
K_2O	0,53	56	1,07	0,15
H_2O	0,40	222	0,29	0,14
P_2O_5	0,01	1	—	0,05
BaO	0,02	1	—	0,01
S	0,01	3	—	0,01
	100,13		100,46	100,09

Aktuell mineralkomposition:

Kvarts	37,98
Albit	53,91
Mikroklin	2,50
Anortit	0,70
Celsian	0,04
Muskovit	0,88
Klorit	3,10
Magnetit	0,75
Rutil	0,22
Apatit	0,03
Pyrit	0,02
	100,13

Aktuell fältspat:

$Or_4Ab_{95}An_1$

Schematisk fältspat:

$Or_5Ab_{95}An_0 + Al_2O_3 = 1{,}04$

[1] Bergslagskartan, beskr. bl. 4, sid. 39

XIV. *Granofyrgranit*, Silverknuten, Grythyttefältet. Anal. R. MAUZELIUS (MgO, H_2O och P_2O_5 best. av G. ASSARSSON).

1. *Natrongranofyr*, randzon till urgranit, Nybergsfältet. I. HÖGBOM, G. F. F. *42*, sid. 166.

XI. *Strökornsrik hälleflinta*. Grythyttefältet (detta arb. sid. 151).

I kemiskt hänseende motsvarar graniten på det närmaste den tidigare omnämnda, granofyriska randzonen till Nybergsfältets urgranit. Likaså ansluter den sig på det närmaste till den undre etagens natronrika hälleflintor, av vilka en analys under XI är återgiven. Den högre Mg-Fe-halten i Silverknutsbergarten är beträffande hälleflintorna så till vida oväsentlig, som kvantiteten av mörk glimmer varierar i desamma, dock torde den i graniten i genomsnitt vara något högre än i de övervägande mycket saliska hälleflintorna.

Vid beräkningen av mineralkompositionen uppskattades magnetit och muskovit efter mätning i preparatet till 0,75 och 0,50 % vardera. I anseende till, att något biotit är närvarande bland kloriten beräknades den senare något högre. Hela TiO_2-kvantiteten beräknades som rutil, ehuru något leukoxen är synbar i slipprovet. Dess mängd låter sig emellertid svårligen bestämmas. Den rest, som återstår av baserna efter beräknandet av småmineralen, fältspaten och muskoviten utgör klorit. De resterande baserna och vatten svara på det närmaste mot molekylarproportionerna i kloritformlerna. Kloriten utgör enligt beräkningen en Fe_2O_3-fattig klinoklor med förhållandet Sp: At = 43 : 57. Den funna sammansättningen är följande:

SiO_2	28,07	(FeMn)O	21,29
Al_2O_3	17,42	MgO	19,35
Fe_2O_3	2,26	H_2O	11,61
			100,00

Optiskt är kloriten tämligen starkt grön med låg interferensfärg; ibland ser man även antydan till anomal, blåviolett färg.

Till de beräknade mineralen komma ytterligare ett flertal relativt grova prismor av zirkon.

I slipprovet finner man ett fåtal grövre, strökornsartade plagioklastavlor och kvartskorn. Resten av bergarten utgöres av en delvis aplitartat granitisk, delvis granofyrisk blandning av kvarts och albit jämte de övriga ovan omnämnda mineralen. Albiten i strökornsindividerna, har en normal, bred tvillinglamellering, i övrigt förhärskar däremot en fint tvillingstruerad, mikroklinliknande, albitisk fältspat. Dylik albit kan även bilda yttre zoner kring strökornen. Ljusbrytningen och utsläckningsförhållandena i denna fint strimmiga fält-

spat visar emellertid otvetydigt, att det är fråga om albit. Den granofyriskt sammanvuxna albiten och kvartsen bilda rundade körtlar, i vilka komponenterna vanligen ha en radiell anordning. I centret av granofyrkörtlarna befinner sig ofta som kärna en albit- eller kvartsindivid. Mellan de granofyriska körtlarna äro de båda mineralen utbildade som aplitartade aggregat med en kornstorlek av 0,2—0,6 mm. Albiten visar i allmänhet idiomorfa former mot kvartsen, dock är skillnaden i kristallisationstid ej stor. Korrosion av albiten genom kvartsen är vanlig.

Denna strukturform är inom södra delen av massivet allmänt förhärskande. Den förändrar sig mot kontakterna endast så tillvida, som kornstorleken blir mindre. Samma kombination av aplit och granofyr är däremot även här rådande. I norra delen av massivet bli de granofyriska sammanväxningarna mindre rikliga och bergarten en mer homogen aplitgranit. Samtidigt ökas även kornstorleken. Exempel på en dylik nästan ren aplitgranit utgör graniten i ett av TÖRNEBOHMS slipprov från trakten NO om torpet Hagen. I detsamma bildar kvartsen och albiten en aplitartad blandning med en kornstorlek av 0,4—1 mm i längsta diameter och 0,2—0,6 mm vinkelrätt däremot. Idiomorfiförhållandena äro desamma som i de aplitartade aggregaten i analysprovet. Strökornen ersättas här av brett lamellerade inre delar i en del, vanligen grövre albitindivider, i övrigt förhärskar även här fint strimmig, delvis schackbrädestruerad albit. Granofyrisk sammanväxning inskränker sig i detta prov till ett fåtal grövre hopväxlingar mellan den finlamellerade albiten och kvarts. I andra undersökta prov från de norra delarna av massivet är dock denna strukturform intimare och något rikligare.

Ett speciellt omnämnande förtjäna de i graniten förekommande mörka mineralen. Desamma utgöras i det analyserade provet av klorit med underordnade fjäll av en mörkt grönaktigt brun biotit. Denna kombination är den vanligaste. Dock finnas även fall, där enbart klorit liksom även övervägande biotit är närvarande. I tvenne preparat ur den TÖRNEBOHMSKA samlingen från norra delen av den västra sidan av massivet (NO om torpet Hagen) förekommer tillsamman med klorit och biotit ett kraftigt grönblått, FeO-rikt hornblände. Kloriten varierar i slipproven mellan den i det analyserade provet tämligen starkt färgade och blekare gröna varieteter. Dubbelbrytningen varierar samtidigt mellan den låga i analysprovet och en högre sådan med gråvit interferensfärg i normalt tjocka preparat. Även den närvarande biotiten växlar samtidigt från starkt grönaktigt brun till rent brun. Variationerna i glimrarnas egenfärger torde bero på olika kvantitet av FeO, som i de starkare gröna resp. bruna facies av glimrarna är högre

än i de färglösare. Generellt kan förutsättas, att Al_2O_3-halten är hög och ej understigande den i analysprovet. Av erfarenheten från amfiboler, optiskt likartade med den i graniten förekommande kan man även draga den slutsatsen, att Al_2O_3-halten i densamma är hög.

De mörka mineralens fördelning är i de undersökta preparaten av egenartat slag. De uppträda genomgående i form av småfjälliga eller småkorniga aggregat såsom mesostatiska partier mellan fältspat och kvarts eller utmed kornfogarna mellan desamma. De alstra på detta sätt ett vanligen redan makroskopiskt iakttagbart grenverk, som i oregelbunden mängd genomväver bergarten. Kvantiteten är på olika ställen mycket växlande från helt ringa till riklig. Allmännast torde ungefär den kvantitet vara, som är representerad i analysprovet. I mycket glimmerrika varieteter övergår bergarten i breccior, som till sitt utseende och sin konsistens äro jämförbara med skarnbrecciorna vid malmförekomsterna med den skillnaden, att i graniten mörk glimmer, i de senare hornblände är förhärskande. Glimmern liksom det sporadiskt uppträdande hornbländet äro utmed bergartens kornfogar bildade under förträngning av fältspat. I de strökornsartade plagioklasindividerna finner man vidare mycket allmänt rikligt med fjäll och korn av de nämnda mineralen, nybildade utmed brottlinjer eller i mer diffus fördelning. I den finlamellerade albiten äro dylika interpositioner mer sällsynta, för så vitt ej en mycket riklig glimmerbildning ägt rum i bergarten, då de äro diffust spridda även här. Däremot ser man sällan glimmer eller hornblände nybildade i kvartsen, och i de flesta sådana fall kan man påvisa, att nybildningen skett på bekostnad av ännu delvis resterande, små, granofyriska inlagringar av fältspat. I intet fall ha slutligen vare sig i bibehållet tillstånd eller som pseudomorfoser tidigt kristalliserade individer av glimmer eller hornblände anträffats.

Det är tydligt, att glimmern och det med densamma associerade hornbländet äro sent kristalliserade mineral, kristalliserade i sista skedet av bergartens stelning samt metasomatiskt efter kvarts och fältspat under förträngande av fältspatmolekyler. Graniten erbjuder i detta avseende samma förhållanden, som av författaren i detta arbete beskrivits från grönstenarnas restapliter och tidigare från den malmförande gnejsgraniten i Åtvidabergsområdet, där processen försiggått allmänt i den malmförande gnejsgraniten och i större skala i malmströken.[1] I likhet med bådadera de nämnda bergarterna har granofyrgraniten även en alkalin restmagma-karaktär. Från Åtvidsbergarten skiljer den sig emellertid genom sin utpräglat natronrika sammansättning. Fullt genomgående är dock denna ej, såsom nedan skall vidare

[1] S. G. U. Ser. C, n:o 306, sid. 39—41, 89—105.

omnämnas, i det kalirikare facies finnas, om än underordnat. Vid glimmerns och hornbländets bildning ha ur den förträngda fältspaten Al_2O_3, och förefintligt K_2O tillgodogjorts i de nybildade Fe-Mg-mineralen. Tillförts i desamma ur restlösningarna ha FeO, MgO, obetydligt MnO samt något Fe_2O_3. Något Al_2O_3 torde få förutsättas ha bortförts. Jämfört med förhållandena i Åtvidsbergarten innebär detta en skillnad, i det MgO i denna nästan saknats i restlösningarna. FeO-kvantiteten i de nybildade mineralen är emellertid även i den natronextrema granofyrgraniten betydande, även om den ej alltid torde vara lika hög som i analysprovet.

Genomgående är i granofyrgraniten den extremt och likformigt alkalina karaktären av fältspaten. Fullt primärt torde detta förhållande ej ha varit, i det de grövre lamellerade plagioklasdelarna säkerligen ursprungligen innehållit någon anortit, som i främsta rummet hemfallit åt metasomatisk sönderdelning. På annat sätt kan den koncentration av glimmer som skett i dessa fältspatindivider ej förklaras. En antydan om den ungefärliga kvantiteten av denna tidigare An-halt i de bredlamellerade delarna av albiten lämna f. ö. förhållandena i den i slutet av detta kapitel beskrivna med graniten samhöriga syeniten vid Nätsjöskogen. Av densamma att döma skulle An-halten ha utgjort 10—15 %. Spår av kalcit i bergarten kunna härstamma från denna tidigare anortit. Karbonater äro emellertid blott spårvis påvisbara i graniten.

Huruvida primärt enbart biotit eller biotit och klorit bildats vid den metasomatiska förträngningen, kan f. n. ej avgöras. Påtagligt är emellertid, att kloritomvandling ur tidigare biotit försiggått mycket allmänt.

På samma sätt som och tillsamman med biotit-klorit uppträder den alltid i underordnad kvantitet i graniten förekommande muskoviten. Den bildar vanligen relativt grova blad. I tvenne preparat ur den TÖRNEBOHMSKA samlingen (från Silverknutens topp samt NO om torpet Nätsjöskogen) förekomma förutom klorit knippen och trådar av ett fint fibröst, färglöst mineral, som torde utgöras av fibrolit (parallell utsläckning, positiv längsriktning). Detsamma kan förekomma invuxet i albiten, men till största delen uppträder det i kvartsen. Ofta äro knippena ansatta utmed kontakten mellan kvarts och fältspat och växa därvid regelbundet in i kvartsen. Fibroliten torde vara bildad av överskottet av Al_2O_3 som uppstått vid förträngningen av albiten. Tillsamman med klorit-hornblände samt delvis i kvartsen förekommer slutligen i de nedan nämnda mikroklinförande proven flusspat. Dess kvantitet är i ett av preparaten ej obetydlig.

Såsom nämnts, är den extrema albithalt, som kännetecknar det analyserade provet ej fullt genomgående i massivet. Sålunda kan kali-

fältspat som antipertitiska inlagringar i albiten förekomma. Detta är emellertid sällsynt och blott fallet i tvenne av de undersökta 11 proven, båda från trakten NO om torpet Hagen i västra sidan av massivets norra del. I båda proven förekommer mikroklinen inlagrad i fint schackbrädestruerad albit, däremot ej i brett lamellerad albit. Mikroklinens mängd är i det ena provet nästan lika stor som albitens, i det andra provet avsevärt mindre. Någon påvisbar skillnad i fördelningen och konsistensen av de förefintliga mörka mineralen, jämfört med förhållandena i de rena albit-kvartsbergarterna föreligger ej.

En egendomlig bergart har anträffats i massivets nordligaste del omkring norra torpet Nätsjöskogen. I slipprov finner man här följande mineralkomposition: Albit, pyroxen, vilka utgöra huvudmineralen, föga kvarts samt magnetit, apatit och zirkon i accessorisk mängd. Bergarten kan alltså betecknas som en kvartsförande pyroxen-albitsyenit. Albiten utgöres av en delvis grövre, delvis — i de yttre delarna av större individer och i fria mindre korn — fint lamellerad albit av samma utseende som i den normala graniten. I de förra delarna förekomma små interpositioner av grönaktig biotit och något sericit. I klara, ej omvandlade delar bestämdes sammansättningen till $Ab_{87}An_{13}$, i omvandlade delar och i det finlamellerade yttre är sammansättningen $Ab_{95}An_5$. Denna skillnad torde kunna angivas som norm för olikheten mellan de på samma sätt tvillinglamellerade fältspaterna i den beskrivna, granitiska huvudbergarten.

Pyroxenen är svagt gulgrön med en utsläckningsvinkel $c : \gamma$ av 45°—49°. Tydlig dispersion med $\varrho > \nu$ är synlig på axeln A (på 100) däremot ej på axeln B (på 001). Dubbelbrytningen uppgår till 0,026—0,028. Dessa egenskaper tyda på en sannolikt ganska FeO-rik diopsidisk augit. Pyroxenen är delvis omvandlad i uralit med växlande, stark—svagare blågrön uralit. Kristallisationsföljden i bergarten är följande: Pyroxen, albit, kvarts. Mellan de båda första föreligger tydlig tidsskillnad i det pyroxenen kan vara innesluten som tjocka prismor i albiten. Kvartsen bildar fåtaliga mesostatiska partier mellan albitindividerna och har korroderat desamma. Kornstorleken är i huvudbergarten hos fältspaten 1—3 mm i längsta diameter av de grövre albittavlorna, hos pyroxenen 0,5—1 mm. I mindre, inneslutningsliknande partier är den betydligt mindre, 0,5—1 mm hos albiten och 0,2—0,3 hos pyroxenen. Bergarten bibehåller inemot kontakten sin relativt grova kornstorlek. I ett slipprov högst 5 m från kontakten är den strukturellt och mineralogiskt likartad med huvudbergarten ovan, utom det titanit här är rikligt förhanden.

Tyvärr har intet försök kunnat göras att i fält följa sammanhanget mellan denna pyroxensyenitiska bergart och den normala graniten,

enär den egendomliga sammansättningen först sent vid den petrografiska undersökningen observerades. Bergarten anstår i de nordostligaste hällarna i massivet utmed kontakten härstädes.

Den S om Silverknuten förekommande graniten är identisk med de aplitgranitiska utbildningsformerna i Silverknutsmassivet. I ett undersökt preparat utgöres graniten av en extrem albit-kvartsbergart med en kvantitet av tämligen starkt grönfärgad klorit, som ungefär svarar mot den i analysprovet. Granofyr saknas. Kloritens fördelning är samma mesostatiska, ådernätsartade som i Silverknutsgraniten. Kloritens kvantitet är emellertid även här på olika ställen mycket varierande.

Yngre graniter.

Vid tiden för de yngre graniternas framträngande förelåg den n. v. tektoniken i den superkrustala formationen i det väsentliga utbildad i sitt n. v. skick. Detta utvisas av granitmassornas de äldre vecken överskärande kontakter. Speciellt tydligt är detta utmed norra och södra granitgränserna. Över huvud taget torde man kunna antaga, att gränslinjer av detta övertvärande och jämna förlopp ej kunna utbildas samtidigt med veckningsrörelser i de äldre lagren, åtminstone ej under påverkan av intimare sådana av nämnvärd betydelse. Detsamma gäller även beträffande de inom området förekommande lokalmassiven med deras rundade, delvis snett över den äldre strykningen elliptiskt utsträckta form.[1] Något inflytande av den äldre berggrundens byggnad på granitintrusionernas lokalisering är i allmänhet ej påvisbart. Möjligt är dock, att ett dylikt i stort föreligger, och att ett avslutande av synklinalströket åt N och S genom allmän uppböjning av veckaxlarna påverkat lokaliseringen av granitgränserna här. Likaså bör påpekas, att de tvenne lokalmassiven mellan Saxen och Gåsborn—Örlingen till sina huvudmassor äro lokaliserade till antiklinalströket mellan Saxå- och Grythyttefältena.

Graniterna äro i norra delen av fältet föga berörda av deformation. Längre mot S finner man oftare någon pressning av bergarterna med begynnande deformering av mineralen, delvis även utveckling av starkare gnejsighet. Strykningen av densamma är i allmänhet likriktad med de äldre, N—S-liga längs-veckaxlarna. Deformationen har i allmänhet karaktären av en kataklastisk process och är delvis åtföljd av kloritomvandling, ibland även av sericitbildning. Det kan emellertid diskuteras, huruvida denna deformation är en helt yngre process, skild från bergartens stelning eller försiggången under densamma och

[1] Jmf. speciellt Gåsborns- och Saxe-Knutmassiven å föreliggande och MAGNUSSONS karta, G. F. F., *43*, sid. 538.

i omedelbar anslutning därtill. Författaren är av den åsikten, att åtminstone i stor utsträckning det senare varit fallet. Exempel på fall, då deformationen huvudsakligen blott berört de sist kristalliserade delarna av bergarten, och då protoklas måste antagas, komma i det senare att anföras. En utpräglad, sekundär, kataklastisk krosszon är däremot belägen utmed Lokadalen. I dalen och i bergväggen äro bergarterna mylonitiserade, rödoxiderade, ofta även kvartsdränkta. Denna omvandling är märkbar ännu flera hundra meter åt sidorna.

Graniternas kontaktplan torde övervägande ha en brant ställning. Härpå tyda de i allmänhet skarpa och från brecciezoner fria kontaktlinjerna, deras övervägande jämna förlopp samt den ringa bredden av leptitiska kontaktzoner. Undantag från denna regel och sannolikt flacka lägen av kontaktytorna förekomma dock. Exempel härpå erbjuder gränszonen öster om Nätsjön utmed Järnagranitens södra kontakt. För antagandet, att kontaktytan här har ett flackt mot S fallande läge och en oregelbundet »bucklig» utbildning, talar gränslinjens buktande förlopp samt den ökade bredden av leptitzonen, liksom förekomsten av brecciebildningar av granit och leptit (N om Sävsjökupolen, Ö om Björnhöjden, i graniten Ö om Sävsjön å Biskopshöjden). Ett sammanhang på ringa djup kan även förmodas föreligga mellan satellitmassivet vid Domvik och den stora södra graniten. Möjligen utbreda sig även graniterna V om Örlingen på ringa djup, orsakande den starka leptitiska metamorfosen härstädes (jmf. sid. 173). Ytterligare exempel på en flackt liggande inbuktning av kontaktytan erbjuder Filipstadsgraniten V om Mörttjärnsbackarna (V om Grythyttehed). Av TÖRNEBOHM antydes här en kontinuerlig leptitzon mellan inneslutningarna vid Mörttjärn och fram till N. Skåltjärn. Något stöd härför i trakten V om Mörttjärn har författaren ej kunnat finna, utan granit är blottad V invid Mörttjärn, där av TÖRNEBOHM leptit utlagts.

Ett helt ytligt snitt i granitmassan torde föreligga i kartans sydvästra del V och SV om Loka station. Härpå tyda ett flertal större och mindre leptitinneslutningar. Möjligen står den här rådande inhomogeniteten i granitmassan och uppträdandet av grönsten och rikligare med aplit i samband härmed. Synnerligen inhomogent är området V om sjön Skarpen. Man finner i hällarna här en stark växling mellan gnejsiga leptiter, apliter, grönsten och pegmatit. Ett nära angränsande av den borteroderade gränsytan antydes vidare i Gåsbornsmassivet NV om Sången genom uppträdandet av en granitporfyrisk facies, som med en oregelbunden utbredning sträcker sig mot V in i massivet. En granitporfyrisk bergart, sannolikt utgörande randfacies till Filipstadsgraniten, har även anträffats i granitmassivet V om Torrvarpen. Dess utbredning är dock ej närmare undersökt. I

övrigt äro graniterna fattiga på inneslutningar av de superkrustala bergarterna, och saknas företeelser, som antyda ett omedelbart angränsande tidigare läge av de övre gränsytorna. Allmännast äro inneslutningar förhanden i Saxemassivet S om Sången, de representeras dock enbart av små, oregelbundet och sparsamt fördelade brottstycken.

På grund av den i allmänhet ringa styrkan av den äldre metamorfosen låter sig den av de yngre graniterna alstrade kontaktmetamorfosen bedömas med relativ säkerhet. Av förhållandena framgår, att kontaktinverkan på olika ställen varit av väsentligt olika styrka. I stort sett måste den dock betecknas som svag och, beträffande de strukturella förändringarna, av ringa utbredning. De utmed kontakterna alstrade leptitzonerna äro redan vid beskrivningen av leptiterna berörda. Såsom framhållet, inskränka sig bergarter med verkligt leptitisk kornighet i de fall, då en av äldre granitintrusioner orsakad metamorfos kan uteslutas, till närmast invid kontakterna blottade hällar eller där förekommande lokala block. Undantag utgöras blott av sådana ställen, där granitmassans yta kan förutsättas ha ett flackt läge, samt av inneslutna större leptitpartier. I normala fall torde de av de yngre graniterna alstrade leptitzonerna sällan överstiga en bredd av 100—200 m. Vid Saxe-Knutmassivet, där den omedelbara kontakten är blottad vid Knuthöjden, antaga hälleflintorna först i de sista decimeterna en knapp leptitiskt kornighet. Detsamma gäller beträffande en blottad kontakt mot Filipstadsgranitens granitporfyrfacies NV om Sången. Själva graniten fortsätter i båda fallen oförändrad fram till få meter från kontakten, där den antager en finare medelkornig struktur, samtidigt som å den senare lokalen ögonen försvinna. Likartat är förhållandet vid en blottad kontakt i NO-hörnet av Gåsbornsmassivet. Den fint medelkorniga randzonen har här en bredd av 1—2 m. Sidostenen utgöres å detta ställe av fullkristallinisk leptit, som uppflikas av mindre granitintrusioner.

Däremot kan en svagare kontaktinverkan av den art, som vid beskrivningen av Sångs-Knuthöjds-hälleflintorna berörts (ringa och oregelbundet fördelad stegring av kornstorleken, förändring i hälleflintornas mineralkomposition med utveckling av biotit, epidot och granat, även fläckbildning i hälleflintorna och kalksilikatbildning i kalkstenarna), spåras på ganska stora avstånd från kontakterna. Inom det nämnda området förmärkas dylika förändringar fram till Sångssjöns strand samt S om Saxe-Knutmassivet till Saxens strand. Motsvarande företeelser återfinnas utmed granitgränsen från Torrvarpen och söder ut samt utmed södra randen av Älvestorpsfältet på avstånd av 1—2 km från kontakten. Även biotitens allmännare uppträdande inom Älvestorpsskiffern kan förmodas vara en följd av en avlägsen kontaktinverkan

från den yngre granitmagmans sida. Med denna svaga kontaktpåverkan har även en viss transport av material inom bergarterna varit förenad, vilket yttrar sig i förekomsten av granat och epidot längs sprickränder eller i oregelbunden fördelning i hälleflintorna.

Ett speciellt omnämnande förtjänar den granat-epidot-skarnbildning, som skett inom Sångs-Knuthöjdsmalmernas kalk-blodstensförande lager. Såsom redan nämnts, är kalken i dessa hälleflintor fördelad i smala ränder, i malmströken växellagrande med järnkisel, blodsten och hälleflinta. I vissa fall finner man enbart kalk och hälleflinta i växellagring, dock är vanligen fint fördelad blodsten i varierande mängd närvarande i den senare. Genom de yngre graniternas inverkan har allmänt kalken förenats med blodsten och kvarts till att bilda järnrik epidot och en gulbrun andradit. Genom denna omvandling ha egendomliga, skarnrandiga bergarter av det utseende, som fig. 57 åskådliggör, alstrats. I gruvförekomsterna S om Saxe-Knutmassivet, där något bredare kalklager förelegat, ha större skarnmassor av samma mineral alstrats. Däremot ha ej epidot och granat bildats i det nära graniten anstående kalklagret vid Knuthöjden. Härvid skulle, om ej tillförsel av substanser skett, grossular och zoizit alstrats. Att detta ej skett, men däremot de Fe_2O_3-rika facies av mineralen allmänt bildats tyder på lägre bildningstemperatur för de senare. Till underlättandet av granatens bildning har även dess MnO-halt bidragit.

Skarnbildning av beskrivet slag återfinnes inom hela malmområdet N om Saxe-Knutmassivet med undantag för trakten mellan Grötbäcksgruvorna vid Sången och SV om Ekebergstjärn. S om massivet är skarnbildningen riklig i gruvorna N om Saxen, men saknas vid Saxhyttan och S därom.

För att utröna granatens sammansättning utplockades rent material ur en skarnrandig hälleflinta från Knuthöjden (samma prov som är avbildat å fig. 57). Å materialet utförde Dr. MAUZELIUS nedanstående analys:

SiO_2	38,03	6,338	
Al_2O_3[1]	3,66	359	1,900
Fe_2O_3	24,65	1,541	
FeO	0,89	124	5,796
MnO	2,82	397	
Mgo	0,55	137	
CaO	28,77	5,138	
H_2O	0,46	256	
	99,83		

Sp. V. 3,70.

[1] Med spår av TiO_2.

Andradit	78,28
Grossular	7,73
Spessartin	6,55
Almandin	2,05
Pyrop	1,84
Kvarts	3,25
H_2O	0,46
	100 16

Om man bortser från vattnet, svarar analysen på det närmaste mot en granat av sammansättningen $(Fe_2Mn_7Mg_2Ca_{89})$ $(Al_{19}Fe_{81})$ + 3,25 % fri kvarts. Om man antager, att hela Fe_2O_3-mängden ingår i andradit, erhåller man den i tabellen ovan angivna sammansättningen. Vid beräkningen uppkommer en brist av 0,33 % seskvioxider, beräknade som Al_2O_3, vilken ingår i summan i mineraltabellen.

Av granatens beståndsdelar härstamma CaO, MgO och MnO, sannolikt även FeO från det tidigare karbonatet. Detta utvisas av den i beskrivningen av malmerna anförda analysen å karbonatet i blodstens-kalk-järnkiselmalmen vid Saxhyttan. Granatens sammansättning svarar mot, vad som tidigare blivit känt om detta minerals komposition i kvartsbandade blodstensmalmer genom G. LINDROTHS arbeten.[1]

Någon substanstillförsel från graniternas sida förutsätter denna granat-epidotbildning ej. Att sådan tillförsel ej skett, utvisas f. ö. av det anförda faktum, att likartad skarnbildning ej kommit till stånd i malmfria kalklager, där dessa äro belägna nära intill granitkontakterna (förutom Knuthöjdskalken kalkerna N om Sången, vid Vaskebäcken m. fl. ställen). Den enda tillförsel av material, som i fältets bergarter kan påvisas ha skett från de yngre graniternas sida, utgöres av de för hälleflintorna främmande ämnen (B, F, sällsynta jordarter) som ingå i turmalin, ortit och flusspat, vilka i sparsam mängd återfinnas i graniternas omgivningar. Vanligast är en mörkt blågrön turmalin. Ortit är mer sällsynt. Flusspat har blott anträffats i leptit V om Örlingen och längs en smal sprickrand i ett preparat från Knuthöjdskalken. I graniterna har detta mineral som accessoriskt ingående beståndsdel en allmännare utbredning, speciellt i de mer saliska och alkalina granitdelarna. I Filipstadsgranit har det anträffats i ett prov från Gåsbornsmassivet såsom utfyllnad av ett miarolitiskt hålrum. Turmalin förekommer sällsynt i graniterna. Däremot är ortit vanlig både i mer femiska och mer saliska facies.

På grund av sin sammansättning och utbildningsform kunna graniterna uppdelas i följande huvudgrupper:

Järnagranit, grovt medelkornig, grå—röd, plagioklasrik granit, dock gärna ögonförande och delvis ordinärt ögongranitisk. Denna granit upptager området inom kartans nordligaste del, varifrån den fortsätter vidare mot N i ett stort, dock ej enhetligt massiv upp till Fredriksberg i Dalarna. Likartad granit anstår åter N om Fredriksberg samt S om Siljan, där den i det egentliga Järna-området har sin största

[1] G. F. F., *41*, sid. 64.

utbredning. Enligt de äldre kartorna skall Järnagranit även uppträda i den föreliggande kartans SV-hörn V om Loka. Av de prov, som finnas i Geologiska undersökningens samlingar, framgår, att bergarten här åtminstone delvis är dioritisk och monzonitisk. Järnagranitliknande facies äro vidare utvecklade omkring Skarphyttan längre N ut, i den här mellan surare, mer saliska och mer femiska facies ganska varierande graniten.

Filipstadsgranit. Denna grova ögongranit är genom TÖRNEBOHMS och HOLMQUISTS beskrivningar till sina huvuddrag karakteriserad. I jämförelse med Järnagraniten är den plagioklas- och anortitfattigare samt kvartsrikare. Filipstadsgranit inkommer på kartan i trenne områden, Gåsbornsmassivet (SV om Örlingen), massivet V och SV om Torrvarpen samt det mot S och Ö fortsättande massivet, som insticker i kartans sydosthörn. Både Filipstads- och Järnagraniterna föra i allmänhet hornblände i kombination med biotit. I Järnagraniten finnas även rester av resorberad pyroxen.

Biotitgraniter, medelkorniga—grovt medelkorniga, mer alkalina och saliska än de nämnda och hornbländefria. Till färgen äro de övervägande röda eller rödlätta. Dessa graniter ha sin största utbredning inom kartans södra del. Ett större område utbreder sig dock V om Mörttjärn (V om Torrvarpen) inne i Filipstadsgraniten. Till denna grupp kan även Saxe-Knutgraniten hänföras, ehuru den har en något mer ögonstruerad utbildningsform.

Röda aplitgraniter, nästan fria från biotit samt av fint medelkornigt gry. Dylik granit uppträder i de små isolerade massiven vid Skåln och Hasselkulln (kartans östra kant). Apliter förefinnas dessutom i större mängd i granit och monzonit V om Loka station samt V om sjön Skarpen. Även i Saxe-Knutmassivet finner man ej sällan aplitiska partier och sliror. Dessa apliter uppträda delvis som genomsättande gångar, delvis ha de oskarpa gränser mot graniterna. Apliter och pegmatiter äro f. ö. mycket fåtaligt representerade i graniterna och ävenledes sparsamt injicierade i sidostenarna.

Till granitserien har även hänförts den nämnda, obetydliga förekomsten av *kvartsmonzonit* V om Loka station. Densamma representeras ej av något enhetligt område, utan består till stor del av en breccia mellan den basiska, monzonitartade bergarten, grov genomsättande Filipstadsgranit samt aplitgranit.

Denna indelning är av naturliga skäl i viss mån schematisk, i det bergarterna inom grupperna kunna variera. Jämnast äro Filipstadsgraniten och aplitgraniterna. De starkaste variationerna från surare led till mer femiska, monzonitartade varieteter finner man hos Järnagraniten.

Av TÖRNEBOHM utskildes Saxe-Knutgraniten, den röda biotitgraniten V om Torrvarpen samt de båda aplitgraniterna vid Skåln och Hasselkulln såsom yngre graniter av grupp 3 (serarkäiska enl. HÖGBOMS nomenklatur). Till samma grupp hänfördes även Järnagraniten. Såsom författaren i ett tidigare arbete framhållit[1] grundar sig denna indelning för de förstnämnda graniterna blott på den omständigheten, att de ha en från de större granitmassorna avvikande, mer aplitartad och finkornigare sammansättning och struktur samt på förekomsten av dylik bergart som gångar i de mer basiska huvuddelarna av graniterna. Med avseende på deformationsmetamorfos förefinnes ingen skillnad. Sålunda ha både Saxe-Knutgraniten och graniten V om Torrvarpen att uppvisa lika starkt förgnejsade facies som Filipstadsgraniten. Mellan den sistnämnda och biotitgraniten i V förefinnes V invid Mörttjärn, det enda ställe, där hällar av båda observerats i nära intill varandra angränsande läge, skarp gräns, sannolikt sekundärt skärpt genom någon förskjutningsrörelse utmed branten V om sjön.[2] Någon tidsskillnad mellan de båda graniterna och en något yngre ålder för den saliska bergarten torde även vara sannolik. Däremot övergår den saliska biotitgraniten S om Älvestorpsfältet i den i Ö angränsande Filipstadsgraniten genom förmedling av en utmed gränsen uppträdande, salisk, surare facies av ögongraniten. Likaså finner man övergångar mellan de mer femiska leden och de saliska utbildningsformerna i kartans SV del. Samtliga dessa graniter måste därför sammanfattas till en magmagrupp.

Även beträffande Järnagraniten har förf. i det refererade arbetet framhållit, att icke tillräckliga skäl föreligga för dess avsöndrande till en yngre granit. De av TÖRNEBOHM anförda gränsförhållandena N om Fredriksberg äro ej beviskraftiga, enär den här mot Järnagraniten angränsande bergarten ej utgöres av Filipstadsgranit, utan av en grovt medelkornig röd granit, lik facies inom Järnagraniten själv. Författaren återfann vid sitt besök å platsen ej heller den av T. omnämnda finkorniga randzonen i Järnagraniten. Likaledes ha gränser mellan den såsom Filipstadsgranit betecknade bergarten och Järnagraniten NO om Sävsnäs förgäves eftersökts. Ögongraniter, likartade med Filipstadsgranit utveckla sig däremot ej sällan inom Järnagranitens område, liksom, såsom redan nämnts, inom den med Filipstadsgraniten sammanhörande och i densamma övergående, grovt medelkorniga graniten vid Skarphyttan med Järnagraniten likartade facies förekomma. Det sannolikaste synes författaren därför vara, att hela det komplex av graniter, som uppträder omkring Grythyttefältet och upp till Siljan, ut-

[1] G. F. F. *43*, sid. 548.
[2] Utmed branten är en 45° mot V stupande mylonitzon utvecklad.

gör en magmaformation, inom vilken Järnagraniten utgör ett An-rikare och kvartsfattigare led.

Till sin petrografiska beskaffenhet äro de yngre graniterna typiska representanter för den yngre arkäiska granitgruppen. Man finner nästan genomgående beträffande fältspatproportionerna Or: plagioklas intermediära blandningar. Någon nämnvärd anrikning av mikroklin i de saliska spaltprodukterna har ej kunnat påvisas, däremot föreligga exempel på anrikning av natrium i dessa facies. Extremt natronrika facies ha dock härigenom ej alstrats.[1] Även i de mer femiska facies, som finnes inom Järna- och Filipstadsgraniterna är Mi-halten riklig, motiverande bergarternas betecknande som monzoniter. Verkliga dioriter torde inom området saknas.

De urskilda granithuvudgrupperna äro i det följande till sin petrografiska beskaffenhet i korthet karakteriserade. Beträffande ytterligare detaljer angående den habituella utbildningen av Järna- och Filipstadstyperna hänvisas till TÖRNEBOHMS och HOLMQUISTS tidigare beskrivningar.[2]

Järnagranit. Av Järnagranit föreligger tvenne analyser, en äldre av R. MAUZELIUS från det stora området S om Siljan samt en ny av N. SAHLBOM, utförd å material från det inom Grythyttefältet uppträdande massivet. Provet till den senare är taget å Biskopshöjden, å NV sidan av densamma. Denna analys har välvilligt ställts till mitt förfogande av O. TAMM, som låtit utföra densamma för speciella undersökningar angående det granitiska materialets vittring. De båda analyserna äro nedan återgivna:

	I		XV	
SiO_2	68,19	11,365	63,50	10,583
TiO_2	0,49	61	0,89	111
Al_2O_3	13,96	1,369	16,32	1,600
Fe_2O_3	3,03	189	1,69	106
FeO	2,26	314	3,89	540
MnO	0,17	24	0,07	10
MgO	0,99	247	1,66	415
CaO	3,02	539	3,46	618
Na_2O	2,77	447	3,33	537
K_2O	4,45[3]	472	3,71	395
H_2O	0,78	433	0,65	361
P_2O_5	0,26	18	0,35	25
	100,37		99,52	

Aktuell mineralkomposition:

	I	XV
Kvarts	27,94	20,80
Mikroklin	19,46	12,84
Albit	23,06	27,77
Anortit	9,06	10,34
Biotit	12,17	18,10
Hornblände	6,16	7,64
Magnetit	1,00	1,00
Titanit	0,68	0,34
Apatit	0,56	0,77
	100,09	99,60
	+ H_2O^4 0,24	− H_2O^4 0,08

[1] Av en av LINDROTH anförd analys av salisk, röd, småkornig granit från Lövsjöväxeln vid Järnagranitmassivets östra gräns N om kartområdet framgår emellertid, att i densamma en stark Ab-anrikning skett. Den schematiska formeln för denna granit är $Or_{13}Ab_{70}An_{17}$.

[2] Bergslagskartan, bl. 1, sid. 24 och 26, bl. 4, sid. 16 och 21. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. VII, sid. 137 och 169.

[3] Värdet 4,54 som uppgives i HOLMQUISTS tabell är, varom förf. i analysjournalen övertygat sig, felaktig och beror på en omkastning av de två sista siffrorna.

[4] $\pm H_2O$ avser här att beteckna vid beräkn. uppkommande rest, resp brist av H_2O.

	Aktuell genomsnittsfältspat:			*Schematisk genomsnittsfältspat:*			
	Or	Ab	An	Or	Ab	An	$+Al_2O_3$
I	36,7	46,2	17,1	I . . .	41,7	39,5	18,8	0,27
XV	24,4	56,0	19,6	XV . . .	34,4	46,8	18,8	2,41

I. Järnagranit, Järna gästgivaregård. Anal. R. MAUZELIUS.
XV. » , Biskopshöjden, Grythyttefältet. Anal. N. SAHLBOM.

Såsom tabellerna visa, äro de båda bergarterna varandra mycket lika. Dock representerar XV en mer basisk typ med lägre SiO_2-kvantitet och högre halt av femiska beståndsdelar än I. Samtidigt är den något Or-fattigare än den senare.

Bergarternas samhörighet framträder även i beskaffenheten av de ingående mineralen, som är mycket likartad. Detta gäller för samtliga av förf. undersökta prov av Järnagraniten. Vid mineralberäkningen har därför i båda proven samma sammansättning för de optiskt likartade hornbländena använts och samma gång av beräkningen tillämpats. Såsom norm för hornbländet användes sammansättningen av det ur den kemiskt likartade Butte-graniten isolerade hornbländet (WEED, Journ. of Geol. 7, sid. 743), vilken med avräknande av i analysen funnen apatit, är följande:

SiO_2	47,03	MgO	12,67
TiO_2	1,47	CaO	11,23
Al_2O_3	6,96	Na_2O	0,79
Fe_2O_3	5,08	K_2O	1,26
FeO	10,59	H_2O	2,36
MnO	0,56		100,00

Vid mineralberäkningen uppmättes magnetitens och titanitens mängd i slipproven. Som utgångspunkt för silikaternas beräkning valdes plagioklasens sammansättning. Densamma är i I An_{28} à An_{29} i XV An_{27} med i båda fallen nästan fullt homogen byggnad. I anseende till i mikroklinen ingående dock sparsam pertit sattes formeln till An_{27} och An_{26}. Hela Na_2O-mängden med undantag för den lilla korrektion, som hornbländets beräkning medför, fördes till plagioklasen. Resterande CaO lämnar utgångspunkt för hornbländet, därefter resterande (Mg Fe Mn) O ingår i biotiten. Från hornbländet resterande seskvioxider fördelades på biotit och mikroklin, därvid överskottet av seskvioxider över den tillgängliga mängden av K_2O lämnar utgångspunkt för beräkningen. $K_2O : H_2O$ i biotiten antogs vara 1 : 2. Vid denna beräkning uppstår i XV en obetydlig brist av 0,08 H_2O. I I uppkommer en ansenligare H_2O-rest (0,24), vilken beror på starkare kloritomvandling och epidot-sericitomvandling av fältspaten i detta prov.

Den vid beräkningen funna biotiten blir i båda fallen fattig på MgO och rik på FeO (FeO : MgO = 10,7 : 1,8 i 1 och 15,3 : 3,8 i XV), vilket i så extrem grad ej torde vara riktigt. Beräkningen är alltså endast att anse såsom tillnärmelsevis riktig, i det det förefintliga hornbländet måste vara Fe-rikare än det vid beräkningen använda. Ett tillämpande av en Fe-rikare hornbländeanalys skulle emellertid ha medfört huvudsakligen blott en jämnare fördelning av de båda nämnda oxiderna i hornbländet och biotiten däremot ej medfört några nämnvärda förskjutningar i mineralens viktsprocenter.

I slipprovet av n:r 1 består bergarten av en grovkornig blandning av de anförda mineralen, vartill kommer något zirkon samt ett par korn av rödbrun ortit. Plagioklasen är utbildad i form av tjocka, idiomorfa tavlor med dimensioner av 1—3 mm i längsta diameter. Tavlorna kunna visa någon fläckighet i polariserat ljus, beroende på i olika delar av individerna obetydligt varierande storlek av An-halten. Däremot äro de så gott som fria från zonar byggnad. En helt smal ytterzon med något lägre An-halt kan ibland iakttagas i de yttersta kanterna, likaså smala, påvuxna albitbårder, där plagioklasen gränsar mot mikroklin. Dessa bårder äro emellertid sekundärt tillvuxna på bekostnad av tidigare i mikroklinen löst albit. Praktiskt taget, kan plagioklasen betecknas såsom homogen. Detta gäller för samtliga genomgångna prov både från området vid Siljan och det inom området fallande granitområdet. Undantag utgöra endast fåtaliga fall av vanligen större individer, i vilka diffust avgränsade, mindre, centrala kärnor av max. 5 % An-rikare plagioklasblandning kunna förefinnas. Denna brist på zonar byggnad, som ej är enbart för Järnagraniten utmärkande, även om den här på grund av den relativt basiska plagioklaskompositionen frapperar starkare, tyder på att kristallisationen förlupit mycket långsamt, och att utjämningen mellan restlösning och utskilda kristaller hunnit bli nästan fullständig. Likartade förhållanden komma vi att återfinna i samtliga av områdets graniter och de torde vara allmänt rådande i alla större och ej alltför ytligt stelnade magmamassor.

Plagioklasen innehåller ofta sparsamma, små fläckar av pertitiskt innesluten mikroklin.

Ungefär samtidigt med plagioklasen eller börjande något tidigare har biotiten utskilts i form av tjocka, delvis ännu väl idiomorfa tavlor. Biotiten har en något i rött gående, brun färg och stark absorption. Där den gränsar mot mikroklin och kvarts, är den ofta starkt resorberad med buktande gränslinjer. På gränserna mot mikroklinen finner man dessutom fransade kontakter med samtidigt skedd kvartsutfällning i biotitfransarna. Detta fenomen torde bero på en se-

nare påväxning av biotiten ur restlösningens slutliga Fe-Mg-halt, vilken skett under förträngning av mikroklin. Biotiten är ofta något kloritiserad under utbildning av prehnit längs genomgångsplan.

Hornbländet är ett vanligt sådant med måttligt stark absorption, α blågrön = β något brunaktigt grön > γ gul, $2V_\alpha$ c:a 70°. Dessa egenskaper antyda en måttlig järnoxidulhalt, som ej avsevärt kan överstiga den i den använda hornbländeanalysen, och en samtidigt avsevärd MgO-halt. Mineralet är i analysslipprovet blott sparsamt representerat, varför relationerna till de övriga mineralen här äro svåra att bedöma. Av övriga genomsedda prov framgår att hornbländet kristalliserat samtidigt med eller något tidigare än biotit och plagioklas. Man finner ibland i den senare inneslutna små individer av de båda förra, men plagioklasen är vid kontakten i regel den idiomorfa. Där biotit och hornblände mötas, är den senare den formbestämmande, dock utan att skarp idiomorfi är utvecklad. Hornbländet innehåller stundom små fragmentariska rester av färglös pyroxen. Att betrakta hornbländet som en vanlig uralit är dock ej riktigt.[1] Däremot talar bestämt dess kompakta, friska konsistens. Däremot har säkerligen under kristallisationen tidigast pyroxen utskilts, som sedan under upptagande av fältspatmolekyler övergått i hornblände, som blivit den stabila formen under den vidare kristallisationen. Liksom biotiten är hornbländet resorberat av kvarts-mikroklin.

Mikroklinen är fattigt pertitisk. Den är i analysprovet utskild i relativt grova, dock ej ögonartade individer, allotriomorfa mot de tidigare nämnda mineralen och hållande inneslutningar av desamma. Myrmekit förekommer ej sällan. Ungefär samtidigt med mikroklinen har kvartsen kristalliserat. Den bildar i mindre individer utfyllnad mellan de tidigare mineralen. Gränserna mellan kvarts och mikroklin äro delvis buktande, beroende på resorption av mikroklinen, vilket tyder på, att kvartsens kristallisation åtminstone fortsatt längre än mikroklinens. Samtidigt med utskiljandet av denna sista kvartsrest kan den nämnda förträngningen av mikroklin genom biotit förmodas ha skett.

Av HOLMQUIST framhålles, att kvartsen delvis är vackert idiomorf. Detta har av författaren iakttagits gentemot mikroklin i angränsande eller inneslutna korn. Det är dock svårt att bedöma, om i alla fall verkligt tidigare kristalliserad eller på grund av resorption inskjutande kvarts föreligger. De likartade fenomen av inbuktningar och inneslutningar av kvarts i plagioklasen, som förefinnas äro i de flesta fall tydliga resorptionsfenomen. I få fall ha dock små, rundade, isolerade kvartskorn iakttagits i plagioklasen, som måste uppfattas såsom pri-

[1] Jmf. LINDROTHS ovan ref. arbete.

mära, äldre, resorberade kristaller. Enstaka kvartskristaller ha sålunda redan på ett mycket tidigt stadium av kristallisationen börjat utskiljas. Mellan huvudmassan av kvartsen å den ena sidan samt plagioklas, biotit, hornblände å den andra föreligger däremot en tydlig hiatus. Huvudmassan av kvartsen har ej börjat utskiljas, förrän de tidigare komponenterna slutat kristallisera. Detta gäller även för mikroklinen. Denna gång av kristallisationen vid långsamt och ostört förlopp av densamma är den normala för magmor av föreliggande, på relativt basisk plagioklas rika komposition.[1] Utvecklingen av mikroklinögon med plagioklasringar blir vid ett dylikt långsamt kristallisationsförlopp i magmor av denna sammansättning osannolik. Författaren har också endast i ett fall iakttagit något dylikt, nämligen i ett preparat från Biskopshöjden Ö om Sävsjön. I preparatet återfinner man de ovan beskrivna förhållandena med undantag av, att Mi-individerna äro något grövre, ögonartat utvecklade. I denna bergart förekommer emellertid en grov, ögonartad plagioklasindivid, som i sitt inre innehåller en mindre kärna av mikroklin, vilken mot plagioklasen har en mycket oregelbunden begränsning. Plagioklasindividen har den f. ö. i bergarten hos denna fältspat vanliga, idiomorfa formen och är idiomorf mot angränsande kvarts, på ett ställe även mot anstötande mikroklin. Plagioklasens ljusbrytning tyder på samma sammansättning, som f. ö. härskar i bergarten.

Den mot XV svarande graniten skiljer sig väsentligen endast genom mineralens något olikartade proportioner från den beskrivna. I analysprovet har graniten en ögonartad struktur, markerad av 1,5—2 cm stora Or-ögon. Denna ofta i Järnagraniten förekommande utbildningsform betingas, såsom analysen visar, ej av en större Or-halt i magman, utan beror endast på ett bättre ansamlande av mikroklinen i färre och större individer. Kristallisationsföljden är i XV densamma som i 1. De äldre mineralen äro kraftigt korroderade av kvarts och mikroklin, och den senare av den förra. Däremot äro spår av tidig kvarts även i mikroklinen mycket sparsamma. I plagioklasen synas de saknas.

Av de båda analysproven kan XV sägas bäst motsvara beskaffenheten av den i området uppträdande Järnagraniten. Plagioklasens sammansättning håller sig i de flesta fall omkring 24—27 % An. Bergartens struktur varierar från jämnkornig till ögonartad. Väsentligare variationer betingas av växlande kvantitet av mörka mineral. Vid ökning av deras mängd uppkomma gråa, kvartsmonzonitiska typer. I desamma äro dock kvarts och mikroklin alltjämt rikligt närvarande, om ock deras kvantitet är minskad. An-halten är ej eller obetydligt högre än i de analyserade bergarterna.

[1] Jmf. även S. G. U. Ser. C, 306, sid. 79.

Exempel på en surare modifikation av graniten erbjuder Björnhöjdens mot S nedskjutande parti, likaså graniten i Ugglekullns lilla massiv V om Sävsjön. Likartad granit uppträder vidare Ö om Örlingen närmast kontakten. Den är här associerad med grå monzonitisk granit, mot vilken den både visar övergångar och intrusivt förhållande. Båda genomskäras av aplitgångar. I ett slipprov av Björnhöjdsgranit består denna av samma mineral som i de analyserade proven, dock med proportionerna något förskjutna, så att mikroklin och kvarts ökats på bekostnad av plagioklasen. Denna granit torde vara Or-rikare än även analysprovet från Järna (n:o 1). Även är de mörka mineralens kvantitet något minskad. Av desamma utgöres hornbländet av en kraftigare blågrönt absorberande, FeO-rikare varietet. Plagioklasens sammansättning är An_{20}. Kristallisationsföljden är densamma som ovan.

Filipstadsgranit. Å denna föreligga trenne äldre analyser, av vilka två (Skärjen och Kortfors) referera till olika delar av det massiv, som insticker i kartans SO-hörn. Den tredje (Gammalkroppa) synes vara utförd å material från det egentliga Filipstadsmassivets ostliga sida. Analyserna visa inbördes stor överensstämmelse, svarande mot den jämna beskaffenhet, som i fält brukar utmärka bergarten. Den av analyserna åskådliggjorda sammansättningen torde även återfinnas i massivet V om Torrvarpen. Däremot synes bergarten i Gåsbornsmassivet vara något kvarts- och mikroklinrikare. I ett undersökt prov från Damshöjden saknas dessutom hornblände.

Analyserna jämte mineralberäkningar ur A och B äro nedan återgivna. Till jämförelse har under 1 den beräknade mineralkompositionen i Järnagraniten (provet från Järna) upprepats. En beräkning ur C (Skärjen) skulle lämna ett resultat nära överensstämmande med det ur B (Kortfors). Båda analyserna referera ju även till samma massiv. Beräkningen ansågs därför överflödig, varförutom det mot analysen svarande slipprovet ej återfunnits.

	A.		B.		C.	
SiO_2	70,65	11775	68,79	11465	69,21	11535
TiO_2	0,50	62	0,55	69	—	—
Al_2O_3	12,47	1223	12,85	1260	14,72	1443
Fe_2O_3	2,71	169	4,07	254	2,33	146
FeO	2,58	358	2,16	300	2,15	299
MnO	0,06	8	0,49	69	0,78	110
MgO	0,66	165	0,70	175	0,55	137
CaO	2,06	368	2,60	464	2,52	450
Na_2O	2,56	413	2,30	371	2,69	434
K_2O	4,53	482	4,97	529	4,77	507
H_2O	0,44	244	0,67	372	0,80	444
BaO	0,10	7				
	99,32		100,15		100,52	

Aktuell mineralkomposition:

	A.		B.		I.	
Kvarts	33,90		31,22		27,94	
Mikroklin	20,57		21,18		19,46	
Celsian	0,25					
Albit	20,86	24,81	18,04	23,04	23,06	32,12
Anortit	3,95		5,00		9,06	
Biotit	10,42	17,44	12,40	22,21	12,17	18,33
Hornblände	7,02		9,81		6,16	
Magnetit	1,00		1,00		1,00	
Titanit	0,85		0,95		0,68	
Apatit	0,50		0,50		0,56	
	99,32		100,10		100,09	
Rest H_2O			0,07		0,24	

	Akt. fältspat:			*Schemat. fältspat:*[1]			
	A.	B.	I.	A.	B.	C.	I.
Or	44,6	46,8	36,7	46,4	49,0	44	41,7
Ab	47,0	42,2	46,2	39,1	34,3	37	39,5
An	8,4	11,0	17,1	14,5	16,7	19	18,8
$\pm Al_2O_3$				+ 0,15	− 0,36	+ 0,53	+ 0,27

A. *Filipstadsgranit*, Gammalkroppa, Värmland, HOLMQUIST. Bull. Upsala, VII, sid. 264, n:o 97. Anal. R. MAUZELIUS.

B. *Filipstadsgranit*, Kortfors. Värmland. Ibid. n:o 95. Anal. H. SANTESSON.

C. *Filipstadsgranit*, Skärjen, Värmland. Ibid. n:o 96. Anal. H. SANTESSON.

Mineralkompositionen beräknades på samma sätt som i Järnagraniten. Som P_2O_5 ej är bestämd uppskattades apatitens mängd efter mätning i A. Mot P_2O_5 svarande kvantitet frånräknades å Al_2O_3. I B utgöres större delen av preparatet av ett mikroklinöga, varför en mätning här blir osäker. Apatitens mängd antogs här vara likartad med den i A. Titanitens mängd beräknades ur den TiO_2-kvantitet, som resterar efter en preliminär beräkning av hornblände och biotit och under förutsättning, att 1 % TiO_2 ingår i biotiten. Vid en mätning i det mot A svarande slipprovet erhölls en siffra av 0,80, som överensstämmer med den vid beräkningen funna (0,85). Plagioklasens genomsnittliga sammansättning uppskattades i A till $Ab_{85}An_{15}$, i B till $Ab_{79}An_{21}$. Det i båda graniterna förefintliga hornbländet utgöres

[1] I samtliga analyserna saknas bestämningar å P_2O_5 varför An-halten i de ber. schem. formlerna är något för hög. I C saknas även TiO_2-bestämning.

av ett från Järnagranitens avvikande sådant, som genom sina optiska egenskaper dokumenterar sig såsom en järnrik, hastingsitartad amfibol. Sammansättningen av dylika amfiboler med här föreliggande, extrema, optiska egenskaper är f. n. rätt väl känd. För föreliggande beräkning uträknades ett genomsnitt av 4 analyserade (ett ber. ur bergartsanalys) och sinsemellan likartade hornblänlden från Gillinge och Nybergsgruvan (J. PALMGREN, Bull. Upsala, XVIII, sid. 42), ur syenit från Biella (ROSENBUSCH, Elemente, sid. 116) samt ur Kirunagrönsten, Pahtosvaara (SUNDIUS, Geologie d. Kirunageb. 4, sid. 65).[1] Under II är den vid beräkningen av Järnagraniten använda hornbländesammansättningen upprepad.

	I	II		I	II
SiO_2	41,37	47,03	MgO	5,63	12,67
TiO_2	0,54	1,47	CaO	10,69	11,23
Al_2O_3	11,55	6,96	Na_2O	1,76	0,79
Fe_2O_3	6,53	5,08	K_2O	2,30	1,26
FeO, MnO	18,13	10,59 0,56	H_2O	1,51	2,36
				100,01	100,00

Såsom av analyserna och de beräknade mineralkompositionerna framgår, skilja sig Filipstadsgraniterna i de båda massiven blott föga från varandra genom något högre kvarts- och lägre hornblände-biotithalt i Filipstadsmassivet (A). Även är plagioklasen i detta något surare. Däremot skilja sig samtliga Filipstadsgraniterna genom en väsentligt lägre plagioklas- och anortithalt från Järnagraniten, varjämte denna är avsevärt kvartsfattigare. En kemisk olikhet, som kommer till synes i hornbländets sammansättning och i analyssiffrorna, är den högre MgO-kvantiteten i Järnagraniten.

Av de analyserade Filipstadsgraniterna representerar den från Kortfors (B) en massformig typ, sådan som bergarten i allmänhet är utbildad. Mikroklinen är till större delen utbildad i form av grova ögon. Pertithalten är relativt rikliig. Inneslutningar av plagioklas (större och små individer, de förra i de yttre delarna) äro rikligt förhanden, även av kvarts i delvis idiomorfa korn, liksom av mer fåtaliga korn av biotit och hornblände. Plagioklasringar saknas. Plagioklasen har bättre idiomorf utbildning i mikroklinögonen än i mellanmassan, beroende på en starkare resorption i den senare från kvartsens och mikrokli-

[1] Av G. LINDROTH har ett liknande, dock ytterligare extremt hornblände analyserats från Yxsjöfältets amfibolskarn. Detsamma betecknas av denna författare som alkalijärnamfibol. Det må påpekas, att denna beteckning är missledande i så måtto, som speciellt hög alkalihalt ej är något utmärkande vare sig för detta eller för denna typ av hornbländen över huvud taget. Det väsentliga i sammansättningen är den höga FeO-halten och motsvarande låga MgO-kvantitet. Al_2O_3 är rikligt närvarande medan Fe_2O_3-halten är låg.

nens sida. I plagioklasen inneslutna eller inskjutande, tidiga (idiomorfa) korn av kvarts förekomma, men sparsamt. Plagioklasen har i huvudmassan av individerna sammansättningen An_{22} à An_{23}. Omkring desamma förekomma överallt, där plagioklasen gränsar mot mikroklin, bårder av växlande bredd av An_7. Biotiten är optiskt likartad med den i Järnagraniten, dock renare brun. Hornbländet är starkt grönblått på γ med en något brunaktig färg i oregelbunden fördelning i de inre delarna. Färgen på β är brunaktigt grön eller rent grön, på α grönaktigt gul. Absorptionen på β och γ är ytterst stark. $2V_\alpha$ är liten. Hornbländet torde vara något senare än biotiten, som kan skjuta in i detsamma, båda äro dock föga skilda i kristallisationstid, liksom relationerna mot plagioklasen antyda ungefärlig samtidighet med de basiska delarna av densamma. Resorption från mikroklinens och kvartsens sida av de mörka mineralen är allmän. Även resorption av mikroklin genom kvarts kan iakttagas. Kristallisationsförloppet har sålunda varit likartat med det i Järnagraniten, dock är avbrottet mellan plagioklas och mörka mineral å ena sidan samt kvarts-mikroklin å andra sidan mindre, och en större kvantitet av kvartsen sannolikt även av mikroklinen, har hunnit utskiljas under de förras kristallisationstid (jmf. förekomsten av små kvarts- och plagioklasinneslutningar i Mi-ögonens inre, grova sådana i de yttre delarna).

Graniten från Gammalkroppa (A) skiljer sig mineralogiskt från den beskrivna huvudsakligen blott genom plagioklasens beskaffenhet. Denna består av oligoklas (An_{15} à An_{17}), som vid gränserna till mikroklin är omgiven av en klar, ofta volyminös, yttre del av albit (An_6). I oligoklasen förefinnas i de flesta fall tämligen rikliga, idiomorfa prismor av kalkrik epidot. Denna epidot är ej bildad genom vanlig saussuritisering, enär plagioklassubstansen är frisk och klar. Snarare torde man få tänka sig en utlösning av anortit ur den primärt An-rikare plagioklasen, och ett utfällande av epidoten under den protoklastiska deformation, som den slutligt stelnade magman genomgått. Strukturellt skiljer sig bergarten från Kortforsgraniten genom en stark deformation, något som redan påpekats i HOLMQUISTS beskrivning. Denna deformation, har dock föga berört ögonen, som äro hela och endast visa svag undulositet. I ett öga, i vilket mikroklinen är omgiven av en plagioklasbård, är även denna intakt av deformation. Däremot äro kvarts och mikroklin i mellanmassan till största delen utbildade som aggregat av något varierande kornstorlek. Även plagioklasen, som bildar grövre, dock sällan idiomorfa individer, visar ibland någon deformation, dock är även detta mineral föga berört av densamma. Samma sak gäller om biotit och hornblände, som övervägande äro ansamlade i något flasrigt utdragna aggregat. Bergarten visar i mel-

lanmassan blott sporadiskt den orediga struktur och den omvandling, som är utmärkande för kataklas. Mineralen äro friska och klara, vilket även gäller biotiten. Gränserna mellan kornen i de granulerade mineralaggregaten äro vidare övervägande enkla och jämna. Denna utbildning av bergarten torde knappast kunna tolkas på annat sätt än såsom uppkommen protoklastiskt under det sista skedet av kristallisationen.

På grund av protoklasen är kristallisationsföljden här svårare att bedöma. Små individer av plagioklas, kvarts och mörka mineral finnas som inneslutningar i Mi-ögonen. Tydligtvis ha desamma tidigast börjat utskiljas, dock är kvantiteten av desamma sparsam. Förekomsten av oligoklas som mantel omkring mikroklinen visar även, att mikroklinens utkristallisation börjat relativt tidigt, och att mineralet till stor del utskilts, innan plagioklasens kristallisation slutat. Sammansättningen av mantelns plagioklas kan på grund av snittet i slipprovet ej exakt bestämmas, den kan emellertid på grund av ljusbrytningen ej väsentligt skilja sig från materialet i de fria oligoklaskornen. Samma epidotkristaller som i dessa återfinnas även i manteln. Mellan biotit och hornblände finnes i bergarten en tydlig skillnad, i det biotittavlorna ofta skjuta in i hornbländet.

Myrmekit förekommer såväl i detta prov som i Kortforsprovet.

Biotitgraniter. Dessa graniter äro i allmänhet jämnkorniga. Glesa och vanligen små mikroklinögon kunna dock vara utvecklade och i Saxe Knutmassivet är en föga grov ögonstruktur förhärskande. Muskovit är i dessa graniter vanlig, dock endast i mikroskopiskt iakttagbara dimensioner.

I ett prov av den röda biotitgraniten från området S om Älvestorpsfältet, taget V om Flosjötorp, består bergarten av pertitisk mikroklin, kvarts, oligoklasalbit samt en ringa kvantitet av nästan helt kloritomvandlad biotit. Ytterligare mineral äro muskovit, något flusspat samt sparsamma accessorier av magnetit och zirkon. En uppmätning av kvartsfältspatmineralens volymförhållanden i slipprovet gav till resultat: Kvarts : mikroklinpertit : fri plagioklas = $9{,}89 : 11{,}54 : 10$. Tages den pertitiskt i mikroklinen inlagrade albiten, som uppskattades till 10 % med i beräkningen samt multipliceras med sp. v. bli siffrorna $9{,}0 : 9{,}1 : 10$. I jämförelse med Filipstadsgraniten innebär detta i genomsnitt av A och B en obetydlig ökning av mikroklinens, däremot ej av kvartsens relativa kvantitet, vilken i stället är minskad. Biotiten-kloritens kvantitet uppgår högst till 4 à 5 viktsprocent. Plagioklasen bestämdes till An_7. Den innehåller emellertid allmänt glesa interpositioner av muskovit, som delvis är rätt grovt utbildad. Däremot saknas epidot både i plagioklasen och bergarten f. ö. Tydligt är emellertid, att

plagioklasen tidigare varit An-rikare än f. n. Den ur biotiten framgångna kloriten är en kraftigt grön sådan. Av mineralen är plagioklasen den mest idiomorfa och utbildad i tjocka tavlor. Mikroklinen och kvartsen äro allotriomorfa, dock med en tendens hos den förra att bilda grova, brett tavelformiga individer. Enstaka kvartsdihexaedrar och något rikligare med små plagioklasinneslutningar ses i mikroklinen. Någon större åldersskillnad mellan kvarts och mikroklin torde dock ej finnas. Bergarten visar spår av ganska kraftig deformation med delvis krossning av kvartsen, likaså delvis deformation av fältspaterna. Bergarten genomdrages vidare av ett fåtal, smala slingrande ränder, längs vilka muskovit i relativt grova blad nybildats. Någon starkare kataklas än i övrigt i bergarten är dock ej märkbar omkring dessa ränder.

Denna sammansättning kan angivas såsom förhärskande i det södra biotitgranitområdet. I ännu ett undersökt slipprov (från trakten av sjön Fisklösen, något söder om kartkanten S om Limmingsjön) skiljer sig graniten från den beskrivna blott genom något rikligare och bättre bevarad biotit. I muskovitränderna äro vidare ett fåtal svagt röda granater utbildade. Bergartens deformation är även starkare pronoucerad.

Den muskovitbildning, som skett i den beskrivna graniten, har utspelats i plagioklasen eller utmed nämnda slir-ränder, ej i mikroklinen. Dessutom finnes muskovit tillsammans med biotit och klorit i relativt grova blad, som kunna förhålla sig idiomorft i förhållande till den mörka glimmern. I detta sista fall kan en tidig, under bergartens stelning kristalliserad muskovit föreligga. Muskoviten har i plagioklasen och slirorna ej den finfjälliga, sericitartade konsistens, som är vanlig vid kataklas och därvid skedd omvandling. Sannolikare är, att denna muskovitbildning och plagioklasens omvandling skett i anslutning till bergartens stelning samtidigt med flusspatbildningen såsom en postmagmatisk efterverkan, kombinerad med och underlättad av deformationen.

Från den beskrivna graniten i södra området skiljer sig biotitgraniten i området V om Torrvarpen genom en i genomsnitt något högre biotithalt (c:a 8 vol. %). Ävenledes är plagioklasens kvantitet i förhållande till mikroklinens något högre. En mätning i ett undersökt prov taget N om torpet Boängen gav till resultat: Kvarts: mikroklinpertit: plagioklas = 6,8 : 10,4 : 10. Pertithalten i mikroklinen uppskattades till samma som i den södra biotitgraniten.[1] Viktsförhållandena skulle därmed bliva 6,2 : 8,2 : 10. Härav framgår, att graniten är plagio-

[1] I båda fallen ha fåtaliga i plagioklasen pertitiskt inlagrade små fläckar av mikroklin medtagits vid mätningen i preparatet.

klasrikare och samtidigt kvartsfattigare än biotitgraniten i S. Förhållandet mikroklin: plagioklas kommer nära det i Filipstadsgraniten från Gammalkroppa rådande. Däremot är Kortforsgraniten väsentligt mikroklinrikare. Kristallisationsföljden är: Biotit, som är äldst, plagioklas, kvarts och mikroklin, dock utan skarp skillnad mellan de tre sista. Detta visar sig i en strävan hos samtliga efter idiomorfa former. Dihexaedriska korn av kvarts förekomma rikligt i mikroklinen, sparsamt i plagioklasen. Resorptionsgränser mellan mikroklin och kvarts visa emellertid, att kvartsen varit det mineral, som avslutat kristallisationen. Plagioklasens sammansättning är $Ab_{85}An_{15}$ med smala ytterzoner av $Ab_{93}An_{7}$.

Från den sist beskrivna graniten skiljer sig bergarten i Saxe Knutmassivet huvudsakligen blott genom en bättre koncentrering av mikroklinen i grövre, ögonartade individer. Muskovit är här ganska allmän som grova blad tillsammans med biotit och i plagioklas. Den kan i förra fallet uppträda som idiomorf inneslutning i biotiten. Plagioklasens sammansättning är An_{16} med surare ytterzon.

Från biotitgraniterna skilja sig de såsom *aplitgranit* betecknade bergarterna mineralogiskt huvudsakligen blott genom en ytterligare minskad biotithalt. Under mikroskopet visar sig plagioklasen dessutom vara mer alkalin. I ett prov från Skåln-massivet uppmättes och beräknades följande mineralkomposition: Kvarts: mikroklin: plagioklas = 8,0 : 6,4 : 10. Härtill komma helt få biotittavlor. Accessorier representeras av fåtaliga små magnetitkorn. Vid mätningen inberäknades pertithalten i mikroklinen direkt i albiten. Pertiten är en grovt byggd sådan med en albithalt som i vissa snitt uppgår till 50 %. C:a 30 % torde utgöra ett ungefärligt medeltal. Av mineralen är biotiten tidigare än de övriga. Därnäst följer en plagioklas med 10 % An, som bildar idiomorfa individer eller den centrala delen av plagioklasindivider. Den yttre delen av dessa har sammansättningen $Ab_{95}An_{5}$. Denna surare albit, som utgör drygt 50 % av plagioklasen, förekommer även som fria individer. Den har kristalliserat samtidigt med kvarts och mikroklin-pertit. Granofyriska sammanväxningar mellan kvarts och fältspat förekomma ofta, och kvartsen växer därvid tillsammans med både den albitiska plagioklasen och mikroklinpertiten.

Likartad är även sammansättningen i Hasselkullns lilla massiv. Här är muskovit i grövre blad utvecklad i plagioklasen.

För att belysa förhållandet mellan fältspaterna och kvartsen i de beskrivna typerna ha de ur analyserna beräknade och genom mätning under mikroskopet erhållna värdena för kvarts och fältspat nedan sammanställts. I samtliga bergarterna ha vid beräkningen kvarts

och mikroklin jämförts med plagioklasen, vilkens värde satts till 10. I tabellen är plagioklasens genomsnittliga sammansättning angiven. I Flosjö-graniten har plagioklasformeln angivits med reservation på grund av omvandlingen. Det primära värdet torde ha legat mellan det n. v. (An_7) och Boängsgranitens (An_{13}). I den bifogade fältspattriangeln äro de beräknade molekulära fältspatproportionerna grafiskt återgivna. I Flosjögraniten har därvid värdet An_{10} använts för plagioklasen.

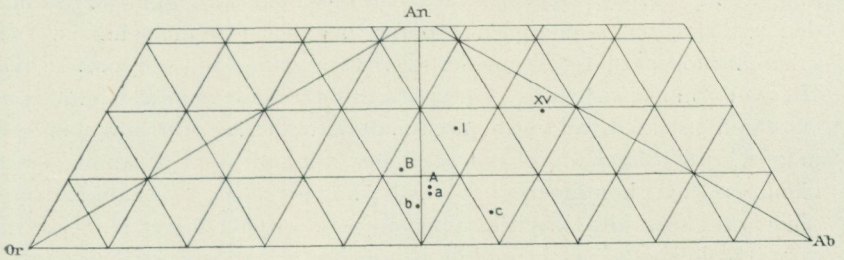


Fig. 52. Diagram över de aktuella fältspatproportionerna i de yngre graniterna. *Diagram of the actual (modal) feldspar-proportions in the younger granites.*

	Kvarts	Mi	Plag.kl.	Or	Ab	An	Plag.-formel
XV Järnagr., Sävsjön	5,46	3,37	10	24,4	56,0	19,6	An_{26}
I » , Järna	8,70	6,06	10	36,7	46,2	17,1	An_{27}
A Filipstadsgr., Gam. kr. .	13,66	8,40	10	44,6	47,0	8,4	An_{15}
B » , Kortfors . .	13,52	9,17	10	46,8	42,2	11,0	An_{21}
a Boängsgranit	6,22	8,21	10	45,1	47,4	7,5	An_{13}
b Flosjö »	8,97	9,06	10	47,5	46,9	5,5	$An_{10}(?)$
c Aplitgranit	7,96	6,36	10	38,9	56,6	4,5	An_7

De för a—c anförda talen äro ej fullt jämförbara med de föregående, beroende på de olikheter, som en beräkning ur analyserna och en direkt mätning i ett preparat kunna innebära. I a—c låter sig emellertid en mätning under mikroskopet utföras med större säkerhet än i de föregående på grund av bergartens mindre kornstorlek. En kontrollmätning å kvartsen i Gammalkroppagraniten gav till resultat en siffra av 31 %, vilken blott med 3 enheter skiljer sig från den ur analysen beräknade (33,90). I det väsentliga torde tabellen därför återgiva förhållandena riktigt. Av densamma framgår, att i de mer femiska och An-rikare Järna- och Filipstadsgraniterna en anrikning av kvarts och mikroklin sker samtidigt med minskningen av An-halten i plagioklasen. I de saliska graniterna är anrikning av albit påvisad i tvenne av de tre undersökta proven. I det tredje är proportionen Mi : Ab tämligen oförändrad. Däremot är den relativa kvartshalten i samtliga

de saliska och alkalina graniterna lägre än i Filipstadsgraniten och mindre eller lika med den relativa kvartshalten i Järnagraniten.

Vid en sammanställning av de petrografiska beskrivningarna finner man, att kristallisationsförloppet i graniterna i främsta rummet regleras av plagioklasens An-halt. Med sjunkande av densamma förskjutes plagioklasens kristallisationstid till större samtidighet med huvudmassan av kvarts- och mikroklin. Ungefärlig samtidighet inträffar vid en blandning av An_5 à An_7. Mellan kvarts och mikroklin föreligger den skillnaden, att kvartsen genomgående börjat utskiljas före mikroklinen. Dess kristallisationsperiod har emellertid varit mycket stor och fortsatt även efter mikroklinens stelning. Detta är ett förhållande, som står i full överensstämmelse med vad vi tidigare funnit beträffande porfyrmagmans stelning. Förklaringen torde i båda fallen vara att söka i samma orsak, nämligen den kontinuerligt i restlösningen ökade gashalten, som i olika grad förskjutit kristallisationstemperaturen för mineralen (jmf. sid. 107). Både kvarts och mikroklin ha emellertid börjat kristallisera tidigt.

Med An-haltens storlek synes även plagioklas-mantelbildningen kring mikroklin-ögonen stå i samband. Dylika mantlade ögon saknas eller finnas blott i den beskrivna, embryoniska utbildningsformen i Järnagraniten. De äro vanliga i Filipstadsgraniterna, däremot ha plagioklasmantlar ej iakttagits i de mer alkalina biotit- och aplitgraniterna. Att mantlarna saknas i Järnagraniten beror på det alltför stora hiatus, som här förefinnes under kristallisationen mellan plagioklas och mikroklin. Svårare är att angiva någon orsak, varför mantelbildningen i de alkalina graniterna uteblivit.

De mörka mineralens kristallisationstid torde huvudsakligen regleras av förhållandet mellan MgO och FeO. Proportionen mellan desamma låter sig något så när bedömas i hornbländet på grund av dess optiska egenskaper, framför allt på axelvinkelns storlek. Förhållandena i Järna- och Filipstadsgraniterna visa också, att en förskjutning av kristallisationstiden skett med en senare kristallisationstid hos det Fe-rika hornbländet i den senare bergarten än hos det Mg-rikare i Järnagraniten. Svårare är det att bedöma biotitens komposition. Detta mineral har nästan genomgående varit tidigt. Enda undantaget härifrån utgör den saliska Flosjögraniten, där den kloritomvandlade biotiten uppträder mellan de övriga mineralen utan egen form och torde vara en sen bildning. Den djupt gröna och gula färgen hos kloriten tyder här på en hög järnoxidulhalt.

Det återstår ännu att tillägga några ord om den *kvartsmonzonit*-artade bergarten V om Loka station. Makroskopiskt är bergarten av medelkornigt gry, mörkt grå eller något violett. Den innehåller ibland

mindre, ögonartade individer av mikroklin. Bergarten är, som nämnts, rikligt genomsatt av grov ögongranit och mer salisk, aplitartad granit. I ett undersökt prov består monzoniten övervägande av plagioklas och biotit med en kvantitet av 20 à 25 % av den senare. Däremot saknas hornblände. Kvarts och mikroklin äro rikligt förhanden, tillsammans utgörande omkring 25 volymprocent. Plagioklasens sammansättning är $Ab_{75}An_{25}$ med basiska kärnor av An_{35} i en del individer. Kristallisationsföljden är: Plagioklas och biotit, ungefär samtidiga, mikroklin och kvarts, ävenledes ungefär samtidiga. Apatit, titanit och magnetit utgöra accessorier.

Postarkäiska diabaser.

Diabaserna bilda ett system av sinsemellan parallella, i NNV—SSO strykande gångar. Denna riktning ha de gemensamt med gångarna inom ett flertal mil brett strök öster om den parallellt härmed förlöpande gränsen mot västra Sveriges järngnejsområde. Gångarna genomsätta skarpt den äldre berggrunden och genomskära i sitt lopp även de yngre graniterna. De utgöra sålunda ett för den äldre berggrunden främmande element, som genomträngt densamma efter det densamma konsoliderats. Gångarna ha en i jämförelse med den till högst 50 à 80 m uppgående bredden avsevärd uthållighet. Vissa av gångarna ha i längdriktningen följts 5—8 km. Detta intrusionssätt har möjliggjorts genom hög temperatur hos diabasmagman och ringa viskositet vid intrusionen. Som gångarna visa kylda kontakter, måste därjämte intrusionen i sprickorna ha skett snabbt.

Ehuru i detalj genomskärande den äldre berggrunden visar dock gångsystemets riktning i stort ett oförtydbart beroende av den äldre tektonikens huvudstrykning.

Gångarnas ålder kan ej närmare bestämmas. Då de genomskära samtliga de arkäiska bergarterna, är beteckningen »postarkäisk» berättigad. Påvisligen ha emellertid diabasintrusioner skett i södra och mellersta Sverige både under subjotnisk och jotnisk, liksom under eller efter silurisk tid. Dock saknas hållpunkter för ett utskiljande av dessa grupper. Huruvida möjligheter för ett dylikt särskiljande på grund av den petrografiska beskaffenheten förefinnas, är ännu ej tillfyllest prövat.

I beskrivningarna till bl. 1, 4 och 7 av bergslagskartan har TÖRNEBOHM utmed gränsen mellan östra och västra Sverige utskilt trenne typer av diabaser, som uppträda i olika zoner, och av TÖRNEBOHM anses ha olika, mot väster stigande ålder. Den äldsta utgöres av

hyperiterna i järngnejsen, öster därom följa s. k. »bronzitdiabaser» och ytterligare öster därom »olivindiabaser». Gränsen mellan de båda senare skulle förlöpa ungefär utefter västra gränsen av det föreliggande området. De särkaraktärer, som angivas för de olika gruppernas bergarter skulle ligga i de olikartade mineralkombinationerna, hos hyperiterna olivin + hypersten + mon. pyroxen, hos bronzitdiabaserna bronzitartad + mon. pyroxen och hos olivindiabaserna olivin + mon. pyroxen. Dessutom är plagioklasen i de båda förstnämnda mörkbrunt pigmenterad, vilket ej är fallet i olivindiabaserna. Metamorfosen stegras slutligen från Ö till V.

I det föreliggande området har emellertid hypersten nästan konsekvent befunnits ingå i mineralsammansättningen. Den uppträder vanligen tillsammans med olivin och mon. pyroxen, men kan även enbart vara kombinerad med den senare. Endast i ett fall, i äldre slipprov från diabasgången vid Barkgruvan (Högbornsfältet, sannolikt mellersta gången å kartan) har kombinationen olivin + mon. pyroxen anträffats. En på hypersten mycket fattig bergart föreligger även i södra gången å Sundsudden. I slipprov av »bronzitdiabas» ur TÖRNEBOHMS samling visar sig den rombiska pyroxenen utgöras av hypersten av samma art som i »olivindiabaserna» i öster. Likaså visar den monoklina pyroxenen samma egenskaper som i dessa. Olivin kunde ej påvisas, men som de mörka mineralen äro starkt omvandlade kan den ha funnits.

Från hyperiterna skilja sig diabaserna inom området petrografiskt genom en olikartad beskaffenhet av den monoklina pyroxenen. Densamma är i hyperiterna starkare rödfärgad och mycket allmänt pigmenterad av en brunt genomlysande substans, fördelad i fina fjäll. Denna pigmentering synes vara ett sekundärt drag, tillkommet under hyperiternas metamorfos. Pyroxenen skiljer sig vidare från den i områdets diabaser genom en större utsläckningsvinkel ($c : \gamma$ i tvenne prov från bl. Väse och från Johannesberg på bl. Kristinehamn 44° och 50°). Dessa egenskaper, liksom tydlig bissektrisdispersion tyda på en seskvioxid- och TiO_2-rikare augit i hyperiterna. Däremot är f. ö. mineralkompositionen likartad. Olivinen är samma Mg-rika fayalit som i områdets gångar. Hyperstenen är ävenledes likartad, dock mindre allmän i hyperiterna än i de senare och i bronzitdiabaserna. Mellan båda grupperna förefinnas alltså i den monoklina pyroxenens beskaffenhet en viss olikhet, dock är densamma relativt ringa och kan åtminstone delvis bero på sekundär förändring. Sålunda är det tänkbart, att även Al_2O_3-förande molekyler under de processer, som alstrat de ur hyperiterna deriverade granatamfiboliterna, kan ha ur fältspaten upptagits i pyroxenen. Tektoniskt förefinnes mellan hyperiterna och

samtliga de ostligare belägna diabaserna en betydande skillnad, i det de förra äro bättre inpassade i den äldre berggrundens tektonik än de senare.

A. HÖGBOM har på bl. Väse anträffat ett fåtal små diabasgångar i hyperit.[1] Denna senare måste vid gångarnas uppträngande ha varit avkyld, enär desamma visa kylda kontakter. Då bergarten i gångarna visar petrografisk överensstämmelse med hyperiterna själva, torde gångarna få anses såsom senare intruderade delar av hyperitmagman.

Av GAVELIN omnämnas i beskrivningen till bl. Jönköping (sid. 84—86) från trakten av Taberg smala gångar av en bergart, som betecknas som bronzitdiabas. Då gångarna genomsätta både angränsande gnejs och amfibolitomvandlade delar av hyperiterna, måste de vara yngre än dessa bergarters metamorfos. Av trenne av författaren undersökta slipprov av gångarna innehöll ett blott en glasigt stelnad kontaktrand med strökorn av plagioklas och omvandlad pyroxen. I de båda övriga (n:o 9194 och 9285 av Undersökningens samling) bestodo de mörka silikaterna av en färglös, monoklin pyroxen med ringa axelvinkel och symmetriskt läge av axelplanet ($2V_\gamma$ i det ena provet uppskattningsvis växlande mellan 10°—30°, i det andra något större, $c : \gamma = 31°—34°$). Tvillingbildningar efter basis äro ofta för handen. Här föreligger alltså en enstatitaugitisk pyroxen. Dessutom finnes biotit, däremot ej olivin. Möjligen höra dessa gångar till de siluriska diabaserna, i vilka den allmänna förekomsten av denna pyroxen är påvisad av WAHL.

Makroskopiskt äro de i området uppträdande diabaserna mörka, vanligen något brunaktiga bergarter. I regel äro de fullt friska. Starkare omvandling, varvid de antaga en grönaktig färg, förekommer, men sällan. Bergarternas petrografiska beskaffenhet varierar något, allteftersom olivin eller hypersten är rikligare närvarande. Dessa två mineral stå i en viss relation till varandra, så att rikligare närvaro av det ena alltid innebär minskad kvantitet av det andra. Den vanligaste kombinationen synes vara en sådan, i vilken mon. pyroxen och olivin överväga, och hyperstenens kvantitet är mindre än olivinens. Den mon. pyroxenens kvantitet är härvid ungefär lika stor som de båda övriga mineralens sammanlagda. Även i fältspatens sammansättning kan variation förekomma, i det plagioklasens An-halt kan vara relativt låg utan att mineralkompositionen f. ö. märkbart förändras. Ex. härå erbjuder diabasgången genom Sångsbyn, vilkens plagioklas utgöres av $Ab_{60}An_{40}$ med surare ytterzoner och i mellanrummen fortsättande höljen av $Ab_{80}An_{20}$. I övriga undersökta prov äro dock mer basiska

[1] Beskr. sid. 28.

och med de nedan anförda värdena överensstämmande blandningar rådande.

Ett prov av en ordinär, olivin- och hyperstenförande diabas, taget ur gången vid Älvestorps station, visar följande mineralkomposition: Plagioklas, mon. pyroxen, olivin, hypersten, biotit, kalifältspat, kvarts samt obetydligt med kalcit. Accessorier äro titanomagnetit, som är rikligt för handen, samt apatit. De tre förstnämnda utgöra huvudmineralen. Kalifältspaten, som torde utgöras av mikroklin, är rikligare än kvartsen, dock äro båda blott sparsamt representerade. Kalciten är ännu mer sporadisk. Den uppträder i enstaka fall som små, utfyllnadsartade partier mellan plagioklaslister och ser ut att vara primärt utkristalliserad.

Plagioklasen bildar relativt tjocka tavlor. Den har en zonar byggnad utan skarp gräns mellan zonerna. De yttersta höljena fortsätta ut i vinklarna mellan listerna, där kalifältspat tillkommer som pertitiska inlagringar, ofta även som homogen påväxning. I en tavla uppmättes följande sammansättning: An_{57} i den inre huvuddelen, An_{36} i en yttre zon och An_{20}—An_{18} i yttersta höljet.

Olivinen är en tämligen järnfattig fayalit. $2V_{\alpha}$ uppskattades till 75° à 80°, fayalithalten utgör alltså omkring 40 %.

Den mon. pyroxenen har en svagt violett färg på α och β. Vinkeln $c:\gamma$ i snitt vinkelrätt mot β är 41°. Svag bissektrisdispersion är i dylika snitt märkbar. $2V_{\gamma}$ är av vanlig, omkring 55° à 60° liggande storlek. Mineralet har alltså alla karaktärer av att vara en något Ti-haltig diopsidaugit.

Hyperstenen visar en knappt märkbar pleokroism i violett. $2V_{\alpha}$ är stor (omkring 75° à 80°).

Kristallisationsföljden är följande: Äldst är apatit, därefter följer den basiska delen av plagioklasen (till oligoklashöljena). Föga senare ha titanomagnetit och olivin utskilts, därefter hypersten och diopsidaugit. Båda genomskäras av plagioklastavlorna och hålla inneslutningar av olivin. Hyperstenen är dock äldre än diopsidaugiten, i det den kan uppträda som centralparti i densamma. Ytterligare senare har biotiten bildats som tavlor i mellanvinklarna eller som bräm kring malmkorn och pyroxen. Föga skild från biotiten är plagioklasen i höljena, varefter mikroklin och sist kvarts och kalcit avslutat kristallisationen.

Denna kristallisationsföljd och dessa karaktärer hos mineralen återfinnas regelbundet i de övriga slipproven. Undantag utgör endast den nämnda, surare beskaffenheten av plagioklasen i Sångsdiabasen. Ett brunaktigt grönt hornblände har även här och i några andra fall utskilts samtidigt med biotiten, som enstaka fria korn eller som påväxning på diopsidaugit. I den nämnda, albitrikare Sångsdiabasen är

även kristallisationen av plagioklasen förskjuten, så att tavlorna utskilts efter olivin och ungefär samtidigt med pyroxenerna. I denna diabas har i ett snitt vinkelrätt mot β anträffats en mon. pyroxen med mindre utsläckningsvinkel (34°), som förekommer tillsammans med den redan beskrivna, utan att i dubbelbrytning eller färgning någon olikhet kan påvisas. Detta är det enda funna fall, där en Ca-fattigare komposition hos den mon. pyroxenen kan misstänkas föreligga.

Olivinfri diabas har anträffats i en mindre gång V om Bengtsbo (torp S om Norstorp). Mineralogiskt inträder, utom det att olivinen försvinner, den skillnaden, att kvartshalten är ytterligare mindre. Dock är redan i de olivinförande bergarterna kvartsens mängd så ringa, att den ej skulle räcka till att överföra olivinen i hypersten. Någon skillnad i SiO_2-halten eller i Mg-Fe-kvantiteten måste därför föreligga i de olika gångarna. Hyperstenen är i det nämnda provet från Bengtsbo rikligare än diopsidaugiten. Den senare är mycket allmänt påvuxen som höljen omkring den förra. I de hyperstenfria och -fattiga proven från Högbornsfältet och Sundsudden är olivinens kvantitet lika riklig eller rikligare än diopsidaugitens. I övrigt är beskaffenheten likartad med den beskrivna.

De beskrivna variationerna i diabasernas mineralsammansättning kunna betecknas såsom variationer i mängdförhållandena av samma mineral. De förutsätta sålunda ej uppträdandet av olika magmatyper, utan endast mindre variationer i sammansättningen i olika delar av samma magma. Till någon del kan förekomsten av olivin vara ett kristallisationsfenomen (ej fullt genomförd resorption genom den fri kvarts innehållande restlösningen), dock är, som redan påpekats, den fria-kvartshalten för liten för att denna förklaring enbart skall vara tillfyllest.

Den av diabaserna åstadkomna *kontaktmetamorfosen* har beträffande skiffrarna vid deras beskrivning redan berörts. Genom kontaktpåverkan ha ur den övre skifferns material alstrats cordieritrik kvarts-albit-biotit-muskovithornfels. På större avstånd (c:a 10—20 m) från kontakten inskränker sig metamorfosen till fläckbildning med koncentration till fläckarna av (MgFe)O och biotitbildning i skiffern.

Kontaktinverkan på hälleflinta har studerats vid den väl blottade, västra gränsen av diabasgången vid Torrvarpens strand å udden V om Grythytteheds station. Den V om diabasen uppträdande hälleflintan utgöres av en svart eller mörkt grågul sådan med inströdda strökorn av kvarts och fältspat (mikropertit). I ett prov taget 11 m från kontakten finner man i grundmassan en tämligen glimmerrik, tät kvarts-fältspatmatrix, i vilken otydliga askfragmentartade partiklar äro urskiljbara. Glimmern utgöres av sericit, blekbrun biotit och klorit i

tät fördelning. Glimrarna äro delvis anrikade i press-ränder eller mindre partier. Längs en spricka äro kalcit, något hornblände samt epidot nybildade.

På ett avstånd av 5 à 6 m från kontakten börjar bergartens färg ljusna och bli rödaktig, samtidigt som mörka 1—3 mm stora, runda fläckar börja utveckla sig. Desamma bli mot kontakten mer pregnanta och glesare fördelade, samtidigt som färgen hos bergarten blir renare röd. I ett mikroskopiskt undersökt prov 5 m från kontakten äro fläckarna tämligen vagt avgränsade från den omgivande bergarten, som är relativt glimmerrik. Fläckarna bestå av en tät massa av ljus, sericitliknande glimmer, som bildar ett fint maskverk mellan kvarts- och fältspatkorn av samma utbildning som i mellanmassan. Mindre partier eller fjäll av klorit utgöra pseudomorfoser av biotit. I mellanmassan har bergarten en grövre struktur än i den normala hälleflintan, dock med oregelbunden växling i kornstorleken. Muskovit och kloritomvandlad biotit äro närvarande i föga mindre mängd än i den oomvandlade bergarten, men i mer grovbladig utbildning.

I ett prov $1{,}5$ m från kontakten äro förhållandena förändrade så till vida, som fläckarna äro något mindre, något kompaktare (bredare »maskor») samt bergarten i mellanmassan mellan fläckarna leptitiskt grov ($0{,}02$—$0{,}08$ mm). Glimmerhalten i mellanmassan är även minskad. Fältspaten utgöres av pertitisk mikroklin och mindre rikliga, fria albitkorn (An_8). Strökorn äro både i detta och i det föregående provet resterande, dock visa de kantgranulering.

I ett prov från själva kontakten äro fläckar synbara till $0{,}5$ cm från kontaktlinjen i den grovt leptitiskt utbildade bergarten. I fläckarnas glimmermassa ingår här utom sericit även klorit. I ett fall iakttogs även kalcit, som torde vara sekundärt infiltrerad och ha förträngt glimmermassan eller dess primärmineral. I den närmast kontakten liggande c:a $0{,}5$ cm breda zonen övergår slutligen bergarten i ett än grövre aggregat av fint struerad och rikligt pertitisk mikroklin, fåtaliga listformiga individer av oligoklas (omkring An_{30}) samt kvarts. Muskoviten har nästan helt försvunnit, och endast relativt fåtaliga och grova, tavelformiga individer av kloritomvandlad biotit äro närvarande. Mikroklinpertiten har en grovkornig utbildning, delvis även en brett tavelformig habitus (storlek upp till $0{,}24 \times 0{,}5$ mm). Kvartsen bildar mindre, rundade korn, som delvis äro poikilitiskt inneslutna i pertiten. Mellan kvarts och mikroklin förekommer även granofyrartad sammanväxning, dock alltid med en underordnad kvantitet av kvartskomponenten, som är koncentrerad till mikroklinindividernas centrum. Denna grova bergart härskar i en $0{,}5$ cm bred zon närmast kontakten och förekommer även i oregelbunden växling med den leptitiska, fläck-

förande delen av bergarten utanför densamma. Även i de leptitiska delarna är utanför fläckarna muskovit ej eller sparsamt närvarande.

Sannolikt utgöras de täta glimmerfläckarnas substans av pseudomorfoserad cordierit. Av de beskrivna förhållandena framgår, att kontaktmetamorfosen varit intensiv, men samtidigt till sin utbredning begränsad. Intensiteten visar en kontinuerlig stegring in till kontakten. Den minskning i muskovithalten, som samtidigt kan förmärkas, måste innebära en ökning av alkalier, dock kan frågan om substanstillförsel ej närmare belysas utan analysmaterial. För den grova, delvis granofyriska bergarten närmast kontaktlinjen kunde förmodas, att en smältning av hälleflintan inträtt. Detta synes dock osannolikt, enär diabasens kontakt är knivskarp även under mikroskopet. Någon blandning i flytande tillstånd har därför ej skett. Diabasen består i de närmast intill kontakten liggande delarna av en ytterst finkornig massa av fältspatmikroliter, små pyroxenkorn samt små malmkorn. I denna matrix ligga ganska talrika, strökornsartade, breda lister av föga, zonarbyggd labrador (An_{60}, något surare i ytterkanten) samt fåtaliga, större malmkorn. Ytterligare finnas ganska talrika grövre blad av en svampigt utbildad rödbrun biotit, genomvuxen av fältspatmikroliter och plagioklasströkorn. Däremot saknas olivin. Någon glasbasis har möjligen funnits omedelbart utmed kontaktytan (i 1—2 mm), varest fältspatmikroliternas antal minskats. F. ö. har diabasen stelnat holokristallint. I anseende till de förefintliga labrador-strökornen, vilka på grund av sin svaga zonarbyggnad torde ha kristalliserat före magmans intrusion, kan temperaturen vid intrusionen skattas till omkring 1300°.[1]

Den omvandling av biotit till klorit och av kordierit till ljus glimmer, som skett i hela kontaktzonen in till kontaktranden saknar fullständigt motsvarighet i diabasen. Detta visar, att omvandlingen är diaftoritisk, skedd under diabasens avsvalning och orsakad av lösningar från densamma. Detta förutsätter vidare, att metamorfosen skett på ett tidigt stadium av magmans avsvalning.

Från Saxhyttan har ett prov av kontaktmetamorfoserad mörk hälleflinta undersökts. Provet är taget c:a 1 m från kontakten av diabasgången 450 m SSV om landsvägsbron. Makroskopiskt utgöres provet av en svart, splittrig och hård bergart. Under mikroskopet finner man en, jämfört med de normala hälleflintorna, grövre och fläckvis leptitisk bergart, bestående av kvarts, fältspat, något biotit samt muskovit. Kvarts finnes som homogena fläckar och talrika ränder. Dess substans torde ha ökats under metamorfosen. I oskarpt avgränsade fläckar finner man vidare samma täta, på inneslutna kvarts-

[1] Enligt BOWENS smältdiagram för plagioklaserna. Amer. Journ. Se Vol. *35*, 1913, sid. 583.

fältspatkorn rika glimmermassa som i den nyss beskrivna kontaktbergarten. I ett par fall finnes här dessutom ännu bestämbar cordieritsubstans bibehållen. I bergarten äro vidare fasriga aggregat och knippen av ett trådigt, högt ljusbrytande mineral närvarande, som torde utgöras av sillimanit (positiv längdriktning, rak utsläckning).

Malmförekomster.

Bergsbruksdriften inom föreliggande del av bergslagen kan följas tillbaka till medeltiden, och den har för själva bebyggandet av trakten spelat en viktig roll. Åtminstone torde någon nämnvärd bebyggelse av norra delen av området knappast ha funnits före upptäckten av Hällefors Silvergruvor.[1] De malmer, som tidigast började brytas, och som här liksom i allmänhet i bergslagen spelat största rollen äro järnmalmerna. När brytningen av desamma börjat, är okänt. De äldsta hyttorna i trakten äro Brunshyttan (strax Ö om kartkanten, Ö om Lundsfjärden), Grythyttan, Saxhyttan och Kärvingeborns (»Käringborns») hytta, belägna inom södra hälften av området. Av desamma skall den förstnämnda ha uppförts 1401 (Noraskog II, sid. 360). Enligt uppgifter i samma arbete (II, sid. 100) skulle Saxhyttan ha byggts 1406 och vid denna tid de båda övriga även ha varit i gång.[2] Huruvida malmen vid denna tidiga smältning togs ur gruvor inom området är okänt, men sannolikt. Allt intill slutet av bergsmannahanteringens tid har dock malm i stor utsträckning tagits från gruvor i angränsande trakter (framför allt från Persberg). Från slutet av 1600-talet föreligga emellertid uppgifter i bergmästarrelationer, som utvisa att brytning pågick, och att sådan sedan lång tid tillbaka måste ha pågått, enär redan utbrutna och nedlagda gruvor omnämnas (relationer av 1679, 1680 och 1684).[3] De gruvor, som omnämnas, äro Högbornsfältet, Brunshyttans gruvor, Svarttjärns gruvor, Halvtrogruvorna, Tappgruvorna (torde vara Tappberget), Sjögruvorna (Sjögruvan), Stolpberget, Sikberget. Under 1600-talet torde även brytning ha börjats i Sirsjöberget och Finnberget.[4] Brytningen har därefter kontinuerligt pågått på olika ställen intill slutet av 1800-talet. Mest kontinuerligt torde driften ha pågått i Högbornsfältet. Under senare hälften av 1800-talet ha samtliga gruvor av nämnvärd storlek varit

[1] Jmf. J. JOHANSSON, Noraskog I sid. I—II.

[2] Enligt ett dock obestyrkt bergmästareförrättningsprotokoll av 1761 skall Grythytte hytta ha tillkommit år 1363 (Noraskogs arkiv V, sid. 166).

[3] Noraskog, III, sid. 273, S. G. U. Ser Bb, n:o 4, sid. 123 och 127.

[4] Enligt gruvkartornas beskrivningar av A. L:SON ALARIK.

under arbete. Bland desamma må nämnas Högbornsfältet, Brunsjögruvan, Finnberget, Tappberget, Sikberget, Sjögruvan, Björnkärrsgruvan, Sirsjöberget, Kextjärns- och Järnåsgruvorna, Björnhöjden samt Saxå Mossgruva. Härtill komma ytterligare en mångfald mindre försök och skärpningar. Samtliga områdets malmer äro emellertid små och ha i allmänhet varit svårbrutna på grund av fördelningen av malmen i ett flertal mindre körtlar och lager. På grund av den förändring i arbetsförhållandena, som övergången från bergsmansbruk till storindustriell drift medförde under slutet av 1800-talet, blev brytningen och smältningen ej längre lönande, varför vid nästan samtliga gruvor all drift inställdes. Vid denna tid började även de större bolagsbruken utvecklas och skogshanteringen spela allt större roll. Vid flera gruvor voro dessutom tillgångarna utbrutna, utan att nya trots undersökningar anträffats (Sikberget, Brunsjögruvan). Den enda gruva, som under tiden 1900—1907 var under brytning var Sirsjöberget. 1907 påbörjades åter arbeten vid Finnberget och 1916 vid Björnkärrsgruvan. Arbetena bedrevos nu vid dessa båda och Sirsjöberget av Hällefors Bruks A.B., som f. n. är ägare till de flesta av traktens malmförekomster. Under den nu pågående krisen har vid de två sistnämnda gruvorna arbetet helt inställts och vid Sirsjöberget starkt reducerats.

Förutom järnmalmer ha inom området brutits silvermalm och något kopparmalm. Den senare har emellertid blott förekommit i helt obetydlig kvantitet, och brytningen har till större delen varit av gammalt datum utan efterlämnade relationer. Under 1800-talet torde dock gruvan vid Örnviken och under slutet av 1700-talet någon av fyndigheterna vid södra änden av Norr Älgen ha brutits.

Av Hällefors silvergruvor upptäcktes de östra 1635 och började genast bearbetas för kronans räkning. De västra upptäcktes 1668. Tillgångarna i de östra gruvorna sinade redan omkring 1661, däremot fortgick driften i det västra fältet och mellan-fältet intill 1896, då den slutligt nedlades.[1] Övriga silvergruvor i området äro obetydliga. Mindre brytningsförsök ha under 1800-talet utförts vid Vaskebäcken, Hälltorp och Skatviken.

Å Sundsudden ha slutligen under krigsåren skärpningar företagits å mangan, dock utan att brytvärd malm anträffats.

[1] Fullständigare historik över Hällefors silvergruvor finnes sammanställd i det å S. G. U. under utgivning varande arbetet om Sveriges ädlare malmer av F. TEGENGREN m. fl. S. G. U. Ser. Ca 17.

Järnmalmer.

Områdets järnmalmer utgöra representanter för de tre i bergslagen förhärskande typerna: Skiktade blodstensmalmer, manganfattiga skarn-kalk-svartmalmer för korthetens skull i det följande enbart betecknade som »skarnmalmer» samt manganrika kalk-skarn-svartmalmer. Ekonomiskt minst viktig är den förstnämnda gruppen. Densamma är däremot av teoretiskt intresse såsom innehållande en serie kemiska sediment i delvis föga metamorfoserat tillstånd. Åldern av dessa malmer kan definitivt fixeras på grund av deras sedimentogena karaktär och på grund av den omständigheten, att bollar av järnkisel och malmrik hälleflinta av samma slag, som uppträder i malmströken, återfinnas i konglomeratzonen. De båda andra grupperna representera metasomatiska bildningar. För bedömandet av deras ålder låta sig hållpunkter blott ernås ur deras fördelning i hälleflintorna och deras relationer till de båda etagernas bergarter. Den ekonomiskt viktigaste gruppen utgöres av de Mn-fattiga skarnmalmerna.

Sedimentära malmer.

I den tidigare geologiska litteraturen äro dessa föga berörda. De enda omnämnanden, som äro författaren bekanta, äro tvenne sådana av A. SJÖGREN och P. J. HOLMQUIST,[1] båda syftande på malmerna SV om Sången. Den förra uppfattar desamma såsom liggande i lerskiffer, varför de av honom uppföras såsom urbergets sannolikt yngsta järnmalmer. Av HOLMQUIST anföras Sångsmalmerna såsom representanter för kvartsbandade blodstenar med relikta jaspilitiska drag. Författaren skulle med anledning av detta uttalande vilja framhålla, att i malmernas association med kalksten liksom i sidostenens art ej oväsentliga olikheter föreligga jämfört med de nordamerikanska jaspiliterna, dock är i övrigt i de järnkiselrika utbildningsformerna den habituella och kemiska likheten med jaspiliterna så stor, att man gott kan beteckna nämnda facies av sedimentmalmerna såsom »jaspilitartade».

Sedimentmalmernas huvudutbildningsområde är Sångs—Knuthöjdsområdet och dess fortsättning ned till Sarvtjärn S om Saxhyttan. Malmen förekommer här på en mångfald ställen, dock ingenstädes så samlad, att brytning befunnits lönande. En mängd skärpningar och gruvor äro upptagna, men samtliga äro små. De största torde utgöras av Saxå Mossgruva, Hammarängsgruvan samt gruvorna N invid sjön

[1] G. F. F. *2*, sid. 11, ibid. *35*, sid. 257.

Saxen.[1] Till gruppen hörande malmer finnas vidare Ö om skiffersynklinalen vid N. Klampåsgruvan (Ö om Sikfors), vid Siksandshöjden (SO om Örnviken) samt vid Långviken (vid lilla viken å södra stranden av Halvtron 750 m Ö om dess V ände). Även vid Överby, N om Kärvingeborn förefinnes i hälleflinta inlagrad, tät blodsten, dock har denna förekomst ej besökts av författaren. I kalk inlagrad blodsten förekommer slutligen å östra sidan om skiffern i kalkströket S om Sikbergsgruvan (i den sydligaste skärpningen), liksom samtidigt med hälleflintlagrens bildning skedd, skiktformig utfällning av kiselsyra, karbonater och malm kunnat påvisas på flera ställen såsom i skiktlager vid Rödboudden (udden NO om Trolltjärn, Ö om Grythyttehed), i skärpningen SV därom (N om Trolltjärn) och å V stranden av den största holmen i Halvtron S om Norstorp. En utfällning av malmsubstans å ytan, under hälleflintlagrens bildning har alltså förekommit ganska allmänt, och den på dylikt sätt avsatta malmen bildar ganska betydande kvantiteter. I intet fall har dock malmsubstansen avsatts i mer samlad massa och ej heller ha genom senare processer koncentrationer i större skala skett.

Då de till denna grupp hörande malmerna betecknats såsom blodstensmalmer, är detta ej fullt korrekt. I samtliga finnes någon magnetitnybildning, och densamma har i vissa fall gått mycket långt. Vid denna övergång från blodsten till magnetit ökas kornstorleken hos malmsubstansen, samtidigt som en rörelse av densamma försiggått, i vissa fall ledande till någon svartmalmskoncentration. På dylikt sätt synes vid Saxå Mossgruva en anrikning av svartmalm ha skett utmed malmens liggande. En likartad utbildning av svartmalm i liggandet lär enligt Bergsingenjör A. L:SON ALARIK, som lämnat även ovanstående uppgift, likaledes ha förekommit i Hammarängsgruvan och över huvud taget varit vanlig i Sångsområdets malmer. En fullständig magnetitomvandling synes föreligga i det lilla malmströk, å vilket skärpningarna vid Bottenbo äro belägna. Att döma av å varpen vid Saxå Mossgruva kvarliggande svartmalm har densamma haft en massformig, oskiktad konsistens. Vid Bottenbo är däremot ännu en lagring förefintlig i malmen, men mindre intim och mer diffus än i de oomvandlade, täta blodstensmalmerna.

Sedimentmalmerna torde ej markera någon speciell stratigrafisk horisont. Sannolikt ligga förekomsterna Ö om skiffersynklinalen djupare

[1] Det är tvivelaktigt, huruvida den nordvästligaste av de mellan Saxen och granitmassivet belägna gruvorna är att hänföra till denna grupp. I varpen finner man massiv svartmalm, delvis inmängd med granat och kloritskarn. Av förhållandena i varpen framgår, att gruvan är anlagd i en delvis skiktad hälleflinta, i vilken kalk förekommit inlagrad. I kalken har sannolikt malmen förekommit. Densamma anlöper svart vid vittring och torde därför vara ej obetydligt Mn-haltig. Den är vidare relativt rik på pyrit och kopparkis.

än i Sångs—Knuthöjdsområdet. Detta senare har av tidigare anförda skäl hänförts till den undre hälleflintetagens översta del eller till gränszonen mellan de båda etagerna. Inom detta område äger tydligtvis en upprepning av lagren rum på flera ställen, det är dock omöjligt avgöra, huru många malmhorisonter, som finnas. Ö om skiffersynklinalen ligga sedimentlagren vid Rödboudden och N om Trolltjärn i samma horisont, tydligt avsevärt ytligare än malmlagren S om Sikberget och vid Siksandshöjden, vilka förekomster intaga en sinsemellan likartad nivå.

På grund av arten av de med malmerna associerade gångartslagren kunna desamma indelas i följande grupper: Kalkförande, jaspilitartade malmer, kalk-blodstensmalmer samt direkt i hälleflinta inlagrade och

Fig. 53. Jaspilitartad malm, Herrgårdshagen, Saxhyttan. De ljusa banden järnkisel, de mörka karbonat-blodsten i tät växellagring. Ung. 7/10 nat. storl. J. W. ENGLUND foto. *Jaspilite-like iron ore. The light bands are jasper, the dark consist of carbonate and hematite alternating in thin layers.*

med densamma växellagrande malmer. Några skarpa gränser mellan dessa tre grupper finnes ej, utan mellanformer uppträda. Karbonat- och kiselsyreutfällning har varit mycket allmänt kombinerad med malmdepositionen, och från dessa substanser eller från derivat ur desamma fullt fria malmsediment äro sällsynta.

I de *jaspilitartade* malmerna uppträder malmen i intim växellagring med kalksten och järnkisel, därvid kvantiteten av de olika komponenterna kan växla. Även hälleflintband kunna uppträda i malmlagren. Växellagringen mellan malm och kalk är vanligen mycket fin med skikt av millimetertjocklek och därunder. Järnkiseln är till övervägande del närvarande som tjockare, homogena lager, undantagsvis upp till 1 dm i mäktighet. Dessutom ingår den även som fina strimmor och som impregnation i karbonat-malmblandningen (fig. 53). De bredare järnkiselbanden sakna större uthållighet och representera sålunda snarare tunna linser än verkliga lager. Helt undantagsvis ha 1—2 cm tjocka lager kunnat följas 3—4 m. Denna brist på uthållighet torde vara ett primärt drag, om ock starka veckningar och skrynklingar skett, därvid avslitningar och sönderbrytningar åstadkommits. Bristen på

uthållighet återfinnes emellertid även på sådana ställen, där deformationen är svag. Järnkiselrika jaspilitmalmer föreligga inom Sångsområdet i Grötbäcksgruvorna, som äro anlagda på ett och samma malmströk, samt i den mellersta av Hopakärrgruvorna, vidare i de båda Herrgårdshag-gruvorna vid Saxhyttan samt i skärpningarna S om Sarvtjärn S därom. Kalk och järnkisel äro dessutom vanliga i de flesta av gruvorna och skärpningarna i Sångs—Knuthöjdsområdet och S om Saxe Knutmassivet, dock synes rikedomen å desamma och speciellt å järnkisel ej vara lika stor som i de nämnda förekomsterna. Malmen utgöres i de jaspilitiska förekomsterna, bortsett från begynnande eller partiell magnetitomvandling, av en tät blodsten. Ö om skiffersynklinalen förekommer intimt järnkiselbandad malm i Siksandsskärpningarna. Malmen är emellertid här grövre och synes fullständigt vara överförd i magnetit. Däremot är järnkiseln såsom sådan bibehållen och ännu färgad av partiellt resterande hämatit. Kalkspat finnes blott i helt ringa mängd, inblandad i malm och järnkisel. Dess kvantitet torde tidigare ha varit större, enär något hornblände (aktinolitiskt sådant) är utbildat i malmen, dock har även primärt Ca-Mg-karbonathalten varit låg. Till jaspilitgruppen kan man även föra Långvikens skärpning. Genom riklig karbonathalt och inlagring av malmrika hälleflintband intager malmen i densamma dock en mellanställning mellan de tre grupperna. Samlade järnkiselband förekomma ganska sparsamt.

I mikroskopiska preparat av de jaspilitartade malmerna finner man förutom nämnda växellagring även en blandning av komponenterna i lagren. Några få exempel må anföras.

I ett slipprov av ett karbonat-blodstensband från N. Grötbäcksgruvan består detsamma övervägande av en oren, finkornig kalksten, i vilken smala ränder av kompakt, tät blodsten äro inlagrade. Dessutom finnas smala, obetydliga, ej kontinuerliga ränder eller randliknande linser av järnkisel. Den kvantitativt dominerande karbonatmassan innehåller ganska rikligt med kvarts dels i form av grövre korn, dels såsom finkorniga aggregat. Fint fördelad blodsten är även närvarande i kalkaggregaten, dock huvudsakligen bunden till kvartsaggregaten, och i dessa delvis utbildad i form av hämatit, i vilket fall kvartsen får karaktären av resterande järnkisel. I hela bergarten äro dessutom grova magnetitkristaller regellöst strödda. Ytterligare mineral äro granat, biotit, som i vissa kalkband är ganska riklig, fåtaliga korn av albit samt enstaka apatitkorn. Den i kalkbanden förekommande kvartsen svarar på intet vis i kvantitet mot den ringa albithalten i någon av de proportioner, som finnas i hälleflintorna, utan måste till sin huvudsakliga del vara kemiskt avsatt tillsammans med karbonatet och malm-

substansen. Den primära formen hos denna kvarts har varit samma som hos järnkiseln, från vilken den genom omkristallisation övergått i den n. v., övervägande hämatitfria formen under utrensning av järnet och koncentrering av detsamma i finkornigare blodstens- och grövre magnetitkorn.

Likartade förhållanden finner man i ett slipprov från Herrhagsgruvorna vid Saxhyttan. I slipprovet är ett bredare, kompakt och obetydligt karbonat innehållande järnkiselband närvarande. Detsamma gränsar intill ett band av kalkblandad järnkisel, i vilket järnkiselns hämatit-kvarts-flockar äro inbäddade i en matrix av kalk eller uppträda som kompaktare partier i kalk. Därefter följer en växellagring av kvantitativt dominerande, orena kalklager, smalare järnglansränder samt järnkisel. Kalken innehåller även här kvarts i form av järnkiselpartier och grövre, renare kvartskorn. Grövre malmkorn (här magnetit och järnglans) äro i detta prov sparsamt för handen.

I ett prov från Hopakärrgruvan finner man följande förhållanden: Intill ett kompakt, brett järnkiselband gränsar med skarp kontakt ett grövre kristalliniskt, malmförande kalklager. Malmen, en relativt grov järnglans, är anordnad i ett grovt nätverk inneslutande kalken. Något kvarts samt spridda fjäll av en grönaktigt brun biotit förekomma. Efter detta band följer utan skarp gräns ett tätare lager av järnglansimpregnerad järnkisel och kalkspat i blandning, varefter åter ett grövre, kvartsfattigt kalk-järnglansband är synligt. Grova magnetitkristaller förekomma som vanligt spridda i hela slipprovet.

Exempel på en karbonatfattig facies av malmlagret lämnar ett prov från en mindre sprängning strax S om N. Grötbäcksgruvan. I detsamma finner man enbart homogena, 1—4 mm tjocka lager av finfjällig blodsten och järnkisel. I slipprov visar sig den kompakta blodstenen innehålla obetydligt med kvarts som små korn, utmed gränserna till järnkiseln även mindre linser därav. Obetydligt med grön biotit förekommer dessutom i malmen. Denna karbonatfria facies av malmlagret är dock tillfällig, enär även i sprängningen kalkbandad jaspilitmalm är den kvantitativt övervägande.

I ett undersökt prov av Långviksmalmen uppträder tillsammans med karbonat-järnkiselmalm ett band av svart, malmimpregnerad hälleflinta. Detsamma utgöres av en tät matrix, i vilken man kan urskilja, att både kvarts och fältspat (mikroklin) ingå. Vidare förekommer blek biotit och klorit i väsentlig mängd, finfördelat karbonat samt ett fåtal färglösa individer av granat. Malmen som utgör c:a 30 vol. % är till övervägande del fint fördelad. Den utgöres till större delen av blodstensfjäll, delvis ha dock kornen isometriska former och torde utgöras av magnetit. Grövre kristaller av magnetit förekomma sparsamt. I

hälleflintan äro slutligen ganska talrika små fragment av delvis pertitisk mikroklin och kvarts synliga.

Karbonat-kvartsmalmen visar en fördelning av komponenterna så-tillvida, som ungefär hälften av malmen utgöres av en karbonatmassa med föga kvarts och tämligen fattig på malm. Den andra, intill hälleflintan gränsande delen är kvartsrik och malmrikare. Man finner i denna senare del en tämligen oredig omväxling mellan kvartsrika band eller linser med ringa karbonathalt och blott innehållande glesa, grövre magnetitkristaller, malmrika ränder, rika på kvarts och fattiga på karbonat samt kalkrikare strimmor. Kvartsen har i båda karbonat-kvartsmalmdelarna till stor del genom resterande gles hämatitimpregnation i det inre av kornen karaktär av järnkisel. Malmen, som utgöres av finkornig blodsten, med vilken även något finkornig magnetit torde vara kombinerad, förekommer både i kvarts- och karbonatkorn, om ock rikligast koncentrerad till de nämnda kvartsrika ränderna. Grövre magnetitkristaller förekomma spridda i båda malm-kvarts-karbonatdelarna.

Det torde av slipprovsbeskrivningarna framgå, att materialet i de jaspilitartade malmerna är starkt omkristalliserat, och att det samtidigt visat en viss rörlighet. Av den primära järnsubstansen resterar blott järnkiselns hämatit, för så vida denna ej ursprungligen förelegat i silikatform. Den bandformiga fördelning av kvarts, karbonater och malmsubstans, som förekommer i stort, är säkerligen till sin anläggning primär. Däremot äro både karbonatkornen och kvartsen i den form, de föreligga, omkristalliserade, samtidigt varmed en aggregering av de båda mineralen i små partier eller linser ersatt den jämnare blandning de från början kunna förmodas ha bildat. Samtidigt har malmsubstansen omkristalliserat till finkornig blodsten, med vilken väl alltid något magnetit är associerad. Det är regel, att den i karbonat liggande malmen är något grövre än den i kvarts liggande. Hämatit innesluten i karbonatkorn finner man mycket sällan, och man kan då misstänka, att karbonatet förträngt tidigare kvarts. Att malmen är grövre i karbonatet och hämatiten bättre utrensad ur densamma, beror på karbonatets större lättrörlighet under metamorfosen, och därav följande större förmåga av omkristallisation.

På en ytterligare större rörlighet av malmsubstansen tyda de i samtliga delar av malmlagren spridda, grova magnetitkristallerna.

Den i malmlagren förekommande järnkiseln har redan makroskopiskt ett i olika fall något olikartat utseende, betingat av varierande styrka och nyans av den röda färgen, samtidigt varmed massan gör intryck av att variera i täthet. Dessa olikheter bero på olika grad av kristallinitet i hämatitmaterialet och samtidigt olika mängd av detsamma. Den

lägsta kristalliniteten finner man hos starkt tegelröda, »täta» varieteter. I slipprov av dylika finner man en egendomlig flockstruktur, beroende på, att den stoftfint fördelade och rikliga hämatiten är uppdelad i kompakta, rundade, elliptiska eller oregelbundnare formade flockar, i vilka den röda järnoxidsubstansen är så rikligt anhopad, att flockarna

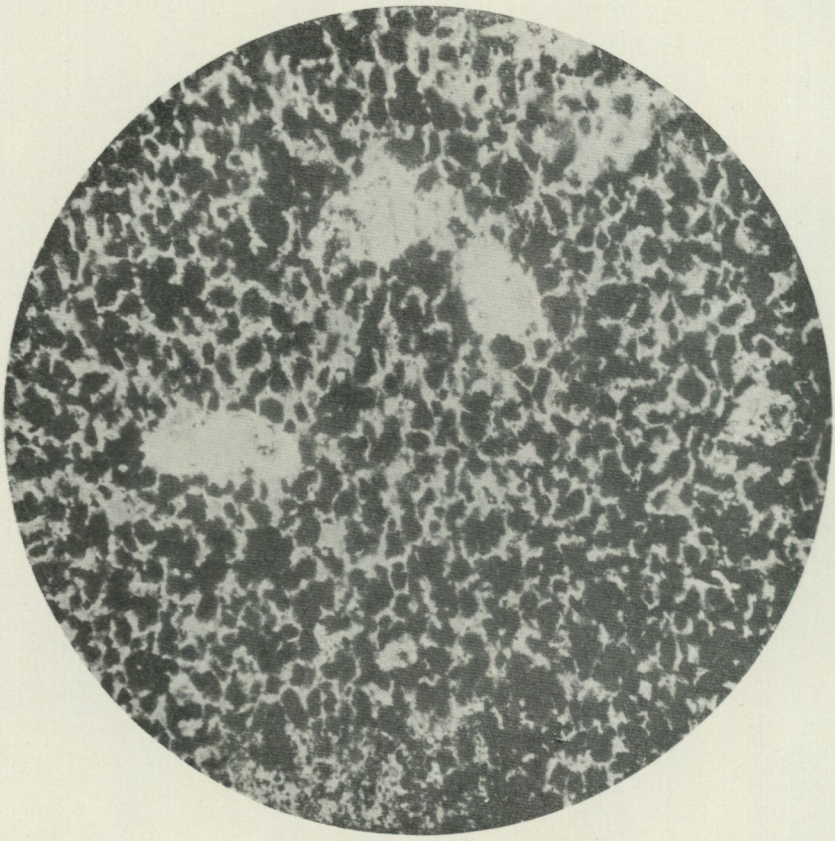


Fig. 54. Järnkisel, Herrgårdshagen, Saxhyttan. De ljusa fälten hämatitfria, resp. -fattiga aggregat av kvarts. Vanl. lj., först. 120 ggr. A. Hj. Olsson foto. *Jasper. The dark spots represent finely distributed hematite, surrounded by quartz-rims. The larger light areas are aggregates of quartz, free from hematite or poor in this substance.*

i slipproven äro fullständigt ogenomskinliga (fig. 54). Flockarna äro åtskilda från varandra genom smala, kvartsfyllda ränder. Vid närmare undersökning finner man, att i allmänhet kvartsramen omkring varje flock utgöres av en optiskt enhetlig individ. Dock kunna även närbelägna, mindre flockar omramas av en gemensam kvartsindivid. Grövre korn av järnglans och magnetit äro i dessa facies av järnkiseln sparsamma.

I högre kristallina varieteter förändras ej kvartsindividernas storlek märkbart. Däremot minskas tätheten och kvantiteten av hämatitsubstansen, som decimeras till glesare fläckar i kvartskornens centrala delar. Samtidigt ökas mängden av svarta blodstenskorn och magnetitkristaller, som till större delen utrensas ur kvartskornen och fördelas mellan desamma. Makroskopiskt antar järnkiseln härvid en mattare purpurröd eller blåröd färg och en tydligare kornighet. Samma utrensning har, såsom framgår av beskrivningen ovan, även skett i den i kalkmassan i malmlagren inblandade järnkiseln. Man finner här alla mellanformer mellan järnkisel och hämatitfri kvarts.[1]

Den egendomliga flockstrukturen hos de minst förändrade järnkiselvarieteterna gör vid första åsynen intryck av att vara en relikt struktur från en tidigare av mindre korn sammansatt bergart, av vilka korn kvarts-hämatitflockarna skulle utgöra pseudomorfoser. Man skulle sålunda kunna misstänka den tidigare närvaron av greenalit [Fe(Mg) $SiO_3 \cdot nH_2O$]. Det är dock osannolikt, att strukturen bör tolkas på detta sätt. En dylik tolkning skulle förutsätta, att kiselsyran i varje greenalitkorn vid omvandlingen övergått till en enhetlig individ. Sannolikt är, att de sig bildande kvartsindividerna varit bestämmande för den tidigare regellöst fördelade hämatitmassans uppdelning.

Exempel på *kalk-blodstensmalmer* utgöra Norra Klampåsgruvan och blodstenen i kalklagret vid Sikberget. Järnkisel har i den senare ej anträffats. I Klampåsgruvan förekomma makroskopiskt synliga, smala ränder därav, men endast sporadiskt. Malmen i denna förekomst har en synnerligen jämnt bandad struktur med 1—2 högst 5 mm tjocklek hos lagren och ungefär samma mäktighet hos kalken som hos malmen (fig. 55). Även i Sikbergsförekomsten finner man en motsvarande, dock betydligt mindre regelbunden bandning. Denna malm ersättes mot N av en kalk-skarnblandad magnetitmalm, varjämte renare skarnmassor finnas. Skarnet synes huvudsakligen utgöras av klorit. Huruvida en omvandling från tidigare sedimentmalm föreligger eller dessutom även senare, metasomatiska, malmbildande processer spelat in, måste emellertid lämnas oavgjort.

I slipprov av Klampåsmalmen framträder lagringen synnerligen tydligt och visar sig vara ytterligare intim genom en upplösning av malmbanden i finare ränder. Dessa konstitueras av mycket fint—finkornigt fördelad blodsten. Dessutom förekommer ganska rikligt med magnetit i grova kristaller. Desamma äro rikligast fördelade i

[1] Denna utrensning av malmsubstansen ur järnkiselns kvartsindivider är tidigare beskriven av P. J. HOLMQUIST (Utö, G. F. F. *35*, sid. 243) och G. LINDROTH (Hillingsberg, Sala, Tekn. Tidskrift, Kemi och Bergvet. 1917, h. 5, sid. 3). Från de nordamerikanska jaspiliterna omnämner VAN HISE ett liknande beroende av järnpigmentets fördelning av de uppstående kvartskornen (U. S. G. S., Mon. 38, sid. 370).

och närmast omkring malmbanden, men ha i detalj ej någon lagerfördelning och förekomma även spridda i kalkbanden. Något blodsten förekommer slutligen även i fin fördelning i kalklagren, men i obetydlig kvantitet. I malmbanden förekommer vidare kvarts, impregnerad av blodstensfjäll, dock kan det ej sägas vara någon regel, att kvartsen är speciellt anrikad till malmränderna. Sålunda förefinnas även malmränder, fattiga på kvarts, varjämte detta mineral är rikligt inblandat i karbonatbanden. Kvartsen har i de senare övervägande en grovkornigare utbildning än i malmränderna. Järnkisel är i en del av

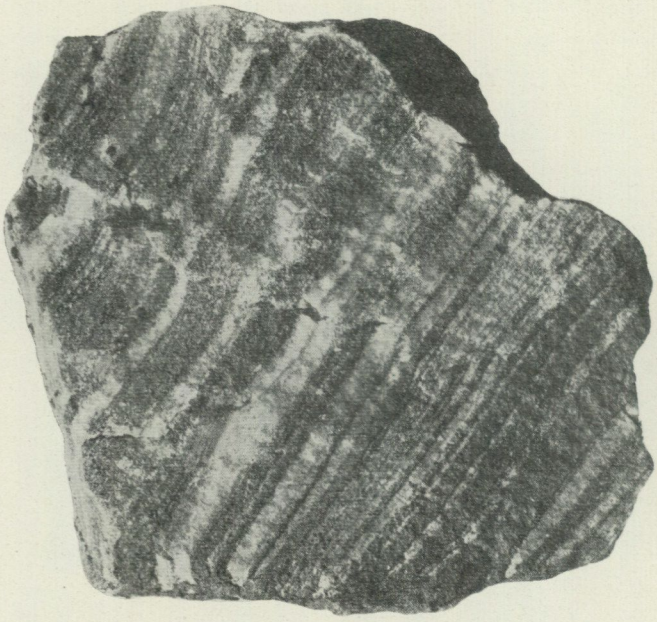


Fig. 55. Kalkbandad sedimentmalm. N. Klampåsgruvan. 5/6 nat. storl. J. W. ENGLUND foto. *Limestone-banaed sedimentary iron ore. Layers rich in hematite and magnetite alternate with limestone, poor in ore minerals.*

preparatet närvarande såsom fattigt eller rikare malmimpregnerade band. Övriga i slipprovet närvarande mineral äro aktinolitiskt hornblände och grön klorit, den förra enbart fördelad i malmbanden och båda föga rikliga. Aktinolit i form av mindre, kompakta skarnband eller klumpar finnas även i varpen men underordnat.

Såsom primär torde man i det undersökta provet kunna beteckna den av blodstensmalmen alstrade lagringen. Likaså kunna järnkiselränderna betecknas såsom primära. F. ö. har däremot en ganska stark omkristallisation av både malm och gångartsmineral ägt rum. Även i malmer av denna typ har malmutfällningen varit kombinerad med

kiselutfällning, även om densamma i genomsnitt varit ojämförligt mycket mindre än i jaspilittypen, och kiselsyran sällan utfällts i homogenare band. Klampåsgruvemalmen påminner i sin utbildning om de av LINDROTH beskrivna kalk-blodstens-järnkiselbandade malmerna N om Sala,[1] dock äro enligt beskrivningen kvarts och malm i dessa förekomster i sin utbredning mer bundna till varandra och distinktare skilda från kalken. I Klampåsgruvemalmen finner man ej något dylikt beroende. I fint fördelad form förekommer blodstenen visserligen endast i kvarts, i grövre form är den däremot spridd både i kvarts och karbonat. Detta behöver emellertid ej innebära, att malmen avsatts i kombination med kiselsyra i form av greenalit, enär en utrensning och omkristallisation i kalkspaten har gått lättare än i kvartsen. Ett antagande av antydd art skulle dessutom medföra som konsekvens, att kvarts i stor skala förträngts genom kalkspat i de kvartsfria kalkspatblandade malmränderna, vilket är otroligt, då dylika ränder växellagra med kvartsrikare.

I ett slipprov av fattig malm från Sikbergslagret är malmen i form av ett fint puder strängt koncentrerad till deformerade kvartsrika band i kalkstenen. Dessutom förekomma regellöst spridda magnetitkristaller. Förhållandena här stämma bättre överens med de av LINDROTH beskrivna. Exempel på ett starkare beroende i malmens fördelning av kvartsen än av karbonatet förefinnas även i de beskrivna proven av jaspilitartade malmer. Denna fördelning är emellertid även här långt ifrån regel.

I den *tredje gruppen* uppträder malmsubstansen direkt i hälleflinta, impregnerande densamma och lagervis rikligare anrikad. Denna typ representeras av Saxå Mossgruva, Laxtjärnsgruvan (gruvan närmast N om den förra) samt de norra och södra Hopakärrgruvorna. Fattig malmimpregnation av detta slag förekommer dessutom på en mångfald ställen inom hela Sångs—Knuthöjdsområdet.

Även i denna typ har malmen en intimt skiktad fördelning (fig. 58). Såsom fattig homogen impregnation kan den uppträda i bredare hälleflintbäddar, men det vanliga är, att den uppträder i intimt skiktade strök, inom vilka skiktningen huvudsakligen alstras genom malmens fördelning.

Med järnavsättningen har även i denna grupp varit kombinerad utfällning av kalk och kiselsyra. Det förra framgår utan vidare av det mycket allmänna uppträdandet av kalkränder eller ur kalk deri-

[1] Tekn. Tidskrift, 1918. Avd. Kemi och Bergv., s. 65.

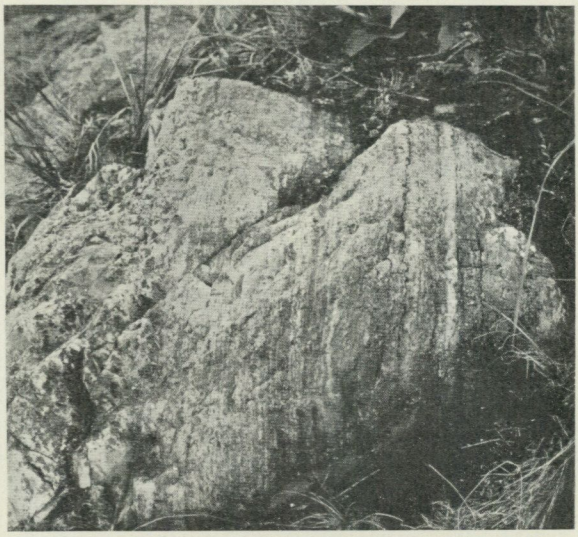


Fig. 56. Lagrad hälleflinta, Knuthöjden. De mörka banden blodstenshaltiga. Skarnförande, smala, utvittrade karbonatlager synliga i högra delen av hällen. Förf. foto. *Banded hälleflinta. The dark layers are impregnated with hematite. In the right part of the outerop thin layers of skarn-bearing carbonate are distinguishable, the carbonate beeing dissolved at the surface.*

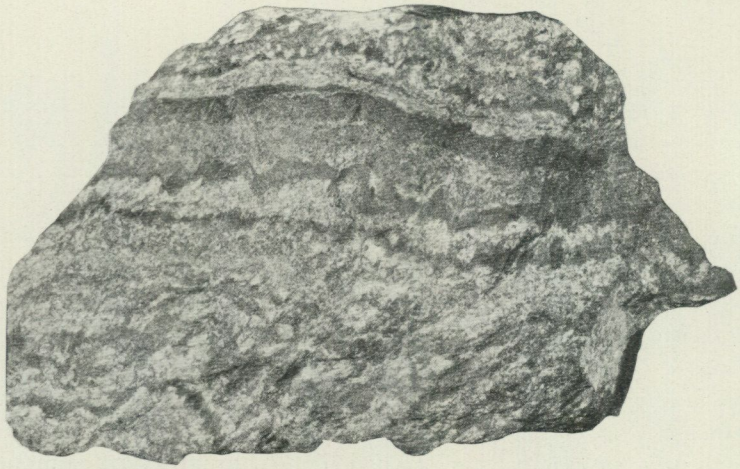


Fig. 57. Skarn-kalkbandad, blodstenshaltig hälleflinta, Knuthöjden. De mörka banden representera på blodsten rika och i olika grad deformerade hälleflintlager. Mellan desamma på gulbrun andradit rika kalklager. $^{2}/_{5}$ nat. storl. Förf. foto. *Hälleflinta, impregnated with hematite (the dark bands), alternating with layers of carbonate, rich in andradite. The layers are partly strongly deformed.*

verade kalksilikater (andradit och pistazit, jmf. sid. 230 och fig. 57), som äro utbildade i malmförande strök av detta slag. Även i oskiktad, malmimpregnerad hälleflinta förekommer impregnation av karbonater och likartad kalksilikatbildning. Att kiselsyreutfällning förekommit under dessa malmers avsättning, framgår därav, att järnkisel sporadiskt kan vara inlagrad i malmströken. Huruvida mer allmänt i de malmrika lagren en utfällning av kiselsyra skett, är på grund av den täta konsistensen och utan därför avpassade analyser svårt att avgöra. En hög kvartshalt kan dock i en del fall påvisas. Med nämnda undantag föreligger kiselsyran dock ej i form av järnkisel. Framhållas må emellertid, att kvantiteten av karbonater och kvarts i denna malmtyp

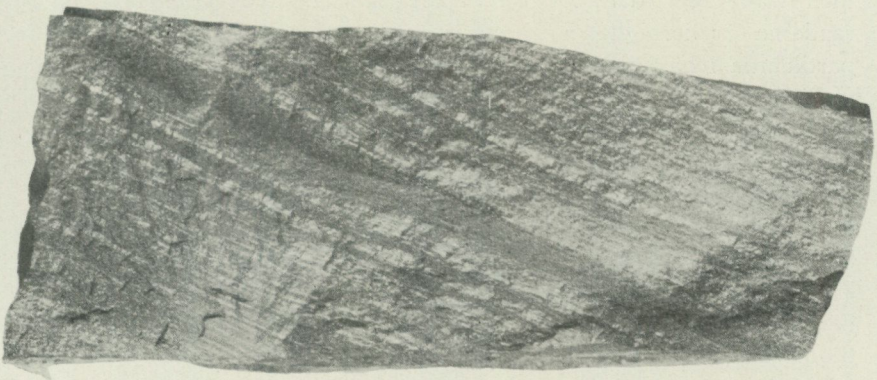


Fig. 58. Lagrad hälleflint-blodstensmalm. Saxå Mossgruva. De ljusa ränderna blodsten. Nat. storl. J. W. ENGLUND foto. *Hälleflinta and hematite ore in alternating layers. The light layers consist of hematite.*

under alla förhållanden är ofantligt mycket mindre än i de båda föregående grupperna, och att i det undersökta materialet fall föreligga, då spår av kalk saknas och den malmimpregnerade bergarten är en hälleflinta med normal kvartshalt. Malmutfällningen i de sedimentära malmerna har sålunda ej nödvändigtvis varit associerad med kiselsyre- och karbonatavsättning, om ock detta mycket allmänt och övervägande varit fallet.

Såsom exempel på en malm av föreliggande art må ett prov från Saxå Mossgruva anföras. Detsamma representerar en i de hithörande malmströken mycket vanlig typ (fig. 58). Makroskopiskt ter sig malmen som en tät, svart malm-hälleflintbergart, i vilken i friskt brott en lagring markeras av kompakta, fina ränder av tät blodsten. Dessa, sällan över mm-tjocka, vanligen tunnare ränder kunna vara relativt kontinuerliga och jämna, i andra fall finner man ojämnheter i deras förlopp, orsakade av förtunningar och ansvällningar av lagren eller

uppdelningar av desamma i tunna, linsformiga delar. Under mikroskopet består den hälleflintartade bergarten av en tät matrix, i vilken sannolikt både kvarts och fältspat ingå tillsammans med små fjäll av en grönaktigt brun biotit. Densamma är lagervis rikligare, i andra lager sparsammare närvarande. Ytterligare förekomma något grövre, fragmentartade korn av kvarts och fältspat (pertitisk mikroklin och albit urskiljbara) samt fåtaliga korn av apatit. Malmen utgöres övervägande av blodsten i finkornig utbildning med kornigheten delvis nedsjunkande till den hos rött genomlysande hämatitstoft. Den visar även mellan de redan nämnda, kompakta malmränderna en lagervis växlande kvantitet. Denna lagring är ej synlig i friska brottytor, men framträder däremot å vittrade sådana. I de kompakta malmränderna är kornigheten ungefär av samma grovlek, som i de grövre partiklarna i hälleflintan. Grova magnetitkristaller äro dessutom som vanligt regellöst strödda över hela preparatet. Makroskopiskt ser man, att de äro anrikade i en del av provet, där lagerstrukturen samtidigt går förlorad. Denna del är ej representerad i slipprovet. Spår av karbonater eller kalksilikater saknas i provet.

Av förhållandena framgår ej med säkerhet om de kompakta, smala blodstensränderna äro primära. Sannolikt har dock till desamma en koncentration av malmsubstans skett. Såsom primära måste man däremot anse den av fint, men fattigare fördelad, delvis hämatitisk blodsten alstrade lagringen i hälleflintan. Då de kompakta malmränderna ha fullständigt konkordant uppträdande med denna lagring och med lagringen i övrigt i malmbanden, är det tydligt, att den eventuella koncentrationen av malmmaterialet skett utmed skiktplan i bergarten.

En till sammansättningen något avvikande, i den habituella utbildningen dock likartad typ erbjuder ett prov från Hopakärrgruvan. Man finner i slipprovet en upprepad växling mellan malmrika och malmfattiga lager. Malmen består här av magnetit med sparsamt inströdd blodsten och har mer genomgående grövre kornighet. I de malmfattiga lagren finner man en finkornig blandning, vari kvarts, något fältspat, rikligt aktinolitiskt hornblände och biotit kunna urskiljas. Samma mineral ingå även som gångart i de malmrika banden. Sammansättningen av denna bergart tyder på tidigare närvaro av karbonat.

Såsom exempel på en oskiktad, malmförande hälleflinta må ett prov från Knuthöjden anföras, slaget ur ett 2—3 dm brett hälleflintband c:a 50 m från granitkontakten S om sydligaste gården. I den mörka hälleflintbergarten uppträda glesa, grova magnetitkorn, omgivna av ljusa gårdar, orsakade av en koncentration av den närmast omgivande

malmsubstansen till magnetitkornen. Under mikroskopet visar sig malmen med undantag för de nämnda magnetitkristallerna, bestå av blodsten. Densamma har en relativt grov kornighet, orsakad av granitens kontaktinverkan. Blodstenen bildar ett regellöst och rikligt nätverk. Sammansättningen av hälleflintan är på grund av malmimpregnationen svår att bedöma, men i de ljusa gårdarna kring magnetitkornen har den en för en hälleflinta normal kvarts-fältspat-sammansättning. Karbonat eller omvandlingsprodukter därav saknas i provet.

Ehuru obetydliga såsom malmer betraktade må dock på grund av deras egendomliga, starkt omvandlade sammansättning, de malmförande avlagringarna vid Rödboudden och N om Trolltjärn omnämnas. Desamma te sig vid första ögonkastet väsentligt olika mot de beskrivna malmtyperna, de kunna dock påvisas ha varit järnkisel- och karbonatrika sediment, likartade i primär komposition med de karbonatrika jaspiliterna. Makroskopiskt föreligga i de malmförande lagren skiktade blandningar mellan skarnartade brungula och mörkare grönaktiga—svartgröna band samt sådana av homogen svart kvarts. Malmimpregnation kan förekomma i samtliga lagren, i största rikedom förefinnes den dock i de mörka, skarnartade banden. Någon brytvärd, koncentrerad malm torde dock knappast finnas. Lagringen är, speciellt där kvartsbanden uppträda, synnerligen intim och pregnant. Där skarnband gränsa till varandra är den mer diffus.

I mikroskopet visa sig kvartsbanden vara impregnerade av magnetit, som delvis är närvarande i form av grövre kristaller, lagerartat anordnade eller regellöst spridda. Dessutom förekommer i de flesta lager en tämligen fattig magnetitimpregnation av ytterst fin fördelning samt med samma fläckiga, till kvartskornens inre delar begränsade utbredning som i järnkiseln. Bandens karaktär av omvandlad järnkisel kan därför ej betvivlas. Skarnbanden bestå delvis av ren granat (granaten en gulbrun, andraditisk varietet) med eller utan något kalkspat, delvis av blandningar av ett blågrönt hornblände, kvarts, kalkspat samt granat och något epidot. Magnetit uppträder sparsamt eller rikligare som grova kristaller. I ett preparat från skärpningen N om Trolltjärn äro samtliga dessa mineral blandade med varandra i en till synes regellös och ganska grov blandning, dock finner man en viss lagring, markerad genom band, rikare på kvarts eller på kalkspat, varjämte magnetitrikare band förekomma. I ett preparat från Rödboudden uppträda finare granatränder, inlagrade i kvartsen. Denna växellagrar med bredare band, bestående av hornblände i täta aggregat samt kalkspat, båda rikligt pepprade av små granatkristaller. Glesa, grova magnetitkristaller och enstaka, grövre

klumpar av magnetit förekomma vidare inströdda i hornblände-kalkspat-granatbanden.

Denna mineralogiska komposition liksom anordningen av mineralkomponenterna kan sägas motsvara, vad man har att vänta vid en starkare skarn-magnetitomvandling av jaspilitartade sediment av Sångsmalmernas typ.

De sedimentära malmlagren torde, att döma av gruvöppningarnas dimensioner ej överstiga 3—4 m i mäktighet. Vid Grötbäcksgruvorna och Siksandshöjden, där malmlagren äro blottade, uppgår mäktigheten blott till 1,5 à 2 m.

Den kemiska kompositionen av sedimentmalmerna är föga känd. Nedan äro anförda trenne analyser, de enda tillgängliga. Provet till n:o 1 är taget från det järnkiselförande malmlagret i de två sydliga skärpningarna S om Sarvtjärn (S om Saxhyttan). Materialet har tydligen varit karbonatfattigt. N:o 2 är tydligen taget ur en på magnetit koncentrerad del av malmen i Saxå Mossgruva. N:o 3 representerar en tämligen ren kvarts-blodstensmalm från Laxtjärnsgruvan. Analyserna äro utförda: N:o 1 å Tekn. Högsk. Mat. pr. anst., n:o 2 och 3 å Hällefors lab. av C. J. ÅNGSTRÖM, 1900 samt av F. STILLE, 1899.[1]

	1.	2.	3.
SiO_2	23,8	46,11	27,15
Al_2O_3	1,9	1,43	0,42
Fe_3O_4	—	49,72	—
Fe_2O_3	55,0	—	70,40
FeO	16,6	—	—
MnO	0,12	0,19	0,12
MgO	0,7	1,48	0,15
CaO	1,5	0,73	0,95
Na_2O+K_2O	—	0,84	—
H_2O	0,2	—	—
P_2O_5	0,044	0,103	0,007
S	0,006	0,044	—
	99,935[2]	100,647	99,197

Svavelhalten är i analyserna låg. Häremot svarar brist på kiser i malmavlagringarna. Ett undantag utgöra Herrgårdshagsgruvorna vid Saxhyttan, där något pyrit förekommer i både malm och hälleflinta i varpen.

Enligt analyserna är manganhalten låg. Detta kan dock ej genomgående vara fallet. Redan den sid. 231 anförda analysen visar, att

[1] Jmf. Järnkontorets analyssamling av 1906, sid. 98.
[2] Häri 0,06 TiO_2 och 0,005 CuO.

manganhalten i den ur karbonat-blodstensmaterialet i de malmförande lagren bildade granaten är ganska manganrik (MnO = 2,82). För att pröva på manganhalten i den med jaspilitmalmerna associerade kalkstenen utfördes vidare å utplockat material av samma prov, varav det beskrivna slipprovet från N. Grötbäcksgruvan är förfärdigat, av R. MAUZELIUS nedanstående analys. I densamma bestämdes dels de i saltsyra lösliga beståndsdelarna, dels kolsyrehalten. Det grovt pulvriserade materialet måste ha varit magnetitfattigt, enär det ej reagerade för magnet.

		Ber. karbonater	
Fe_2O_3 etc.	1,32	$Ca\,CO_3$	92,28
MnO	2,75	$Mn\,CO_3$	6,08
MgO	0,57	$Mg\,CO_3$	1,64
CaO	37,82		100,00
CO_2	31,51		
Olöst	25,98		
	99,95		

Den beräknade karbonatsammansättningen kräver 32,05 % CO_2, vilket med 0,54 överstiger den funna kvantiteten. Vid behandlingen med saltsyra måste alltså även andra substanser än karbonater ha gått i lösning, nämligen apatit och biotit, vartill kommer förefintlig magnetit och säkerligen även något hämatit. I karbonatet torde även FeO ingå (ur analyskvantiteten Fe_2O_3 etc.). Dock låter sig mängden därav och de kvantiteter MnO, MgO och CaO, som samtidigt böra bortelimineras ur karbonattabellen ej beräknas.

Analysen visar emellertid, att ej obetydligt $MnCO_3$ utfällts samtidigt med kalkens, kiselsyrans och järnets avsättning. Detta är sannolikt allmänt förhållandet inom Sångs—Knuthöjdsområdets (inkl. Saxhyttetraktens) karbonatförande malmlager och antydes här liksom vid Långviken av mörka vittringsytor å varpen. Däremot antyda de rena vittringsytorna på kalken vid Klampåsgruvan och Sikbergskalken att Mn-halten här torde vara ringa. Å ett prov från den förra fyndigheten utfördes av A. BYGDÉN en analys å den karbonatiska beståndsdelen. Ur det pulvriserade materialet utrensades genom magnet huvudmassan av magnetiten. Fullständigt lyckades det dock ej att avskilja densamma. Övriga föroreningar utgjordes av kvarts, blodsten och amfibolprismor. Analysen gav följande resultat:

Olöst	25,62	MgO	0,14
i HCl löst SiO_2	0,06	CaO	41,47
Fe_2O_3	0,15	CO_2	32,63
MnO	0,10		100,17

Enligt uppgift av D:r BYGDÉN utgöres den som Fe_2O_3 bestämda kvantiteten övervägande av oxidul. Karbonatets sammansättning blir vid medräknande av järnet som oxidul: $CaCO_3 = 74{,}05$, $MgCO_3 = 0{,}29$, $FeCO_3 = 0{,}21$, $MnCO_3 = 0{,}16$. Härvid uppstår en CO_2-brist av $0{,}24$.

Till någon speciell kemisk typ av hälleflintorna äro sedimentmalmerna ej bundna. Inom området V om skiffern synes malmlagrens sidosten i allmänhet utgöras av hälleflintor av måttlig eller högre kalihalt. Mycket kalirik, i sericit-kvarts nästan fullständigt överförd bergart är förhanden i den hälleflinta, som förekommer i varpen vid Herrgårdshagen, Saxhyttan, och denna bergart är även rådande i de intill skärpningarna S om Sarvtjärn befintliga hällarna. Sannolikt albitextrema, enbart albitfragment innehållande hälleflintor ha å andra sidan anträffats i Saxå Mossgruva och i fattigt malmimpregnerade lager från Knuthöjden. Vid Långviken antyder konsistensen av det beskrivna, i malmen inlagrade hälleflintbandet en kalirik beskaffenhet av detsamma. Ett prov av sidostenen — en röd, tät hälleflinta utgöres av ett fragmentfritt, tätt kvarts-fältspataggregat, vilkets kemiska komposition ej låter sig bedömas. Vid Klampåsen, Sikberget och Siksandshöjden uppträda malmlagren i röd eller genom närvaro av klorit grön albit-hälleflinta.

Ehuru ofullständiga, tyda dock de anförda förhållandena på, att sammansättningen av karbonatet i sedimentmalmerna har att uppvisa en viss, mot den omgivande berggrundens beskaffenhet svarande variation i MnO-halten av samma art, som i mer utpräglad form återfinnes i de metasomatiska malmerna.

Av de beskrivna malmerna motsvara egentligen endast förekomsterna vid Siksandshöjden och förefintliga karbonatfattiga eller -fria facies av jaspiliterna i sin sammansättning typen kvartsrandiga blodstenar i den form, som dessa i allmänhet blivit karakteriserade. Det synes dock författaren, som om man alltför litet tagit hänsyn till en eventuell tidigare förefintlig karbonathalt. Att en sådan mycket allmänt förefunnits, antydes dock av förekomsten av andraditränder tillsammans med eller ersättande kvartsen.[1] Vid Utö uppträder kalkspat, hornblände och malakolit som inblandning i malmen och i växellagring med densamma. Denna förekomst jämte de tidigare nämnda kalk-järnkiselblodstensmalmerna från Salatrakten utgöra tydligen motsvarigheter till de beskrivna, karbonatrika jaspilitmalmerna, av vilka kalkblodstensgruppen blott är att anse såsom en extrem utbildningsform. De i hälleflinta inlagrade, kalkfattiga malmerna motsvara i sin sammansättning närmast typen lerjordsrika blodstensmalmer. Dessa synes emellertid åtminstone delvis sakna den i Sångs—Knuthöjdsområdet alltid förefintliga, intima lagerstrukturen och äro i dylika fall möjligen att

[1] Jmf. även H. JOHANSSON G. F. F. 29, s. 184 samt LINDROTH G. F. F. 41, sid. 82.

betrakta som impregnationsmalmer av samma genesis som de i Haukiserien i Kirunafältet förefintliga blodstenarna. En obetydlig förekomst av med Sångsmalmerna likartat slag synes föreliga i den av LINDROTH beskrivna hämatitskiktade leptiten från Ramhällsfältet.[1]

I vilken primär form järnmaterialet avsatts, är en fråga, som i detalj ej torde kunna besvaras. Den synes emellertid författaren vara av relativt underordnad betydelse. I malmernas olika sammansättning och i deras utbildning finnas skäl, som tala för, att samtliga de tänkbara möjligheterna, järnsilikat, siderit och järnoxidhydrat förekommit För uppträdandet av järnsilikat som primärmaterial talar den mycket allmänna paragenesen av kvarts och blodsten, en paragenes som speciellt beträffande den finast fördelade, hämatitiska andelen av malmsubstansen är frapperande. För sannolikheten av siderit som primärmaterial, som sedermera vid tidigt stadium oxiderats till trevärdig hydroxid, talar den rikliga förekomsten av karbonater och uppträdandet av kvartsfattiga blodstens-kalkmalmer. Malmens skiktformiga, av kvarts oberoende fördelning i Klampåsmalmen visar emellertid, att järnet även här måste primärt ha förekommit i oxidform och sannolikt har denna form spelat huvudrollen i den primärt utfällda malmsubstansen. Slutligen utvisa hälleflint-blodstensmalmerna, att malmsubstansen även har uppträtt oberoende av karbonater och kiselsyra och då sannolikt i form av hydroxid.

Av större intresse är malmsubstansens källa. För de amerikanska jaspiliterna har denna fråga utförligt diskuterats i VAN HISE'S och LEITH'S monografi över Lake Superior-området (G. S. Mon. 52, s. 503). Såsom källa för malm och kiselsyra antaga dessa författare som bekant de basaltiska lavor, som till så stor kvantitet uppbygga de malmförande formationerna. Härvid förutsättes dels en tillförsel av substanserna, förmedlad genom ur de stelnande lavorna emanerande vattenlösningar, dels även ett alstrande av järnsubstans genom vittring av bergarterna och slutligen även genom reaktioner mellan havsvattnet och den heta magman vid dennas extrusion. Huvudvikten lägges av dessa författare vid den första och sista processen. Gentemot denna uppfattning ha GROUT och BRODERICK och nyligen GRUNER framhållit förhållanden, som tala för, att jaspilitmalmernas järnsubstans härrör från normal vittring, och att organismer spelat en viktig roll för utfällningen.[2] Av den sistnämnda författaren antages, att humusrikt vatten varit det medium, som löst och transporterat järnet. En huvudorsak härtill är jaspilitmalmernas sammansättning, som genom sin kalkfattigdom svarar mot resultaten av GRUNERS lösningsexperiment.

[1] S. G. U. Ser. C, n:o 266, sid. 33.
[2] Am. J. Sc. Vol. 48, 1919, p. 199. Ec. Geol. Vol. XVII 1922, sid. 407.

Ävenledes är grafitoid substans en vanlig ingrediens i jaspilitmalmerna. Såsom redan tidigt i detta kapitel framhållits, utgör kalkrikedomen i fältets sedimentmalmer en viktig skiljaktighet gentemot förhållandena i de amerikanska jaspiliterna.

Beträffande de svenska sedimentära blodstenarna ha tidigare uttalanden till förmån för den termal-pneumatolytiska hypotesen blivit gjorda av HOLMQUIST och LINDROTH.[1] Den källa, från vilken malmlösningarna härstamma, kan endast ha varit hälleflintornas kvartsporfyriska magma. Författaren vill beträffande denna fråga ytterligare understryka LINDROTHS refererade uttalande, att på grund av hälleflint-leptitbergarternas saliska, järnfattiga sammansättning normala vittringsprocesser och reaktioner mellan de extruderade lavorna och vatten måste uteslutas såsom malmalstrande faktorer. De enda processer, som äro kvantitativt tillräckliga för malmbildningen äro pneumatolytiska-termala sådana, orsakade av emanationer från större underliggande magmamassor. Sedimentmalmernas förklaring blir sålunda i princip likartad med den förklaring, som tidigare visats vara den, som bäst satisfierar förhållandena beträffande kalkstenarna. Den nära relationen mellan kalk- och malmavsättning är ju även inom området slående.

Skarnmalmer.

Denna grupp innehåller de flesta och största av områdets malmer. Såsom belysande för storleksordningen äro för de viktigare fälten nedanstående data för produktionen anförda. Av uppgifterna äro de för Tappberget och Björnhöjden hämtade ur F. TEGENGRENS arbete om järnmalmstillgångarna i mellersta och södra Sverige (S. G. U. Ser. Ca, n:o 8, 1912). De övriga ha lämnats av Bergsingenjör ALARIK, Sikfors och grunda sig på inbetalda »malmören» till Grythytte Bergslags Malmöres-kassa under tiden 1845—1909, för den senare tiden på Hällefors Bruks bolags egen bokföring. De tidigare siffrorna få anses såsom minimivärden.

Högbornsfältet	1845—1907	206,784 ton
Holmgruvefältet	1845—90	40,640 »
Finnbergsfältet	1845—76	12,809 »
Sikbergsfältet	1857—1907	73,945 »
St. Sirsjöbergsfältet	1871—93	16,248 » [2]
Tappbergsfältet	1872—1907	65,057 »
Björnhöjdsfältet	1857—88	52,847 »

[1] G. F. F. 32, sid. 895, LINDROTHS nyss ref. arb. sid. 80.
[2] I St. Sirsjöbergsfältet ingen brytning åren 1872 och 1894—1901.

		Prima malm	Anrikningsgods
St. Sirsjöbergsfältet . . .	1902—21	76,567 ton	260,329 ton
Finnbergsfältet	1909—19	22,022 »	65,829 »

De metasomatiskt bildade järnmalmerna, de Mn-fattiga och de senare behandlade Mn-rika äro i sin utbredning bundna vid vissa kemiska bergartstyper. De förra uppträda för så vitt författaren kunnat finna, konsekvent i natronextrema hälleflintor. Deras utbredningsområde är därför den undre hälleflintetagen. Inom den övre uppträda malmer av hithörande slag endast i Högbornsfältet (inkl. Holmgruvorna). Malmerna i detta fält äro associerade med en grågrön, klorit-biotitförande, albitextrem hälleflinta, som i fragmentrik form återfinnes ända upp i de undre skifferlagren (jmf. gråvackan sid. 80). Det enda kända fallet av malm i den undre etagen, uppträdande i hälleflinta med väsentlig kalifältspathalt utgöres av en i det följande vidare omnämnd, obetydlig malmimpregnation S om Finnberget. Ett möjligt undantag utgör vidare Björnhöjdsfältet, som är beläget i en terräng av dominerande kalirika eller intermediära leptiter. I slipprov av grå och röd leptit från varpen visa sig båda vara intermediära eller något kalirikare. Malmen i denna gruva skiljer sig emellertid från de övriga hithörande genom en ganska väsentlig manganhalt. Tilläggas må vidare, att av tidigare angivna skäl den stratigrafiska och tektoniska indelningen i denna del av kartområdet är osäker.

Malmförekomsterna inom den undre etagen äro talrika. Nästan undantagslöst gäller det för desamma, liksom för Högbornsmalmerna, att de uppträda i lagrade, kalkförande strök, eller i kalklager. I de få fall då kalksten ej anträffats i varpen, torde detta bero på, att kalkstenen blivit fullständigt förskarnad eller möjligen tillfälligtvis ej är representerad i de synliga delarna av varpen.

Malmerna uppvisa i de olika fyndigheterna givetvis en del lokala egenskaper; i princip äro dock förhållandena vid de olika förekomsterna varandra mycket likartade. Beträffande den formella utbildningen kan man urskilja tvenne grupper, som dock ej äro skarpt skilda från varandra. I den ena gruppen har malmbildningen försiggått i intimare lagrade strök med omväxlande lager av hälleflinta av varierande slag och av kalksten. De nybildade skarn-malmprodukterna ha här även en stark uppdelning i smått i lager eller lagerartade linser. Hela komplexen erhåller därigenom en »randig», skiktartad karaktär. Exempel på denna typ utgöra Finnberget, Halvtroberget, Tappberget samt de i fortsättningen av det sistnämnda belägna Tiksta-gruvorna (vid Siksandshöjden S invid grönstensspetsen), jämte ett flertal mindre gruvor i närheten av dessa förekomster. Likartade torde förhållan-

dena även vara i de små skärpningarna N om Kärvingeborn och SV om Notbindartorp.

I den andra typen ha skarn och malm ett mindre skiktartat uppträdande, samtidigt som skarnet är rikligare förhanden. Tillsamman bilda de i stort lagerartade massor, i vilka malmen är fördelad som klumpar, linser eller impregnation. Med denna utbildning av malmskarn sammanhänger en mer oskiktad konsistens i hälleflintan och en utbildning av kalken såsom större, homogenare och på hälleflintinlagringar fattiga bäddar eller restpartier i skarnet. Denna typ torde vara den mest utbredda inom området, även om gradationer med över-

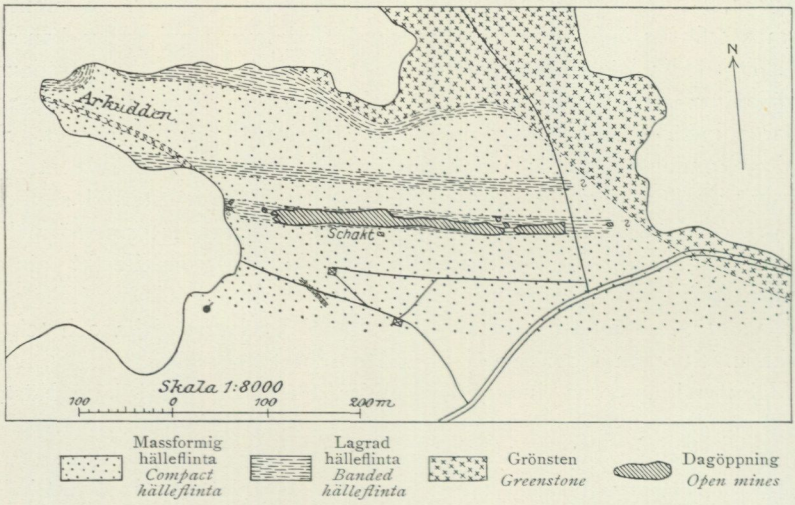


Fig. 59. Skiss över omgivningen av Finnbergsfältet. *Sketch of the environs of the orefield of Finnberget.*

gångar till den först nämnda typen förefinnas. Såsom exempel på denna skarnrikare och mer »koncentrerade» typ må nämnas St. Sirsjöberget, Sikberget, Björnkärrsgruvan och Högbornsgruvorna. I de sistnämnda torde dock inlagringar av hälleflinta ha förefunnits i det malmförande kalklagret.

Såsom typexempel för de båda grupperna ha valts Finnbergets och St. Sirsjöbergets gruvfält. Desamma äro även på grund av de senaste årens brytning de bäst kända.

Finnbergets malmströk är beläget mellan tvenne kompakta och homogena bäddar av i S röd, i N mörkare, glasig—fint kornig hälleflinta (fig. 59). Den södra hälleflintan är tämligen likformigt porfyrisk ge-

nom strökorn av kvarts och albit, närvarande i måttlig mängd. I slipprov finner man en tät, allotriomorf grundmassa av kvarts och fältspat, homogen eller med antydningar till askfragmentartade teckningar i kvarts-fältspatmassan. Strökornen visa övervägande fragmentformer. I ett prov från stranden 60 m S om malmströket utgöras strökornen enbart av mindre fragment. Trots sin homogena, kompakta konsistens torde alltså hälleflintan utgöras av en sedimentär tuffmassa. Detsamma är även fallet med den norra bädden. Densamma saknar makroskopiskt strökorn. I ett undersökt slipprov förekomma små, glest liggande fragment av fältspat och kvarts. Samman-

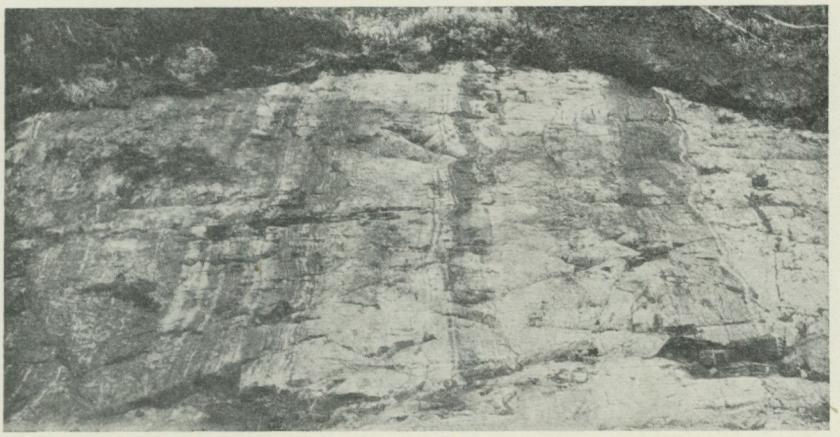


Fig. 60. Lagrad hälleflinta, bandet N om Finnberget. De mörka banden rika på skarnmaterial (hornblände). Förf. foto. *Banded hälleflinta. The dark bands are rich in amphibole-skarn.*

sättningen är extremt natronrik. Skarnbildningen är konsekvent begränsad till det lagrade malmströket och har lämnat de kompakta hälleflintorna på sidorna nästan intakta. Särskilt skarp är gränsen utmed södra sidan. Å norra sidan förekommer någon skarnspridning in i hälleflintan närmast gränsen.

Redan 20—30 m N om gruvströket uppträder på nytt ett 5—8 m brett, lagrat hälleflintströk, i vilket åter skarnbildning och spår av malmimpregnation i de skarnförande lagren förekommer. Skarnmaterialet har en skiktartad fördelning (fig. 60), och band om några mm — några dm, rika på skarn (hornblände) omväxla med skarnfattiga sådana. Kalksten har här ej iakttagits. Ytterligare mot N följer först en 70 à 75 m bred bädd av oskiktad, röd hälleflinta så närmast stranden och grönstensgränsen en åter skarnstrimmig, delvis fint skiktad, något kalcithaltig hälleflinta, i vilken även någon malmimpregnation förefinnes.

Mot S äro blottningar mycket sporadiska, dock utvisa förhållandena strax SV om kartskissen, att även hitåt den kompakta hälleflintan avbrytes av lagrade kalkförande band, i vilka åter någon malmbildning skett. Sannolikt förefinnes även ett dylikt strök vid den lilla å skissen utsatta sprängningen. Det enda fall av malmbildning i kompakt hälleflinta, som iakttagits, utgöres av den redan i inledningen av detta kapitel omnämnda malmimpregnationen mellan de SV om kartskissen blottade lagerströken (c:a 40 m S om SV-hörnet av skissen).

Själva malmströket är c:a 10—15 m brett och har en brant (80°) nordlig stupning. Det upptages i dagen till större delen av dagöppningar. Tillgängliga blottningar äro huvudsakligen blott förhanden vid sjön NO om den lilla grönstensgången. Vid den 1907 påbörjade brytningen har man gått ned i ett schakt S om malmströket. Brytningen hade 1920, då den nedlades, nått ned till ett djup av 225 m. Malmströket slutar mot öster vid grönstensgränsen, beroende på utkilning eller avskärning genom grönstenen. Det står alltså ej i samband med Halvtrobergets och Tappbergets gruvströk, som däremot tillika med Tiksta-gruvorna kunna vara belägna på ett och samma lagerströk.

Förhållandena i malmströket äro, i den mån den använda skalan (1 : 267) det tillåtit, belysta å den av Ing. Y. BRÖMS inmätta och å tavl. 2 återgivna skissen från 225 m nivå. I själva verket äro förhållandena ytterligare varierande genom en intimare uppdelning i detalj av ränder av de olika komponenterna. Denna rikliga växling mellan hälleflintlager (röda och mörka, fria från strökorn och rikare på sådana), lager av kalksten, malm och skarn har författaren återfunnit vid sina besök i gruvan liksom den förhärskar i den synliga delen av malmströket vid sjön. Med stor schematisering kan enligt Ing. ALARIK, som lett brytningsarbetena, ungefär följande regel uppställas för anordningen i stort i malmströket. »Närmast liggväggen kommer mindre rik, något blodstenshaltig svartmalm, därefter kalksten, så malm — en kalkhaltig svartmalm —, så vanligen hälleflinta samt åter svartmalm, inlagrad i grönskarn. Detta brukar närmast hängväggen vara ganska mäktigt.» Denna regel torde dock ha många undantag och har intet avseende på detaljerna.

De uppträdande malmränderna variera från några cm till flera dm eller undantagsvis högre värden. Den största under brytningen anträffade malmkroppen hade en mäktighet av 3,2 m. I dylika fall kan man ej tala om en rand, utan var malmens form den av en lins. I malmströket åtföljas malm och skarn, och båda äro vanligen associerade med kalksten. Detta senare är dock ej alltid fallet, utan malmen kan även uppträda ensam, gränsande intill hälleflinta utmed den ena eller båda sidorna. Vid närmare undersökning har författaren dock

alltid funnit en smal zon om minst några mm av skarn, där malm och hälleflinta gränsa intill varandra. En dylik skarnzon har även återfunnits omkring i malmen förefintliga hälleflinträndер och -partier. Det är sålunda tydligt, att skarnet bildats under förbrukning av material från hälleflintan och sannolikt har detta skett i ej ringa utsträckning. Däremot finner man ej motsvarande skarnzoner omkring inneslutningar av hälleflinta i kalksten eller utmed gränserna mellan kalk- och hälleflintband.

I vad mån större veckningsdeformationer kunna ha påverkat malmlagret, är ej utrett. Att en mer betydande böjning eller förkastning föreligger i V änden av detsamma, framgår dock av de i det följande vidare omnämnda förhållandena. Likaså tyda de i tavl. 2 återgivna förhållandena på betydande veckningar. Starka veckningar i detalj äro ej ovanliga. Möjligt är därför, att malmkropparnas ibland ansvällande dimensioner kunnat bero på tektonisk deformation. I malmlagret, förekomma vidare flera såsom »skölar» betecknade störningslinjer. Utmed vissa av desamma, speciellt de som övertvära malmlagren, ha tydligtvis förskjutningar skett. Samtidigt ha även bergarterna och malmen breccierats. Såsom ett kuriosum må tilläggas, att i en parallellt med lagren förlöpande sköl, belägen 1—3 m från liggväggen, bergbeck anträffades i större kvantitet. Nämnda sköl vidgade sig i ett malmparti på c:a 120 m nivå linsformigt till en breccia av ända upp till 1,5 m. Bergbecket anträffades i större och mindre håligheter i breccian med en största diameter av de större klumparna av 0,5 m. I vissa håligheter anträffades flytande bitumen, som efter utrinnandet stelnade till en hård massa. Den totala uttagna kvantiteten av becket uppskattades vid gruvan till minst 1 ton. I bergbecket förekommande håligheter äro beklädda av järnspat eller utfyllda av detta mineral. Tillsammans med järnspaten förekommer något kopparkis. [1]

[1] Bergbeck (huminit) från Finnberget är tidigare omnämnt av A. HELLAND (G. F. F. *2*, sid. 513). I S. G. U:s arkiv förvaras ett meddelande av 1893 till d. v. chefen O. TORELL från gruvingenjören TH. FR. OLSSON jämte senare upplysningar av disponenten H. V. TIBERG angående ett i storlek med det ovan beskrivna jämförbart fynd från Sikberget. Bergbecket förekom i en av de lerskölar, varpå denna gruva varit så rik. Den lär ha bildat en kaka av 1,5 m diameter och 0,5 m tjocklek. En analys av E. ERDMANN visar 8,49 % aska, 28,43 % gaser och 63,08 % kol. Ett i Uppsala geol. inst. förvarat prov av bergbeck från Sikberget torde härröra från detta fynd, då intet senare sådant skall ha gjorts. Av H. HEDSTRÖM utförda radioaktivitetsprövningar utvisa, att både Sikbergs- och Finnbergskolen äro starkt radioaktiva. S. G. U. Ser. C. 315. Här såsom n:o 9 betecknat »urbergskol» är taget i S:t Eriksgruvan, Silvergruvan, Mellanfältet.

Bergbeck i gruvor och ej malmförande bergarter är omnämnt av bl. a. följande författare: L. J. IGELSTRÖM (K. V. A. Öfv., 1866, sid. 211), A. E. TÖRNEBOHM (G. F F. *9*, sid. 381), H. SJÖGREN (ibid *13*, sid. 423), G. LINDROTH (S. G. U. Ser. C, n:o 266, sid. 46). Den sannolikaste förklaringen till detsamma och till den bitumen, som så allmänt förekommer i sprickbildningar i och utanför malmförekomsterna samt i porösa bergarter i mellersta och södra Sverige synes författaren vara den, att bitumensubstansen insipprat från tidigare täckande siluriska lager. Beträffande rörligheten av bitumen i alunskiffern se A. H. WESTERGÅRD S. G. U. Ser. Ca. n:o 18, sid. 104—5. Även det vanadinrika kolet vid Karlsfors å Billingen är enligt denna författare ej bildat in situ, utan infiltrerat längs ett skiktplan.

Till sin konsistens varierar Finnbergsmalmen mellan kalkig sådan och kvartsrikare. I båda fallen är något skarnmaterial närvarande. I undersökta prov av malm av senare slaget utgöres gångarten av kvarts, starkt grön klorit, något albit samt kalkspat, vartill komma sporadiska korn av apatit. Malmen har makroskopiskt en massformig, tät-finkornig konsistens, vilket f. ö. gäller om alla i hälleflintorna uppträdande svartmalmer. Under mikroskopet är kornstorleken i friliggande eller i gångartspartier instickande kristaller 0,08—02 mm, vilket dock är en mångfaldigt grövre kornstorlek än hos blodstenen i de sedimentära blodstenarna. Fullt fri från kalkspat torde malmen ingenstädes vara, och detta gäller även för skarnet.

Malmens kemiska sammansättning framgår av nedan anförda analyser, av vilka n:o 1 är ett genomsnitt av 4 st. likartade generalprovsanalyser och n:o 2 analys å stuffprov. Samtliga äro utförda av A. BERGSTRÖM å Hällefors laboratorium åren 1907—9. Under 1 a och 2 a äro gångarterna beräknade på 100. [1]

	1.	2.	1 a.	2 a.
Fe_3O_4	70,82	81,64		
SiO_2	10,49	8,60	37,15	50,50
Al_2O_3	1,98	2,62	7,01	15,38
FeO	1,88	0,64	6,62	3,70
MnO	0,08	0,07	0,28	0,41
MgO	0,42	0,37	1,49	2,17
CaO	7,88	3,53	27,76	20,32
P_2O_5	0,032	0,046		
S	0,012	0,009		
gl.f.	5,56	1,28	19,69	7,52
	99,154	98,805	100,00	100,00

Gångarternas sammansättning visar, att de ingående mörka silikaterna (sannolikt biotit-klorit och hornblände) äro relativt rika på FeO och ganska fattiga på MgO. Även måste Al_2O_3-halten vara hög. Densamma kan till någon del vara bunden i albit, dock visa analyssummorna, att alkalihalten måste vara ringa. Den under 2 angivna analysen representerar tydligen en kvartsrik varietet. I genomsnittsanalysen ingå såväl likartade kvartsrika som kalkrikare varieteter.

Det i Finnberget uppträdande skarnet sammansättes delvis av hornblände, delvis och kanske övervägande utgöres det av täta, skiffriga klorit-biotitmassor. I slipprov av hornbländeskarn utgöres hornbländet

[1] Vid beräkningen av gångarten ha mot P_2O_5 och S svarande mängder CaO och FeO frånräknats.

av ett mycket kraftigt absorberande, grönblått sådant med alla karaktärer av att vara en FeO-rik, hastingsitartad varietet (γ grönblå = β grön > α gul, något brunaktig; axeldispersion stark, $2V\alpha$ liten med knappt märkbart öppnande av korset vid omvridning). I hornblände-individerna kan man dock ibland se ljusare delar i det inre. Övriga mineral äro kalcit och något kvarts, som uppträda som mellanmassa mellan hornbländeindividerna. Kvartsen kan även bilda grovstruerade homogena partier. Titanit har i ett slipprov iakttagits sporadiskt. I sprickor och ränder förekommer dessutom en svagt grön biotit. Densamma kan även vara spridd in mellan hornbländekornen, därvid ersättande desamma utmed kanterna, eller uppträda i mindre sprickor i hornbländekornen. Biotiten är sålunda tydligtvis senare än hornbländet och bildad på dess bekostnad. Skarnets kornstorlek växlar från relativt grov till finkornig (storlek av hornbländeindividerna $1 \times 0{,}3$ – $0{,}2 \times 0{,}1$ mm), och dessa växlingar försiggå i ett och samma prov. Individerna visa slutligen ofta spår av deformation.

I slipprov av glimmerskarn består detsamma övervägande av en kraftigt grön klorit. Densamma har en relativt hög dubbelbrytning (interferensfärg blågrå—blåvit). Sannolikt föreligger en FeO-rik och relativt Al_2O_3-rik klinoklor. Dessutom finnas talrika fjäll av biotit eller rättare sagt rester av sådana, partiellt utefter genomgångar eller längs sidorna omvandlade i klorit. Biotiten är kraftigt grön eller orent grönaktigt brun. Kvarts och kalcit bilda oregelbundna partier eller enstaka korn. Magnetitkristaller äro dessutom här, liksom i samtliga undersökta skarnprov oregelbundet fördelade i massan. Kloriten är i glimmerskarnet skiffrigt anordnad, däremot ej biotiten. De individer av den senare, som ligga med spaltriktningen vinkelrätt mot skiffrigheten visa tydliga tecken av att vara hoptryckta med uppknäckningar längs spaltriss, böjningar av lamellerna mellan desamma samt kloritnybildning längs spaltrissen. Skiffrighet och kloritbildning äro således samtidiga processer och av yngre datum än biotit-skarnbildningen. Primärt ha alltså massformiga biotit-skarnbildningar förelegat.

Den omständigheten, att biotit nybildats i hornbländeskarnet kan giva anledning till den förmodan, att glimmerskarnet i sin helhet framgått ur tidigare hornbländeskarn. Detta är dock osannolikt, enär den i hornbländeskarnet nybildade biotiten är svagt grön, nästan färglös, medan biotiten i glimmerskarnet är en kraftigt färgad sådan. Däremot är det sannolikt, att det n. v. hornbländet ej är det mest primära mineralet i hornbländeskarnet. Detta kan misstänkas på grund av erfarenheten från andra gruvfält i området. En omvandling under malmbildningsprocessen från aktinolitiskt hornblände eller even-

tuellt pyroxen under upptagande av FeO sannolikt även Al_2O_3 kan ifrågasättas.

Ytterligare mineral, som iakttagits i hornbländeskarn äro brun granat (andradit?) och epidot. De förekomma likväl sparsamt. Kopparkis och pyrit förekomma i skarnet, enligt uppgift av gruvfogden dock huvudsakligen endast utmed hängväggen. Flusspat har vid brytningen sporadiskt anträffats som smala ränder i kalk.

Av de i malmströket förekommande hälleflintlagren har ett prov av ett strökornsrikt, mörkt lager undersökts. Det innehåller talrika, fragmentartade strökorn av albit, samt en tämligen kvartsfattig grundmassa av albit och något biotit i homogen, småfjällig fördelning. Små fragment av grövre kornig albitsten kunna urskiljas i grundmassan. Där formerna äro synbara, äro de vanligen skarpkantade och skärvliknande.

Den i malmströket förekommande kalkstenen erbjuder i sitt uppträdande och utbildning intet av speciellt intresse. Liksom fältets kalkstenar i allmänhet innehåller den strimmigt fördelade silikater. I ett undersökt preparat bestå desamma av kraftigt grönt färgad klorit, omvandlad ur sparsamt resterande, likartat färgad biotit, kvarts samt något albit (Ab_{93} à Ab_{95}). Enstaka magnetitkristaller förekomma spridda. Enligt uppgift av L. J. IGELSTRÖM innehöll ett av honom analyserat prov från Finnberget 12,54 % FeO.[1] För att kontrollera denna uppgift utfördes av A. BYGDÉN å samma prov, som mikroskoperats, en partiell karbonatanalys. Ur analysmaterialet avlägsnades magnetiten genom magnet. Fåtaliga resterande korn voro inbäddade i klorit. Analysen gav följande resultat:

FeO	1,34[2]
MnO	0,29
Löst SiO_2	0,06
Glödgad olöslig rest	9,28

Karbonatmängden i det lösta provet utgör alltså omkring 90 % och kvantiteterna $FeCO_3$ och $MnCO_3$ 2,16 och 0,48 % vardera. Järnkarbonatkvantiteten är sålunda ej obetydlig, dock måste IGELSTRÖMS siffra betecknas såsom missvisande. Sannolikt ingår i huvudparten av den av honom funna FeO-mängden löst magnetit och klorit.

Såsom ett för malmbildningarna främmande element tillkomma ytterligare i malmströket intrusiva grönstenar. Dylika ha konstaterats både i Ö och V delarna av lagret å flera nivåer. I östra delen

[1] Värmländska Bergsm. För. Ann. 1865, sid. 38.

[2] FeO bestämdes dels genom fällning och omräkning till FeO, dels genom titrering i lösning med H_2SO_4. De båda funna talen äro 1,30 och 1,38.

synes en grönsten ha legat tämligen parallellt med lagren på gränsen mellan liggväggen och malmströket. Å 92 m nivå gick emellertid grönsten i en blint slutande spets in i ett här förefintligt malmlager. Spår av glidzoner och mekaniska störningar saknades å detta ställe. Grönstenen torde således ha intruderat i malmen efter dess bildning. I V änden av ströket antyda flera blottningar i dagen en i NV—SO strykande gång. Å 160 m avvägning anträffade man tvenne grönstensgångar, den ena strykande i NV—SO, den andra (den västra) strykande i N—S. Förhållandena omkring gångarna äro ej tillräckligt belysta av de gjorda undersökningsarbetena, dock utvisa de med full evidens, att en betydande störning av malmströket här föreligger, i det liggväggens hälleflinta är blottad V om den västra gången med enligt gruvkartan i N—S strykande kontakt. Hela malmströket synes alltså här vara omböjt eller förkastat mot N.

Av den ovannämnda associationen mellan malm och skarn framgår, att bådadera bildats samtidigt. Av bådas i regel föreliggande association med kalksten antydes vidare, att denna bergart i allmänhet lokaliserat malm-skarn-bildningen. Även i fall, då malm ej gränsar intill kalksten utan till hälleflinta, kan tidigare ett kalklager ha förelegat. Detta är dock ej nödvändigt, enär malmen kan ha bildats i hälleflinta, förträngande densamma. Att en dylik process kan och har försiggått, utvisar den omnämnda malmimpregnationen SV om malmströket. I massformig, strökornsrik, röd hälleflinta finner man här svart, malmrik bergart i oregelbundna partier, som fingra ut sig i hälleflintan och innehålla partier av densamma. Att denna täta, svarta bergart verkligen är bildad genom malmimpregnation av hälleflintan, framgår därav, att dennas kvartsströkorn finnas resterande i malmen i närheten av malmgränserna. I slipprov utgöres hälleflintan av en tät, kvartsfattig sådan med strökorn av pertitisk mikroklin och kvarts. I de malmförande delarna är malmen (magnetit) inströdd i hälleflintan i fin fördelning, delvis ansamlad i kompaktare partier. Samtidigt har den resterande hälleflintan undergått den förändringen, att den blivit kvartsrik. Fingrynig titanit har nybildats tillsammans med magnetiten, i fåtaliga ränder dessutom något biotit (starkt grön).

Malm-skarnbildningen i malmströket har sålunda skett på bekostnad av kalksten och hälleflinta, övervägande dock på bekostnad av den förstnämnda. Kalkstenens och hälleflintans beståndsdelar ha åtminstone delvis använts för skarnets och gångartens bildning. De ämnen, som tagits därifrån, äro SiO_2, CaO, MgO, Al_2O_3 samt möjligen något FeO och MnO. Huruvida hela den kvantitet av MgO och Al_2O_3, som förefinnes i skarn och malm, verkligen härstammar från de förträngda bergarterna, är givetvis utan större analysmaterial omöj-

ligt avgöra. Tydligt är däremot, att en väsentlig tillförsel av kiselsyra måste ha skett.

Likaså torde man vara tvingad antaga, att den huvudsakliga delen av malmens och skarnets järnhalt tillförts. Hade järnet förefunnits tidigare i kalkstenen och tagits ur densamma, borde en allmännare skarnbildning ha skett i kalkstenen. Speciellt borde skarn allmänt ha bildats utmed kontakterna mellan kalksten och hälleflinta. Det bör även framhållas, att malmens fördelning såsom lager och linser mellan kalksten och hälleflinta, delvis mellan hälleflintlager ej heller överensstämmer med denna teori. En allmän malmimpregnation av kalkstenen och ett uppträdande av malmkoncentrationerna i kalkstenen samt av de huvudsakliga skarnmassorna utmed kalk-hälleflintgränserna är den anordning, som kunde väntas, om järnet primärt förelegat i karbonatform. Ett antagande, att primärt i malmströket järnkarbonat avsatts i form av lagerartade linser, som sedermera omvandlats i de n. v. malm-skarnkropparna är slutligen mycket osannolikt. Däremot är det sannolikare, att någon förträngning av CaO genom FeO har skett under den metasomatiska malmbildningen.

Förutom järn och kiselsyra ha obetydliga mängder av svavel, koppar och fluor innehållits i de malmförande lösningarna.

De vid malmbildningen först bildade produkterna torde utom malm ha utgjorts av massformigt pyroxen- eller aktinolit- samt biotitskarn, av vilka det förra under malmbildningen upptagit FeO. Den kloritbildning och förskiffring, som f. n. föreligger i skarnet, är av yngre datum och torde vara tillkommen under lagrens veckning.

Sirsjöberget. Vid detta gruvfält saknas blottningar, och man är hänvisad till förhållandena i gruvan och varpen. För att belysa de förra ha å tavl. 1 från gruvkartan trenne nivåer och en tvärprofil återgivits. Såsom av desamma framgår, bildar fyndigheten en nästan rakt i O—V strykande, lagerartad skarn-malmmassa med i det närmaste vertikal ställning. Bredden synes hålla sig mellan 20 och 50 m. Det är emellertid svårt att ange några exakta mått på mäktigheten, enär dels brytningen i allmänhet ej genomgått hela bredden, dels betydande veckningar torde föreligga. I fält har lagret följts 400 m. Dess vidare utsträckning åt öster är ännu ej undersökt, av magnetiska kartan framgår emellertid, att det fortsätter ytterligare åt detta håll. Vid den nu pågående, 1902 påbörjade gruvbrytningen har man nedgått i ett schakt i malmströket i dess mellersta del. Största 1922 uppnådda djupet är 196 m. Den hälleflintbergart, som anträffats i gruvan, är en röd eller något grönaktig, natronextrem sådan. Ett undersökt prov, taget å varpen, är redan tidigare (sid. 150)

beskrivet såsom en natronextrem, strökornsrik kvartsporfyr. I ett annat undersökt prov utgöres bergarten av en strökornsrik hälleflinta utan spår av de grundmassestrukturer, som den förra visar. Bergarten innehåller kvarts och albit som strökorn.

Den förhärskande komponenten i malmströket utgöres av skarn. I detsamma förekommer malmen med en oregelbunden fördelning, än ansamlad i kompaktare linser eller körtlar, än spridd som mindre partier eller klumpar. Förutom malm förekommer även kalksten, likaledes såsom klumpformiga partier eller i mer spridd fördelning i skarnet. Enligt uppgift av Ing. ALARIK har även malm anträffats i kalksten, dock i obetydlig mängd. I skarn-malm-ströket förekommer slutligen även hälleflinta. Densamma synes här ha bildat större massiva strök eller partier. En randig fördelning av komponenterna av det slag, som beskrivits från Finnberget torde ej ha förefunnits. Det är emellertid svårt att av de föreliggande fakta sluta sig till, i vad mån de förefintliga hälleflintpartierna kunna vara inveckade delar av sidostenen eller ha bildat verkliga lager. Ett utredande av tektoniken i ströket försvåras av ett ännu otillräckligt antal och alltför korta tvärorter.

I fältets östra del har man flerstädes anträffat grönsten. Densamma har på olika nivåer ett olikartat uppträdande. I de högre delarna av gruvan (90 m nivå) bildar den i östra änden en större, genombruten massa, som i V med sneda kontakter avskär skarn-malmbildningarna. På djupare nivå (135 m) har grönstenen befunnits bilda tvenne partier, varav det västra har formen av en 8 m bred gång, som genomtvärar malm och skarn. Vid undersökning av gången fann författaren, att densamma utmed kontakterna blir tät, och att glidplan saknas. I de s. k. Wachtmeister- och Hagmalmerna (V om profillinjen och vid siffran 134,9 å mellersta nivån, tavl. 2) har malmen befunnits genomsatt av ett flertal, 5 dm—1,5 m breda gångar med flackt mot norr fallande stupning. Gångarna ha skarpa kontakter och i undersökta slipprov visa de sig här ha täta stelningsstrukturer. Å 167 m nivå har förutom en grönstensgång anträffats ett gångartat parti av albitsyenit (se tavl. 2), svarande i komposition mot de med grönstenarna associerade, acida utsöndringarna (sid. 212). Av speciellt intresse äro slutligen de i komposition likartade, 2—3 mm breda albitränder, som anträffats utmed gränserna av gångarna i Hagmalmen. Dessa ränder utgöras av rena albitaggregat, eller albitaggregat med något inblandat hornblände. I aggregaten har albiten delvis en trakytoidal anordning med listernas längdriktning liggande parallellt med kontakten. Mot grönstenen ha albitaggregaten vaga gränser, och i själva grönstenen förekomma albitrikare delar, omgivna av hornbländerikare bergart.

Däremot är gränsen mot malm-skarn skarpare. Just utmed denna gräns och något utanför densamma äro i ett undersökt slipprov ett flertal grova, idiomorfa ortitindivider utvecklade i det malmrika hornbländeskarnet. Ortitens bildning ur lösningar, som tillförts genom grönstensmagman, är sålunda uppenbar.[1]

Åtskilliga skölar ha vid brytningen anträffats, dock utan att några förskjutningar utmed desamma kunnat påvisas.

Den i fältet uppträdande malmen är en tät-finkornig svartmalm. I slipprov innehåller den i växlande mängd såsom gångart samma mineral, som förekomma i skarnet (pyroxen, hornblände, något epidot och kalkspat). I ett slipprov har dessutom något albit iakttagits. Den kemiska sammansättningen framgår av nedanstående analys, ett genomsnitt av 8 st. sinsemellan likartade generalprovsanalyser. Under 1 a är gångartens sammansättning, beräknad på 100, återgiven.

	1.	1 a.
Fe_3O_4	77,38	
SiO_2O	9,18	41,60
Al_2O_3	1,67	7,57
FeO	1,65	7,30
MnO	0,08	0,36
MgO	1,62	7,34
CaO	5,14	23,11
P_2O_5	0,025	
S	0,018	
gl. f.	2,81	12,73
	99,573	100,01

Sammansättningen av gångarten skiljer sig från den i Finnberget genom en väsentligt högre MgO-halt, vilket även svarar mot skarnmineralens nedan beskrivna egenskaper. Malmen är tillfälligtvis ganska rik på pyrit. Även apatit kan någon gång uppträda i rikligare mängd.

Skarnet utgöres av ett tätt — något grövre pyroxen-amfibol- eller amfibolskarn. Den mest förhärskande typen synes representeras av ett pyroxenförande tämligen ljusgrönt skarn. Dessutom förekomma mörkare, vanligen tätare skarnvarieteter, i vilka enbart hornblände är närvarande. Strukturen hos det pyroxenförande skarnet är massformig, hos amfibolskarnet ofta stängligt skiffrig. Förutom dessa skarnvarieteter förekommer i mindre mängd även granatförande sådana, innehållande en brun eller gulaktigt rödbrun granat, sannolikt andradit.

[1] På dessa av albiträndер kantade grönstensgångar uppmärksamgjordes förf. genom prover, insända av Ing. ALARIK.

Genom riklig anhopning av densamma kan nästan rent granatskarn alstras.

I slipprov av pyroxenförande skarn består detsamma övervägande av en färglös, diopsidisk augit ($c : \gamma = 40 - 42°$, $\gamma - \alpha = 0{,}026$ à $0{,}030$, $2V_\alpha$ c:a 60°), fördelad i regellöst utbildade aggregat. Härtill kommer sekundärt ur diopsiden bildad, blågrön amfibol, oregelbundet fördelad och sparsamt närvarande kalkspat samt korn och klumpar av magnetit. Den nybildade amfibolen är en blågrön sådan med måttligt hög halt av FeO (absorption måttligt stark, $2V_\alpha$ c:a 60° och större). Den bildar bårder kring diopsiden eller fibrösa, mindre, oregelbundna eller prismatiskt formade, fria individer. Längs en kalkspatfylld rand, utmed vilken hornbländeombildningen är kraftigare, växa individerna ut till större, kompaktare prismor.

I ett slipprov av ett tätt hornbländeskarn visar sig detsamma vara rikligare kalkspatförande. Hornbländet — ett ljust, blågrönt, aktinolitiskt sådant med oregelbundet fördelade, starkare färgade fläckar — är utbildat i form av fibrösa, något skiffrigt anordnade, prismatiska eller oregelbundet formade individer, mellanlagrade av kalkspat. Magnetit är som vanligt närvarande som oregelbundet spridda eller i klumpar anhopade kristaller. I detta slipprov förekommer dessutom en samling av relativt grova individer av brun ortit, som enligt erfarenheterna från grönstensgångarna i Hagmalmen torde ha bildats under medverkan av lösningar från de intrusiva grönstenarna efter malmens och skarnets bildning.

Till de omnämnda mineralen i skarnet kommer ytterligare epidot, som kan uppträda i form av ränder eller i körtlar av grovspatig kalk. Även kvarts eller kvarts och kalkspat ha iakttagits som mindre körtlar i hornbländeskarn. Omkring kvarts-kalkspatkörtlarna är kornstorleken relativt grov och i körtlarna kan man finna inskjutande kristaller av epidot och granat. Dessa körtlar torde representera utfyllda drusrum.

Pyrit är i skarnet liksom i malmen oregelbundet, ibland ganska rikligt fördelad. Däremot synes vid Sirsjöberget kopparkis saknas.

Skarnets relationer gentemot kalksten och hälleflinta äro sinsemellan likartade. Gentemot bådadera kan gränsen vara ganska skarp, ofta är den sekundärt skärpt genom utbildandet av glidytor. Såväl i kalk som hälleflinta förekommer emellertid även en spridning av skarn, därvid detsamma utbildats i oregelbundna ådror och partier, alstrande skarnbreccior. Dessa breccior kunna vara massformiga, i andra fall äro de stängligt deformerade. I slipprov av en dylik hälleflintbreccia består hälleflintan av en kvartsfri albitbergart av grövre kornighet än normalt. Delvis granulerade strökorn av albit restera. Bergarten

innehåller dessutom ovanligt rikligt med titanit. Skarnet utgöres av fibröst hornblände av nyss beskrivet slag, vartill kommer något kalkspat, samt oregelbundet strödda kristaller av magnetit. Även i skarnådrorna förekomma små korn av titanit. I en undersökt kalk-skarnbreccia har kalken likaledes en grövre kornighet än vanligt. Det dominerande skarnmineralet utgöres av ett aktinolitiskt, ljust blågrönt hornblände. Härtill kommer i detta prov något epidot (järnrik) samt enstaka blad av ljusgrön, penninartad klorit, säkerligen en omvandlingsprodukt från biotit.

Skarnets och malmens inbördes relationer äro redan berörda. Sammanfattande kan sägas, att magnetit förekommer överallt i skarnet med oregelbunden fördelning, även i brecciornas randligt utlöpande strimmor. Däremot torde ingenstädes malm vara bildad direkt i hälleflinta och även i kalken torde malmen alltid åtföljas av något skarn. Malm och skarn äro tydligtvis samtidiga bildningar.

Av det skarnförande lagrets utbildning och konsistens framgår, att inom dess område tidigare ett större kalklager förelegat, vilket blivit till större delen förskarnat. Samtidigt har även omgivande och eventuellt sparsamt inlagrad hälleflinta på samma sätt förskarnats. Vilka ämnen, som härvid tillförts, är utan kännedom om den tidigare kalkstenens kvantitet och sammansättning och utan större analysmaterial å skarnbildningarna, ej möjligt att avgöra. Liksom vid Finnberget måste dock antagas, att den huvudsakliga delen av malmens och skarnets järnhalt ej tidigare funnits å platsen. Möjligen har även MgO ej förefunnits i tillräcklig mängd för den rikliga skarnbildningen. Små kvantiteter svavel, sannolikt även något titan ha ytterligare tillkommit. Kvartshalten är i skarn och malm obetydlig. I betraktande av den rikliga skarnsilikatbildningen är det dock ofrånkomligt att antaga, det även SiO_2 innehållits i de malmbildande lösningarna. Vid skarnbildningen har emellertid denna substans tagits ej blott från förskarnade delar av hälleflintan utan även från sådana, där skarnbildningen blott är partiell. Detta utvisas av den kvartsfria kompositionen i de resterande delarna i skarnbrecciorna. Denna kvartsfria sammansättning har författaren även återfunnit i en likartad skarnbreccia vid Järnåsgruvan (se nästa kapitel).

Kemiskt föreligger mellan Sirsjöberget och Finnberget den skillnaden, att i det förra fältet skarn och gångart äro fattigare på FeO och rikare på MgO. Även är Al_2O_3-halten i Finnberget avsevärt högre. Vidare är i Finnberget kvarts allmänt förhanden i avsevärd mängd. Detta mineral förekommer i Sirsjöfältet i mycket underordnad kvantitet. Det har med undantag för de nämnda drusartade körtlarna överhuvudtaget ej anträffats i malm och skarn. Med rikedomen på

Al_2O_3 i skarnmaterialet i Finnberget sammanhänger uppträdandet av biotit-kloritskarn här. Denna högre Al_2O_3-halt i Finnberget kan förmodas bero på den i jämförelse med Sirsjöberget mindre kvantiteten av bildat skarn och en proportionsvis starkare förträngning av hälleflinta, underlättad genom inlagringen av mindre hälleflintband i malmströket.

I Sirsjöberget utgöres huvudmassan av skarnet av pyroxen och därur nybildad amfibol. I det homogena amfibolskarnet är det givetvis svårt att avgöra, huruvida pyroxen förelegat. Att en omvandling skett, antydes emellertid av den fibrösa och fläckvis Fe-rikare konsistensen hos hornbländet. Omvandlingen kan tänkas ha skett från diopsid eller aktinolit. Att det senare mineralet funnits primärt, har redan framhållits som sannolikt. Även i Sirsjöberget torde omvandlingen i skarnet ha varit förenad med något upptagande av järnoxidulmolekyler.

För studium av de övriga gruvfälten i området är man hänvisad till varpen och gruvöppningarna samt de upplysningar, som stå att få av förefintliga gruvkartor. Då de gjorda erfarenheterna i de olika fallen äro likartade med de redan beskrivna förhållandena, skulle ett närmare ingående på desamma innebära en upprepning och har ansetts överflödig. De allmänna förhållandena i Sikbergs- och Högbornsfälten (inkl. Holmgruvorna) äro sammanställda i B. SANTESSONS arbete över malmförekomsterna i norra delen av Örebro län.[1] Ytterligare uppgifter angående Tappberget och Björnhöjdsgruvorna återfinnas i F. TEGENGRENS sid. 276 refererade sammanställning. Till SANTESSONS beskrivning av Sikbergsfältet må den kompletterande anmärkningen fogas, att i den såsom skarn angivna massan, i vilken malmerna ligga, även ingå grönstensgångar, vilka ej å gruvkartorna utskilts. Förhållandena torde f. ö. i princip ha varit likartade med dem i Sirsjöberget. Dock synes malmen ha varit bättre ansamlad i brant stående, något platta, kolv-liknande massor. I ett undersökt skarnprov bestod detsamma av ett något fibröst, färglöst, i de centrala delarna svagt blågrönt färgat, aktinolitiskt hornblände med kalkspat såsom utfyllnad i mellanrummen mellan individerna samt innehållande enstaka magnetitkristaller. De av SANTESSON anförda analyserna utvisa även, att gångarten varit betydligt MgO-rikare än både i Finnberget och Sirsjöberget (jmf. n:o 1 a i sammanställningen sid. 293). Ett undersökt prov av hälleflinta från varpen visar en natron-

[1] S. G. U. Ser. Bb, n:o 4.

extrem bergart med relativt riklig kvantitet av kvarts- och albitströkorn.

I Högbornsfältet har malmströket haft en synnerligen stor uthållighet. Från Stollgruvan i S till Återvändsgruvan i N bilda gruvorna Ö om grönstenen på 1,100 m längd en praktiskt taget kontinuerlig, ett par — max. 20 m bred dagöppning. Malmströkenas å båda sidor om grönstenen likartat återkommande, omedelbart intill densamma angränsande läge liksom tektoniken i övrigt gör det i hög grad sannolikt, att båda ströken utgöra delar av samma, antiklinalt över grönstenen omböjda lager (jmf. tektoniska översikten sid. 25). Den upprepning av parallella gruvströk, som förefinnes på tre ställen torde bero på veckning av det malmförande lagret. I Tallåsgruvorna (V om N spetsen av Halvars-Noren), där det malmförande lagret är synligt, utgöres det av ett skarn-malmblandat kalkstenslager, i vilket hälleflintinlagringar restera. Denna konsistens av en mer eller mindre starkt förskarnad kalkbädd, hållande hälleflintinlagringar, torde ha varit allmänt rådande i malmlagret. Själva hälleflintan intill detsamma har i V gruvströket, där blottningar förekomma, befunnits ha en lagrad struktur. I skarn-kalkmassan har malmen bildat tunna, max. 2 m tjocka, lagerliknande linser, liggande i varandras fortsättning. Den skall i det östra malmlagret (om i SANTESSONS beskrivning även gruvorna N om Återvändsgruvan avses, är dock ovisst) ha varit uppdelad i tvenne paralleller, av vilka än den ena, än den andra varit givande. Dessa paralleller ha längst i S endast varit åtskilda av lagerart, längre i N även av hälleflinta. Det är av förhållandena omöjligt avgöra, i vad mån veckning kan ha influerat på denna malmens fördelning, och i vad mån schematisering kan föreligga. Gångartens sammansättning är aluminiumfattigare än i Sirsjöberget, men i övrigt mycket lik den där föreliggande (jmf. n:o 2 a sid. 293). I varpen består skarnet av hornblände- och kloritskarn. I slipprov av det förra utgöres hornbländet av ett fibröst, tämligen starkt grönblått färgat, vanligt hornblände med ljusare, nästan färglösa fläckar. Dessutom förefinnas kalkspat, ganska rikligt med epidot samt kristaller och klumpar av magnetit. Amfibolen är tydligtvis en omvandlingsprodukt. I de starkast färgade delarna uppgår axelvinkeln till c:a 60°. Kloritskarnet har ej undersökts.

Högbornsfältets malmer ha tidigare påkallat geologernas intresse på grund av sitt läge utmed grönstenskontakten.[1] Malmen och skarnet äro emellertid i sitt uppträdande och sin sammansättning så överensstämmande med fältets övriga skarnmalmsförekomster, att samma

[1] G. F. F. 16, sid. 140.

genesis som för dessa måste förutsättas. Läget utmed grönstensgränsen torde därför få anses såsom en tillfällighet, beroende på, att grönstensmagman vid sin intrusion följt lagerplanet.

För fullständighetens skull har nedan en sammanställning gjorts av analyser samt därur beräknad gångart (undre tabellen) från de båda sistnämnda fälten och trenne av de större övriga gruvfälten, från vilka analytiska data föreligga. Under A och B har gångarten från Finnberget (genomsnittsanalysen) och från Sirsjöberget upprepats.

	1.	2.	3.	4.	5.
Fe_3O_4	73,33	69,15	59,43	78,90	60,65
SiO_2	5,45	13,80	17,04	11,80	16,87
Al_2O_3	1,62	1,59	1,20	2,21	4,37
FeO	1,66	3,73	4,97		4,39
MnO	0,08	0,16	0,08	0,46	0,16
MgO	3,20	3,95	2,27	2,74	1,25
CaO	7,69	5,14	7,92	3,98	6,60
gl. f.	6,49	2,32	5,80	0,20	4,58
P_2O_5	0,016	0,022	0,023	0,206	0,037
S	0,06	0,01	0,057	0,033	0,143
	99,596	99,872	98,790	100,529	99,050

	1 a.	2 a.	3 a.	4 a.	5 a.	A	B
SiO_2	20,95	45,05	43,44	55,79	44,37	37,15	41,60
Al_2O_3	6,23	5,19	3,06	10,45	11,49	7,01	7,57
FeO	5,84	12,11	12,62		11,15	6,62	7,30
MnO	0,31	0,52	0,20	2,18	0,42	0,28	0,36
MgO	12,30	12,90	5,79	12,96	3,29	1,49	7,34
CaO	29,41	16,65	20,11	17,68	17,25	27,76	23,11
gl. f.	24,95	7,57	14,79	0,95	12,05	19,69	12,73
	99,99	99,99	100,01	100,01	100,02	100,00	100,01

1. Sikberget, medeltal, Storgruvemalmen. (S. G. U. Ser. Bb, n:o 4, sid. 124.)

2. Högbornsfältet, medeltal. (Ibid. sid. 130.)

3. Björnkärrsgruvan, anal. A. BERGSTRÖM, Hällefors lab. 1912.

4. Björnhöjdsgruvan, medeltal av n:o 24—26 i Järnkontorets analyssamling av 1906, sid. 98.

5. Tappberget, medeltal av n:o 5—7 i Järnkontorets analyssamling av 1906, sid. 84, samt av en senare analys av F. W. HJULSTRÖM, Långban. I de i övrigt likartade, men FeO-fria eller Fe_2O_3-förande analyserna n:o 3, 4 och 8 (Hälltjärnsfältet) torde blodsten finnas i malmen, varför gångartens sammansättning blir osäker.

Tabellen visar, att malmerna i de olika förekomsterna ha att uppvisa en del växlingar, av vilka de mest anmärkningsvärda äro variationerna i proportionen FeO : MgO. I stort sett äro malmerna dock ganska likartade och representera en i allmänhet engående typ. De hålla vidare övervägande en ganska avsevärd kvantitet av FeO i gångarten.

Från de övriga förekomsterna skiljer sig Björnhöjden genom sin relativt betydande MnO-halt och genom den obetydliga glödgningsförlusten.[1] Det sistnämnda torde bero på kontaktinverkan från den närbelägna graniten. Gruvans exakta läge i förhållande till granitgränsen kan i brist på blottningar ej bestämmas. Malm och skarn bilda ett i NO—SV strykande lager, som i nordöstra änden på 120—170 m nivå avskurits av en oregelbunden, brant mot SV stupande granitinjektion. Malm och skarn ha dessutom varit rika på breccierande små granitgångar. De visa tydlig omkristallisation. Den i analysen förefintliga bristen på FeO-överskott antyder någon blodstenshalt i malmen.

Manganrika kalk-skarnmalmer.

De manganrika kalk-skarnmalmerna äro i sitt uppträdande bundna till kalirika hälleflintor. Deras utbredningsområde är därför den övre hälleflintetagen. Ett möjligt undantag härifrån utgör endast den lilla förekomsten vid Skåln, som är belägen i det stora kalklagret härstädes. Som emellertid inga blottningar finnas i det område, som omslutes av de sannolikt samhöriga kalkerna vid Långnäset, Skåln och Jagåsfallet, är det ej möjligt avgöra kalklagrets läge närmare, än att det måste ligga nära intill gränsen mellan de båda etagerna. Även i varpen saknas ur gruvan upptagen hälleflinta.[2] Den vid Halvtrons södra strand belägna Sjögruvan antogs länge av författaren ligga i den undre etagen. I och med den noggrannare karteringen av trakten N om Norstorp och följandet i block och hällar av det av kalirik, delvis skifferartad hälleflinta flankerade kalkbandet härstädes blev det emellertid tydligt, att en skålbildning av i den tektoniska översikten angiven art måste föreligga.

Av de till den manganrika gruppen hörande malmerna äro de flesta belägna i kalklager nära intill den övre etagens bottengräns. Högre upp i etagen uppträda Brunsjögruvan samt en mindre skärpning NO därom (Gambettagruvan vid Jokumstorp N om Hälltorp). Deras stra-

[1] I tvenne av analyserna är ingen gl. f. angiven, i en angives 0,60 % H_2O.

[2] Enligt Ing. ALARIK utgöres å varpen förefintlig hälleflinta av delar av lösa block, utsprängda i en närbelägen åker.

tigrafiska nivå torde vara ganska högt belägen. Ett ännu högre läge intaga skärpningarna å Sundsudden, vilka möjligen äro att hänföra till denna grupp.

Malmernas i varpen eller gruvöppningarna synliga sidosten utgöres tämligen genomgående av kalirik, vanligen sericitskiffrig, grågul eller mörkare hälleflinta med eller utan strökorn av kvarts. I undersökta prov från Brunsjögruvan och Sjögruvan visar sig bergarten vara fullständigt överförd i kvarts och sericit. Vid Brunsjögruvan, där denna starkt omvandlade bergartsfacies har en större utbredning omkring gruvan, i N upp mot Brunsjön, har bergarten tidigare felaktigt karterats som skiffer. Vid Järnåsgruvan förekommer i varpen utom likartad hälleflinta en röd, skarnbreccierad, ganska grovt kornig hälleflintbergart. Densamma har vid mikroskopisk undersökning visat sig nästan enbart bestå av mikroklin. Sidostenen vid Ö. Silvergruvan utgöres, såsom analys n:o IX och slipprovsbeskrivningen (sid. 120) visa, av en extremt kalirik, partiellt sericitomvandlad, fragmentrik hälleflinta. Å Sundsudden anstår malmen i gråvackebergarter, som enligt LINDROTH äro rika på albitfragment. Något prov från sidostenen till malmlagren har av författaren ej undersökts, men Sundsuddens gråvackor föra övervägande albit som fragment. Dessa små skärpningar skulle sålunda utgöra det enda kända exemplet från fältet på Mn-rika malmbildningar, inlagrade i albitrik bergart.

De till gruppen hörande förekomsterna äro följande: Brunsjögruvan, Sjögruvan, Kextjärnsgruvan, Järnåsgruvan, Östra Silvergruvan, de små gruvorna vid Skåln, Jokumstorp och Finnhult samt skärpningarna å Sundsudden. Förutom dessa och Högbornsfältet har sig författaren blott tvenne små järnmalmsfyndigheter i den övre etagen bekanta, den s. k. Trulsgruvan N om Lönnhöjden (SV om Älvestorp) samt en obetydlig skärpning å kalkmalm V invid Västgötetorp. Några analyser från desamma föreligga ej.[1]

Samtliga de nämnda förekomsterna äro små. Den största är Brunsjögruvan. Vid densamma uppgick brytningen under tiden 1845—94 enligt en sammanställning av Ing. ALARIK till 23,228 ton. Den sist brutna, till gruppen hörande gruvan är Järnåsgruvan, i vilken arbetet nedlades 1900.

Förekomstsättet av malmerna är i samtliga fallen likartat, såtillvida som malmerna överallt förekomma i kalklager eller i kalirika bergartslager. I de manganrikaste fyndigheterna äro vidare malmerna ba-

[1] Den av L. J. IGELSTRÖM omnämnda tefroitförande blodstenen vid Långviken torde vara identisk med den redan beskrivna sedimentmalmen från detta ställe. Den innehar samma läge som angives av IGELSTRÖM och vid sökande å platsen har förf. ytterligare blott funnit en helt obetydlig sprängning å vanlig grönskarnmalm c:a 200 m N om skärpningen.

siska och ha därför och på grund av sin manganhalt varit värderade som blandmalmer vid tillverkning av Mn-haltigt tackjärn. F. ö. variera förhållandena beträffande sammansättning och mineralspecies i gångart och skarn högst väsentligt. FeO-halten i det senare är i allmänhet relativt hög, dock synes den sällan vara nämnvärt högre än i de manganfattiga skarnmalmerna. MgO-halten i gångart och skarn är lika hög som i dessa eller högre. Den viktigaste skillnaden gentemot skarnmalmerna blir därför den högre, delvis mycket höga MnO-kvantiteten, samt den med hög Mn-halt kombinerade låga SiO-halten. I de relativt Mn-fattigare, nedan såsom »övergångsartade» betecknade malmerna är däremot SiO_2-halten högre och likartad med den i den undre etagens Mn-fattiga skarnmalmer. Blodsten synes förekomma i vissa av de Mn-fattigare malmerna. Likaså är den associerad med hausmannit-braunitmalmen i Sjögruvan. F. ö. är ren magnetitmalm förhärskande. Vid närvaro av blodsten blir det givetvis omöjligt, att ur malmanalysen beräkna den i gångarten bundna FeO-kvantiteten.

Någon skarp gräns mellan de manganrikare malmerna och de Mn-fattiga skarnmalmerna i den undre etagen kan ej sägas förekomma. Sålunda är Mn-halten i vissa av de anförda gruvorna (Skålgruvan, Gambettagruvan) ganska ringa (2,19 och 1,25 %). Ett ytterligare mellanled utgör den till föregående grupp förda Björnhöjdsgruvan (MnO = 0,46 %). I den blodsten, som åtföljer Sjögruvans hausmannitmalm uppgår MnO-kvantiteten blott till 0,32 %.

Efter kvantiteten av MnO och samtidigt växlande sammansättning av malm och gångart kan man skilja mellan tre grupper:

1) Den Mn-rikaste gruppen, *hausmannit-braunitmalm*, här betecknad såsom *Mn-oxidmalm*. Densamma representeras endast av Sjögruvans manganmalm. Det karakteristiska gångartsmineralet i denna typ är tefroit.

2) *Mn-rik magnetitmalm*. Manganen ingår här i gångarten. Karakteristiska silikatiska gångartsmineral äro knebelitartad olivin och grünerit-cummingtonitartat hornblände. Mn-karbonathalten i de i malmen förekommande karbonaterna är hög, $FeCO_3$-halten samtidigt relativt låg. Hit höra Brunsjögruvan och Östra Silvergruvan. Hit höra även fyndigheterna på Sundsudden, försåvitt malmen här är av metasomatiskt bildningssätt.

3) *Relativt Mn-fattiga malmer*. Denna typ representeras av de återstående fyndigheterna. I desamma äro förhållandena mer likartade med dem i den undre zonens skarnmalmer med Ca-förande amfiboler och pyroxener såsom förhärskande skarn- och gångartsmineral.

Grupp 1 motsvaras av de flerstädes i Filipstads Bergslag uppträdande, delvis större hausmannit-braunitförekomsterna (Långban, Pajs-

berg, Nordmarken, Jakobsberg, Harstigen). Karakteristiskt för samtliga dessa malmer är den bekanta, med malmen kombinerade mineralassociationen av arsenik-antimonmineral, i vilka de båda ämnena ingå som syror, samt uppträdandet av bly- och bariummineral. Gruppen n:o 2 kan sägas motsvara Dannemoratypen. Även här ingå paragenetiskt arsenik- och blymineral, dock tillsammans med Fe- och Cu-sulfider i sulfidform. Gruppen n:o 3 har tidigare ej utskilts såsom någon skild malmtyp. Den representerar ett övergångsled till de normala skarnmalmerna.

I den mån det ansetts nödvändigt för belysandet av de allmänna och lokala förhållandena ha i det följande kortfattade sammanställningar rörande de viktigare gruvorna lämnats. Det må emellertid förutskickas den anmärkningen, att de upplysningar som f. n. stå att få angående malmernas och skarnets uppträdande och fördelning i kalkstenarna äro ganska knapphändiga.

Sjögruvan. Rörande denna gruva är man i huvudsak hänvisad till L. J. IGELSTRÖMS kortfattade beskrivning[1] samt till de talrika av denna intresserade mineralog lämnade mineralogiska notiserna.[2] Gruvan bröts, som bekant, av honom. Malmen uppträdde i en kalksten. Den bestod av tvenne, sida vid sida liggande, 30° åt S stupande lager, det ena 4—5 m mäktigt, representerande en malm av braunit och hausmannit, inblandad med tefroit och rodonit. Denna malm betecknas såsom rik. I densamma uppträdde As-,Sb-,Pb- och Ba-mineralen. Det andra lagret utgjordes av en blandad järnglans-magnetit-malm, som betecknas såsom fattig och kalk-skarnblandad. Hela malmbredden uppgives till 8—9 m. Sannolikt få de angivna måtten betraktas som maximimått. Av IGELSTRÖMS mineralnotiser synes framgå, att arsenik-antimonmineralen i allmänhet uppträdde på klyftytor och kalkspatsprickor och alltså äro yngre än själva malmskarnbildningen.[3] Angående xantoarseniten säges dock, att den förekommer direkt i hausmannit (anf. arbete i Neues Jahrbuch). Av en sammanställning av G. AMINOFF rörande de motsvarande Långbanmineralens paragenetiska förhållanden, framgår emellertid, att någon gräns mellan malm-skarn- och mineralbildning ej kan uppdragas.[4]

---

[1] Neues Jahrb. 1887, II, sid. 8.

[2] En sammanställning av IGELSTRÖMS arbeten finnes i den av A. HAMBERG författade nekrologen, G. F. F. *19*, sid. 503—8.

[3] Denna åsikt i extrem form har senare framställts av H. SJÖGREN rörande Långbansmineralen (G. F. F. *32*, sid. 1323). Denna förf. synes uppfatta mineralbildningen i sprickorna såsom ej tillhörande malmbildningsperioden, utan såsom en helt senare, lateralsekretionsartad process, orsakad av från dagytan härstammande vatten.

[4] G. F. F. *40*, sid. 535.

Följande mineral ha av IGELSTRÖM beskrivits eller omnämnts från Sjögruvan:

Arsenikföreningar: Polyarsenit (= Sarkinit, $[MnO]_4\ As_2O_5\ H_2O$), pleurasit (Fe-, Mn-arsenat, H_2O- och Cl-halt.), sjögruvit (Mn-arsenat, något Pb-halt.), kloroarsenian (Mn-arsenat), älvstorpit (Mn-arsenat, H_2O-halt.), xantoarsenit (Mn-arsenat med något MgO, FeO och CaO, H_2O-halt., $Sb_2O_5 = 1-3$ %), pyroarsenit (Ca- Mn-Mg-arsenat med något Sb_2O_5), rodoarsenian (Mn-Ca-Mg-arsenat, H_2O halt.), Ekdemit? (Cl-halt. Pb-arsenit), Arseniopleit (Mn-Ca-Mg-Fe_2O_3-Pb-arsenat, H_2O-halt.), pleonektit (Cl-halt. Pb-arsenat, något Sb_2O_5).

Antimonföreningar: Hämatostibiit (Mn-Fe-antimonat med något CaO och MgO), stibiatil (Mn_2O_3- FeO-antimonat), långbanit? ($m\ Sb_2O_3 + n\ Fe_2O_3 + p\ \overset{II\ IV}{R}\overset{II}{R}O_3$; R = Mn, Ca, Mg, R = Mn, Si), ferrostibian (Mn-Fe-antimonat), basiliit (basiskt antimonat av Mn_2O_3 med något H_2O), melanostibian ($[MnO, FeO]_6 \cdot Sb_2O_3$), lamprostibian (Fe-rik melanostibian), kondrostibian ($3[Mn\ Fe]_2\ O \cdot Sb_2\ (As_2)\ O_5 + 10\ H_2O$, närstående basiliit och ferrostibian), magnetostibian (Fe-Mn-antimonat med Fe_2O_3 och något As_2O_5).

Silikater: Tefroit, rodonit, Ba-rik kalifältspat, granat, manganofyll, neotokit, neotesit (omvandlingsprodukt ur tefroit), friedelit.

Härtill komma malmmineralen hausmannit, braunit, järnglans och magnetit, vidare kvarts och (sällsynt) järnkisel, vilken senare torde ha åtföljt blodstenen. Ytterligare ha anträffats pyrokroit, plumboferrit, ged. bly och tungspat. Pyrit och blyglans angivas såsom sällsynta. I järnglansgångar i skarn påvisades på kemisk väg förekomsten av molybden, spektroskopiskt även tallium. I själva blodstensmalmen var däremot molybden närvarande i mycket minimal kvantitet. Formen för molybdenens förekomstsätt kunde ej bestämmas närmare, än att den ej var bunden vid svavel i molybdenglans.

Till denna sammanställning må dock fogas den av HAMBERG tidigare gjorda anmärkningen, att en stor del av de många av IGELSTRÖM uppkallade mineralen tarva en ny och fullständigare undersökning, innan det kan tagas för avgjort, att nya och självständiga species föreligga.

Av de tillgängliga analyserna å Sjögruvemalm ha under 1 en analys på manganmalm och under 2 en analys på rik blodsten återgivits. Övriga analyser (en analys i gruvarkivet, Sikfors, en analys i Järnkontorets analyssamling av 1896, sid. 84, n:o 16) torde ej representera rena malmtyper. Båda analyserna äro utförda av TH. NORELIUS, (analys n:o 1 har ställts till förf:s förfogande av Bergsingenjör ALARIK beträffande n:o 2 se Järnkontorets analyssamling, anf. sid. n:o 14—15).

	1	2	2 a
Fe_3O_4		23,30	
Fn_2O_3	1,75	65,66	
SiO_2	9,80	6,09	53,85
Al_2O_3	1,10	1,58	13,97
FeO	—	—	—
MnO	58,50	0,32	2,83
MgO	1,59	0,85	7,52
CaO	12,00	1,72	15,03
gl. f.	14,50	0,77	6,81
P_2O_5	0,106	0,016	100,01
S	0,077	0,011	
	99,426[1]	100,317	

Ur analys 1 låter sig beräknas en kvantitet av obunden MnO av 29,78. Därvid har hela gl. f. räknats som CO_2. Karbonatet utgöres huvudsakligen av kalkspat (21,29 %). $MnCO_3$ och $MgCO_3$ bli max. 8,96 och 3,34, varvid för ren tefroit erhålles en siffra av 32,99 %. Vid beräkningen har hela kvantiteten Fe_2O_3 antagits utgöra blodsten och Al_2O_3 försummats. Detta liksom den omständigheten, att MgO torde ingå i olivinen, gör beräkningen osäker. Siffrorna angiva blott tillnärmelsevärden. Olivinens maximala forsterithalt utgör 12 mol. %.

Tilläggas må, att malmen enligt uppgift av IGELSTRÖM innehöll blott några få procent SiO_2 och en ringa mängd $CaCO_3$, vilket senare ej väl stämmer med det i analysen funna förhållandet.

I ett slipprov av manganmalm utgöres densamma av hausmannit, karbonat och olivin. Härtill komma färglösa, lågt dubbelbrytande korn av samma utbildningsform som olivinen, ibland delvis substituerade av bastitliknande, fibrösa massor. Dylika trådiga partier äro även någon gång utvecklade i karbonatet. Malmen är i finkornig form blandad med olivin och karbonat. Fördelningen är något ojämn, i det mer grovspatiga, malm- och olivinfria partier förekomma i den malm- och olivinrika massan. Av malmen äro de finare kornen vid stark belysning och stark förstoring rödbrunt genomlysande, de grövre svarta eller blott genomlysande i kanterna. Som i de flesta fall den bruna färgen någonstädes utmed kanterna kommer till synes, är det sannolikt, att enbart hausmannit föreligger. Olivinen har en fingrynig, sällan grovkornigare utbildning. Axelvinkeln omkring α är stor. Den skattades av förf. efter axelbalkens krökning till mellan 70° och 80°. Enligt MAGNUSSONS diagram skulle denna axelvinkel i

[1] Häri 0,003 Cu.

tefroit-forsteritraden motsvara en blandning av 7—25 % forsterit. Malm-olivinblandningen genomsättes i preparatet av tydliga sprickränder fyllda av grövre kornig olivin. Dessa sprickor äro avbrutna och utplånade å sådana ställen, där rena, grövre spatiga karbonatpartier förekomma. Dessa partier ha sålunda utbildats efter malmens och olivinens bildning. Angående ordningsföljden för mineralen kan sålunda följande succession uppställas: Tidigast är hausmannit, efter densamma eller åtminstone med bildningstiden fortsättande efter densamma följer olivinen. I ett senare skede ha de grövre, homogena karbonatpartierna utbildats. Den omständigheten, att silikat och malm saknas i desamma, och att olivinen i de olivinfyllda sprickorna är bortelimineräd, tyder på, att en förträngning av dessa mineral skett i dessa partier.

I ett annat undersökt prov av manganmalmen skiljer sig densamma från det beskrivna genom en mindre riklig kvantitet av olivin, som här är helt omvandlad i isotropa pseudomorfoser, i vilka inlagringar av samma omvandlingsmineral som ovan förekomma. Som ett nytt silikat tillkommer en färglös glimmer med hög dubbelbrytning och enaxig, negativ karaktär. Sannolikt ingår analysens Al_2O_3-halt i dylik glimmer.

Från manganmalmen skiljer sig blodstensmalmen genom gångartens kvarts- och Al_2O_3-rikedom. I ett undersökt slipprov av ett prov från varpen består malmen av en rik blodsten med en underordnad kvantitet av magnetit. Som gångart uppträda i ringa mängd kvarts, karbonat samt grön biotit.

Angående relationerna mellan blodstens och manganmalm stå f. n. inga upplysningar att få. Blodstenens i gångarten ej oväsentliga Mn-halt talar emellertid för, att den är en med manganmalmen samhörig bildning. I de få bitar, som äro att se i varpen, utgöres malmen av en kompakt, finfjällig, skiffrig massa. Något som tyder på en sedimentär genesis förefinnes ej. Den skarpa uppdelningen i blodstens- och manganmalm i denna gruva, är samma företeelse, som möter oss i Långban (jmf. H. SJÖGRENS nyss ref. arbete), där de närmare omständigheterna beträffande de båda malmernas relationer bättre låta sig studeras.

Beträffande malmen i dess helhet må framhållas, att mineralparagenesen i densamma utesluter andra möjligheter än den av ett metasomatiskt-pneumatolytiskt bildningssätt.

Den omständigheten, att hausmannit-braunitmalm och blodstensmalm alltid följas åt, och att järnmalmen alltid till sin huvudmassa utgöres av blodsten, ej av magnetit, är ett förhållande av stort intresse. Detta förhållande möter oss endast i hausmannit-braunitmal-

merna, ej i den följande gruppen, där malmen utgöres av magnetit och manganen ingår i järnmalmens gångart och i skarnet. En annan omständighet beträffande hausmannit-braunitmalmerna, som också förtjänar att framhållas, är, att manganen i så ringa mängd ingått i karbonatform och att karbonatet övervägande består av kalkspat, vilket likaledes står i motsats till den följande gruppens malmer. Båda förhållandena, järnmalmens karaktär av blodsten och bristen på mangankarbonat i manganoxid-malmerna måste bero på en högre oxidationsgrad av malmsubstanserna i de malmförande lösningarna. Tillgången på syre har därvid verkat hindrande för manganens inträdande i större utsträckning i karbonat- och silikatbunden form. Den omständigheten, att silikatbildning och någon karbonatbildning skett visar dock, att syretillgången ej varit nog hög för att hålla hela mangankvantiteten vid ett högre oxidationsstadium.

Enligt en analys av IGELSTRÖM innehöll ett av honom analyserat prov av den kalksten, vari Sjögruvans malm är belägen, ej mindre än 7,7 % FeO.[1] Med anledning härav utfördes av G. ASSARSSON en analys å en stuff av brunvittrande kalksten tagen c:a 50 m N om gruvan. Analysen gav följande resultat:

Olöst	2,60	$CaCO_3$	52,14
I HCl löst SiO_2	0,09	$MgCO_3$	37,67
Al_2O_3	0,04	$FeCO_3$	5,41
Fe_2O_3	0,06	$MnCO_3$	2,56
FeO	3,36		97,78
MnO	1,57		
MgO	17,94		
CaO	29,20		
CO_2	45,20		
	100,06		

Analysen visar, att karbonatbergarten utgöres av en dolomit med ej ringa järn- och mangankarbonathalt, den förra dock väsentligt understigande IGELSTRÖMS siffra. Vid beräkningen uppstår en brist av 0,51 % CO_2, som åtminstone delvis beror på utlösning av föroreningar. I slipprov visa sig desamma bestå av fåtaliga magnetitkristaller och likaledes fåtaliga fjäll av blekbrun, delvis kloritomvandlad biotit.

Brunsjögruvan. Det kalklager, vari fyndigheten är belägen, är blottat vid vägen i ett par små blottningar c:a 35 m N om gruvöppningarna. Kalken erbjuder i sitt utseende intet anmärkningsvärt. Den

[1] Jmf. ref. analyser sid. 284 detta arbete.

torde ej vara i nämnvärd grad Mn- och Fe-haltig. Någon speciell undersökning av densamma har dock ej företagits. Malmens uppträdande i kalken framgår av profilerna fig. 61. Den bildade en linsformig, brant mot V stupande kaka som vid 91,6 m djup avsmalnade och utkilade. Enligt A. L:SON ALARIK utgjorde malmkroppen dock ej en enhetlig massa, utan var oregelbundet strim- eller klumpvis uppblandad med skarn. Gränsbergarten utgjordes på V (hängande) sidan av kalksten, på den östra (liggande) av omväxlande hälleflinta, skarn och kalksten. Enligt Gruvingenjör ALARIK LARSON, som 1894 gjorde en undersökning av gruvan, är beteckningen å gruvkartan utmed malmens södra gavel, där skarn och kalksten uppgivas, ej riktig, utan skulle här åtminstone delvis hälleflinta anstå. Nämnda person antager, att en förkastning avskurit malmen och förflyttat densamma åt SO (c:a 30 m).

Den i varpen förefintliga malmen utgöres delvis av en rik, svart sådan, delvis av en fattig kalkmalm, impregnerad av magnetit. Bådadera liksom alla komponenter i gruvvarpen beslå sig vid vittring med en svart Mn-hinna.

Malmens sammansättning framgår av nedanstående analyser, n:o 1 å rik malm (medeltal av 6 analyser), n:o 2 å fattig malm (anal. L. HAMMARSTRÖM, Kopparberg 1894).

	1	2	1 a	2 a
Fe_3O_4	56,10	37,26		
SiO_2	12,52	8,52	28,87	13,68
Al_2O_3	3,20	2,12	7,38	3,40
FeO	4,05	3,70	8,83	5,62
MnO	7,66	6,22	17,67	9,99
MgO	2,88	3,60	6,64	5,78
CaO	8,09	20,10	18,50	32,20
gl. f.	5,25	18,27	12,11	29,33
P_2O_5	0,045	0,032	100,00	100,00
S	0,205	0,176		
	100,000	99,998		

Den väsentliga skillnaden i gångarten är den i 2 a höga kvantiteten av karbonater och speciellt av $CaCO_3$ och den i motsvarande grad högre silikathalten i 1 a. Utbildningen av rik malm har sålunda gått parallellt med ökad silikatbildning i gångarten och förträngning av CaO. Ett anmärkningsvärt drag i gångarten är vidare den i förhållande till FeO-halten höga MnO-kvantiteten. Proportionerna mellan båda oxiderna är i båda analyserna likartad.

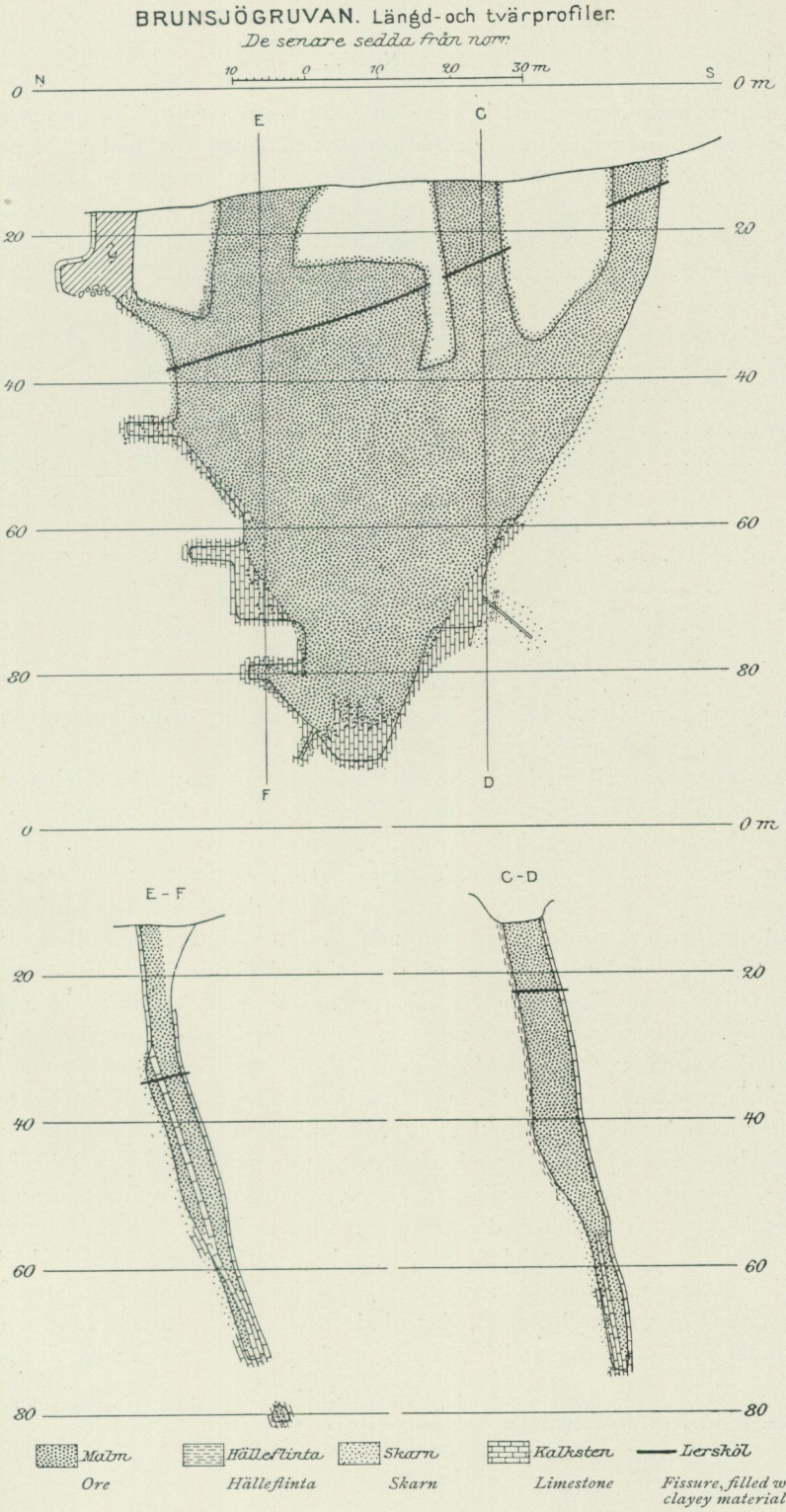


Fig. 61. *Vertical sections through the mine of Brunsjögruvan.*

Å en malmimpregnerad kalksten utfördes å Geologiska undersökningens laboratorium av G. ASSARSSON nedan anförda analys.[1] I preparatet av det analyserade provet utgöres detsamma av följande mineral: Karbonat, magnetit, fördelad i fina-grövre kristaller, ljusgrön klorit, få, små partier av ekmannit (se nedan) och av fibröst hornblände. Analysen gav följande resultat:

			ber. bergart	ber. karbonater
Olöst	27,46	$CaCO_3$	45,44	68,83
Fe_2O_3	4,41	$MgCO_3$	9,32	14,12
FeO	2,23	$FeCO_3$	0,40	0,61
MnO	6,70	$MnCO_3$	10,86	16,45
MgO	4,44		66,02	100,01
CaO	25,82	Fe_3O_4	6,40	
CO_2	29,18	Olöst	27,46	
S	—	Rest	0,37	
	100,24		100,25	

Av analysen framgår, att karbonatet i malmen är rikt på mangan men fattigt på järn. Den i gångarten bundna FeO-halten måste därför till huvudsaklig del vara silikatbunden.

I preparat av rik malm utgöres densamma av magnetit, olivin, amfibol samt karbonat, det sistnämnda i relativt obetydlig mängd. Olivinen har en svagt gulaktig färg. $2V_\alpha$ belöper sig till 52 à 55°. Detta kännetecknar såväl en Mg-fattig fayalit (forsterit = 5—10 %) som en knebelit (10—30 % fayalit). I anseende till den höga MnO-halten i analysgångarten, torde det sistnämnda vara det riktiga. Amfibolen är en färglös eller knappt märkbart gulaktigt pleokroitisk sådan, optiskt likartad med det längre ned från skarnet beskrivna, grüneritartade hornbländet. Mineralens anordning i malmen förtjäna ett omnämnande. Av desamma uppträder magnetiten i kompakta aggregat samt som spridda, grövre kristaller i gångartspartierna. I dessa bilda knebeliten och amfibolen grova individer, av vilka amfibolindividerna äro svampigt byggda och fyllda av karbonat. Karbonat är sällsynt i knebeliten, däremot är denna rikligt genomvuxen av fina, nybildade amfibolstänglar och erhåller därigenom ett grumligt utseende. Genom malmen dra tydliga sprickbildningar, fyllda av karbonat och de båda silikatmineralen. Man finner, huru knebelitindividerna kunna sträcka sig tvärs över en dylik rand, därvid de breda ut sig åt sidorna i densamma. Dessa förhållanden utvisa med tydlighet, att magnetitbild-

[1] Analysen utfördes medelst utlösning genom utspädd, varm saltsyra och bestämning i lösningen av oxiderna samt å ursprungliga provet av CO_2.

ningen är äldre än knebelit- och hornbländebildningen, eller att de båda senare mineralen åtminstone fortsatt att bildas efter det malmaggregaten förelegat färdiga. Det är vidare tydligt, att amfibol på samma sätt fortsatt att bildas efter knebeliten och på dess bekostnad.

Det skarn, som förekommer vid Brunsjögruvan, sammansättes övervägande av ett relativt finkornigt, gråaktigt eller gråaktigt—gulbrunt, karbonatrikt amfibolskarn. Undantagsvis antager det en ljust grönaktig färgton, vilket beror på en begynnande eller starkare kloritomvandling. Skarnets mängd synes ha varit relativt liten och relativt mindre riklig än vid de Mn-fattiga skarnmalmerna. I skarnet förekommer dessutom ett svartgrönt eller svart, glimmerliknande mineral, av IGELSTRÖM benämnt »ekmannit». Detta bildar i storbladiga, radiellt anordnade aggregat kompaktare eller med grovspatigt karbonat uppblandade massor. Ekmanniten synes ha bildat partier i skarn eller skarnblandad kalk. Man finner även insprängda små partier av mineralet i prover av finkornig, malmhaltig karbonatbergart (jmf. det analyserade provet). Enligt de av IGELSTRÖM anförda analyserna är ekmanniten ett H_2O-rikt silikat av övervägande FeO och MnO, varjämte MgO finnes upp till 7,64 %. Fe_2O_3 och Al_2O_3 äro sparsamt representerade (5—8,7 %). Av HAMBERG har mineralet jämförts med pyrosmalit och friedelit, från vilka det skiljer sig genom frånvaron av Cl, som ersättes av OH-joner, men med vilka det i övrigt är mycket likartat.[1] I ett slipprov har mineralet ett glimmerliknande utseende med stark gräsgrön eller brun färg parallellt spaltbarheten. Vinkelrätt däremot är det färglöst eller svagare gult. Mineralet är enaxigt eller kan enligt HAMBERG ibland vara tvåaxigt med helt ringa öppning av axelkorset.

Övriga i skarnet förekommande mineral äro granat, epidot samt sparsamt med pyrit, arsenikkis, kopparkis och magnetkis. Härtill komma asbestartade massor, som regelbundet synas vara utvecklade i skarnet i form av genom detsamma förlöpande band eller ränder, i vilka fibrerna äro ställda vinkelrätt mot rändernas kanter. Bredden av dessa band växlar mellan ett par mm till 1—2 dm. Mineralet i dessa asbestartade massor benämndes av IGELSTRÖM »asbeferrit». En ofullständig analys utvisar en grüneritartad sammansättning med enligt IGELSTRÖM ej nämnvärd kvantitet av CaO.

Det i skarnet förekommande hornbländet och asbeferriten ha nyligen berörts av J. PALMGREN.[2] Likaså har asbeferriten omnämnts av G. FLINK[3] såsom ett antofyllitiskt hornblände eller ett omvandlat sådant.

[1] G. F. F. *11*, sid. 26.
[2] Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. XIV, sid. 149.
[3] K. V. A. ark. för kemi, min. och geol. Bd. 5, n:o 10, sid. 239.

PALMGREN kommer till samma resultat angående asbeferriten. Det i skarnet förefintliga hornbländet karakteriserar han däremot som en grünerit. I ett undersökt prov, vari både skarn och asbeferritådror äro närvarande[1] har författaren hos amfibolen i skarnet funnit följande egenskaper: c: $\gamma = 15{,}5—16°$, $\gamma—\alpha = 0{,}031$ à $0{,}032$, $2V_\alpha$ stor, nära 90° (märkbar, men mycket ringa krökning av axelbalken). Amfibolen är utbildad i tämligen tjocka, delvis av kalk svampigt genomvuxna prismor, som visa fin tvillinglamellering parallellt med 100. Dessa egenskaper tyda på en grünerit med rel. hög MgO-halt, alltså ett mellanled mellan grünerit och cummingtonit.[2] Rörande MnO-halten lämna dessa egenskaper dock ingen upplysning. Amfibolprismorna äro ibland partiellt omvandlade till asbestartade massor, likartade med dem i asbeferriten. Även mindre partier av dylik finfasrig asbest finnas. Amfibolen är inbäddad i en karbonatmassa. Denna grünerit-cummingtonitartade amfibol är med avseende på dubbelbrytning och axelvinkel likartad med den, som anträffats i övriga preparat av rik och fattig malm. Dock ha här ej samma tvillinglamellering iakttagits. Däremot finner man samma benägenhet hos amfibolen att övergå i asbestartade fibrösa massor.

Till ovan nämnda författares beskrivning av asbeferriten må endast den anmärkningen fogas, att, då fibrerna i densamma äro något grövre, en för hornblände normal utsläckning kan iakttagas. I massan förefinnas resterande delar av grüneritindivider. Asbeferriten torde alltså utgöra en omvandlingsprodukt av det grüneritartade hornbländet motsvarande den asbest, som man finner i malm och skarn. Som de sprickliknande gångarna äro helt fyllda av asbestmineralet måste en hornbländenybildning på bekostnad av skarnets karbonat ha skett. Denna asbestomvandling och delvisa nybildning av asbest utgör en sen fas av malm-skarnbildningsprocessen. Möjligen har även samti-

---

[1] Detta preparat liksom ytterligare tvenne preparat av asbeferrit ha godhetsfullt ställts till författarens förfogande av J. PALMGREN.

[2] För axelvinkeln och dubbelbrytningen hos grünerit (80 % $FeSiO_3$) från Collobrières fann S. KREUTZ (Akad. Wiss., Wien, Bd. CXVII, sid. 875) $2V_\alpha = 82°$, $\gamma—\alpha = 0{,}045$. I grünerit från Strömshult ($FeSiO_3 = 64{,}7$ %, $Mn\,SiO_3 = 12{,}6$ %, $Mg\,SiO_3 = 22{,}7$ %) fann PALMGREN (nyss ref. arbete, sid. 142) $2V_\alpha = 79{,}2°$, $\gamma—\alpha = 0{,}041$. För cummingtonit från Träskböle ($FeSiO_3 = 47$ %, $Mg\,SiO_3 = 53$ %) angiver ESKOLA (Bull. Com. Finl., 40, sid. 183) $2V_\gamma = 80°—85°$, $\gamma—\alpha = 0{,}027$. Härav framgår, att mellan 55 och 65 % $FeSiO_3$ passerar axelvinkeln hos grünerit-cummingtonitserien 90°. Samtidigt ligger dubbelbrytningen mellan 0,029 och 0,034. I de blandningar, som äro Fe-rikare än 90°-varieteten, som alltså är optiskt negativa, bli de optiska egenskaperna så likartade med dem hos aktinolit, att man blott med svårighet kan hålla de båda mineralen isär. De åtskiljande egenskaperna äro dubbelbrytningen, som hos aktinoliten går upp till 0,027 à 0,028, hos resp. grüneritblandningar till över 0,030. Härtill kommer den fina tvillinglamelleringen hos grünerit-cummingtonit, som dock även torde kunna saknas, liksom liknande struktur kan vara utbildad i Ca-förande amfiboler. Huruvida man kan bygga något på utsläckningsvinklarna torde ännu få anses ovisst.

digt den från kalkmalmen omnämnda kloriten bildats under detta skede.[1]

De beskrivna förhållandena låta angående malm-skarnbildningen sluta till följande utveckling: Bildning av magnetit; därunder och senare utbildning av knebelitartad olivin; samtidigt och senare amfibolbildning (partiellt på knebelitens bekostnad) samt sist partiell asbestomvandling av amfibolen och nybildning av hornblände i asbestform. Om med asbestomvandlingen varit förenad någon kemisk förändring utom möjligen upptagande av något H_2O (H_2O i asbeferriten bestämdes av A. BYGDÉN i ett prov till 2,44 %), är ej undersökt. I vilken relation till detta malm-skarnbildningsförlopp ekmannit- och granat-bildningen stått, har slutligen ej heller närmare kunnat fastställas. Säkerligen tillhör dock den förstnämnda ett sent skede av hornbländeskarnets bildning.

De möjliga observationerna i Brunsjögruvan lämna inga närmare hållpunkter för bedömandet av mangankarbonatets uppkomst. De endast 35 och 20 m N om nordligaste gruvöppningen belägna blottningarna av ej Mn-rik (ej svartvittrande) kalk kunna dock anföras såsom ett indicium på, att det manganrika karbonatet ej har någon större utbredning, utan i kalklagret är begränsat till själva malm-skarnförekomsten. Mn-karbonatet torde få betraktas såsom en under malm-skarnbildningsprocessen alstrad förträngningsprodukt under ersättande av CaO och MgO genom MnO.

Ö. Silvergruvan. Denna är samtidigt en sulfid- och mangan-järnmalmsförande fyndighet. Å detta ställe kommer den endast att beröras i denna sin sistnämnda egenskap. Gruvan har enbart brutits på blyglans. För tillgodogörande av järn och mangan har malmen ansetts alltför fattig. Över huvud taget har den Fe- och Mn-förande massan endast haft intresse såsom den gångart, i vilken sulfidmalmen förekommer. Den har också i sin helhet betecknats som »skarn». Någon närmare undersökning av densamma har dock ej företagits.

Gamla gruvan utgör en i OSO—VNV strykande, 20—30 m bred och 150 m lång komplex av till större delen sammanhängande dagöppningar. I strökets fortsättning mot NV ha senare (1880-talet) tvenne nya, mindre gruvförsök (Jan Olofs- och Alfridagruvorna) anlagts. Sammanlagda längden blir med dessa 260 m. Såsom av kopian efter gruvkartan, fig. 62, framgår, bilda malm och skarn i de båda västligare gruvorna en bred massa, som nedåt avsmalnar och i ett diamantborrhål befunnits nästan ha utkilat vid 95 m nivå. De gamla gruvorna gå ned till ett maximidjup av 44 famnar (78 m). I malm-

[1] Av IGELSTRÖM omnämnes hissingerit från Brunsjögruvan (K. V. A. öv., 1870, sid. 854). Dess förekomstsätt är obekant. Samma mineral omnämnes i samma uppsats från Solbergsgruvan i Högbornsfältet. Det uppträder här »mellan malmens avlossningar».

skarnmassan ha förekommit ett flertal »gångar» av »vit och fingnistrig, tät kalk till 2—3 alnars mäktighet».[1] Större dylika partier äro ännu flerstädes synliga i de kvarlämnade delarna mellan gruvöppningarna i malmlagret. De synas här kunna uppfattas såsom ett möjligen ej fullt kontinuerligt strök. Den förhärskande karbonatbergarten i detsamma är en löskornig, vit, Fe- och Mn-fattig kalksten, likartad med den, som anstår S om malmlagret. Mindre karbonatpartier äro även synliga i skarnmassan nära invid malmlagrets södra sida. Här ha karbonatpartierna mer klumpformig gestalt och äro inneslutna i skarnet, mot vilket de delvis sakna bestämd gräns. Karbonatet har här en gulaktig eller gråaktig färg och hård konsistens samt innehåller i oregelbunden fördelning fint fibrösa partier av ljusgul amfibol. Dessa karbonatpartier utgöra tydligtvis mindre starkt omvandlade delar av den kalksten, i vilken malmbildningen skett. Huruvida detsamma gäller även om den vita kalken i gruvströket, eller om här en inveckning av sidobergarten skett, måste lämnas oavgjort.

I skarnet förekomma även i enstaka fall inneslutna partier av hälleflinta.

S invid gruvströket anstår vit kalksten växellagrande med hälleflinta. Båda äro blottade i och invid vägen. Även på gränsen till den svarta skarnmassan är i vissa fall vit kalksten anstående, i andra fall gränsar den till hälleflinta. Av den vita, löskorniga kalken i vägen utfördes av G. ASSARSSON nedanstående analys:

Olöst	4,58	MnO	0,38
I HCl löst SiO_2	0,21	MgO	0,45
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,10	CaO	52,51
FeO	0,43	CO_2	41,55
			100,21

Enligt denna analys skulle kalkstenen innehålla 93,77 % Ca CO_3, 0,94 % Mg CO_3, 0,69 % Fe CO_3 och 0,62 % Mn CO_3[2]. Vid beräkningen uppstår en brist av 0,70 % CO_2. Den beror åtminstone delvis på utlösning av föroreningarna i kalken, vilka utgöras av sparsamt närvarande blekbrun biotit samt av mellan kornfogarna i ringa mängd infiltrerad limonitisk substans. Kalkstenens sammansättning liksom dess utseende kontrasterar skarpt mot det malmförande karbonatet i gruvströket och där förefintliga gulaktiga eller grå karbonatpartier.

Den malmförande, såsom »skarn» betecknade massan i malmlagret består av en svart, tung bergart med en stark glans å de synliga mineralgenomgångsytorna. Bergarten kan till utseendet variera något, i

[1] Beskrivn. av D. TILAS av 1747. För vidare referat se TEGENGRENS i inledningen till malmbeskrivningarna anförda arbete.

[2] Jmf. även N:o 18 i tabellen över kalkstens- och dolomitanalyser. Huruvida materialet till denna analys är taget i gruvan eller invid densamma är ej bekant. Sammansättningen överensstämmer med den ovan funna.

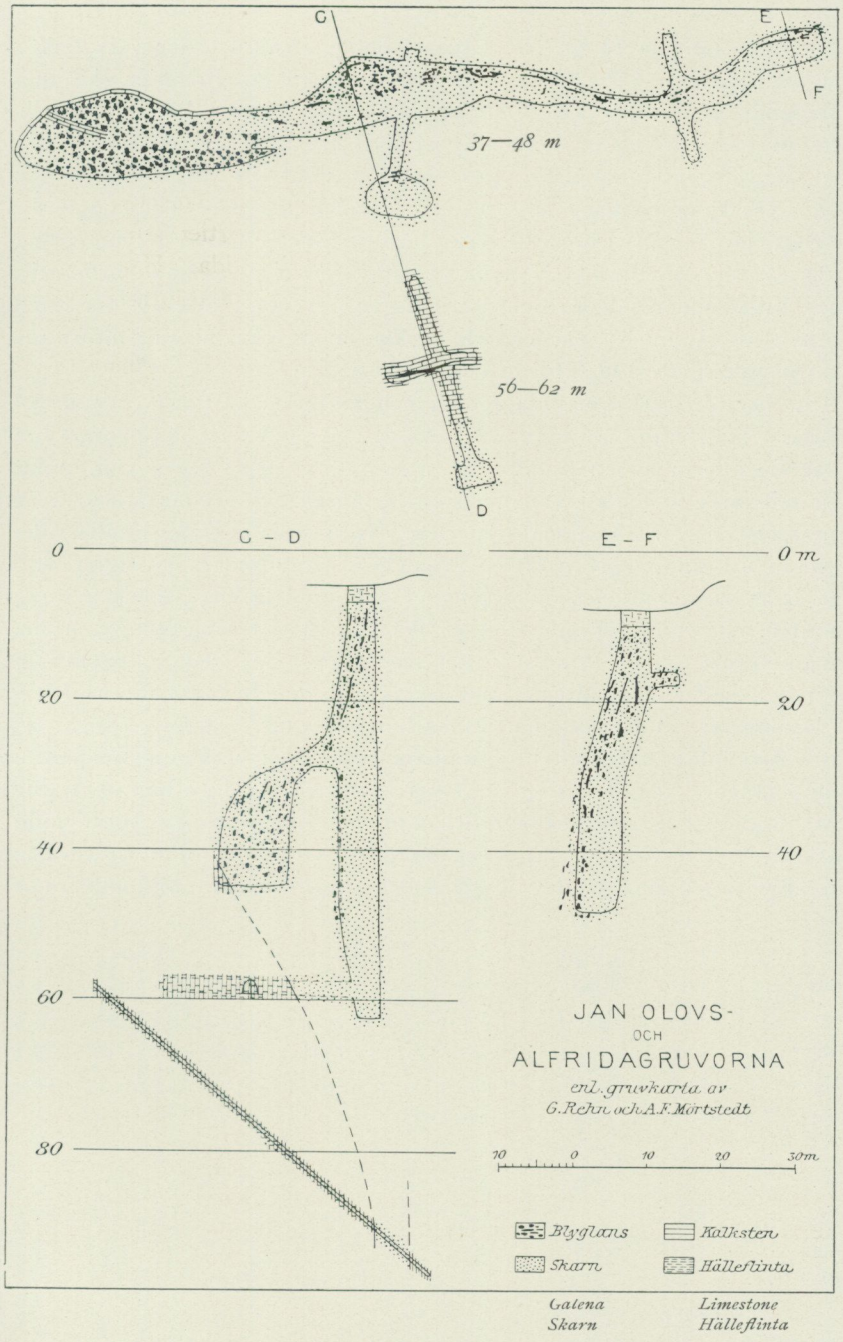


Fig. 62. *Horisontal ana vertical sections trough the mines of Jan Olov and Alfrida. Eastern mining field of Silvergruvan.*

det den kan ha en grövre kornig (spatig) struktur eller vara finkornigare. Likaså kan den å brottytorna antaga ett gulaktigt skimmer, beroende på större kvantitet av inmängda kiser, eller i partier ha ett derbare utseende, beroende på rikligare kvantitet av silikater. I ett flertal genomgångna slipprov har det visat sig, att denna bergart till övervägande delen utgöres av en med magnetit och magnetkis rikligt inmängd karbonatbergart, i vilken knebelitartad olivin, grüneritartad cummingtonit, grön biotit samt granat i växlande proportioner bilda silikatiska föroreningar. Egentligt skarn med dominerande silikat förekommer i partier och fläckar, men synas ha en jämfört med karbonatbergarten underordnad betydelse.

Å bergarterna i malmlagret ha nedanstående karbonatanalyser utförts. Av desamma är n:o 1 utförd å en gul karbonatbergart, anstående i form av ett mindre (3—4 m stort) parti i den svarta, malmförande massan nära invid den södra gränsen. N:o 2 är utförd å ett prov av den svarta karbonatbergarten. Analyserna utfördes i båda fallen genom utlösning genom HCl, varvid även malmmineralen angrepos. I n:o 2 frånseparerades genom magnet den huvudsakliga delen av magnetiten. Däremot lyckades det ej lika väl att vid separeringen få med magnetkisen, vilken till stor del medföljde i analysen. Fullständigt kunde ej heller magnetiten frånsepareras, enär den delvis är fint insprängd i karbonatet. Tilläggas må, att karbonatet i n:o 2 är svårlösligt, och att återstoden även efter 8 timmars behandling vid rumstemperatur ännu innehöll något karbonat. Dess kvantitet var dock helt obetydlig. Återstoden i 1 efter saltsyrebehandlingen utgjordes av hornblände-nålar, i 2 övervägande av kiser (magnetkis, och något pyrit), vartill kommo något zinkblände, blyglans och magnetit samt amfibolprismor.

	1.	2.
Olöst	11,77	27,73
Fe_2O_3	1,82	2,20
FeO	7,83	11,04
MnO	5,94	26,02
MgO	7,48	2,95
CaO	27,56	1,81
CO_2	37,64	26,12
S		0,80
CuO	0,10	
ZnO	sp.	sp.
PbO		1,33
	100,14	100,32[1]
Ab O för S	—	0,40

	1a	2a	1b	2b
Ca CO_3	49,21	3,23	57,44	4,93
Mg CO_3	15,71	6,19	18,34	9,45
Fe CO_3	11,13	13,97	12,99	21,32
Mn CO_3	9,62	42,15	11,23	64,31
Magnetit	2,64	3,19	100,00	100,01
Magnetkis		1,98		
Pyrit				
Blyglans		1,52		
Kopparkis	0,27			
Olöst	11,77	27,73		
	100,35	99,96		

[1] I summan ingår i HCl löst $SiO_2 = 0{,}20$, $Al_2O_3 = 0{,}12$

1. Gul karbonatbergart, Ö. Silvergruvan. Anal. G. ASSARSSON.
2. Svart malmförande karbonatbergart, separer. prov, Ö. Silvergruvan. Anal. G. ASSARSSON.

Under a äro de lösta mineralens sammansättning beräknad. Under b är karbonaternas sammansättning, beräknad på 100, anförd. Av analystalen i n:o 2 kan siffran för FeO i fråga om säkerhet ej jämställas med de övriga, beroende på den komplikation vid titreringen på denna oxid, som den vid pulvrets lösning alstrade svavelhalten medför. Den omständigheten, att baserna efter magnetitens och sulfidernas beräkning svara mot kolsyran, visar dock att något större fel ej kan föreligga. Samma prov, varå n:o 2 utfördes, lämnar vid behandlingen av oseparerat material en olöst rest av 46,91 %, som till övervägande del utgöres av magnetit och magnetkis. Av skillnaden mellan denna rest och resten i det separerade provet n:o 2 samt av analystalen kan man draga den slutsatsen, att magnetit och magnetkis tillsammans utgöra minst 25 % av den totala bergarten, och att huvudparten av denna kvantitet utgöres av magnetit.

Vid beräkningen av analyserna uppstår i 1 en brist av 0,14, i 2 en rest av 0,03 % CO_2. I summan för n:o 1 ingår dessutom 0,11 % S, beräknad för kopparkisen.

Av analysen framgår, att den gula karbonatbergarten under 1 ännu kan betecknas som en på järn- och mangankarbonat rik, dolomitisk kalksten. I den svarta bergarten är kalken i karbonatet däremot nästan fullständigt och magnesian till stor del ersatta av huvudsakligen MnO. FeO har i betydligt mindre kvantitet inträtt i karbonatet.

I slipprov av den ljusa karbonatbergarten utgöras föroreningarna huvudsakligen av en färglös amfibol i tämligen tjocka prismor. En fin tvillingbildning efter 100 förekommer. Axelvinkeln utgör i det närmaste 90° med ej säkert bestämbar karaktär (raka balkar). $\gamma - \alpha = 0{,}028$. Mineralet torde utgöra ett mellanled mellan grünerit och cummingtonit. De anförda egenskaperna antyda en obetydligt högre MgO-halt än i amfibolen i Brunsjögruvan, dock är det obekant, vilket inflytande en ev. växlande MnO-halt kan utöva på de optiska egenskaperna. Amfibolen visar på sina ställen partiell upplösning i asbestartade massor. Övriga i underordnad mängd ingående mineral äro magnetit och en partiellt kloritomvandlad, grön biotit.

I ett slipprov av den analyserade, svarta karbonatbergarten består densamma av karbonat, magnetit, magnetkis, samt något biotit och obetydligt med amfibol. I provet finnas dessutom små, oregelbundet fördelade mängder av zinkblände, blyglans, kopparkis och pyrit. Magnetiten och magnetkisen äro likartat fördelade i bergarten. De förekomma delvis som impregnation i karbonatkornen, till större delen äro de

dock ansamlade utmed kornens fogar eller i riss i desamma, bildande ett grovt grenverk i bergarten. Även biotiten uppträder på likartat sätt utmed kornfogarna. Där dess kvantitet är rikligare, bildar den större partier, i vilka magnetit och magnetkis äro inneslutna, och man igenkänner samma grenverk av malmmineralen som i de biotitfria delarna av bergarten. Biotiten har en måttligt stark, grön färg på γ, gul på α. Den är delvis omvandlad till en likartat färgad klorit.

Denna sammansättning av den svarta karbonatbergarten är dock ej den vanliga. Provet utvaldes till analys för att undvika den lättlösliga olivinen. I ett för bergarten mer representativt prov finner man följande mineralkombination: Knebelitartad olivin, granat, grüneritartad amfibol samt obetydligt med ljusgrön biotit. Härtill komma rikligt med magnetit, obetydligt med magnetkis samt arsenikkis, iakttagen i ett fåtal kristaller. Magnetiten och magnetkisen ha samma fördelning som det beskrivna provet. Olivinen har samma optiska egenskaper som i Brunsjögruvan. Den bildar oregelbundna eller linsformiga aggregat med mindre kornstorlek än i denna fyndighet. Man finner dock även mindre, isolerade korn, som uppträda i kornfogarna mellan karbonatindividerna. Olivinen innehåller ofta samma inneslutningar av magnetit, som finnas i karbonatet. Även samma kompakta grenverk, som finnes utmed kornfogarna eller i karbonatkornen, återfinnas i olivinaggregaten. Dock förekomma även magnetitfria individer. Olivinen innehåller vidare liksom i Brunsjögruvan nybildade, små prismor av amfibol, som ibland kunna vara mycket rikliga, därvid olivinen blir starkt »igenvuxen» av amfibolen. Granaten är ofta svagt dubbelbrytande. Den är delvis omvandlad i filtiga, täta aggregat av en färglös glimmer, sannolikt muskovit. Till magnetiten förhåller den sig på samma sätt som olivinen och uppträder tillsamman med denna i olivinaggregatena. Båda mineralen torde därför vara ungefär liktidiga. Amfibolen är en färglös, grüneritartad sådan. $2V\alpha$ är stor (synbar, men ringa böjning av axelbalken), $\gamma - \alpha = 0{,}036$. Dubbelbrytningen är således ej oväsentligt högre än i den gula karbonatbergarten. Mätningar i andra preparat visa emellertid, att dubbelbrytningen varierar. I tvenne uppmätta fall befanns den utgöra 0,026 och 0,028. Amfibolen är utbildad i smala prismor eller asbestartade fibrer. Den synes nästan enbart ha uppstått genom omvandling ur olivinen. Vid omvandlingen anordna sig hornbländestänglarna gärna i stråliga knippen.

Dessa mineral ha återfunnits i ytterligare ett flertal undersökta prov av karbonatbergarten. Proportionen mellan silikatmineralen kan variera, och likaledes kan kvantiteten av karbonat vara mindre, i vissa fall mycket liten. I dylika fall utgöres bergarten övervägande av knebelit eller av fibrösa, filtiga aggregat av amfibol med rester av olivin.

Den anförda kompositionen synes emellertid vara den allmännast utbredda. En utbildningsform, i vilken biotit dominerar och olivin saknas, har endast anträffats i det analyserade provet. Den i detta prov rikliga kvantiteten av magnetkisen är ävenledes ovanlig. Vanligen är detta minerals kvantitet betydligt mindre än magnetitens. Arsenikkis, pyrit, zinkblände och blyglans förekomma med oregelbunden fördelning och vanligen i ringa mängd.

Av de genomgångna proven att döma har amfibolen i den mörka, malmförande bergarten tämligen genomgående bildats ur knebelit. Åtminstone finner man sällan amfibolstänglar i karbonat utan association av resterande olivin eller omvandlingsprodukter därur. Där kompakta knippen eller filtiga partier av amfibol finnas utan påvisbara spår av olivin torde densamma ha helt förbrukats. Förutom denna asbestomvandling har olivinen hemfallit åt en annan dekomposition, därvid dess substans övergår i brungula eller gråa, opaka serpentinartade massor. Detta torde vara en senare process än asbestomvandlingen. Däremot alstras aldrig klorit ur olivinen.

Då den i karbonatbergarten förefintliga granaten vid omvandling övergår i färglösa, sericitartade glimmeraggregat, kunde misstänkas, att den är aluminiumrik. Detta är även troligt på grund av den erfarenhet från manganrika järnmalmer, som vunnits genom LINDROTHS granatanalyser. Å utplockat material ur en större konkretion av granat från Jan Olovsgruvan utfördes därför av G. ASSARSSON nedanstående analys.

SiO_2	36,42	6,070	6,096
TiO_2	0,21	26	
Al_2O_3	18,45	1,809	2,034
Fe_2O_3	3,60	225	
FeO	8,04	1,117	6,021
MnO	29,97	4,221	
MgO	0,58	145	
CaO	3,01	538	
	100,28		

Sp. V. 4,081.

Granatens formel blir härur $(Fe_{19}\,Mn_{70}\,Mg_2\,Ca_9)\,(Fe_{11}\,Al_{89})$. Om man antager, att MnO och FeO äro bundna vid Al_2O_3 såsom spessartin och almandin, uppgå dessa molekylers kvantitet till 69,65 resp. 18,53 eller tillsammans 88,18 viktsprocent. Återstoden fördelar sig i ungefär lika mängder på andradit och pyrop + grossular. Granaten är således extremt spessartinrik och Fe_2O_3-fattig. Bland de av LINDROTH publicerade granatanalyserna motsvaras den närmast av granaten från Hällegruvan, Garpenberg (MnO = 28,95, FeO = 6,29, Fe_2O_3

= 1,78, Al_2O_3 = 18,64).[1] Närmast därefter följer Dannemoragranaten (MnO = 23,5, FeO + Fe_2O_3 = 10,00, Al_2O_3 = 18,07).[2]

Granaten uppträder i konkretionen tillsammans med kristaller av arsenikkis, båda poikilitiskt invuxna i större individer av ett i friskt tillstånd mörkt gröngult mineral. Under mikroskopet visar sig detta ha en ljus- och dubbelbrytning, som är likartad med motsvarande egenskaper hos knebeliten. Mineralet är emellertid enaxigt, negativt eller har åtminstone en så ringa axelvinkel, att tvåaxighet i det undersökta, något snett skurna snittet ej kan upptäckas (ej märkbar förändring av axelkorset vid omvridning). Det har en spaltriktning av ungefär samma kvalitet, som hos olivinen, orienterad vinkelrätt mot opt. axeln. Mineralet är i preparatet (tjocklek ungefär 0,06 mm) svagt gulaktigt med pleokroitiska fläckar, som parallellt ω antaga en gulgrön färg, parallellt ε äro färglösa. Möjligen bero dessa fläckar på en begynnande dekomposition. Någon säker identifiering av mineralet har förf. ej lyckats ernå. Närmast svarar det mot pyrochroit, men skiljer sig från densamma genom sämre genomgångar. Ävenledes torde ljusbrytningen vara högre. Då intet därför lämpat snitt förelåg i preparatet har blott ett minimum för dubbelbrytningen kunnat ernås, uppgående till 0,040.

Mineralassociationen i Östra Silvergruvan är nästan identisk med den i Brunsjögruvan. Den viktigaste skillnaden mellan båda är, att ekmanniten saknas i den förra. Olivinrika och karbonatfattiga varieteter i Silvergruvan torde nära motsvara knebelitförande malmfacies i Brunsjögruvan med måttligt hög magnetithalt. En skillnad, som framgår av en jämförelse av karbonatanalyserna från båda gruvorna, är dock, att karbonatet i Brunsjögruvan är ej obetydligt FeO-fattigare än i Silvergruvan. I gengäld är magnetitkvantiteten å det förra stället högre. En ytterligare olikhet utgör den betydande skillnaden i kvantiteten av de med järn-manganmalmen kombinerade sulfiderna.

Av relationerna mellan mineralen i Silvergruvans malmförande bergart framgår, att silikatbildningen i sin helhet skett efter utkristallisationen av magnetiten och av den på likartat sätt utbildade magnetkisen. Uteslutas kan ej, att magnetitfria korn av granat och olivin bildats samtidigt med de nämnda malmmineralen, kvantiteten av dylika korn är emellertid ringa. Av de övriga sulfiderna har arsenikkisen även börjat utkristallisera tidigt. Detta framgår därav, att man finner kristaller av denna sulfid i magnetkis-magnetitaggregat. I den undersökta granatkonkretionen förhålla sig arsenikkiskristallerna idiomorft mot granaten. Blyglans har anträffats i små mängder, som en intrege-

[1] G. F. F. *44*, sid. 88.
[2] G. F. F. *41*, sid. 71.

rande del i magnetit-magnetkisaggregaten. Sannolikt har pyrit även bildats vid detta tidigare stadium. Däremot är zinkblände alltid en sen produkt som t. o. m. bildats efter det asbestartade hornbländet och innesluter detsamma. Några data för kopparkisen ha i slipproven ej erhållits. Blyglans, arsenikkis, pyrit och kopparkis uppträda emellertid även som drummer och partier i karbonat-skarnbergarten, som måste tolkas, som sena bildningar, yngre än skarnbildningen. Huvudmassan av desamma torde alltså ha kristalliserat vid slutet av malm-skarn-perioden. Av silikaterna har granaten och olivinen bildats samtidigt. Huruvida biotiten tillhör detta skede är osäkert, men ej osannolikt. Däremot är amfibolens bildningstid senare, och sannolikt har samtidigt granatens omvandling skett. Malmmineralens anordning talar vidare för, att karbonatomvandlingen från Ca-Mg-karbonat till Mn-Fe-karbonat är en tidig process, åtminstone till sin huvuddel tidigare än malmmineralbildningen. Successionen vid malmbildningen är alltså likartad med den i Brunsjögruvan funna. Dock kunde där inga hållpunkter för karbonatomvandlingen erhållas. Speciellt karakteristisk för båda förekomsterna är asbestbildningen i det sista skedet av skarnbildningsperioden. Primärt, ej ur olivin framgånget, grövre hornblände är över huvud taget sällsynt i Ö. Silvergruvan.

Liksom sinsemellan, så erbjuda även de båda beskrivna mangan-rika malmfyndigheterna beträffande mineralparagenesen stor likhet med Dannemora malmfält. Även här är den rådande malm-skarnförande kalkstenen rik på mangan- och järnkarbonat. De rådande skarngångartsilikaterna utgöras av grüneritartad amfibol (dannemorit), som enligt TÖRNEBOHM utgör en omvandlingsprodukt ur pyroxen,[1] granat (almandin-grossular-spessartingranat enl. anf. analys av LINDROTH) och pyrosmalit. Malmen är åtföljd av sulfider av samma art som i Silvergruvan. Sulfider, bland desamma arsenikkis, förekomma även i Brunsjögruvan, ehuru i underordnad kvantitet.

Av TÖRNEBOHM omnämnes från Dannemora enbart pyroxen som utgångsmaterial för grünerit-amfibolen. Detta mineral har ej anträffats i något av preparaten från de båda Grythyttegruvorna. Det utgör den enda väsentliga skillnaden mellan de respektive fältenas skarnmineral. Knebelit omnämnes av TÖRNEBOHM endast som sprickfyllnad och oregelbundna utskillningar i Dannemora-skarnet. I de TÖRNEBOHMska slipproven finner man i ett preparat av partiellt omvandlat pyroxenskarn ränder av knebelit och karbonat. Båda äro delvis omvandlade till dannemorit. I ett annat preparat består »bräckan» av enbart knebelit, partiellt dannemoritomvandlad. Pyroxenen synes så-

[1] Beskrifn. till geologisk atlas öfver Dannemora grufvor, Stockholm 1878.

lunda vara bildad före knebeliten. Dannemoriten är däremot bildad efter bådadera.

Av de beskrivna förhållandena från Ö. Silvergruvan torde framgå, att en mycket stor förändring skett i den karbonatmassa, som ersatts av malm-karbonat-skarnlagret. Vilken sammansättning den tidigare kalkstenen haft, är av naturliga skäl ej möjligt avgöra, den kan dock ej väsentligt ha avvikit från de övriga kalkerna i fältet, och har säkerligen som dessa innehållit en möjligen i olika delar varierande, men i genomsnitt säkerligen ej 20—30 % överstigande dolomithalt. Av den primära CaO- och MgO-halten finnas under alla omständigheter f. n. blott mindre rester kvar. Däremot kan man ej utgå ifrån, att den dolomitfattiga kalken invid och i malmlagret representerar rester av det oförändrade karbonatlagret. Vid malmskarnbildningen ha CaO och MgO utdrivits i stor kvantitet, och av båda har säkerligen den förra vida dominerat. Härvid har sidostenen och av de malmförande lösningarna oberörda delar av kalken ej kunnat undgå att påverkas. Man kan genom antagandet av en sådan process erhålla förklaring till den extrema kalksammansättningen, som kalkstenen visar och till den nybildning av epidot och biotit, som skett i den med kalkstenen växellagrande hälleflintan (jmf. sid. 122). Att i kalken CaO anrikats är under de anförda omständigheterna en följd av den starka koncentrationen av detta ämne i lösningarna. Biotiten torde i hälleflintan ha bildats efter epidoten. Detta antydes av den omständigheten, att, då mineralen förekomma tillsamman, epidoten alltid är innesluten i biotiten, varjämte kornen av det förra mineralet vanligen ha ett korroderat utseende. Att biotiten bildats och MgO bundits i densamma, måste under sådana förhållanden bli en följd av, att epidoten på grund av ändrad, successivt sjunkande temperatur under bibehållet kolsyretryck ej längre förblivit stabil och enbart MgO kunnat bindas i silikatform.

Manganskärpningarna å Sundsudden. Dessa äro tidigare beskrivna av G. LINDROTH.[1] De ha av förf. blott flyktigt undersökts och skola därför blott i korthet beröras. »Malmen», om det fyndiga skall benämnas så, har en i förhållande till Fe-halten Mn-rik sammansättning. Av LINDROTH anföres för utskrädd malm följande siffror: Mn = 11,3—12,6 %, Fe = 8,7—12,5 %. Härur erhålles i genomsnitt MnO = 15,36 %, Fe = 13,63 %. Därvid har hela Fe-kvantiteten beräknats som FeO. En av LINDROTH anförd analys av »manganförande tuffit» visar följande sammansättning:

[1] Tekn. Tidskrift, kemi och bergsvetenskap 1917, sid. 72.

SiO_2	62,66	CaO	5,92
Al_2O_3	9,00	P_2O_5	0,252
Fe_2O_3	4,00	S	0,04
FeO	2,57	gl. f.	4,04
MnO	10,17		99,857
MgO	1,20		

Såsom mineral angivas: »Kvarts, något albit, ljus granat (grossular?), kalcit, ljusgrön amfibol, mangansvärta, pyrit och apatit». Härtill må anmärkas, att albitens kvantitet måste vara mycket underordnad.

Enligt LINDROTH skulle »malmen» utgöras av genom stoftfin mangansvärta impregnerade gråvackebergarter, som primärt varit uppblandade med märgligt lerskiffermaterial. Det synes dock, som om denna karakterisering av förhållandena är i någon mån missvisande. I ett slipprov av uppsprängd »malm» fann författaren en tät, oren karbonatbergart, vari karbonatmassan är späckad med små, oregelbundet fördelade granater och små prismor av grüneritartat hornblände ($2V_\alpha$ stor, $\gamma - \alpha$ mellan 0,032 och 0,036, fin tvillinglamellering). Härtill kommer något kvarts samt sparsamt strödda små magnetitkristaller. Ett fint stoft (mangansvärta?) finnes i pressliror och längs korngränser, dock föga rikligt.

I ett annat slipprov återfinnes samma täta karbonatmassa, i sliror växellagrande med finkorniga kvartsaggregat, i vilka ljusgrön klorit och enstaka granatkristaller äro fördelade. Delvis är kvartsen blandad med karbonatet. Samma svarta stoft förefinnes i deformerade sprickränder samt utmed karbonatkornens ytor. Sparsamma magnetitkristaller och få, små, finfasriga partier av ljusgrönt hornblände utgöra övriga mineralbeståndsdelar.

Framhållas må, att det fina stoftet på intet sätt i kvantitet motsvarar analyssiffrorna, och att mangan och järn därför till större delen måste ingå i karbonatmassan. Förf. håller för sannolikt, att det fina stoftet härrör från vittring å dagytan och därifrån infiltrerat material. Av LINDROTH ifrågasättes, huvudsakligen på grund av i malmlagren förefintlig lagring, ett sedimentärt bildningssätt för malmen. Utan att vilja intaga någon bestämd position i denna fråga, vartill de alltför flyktiga iakttagelserna i fält ej berättiga, vill författaren blott framhålla, att de anförda förhållandena även kunna låta förena sig med ett metasomatiskt bildningssätt, likartat med det i Brunsjögruvan och Silvergruvan. I ett avseende skilja sig emellertid Sundsuddefyndigheterna väsentligt från de nämnda, nämligen genom den högre kvantiteten av fri kvarts. Fri kvarts finnes även som täta svarta band, inlagrade i de malmförande lagren. En omsättning av kvartsen och

karbonatet till silikat skulle överföra bergarten i skarnmassor av de föreliggande mineralen (granat och grüneritartad amfibol). Att silikatbildningen varit partiell utgör emellertid intet bevis för någondera av de anförda teorierna.

Kextjärnsgruvan. I och med denna gruva komma vi över till de mindre manganrika malmernas övergångsgrupp. I desamma är silikatskarnbildningen rikligare. De allmänna förhållandena synas ha varit ganska likartade med dem i Sirsjöbergsfältet och i likartade Mn-fattiga malmer i den undre etagen. Denna grupps malmförekomster komma därför blott att i korthet beröras.

I Kextjärnsgruvan har malmen enligt gruvkartan bildat en tjockt linsformig kolv, delvis inbäddad i grönskarn, delvis gränsande till hälleflinta. I vad mån den varit uppblandad med grönskarn framgår ej av kartan. Dimensionerna äro små. Gruvans största djup är 60 m och malmens längdutsträckning nedåt var endast 45 m.

I varpen finner man tätt—något grövre skarn dels av mörkt grön färg, dels ljusare. Skarnet innehåller ofta granat, kalkspat och malm. Malmen utgöres av en tät svartmalm, delvis kalkig, delvis skarnrik. I förhandenvarande bitar av hälleflinta uppträda likaledes ränder och drummer av skarn. Pyrit och kopparkis ses i drummer och ränder i både skarn och hälleflinta.

Malmens sammansättning åskådliggöres av nedanstående analys, som är ett medeltal ur n:o 27—29, Järnkontorets analyssaml. sid. 98. Bredvid analysen är den på 100 beräknade gångarten återgiven.

Fe_3O_4	59,12	
SiO_2	16,22	41,19
Al_2O_3	2,70	6,86
FeO	2,74	6,91
MnO	5,15	13,08
MgO	5,16	13,10
CaO	5,42	13,58
gl. f.	2,08	5,28
P_2O_5	0,048	100,00
S	0,023	
	98,661	

Påpekas må den i förhållande till de manganrikare malmerna höga SiO_2-halten, som är likartad med den i de manganfattiga malmerna i undre etagen. Malmen har tydligen i genomsnitt varit karbonatfattig. I en av analyserna uppgives en glödgningsförlust av 6,15, i en

$CO_2 = 0{,}1$, i den tredje saknas siffra för glödgningsförlust. Som analyssumman här är 99,676 kan denna dock ej vara stor.

I ett slipprov av malm består denna av magnetit, svagt grönaktig amfibol samt granat. Hornbländet, som är det dominerande silikatet, är delvis utbildat som finfasriga, i radierande grupper anordnade aggregat, delvis bildar det något grövre individer. Det ersätter tydligt granaten, i vilken hornblände utvecklats. I vissa fall är granaten kvar blott som mindre rester i hornbländeaggregaterna. Granaten är liksom i Ö. Silvergruvan svagt dubbelbrytande. Av beskaffenheten av omvandlingsprodukterna framgår, att den är mindre Al_2O_3-rik än i nämnda fyndighet. Hornbländet visar en fin tvillinglamellering på samma sätt som grünerit-cummingtonit. De optiska egenskaperna ($2V_\alpha$ stor, $\gamma - \alpha = 0{,}027$) tyda emellertid på en kalkförande, aktinolitisk species. Att ett något seskvioxidförande sådant hornblände föreligger, utvisas dessutom av gångartens sammansättning. Då karbonat ej är närvarande i slipprovet och även i de analyserade proverna har funnits i blott ringa mängd, måste manganen ingå i silikaterna. Hornbländet torde alltså vara ett relativt manganrikt aktinolitiskt sådant med en måttlig kvantitet av seskvioxider.

I ett undersökt preparat av ett mörkt, grönt prov utgöres skarnet av hornblände och epidot, den senare i kvantitet betydligt underordnad den förra. Hornbländet, som delvis bildar grova, ej tvillingstreckade individer, delvis finkornigare aggregat, utgöres av en fläckig amfibol, ljust grönblå med starkare färgade fläckar. $2V_\alpha$ går i de starkare färgade delarna ned till c:a 60°. Detta hornblände är ett aktinolitiskt sådant, fläckvis rikare på Fe(Mn?)O. Epidotränder sätta genom det hela. Sparsamma korn av epidot äro dessutom strödda i hornbländeaggregaterna.

I ett preparat av ljusare grönt skarn består detsamma av ett svagare färgat aktinolitiskt hornblände, som i en del av preparatet ersättes av en färglös diopsid (c: $\gamma = 39°$, $\gamma - \alpha = 0{,}030$ à $0{,}034$). Detta sistnämnda mineral torde ha utgjort huvudmassan av utgångsmaterialet till det n. v. hornbländeskarnet.

Färnåsgruvan. Enligt gruvkartan har malmen bildat en större och flera mindre linser eller oregelbundnare kroppar i skarnblandad kalk. Skarn är även antytt i malmen. Gruvans djup går ned till 62 m, och storleksordningen av malmen har varit ungefär densamma som i Kextjärnsgruvan. Malmen beskrives i gruvkartebeskrivningen såsom en kalkig svartmalm. Det i varpen förefintliga skarnet är ett tätt, ljusgrönt sådant med inhomogent inströdda eller i kompaktare partier anhopade, grövre, mörka hornbländeindivider. I kalksten finner man

likaledes skarn och malm, bildande strimmor och partier, ibland breccieartade genomvävningar. Rödbrun granat och epidot synas allmänt uppträda i större eller mindre mängd utmed gränserna mellan malm-skarn och kalksten. Att vid denna gruva hälleflint-skarnbreccior uppträda, är redan tidigare omnämnt. Pyrit och kopparkis äro relativt vanliga i skarnet. Pyrit kan även ses i malmen.

Av malmen föreligger en generalprovsanalys av G. REHN 1896, som nedan jämte därur beräknad gångart återgives:

Fe_3O_4	73,50	
SiO_2	6,33	24,06
Al_2O_3	0,30	1,14
MnO	4,64	17,64
MgO	2,84	10,80
CaO	8,68	32,84
gl. f.	3,56	13,53
P_2O_5	0,014	100,01
S	0,140	
	100,004	

Analysen synes antyda, att något blodsten funnits i provet. Bristen på FeO i gångarten kan därför vara skenbar. Analysen skiljer sig i övrigt från Kextjärnsanalysen genom en betydligt lägre SiO_2-halt och Al_2O_3-halt, varjämte gångarten är karbonatrikare.

I ett slipprov av rikmalm anträffades en egendomlig sammansättning av gångarten, som ej stämmer med analysen. Sannolikt är den föga utbredd. Gångarten består nämligen av brunvittrande karbonat, en färglös, högt dubbelbrytande klorit ($\gamma - \alpha = 0{,}013$), optiskt motsvarande en järnfri klinoklor samt små partier av ett gulbrunt, isotropt ämne, möjligen pseudomorfoser efter olivin.

I en fattig, brunvittrande kalkmalm utgöres den silikatiska gångarten av en kompakt, färglös eller svagt grön aktinolit ($2V_\alpha$ nära 90° $\gamma - \alpha = 0{,}028$). Dessutom finnas rundade små suddiga partier, sammansatta av täta glimmeraggregat och enstaka små hornbländestänglar, sannolikt pseudomorfoser av Al_2O_3-rik granat.

I ett prov av tätt, grågrönt skarn med partier av grövre, svart hornblände utgöres det senare av ett kraftigt färgat, grönblått sådant. $2V_\alpha$ är liten, i det axelkorset blott märkbart öppnar sig. Hornbländet är alltså Fe(Mn?)O-rikt. I det mörka hornbländet förekomma som vanligt ljusare fläckar. De tätare delarna av provet bestå av svagt grönt, aktinolitiskt hornblände i fibrösa aggregat, utvecklade ur pyroxen, som ännu resterar i form av små korn. Härtill kommer karbonat,

som impregnerar massan, samt svagt gul pistazit i form av större, enstaka partier eller sprickränder. Pyroxenen är en färglös diopsidaugit (c: $\gamma = 40 - 43°$, $\gamma - \alpha = 0{,}032$). Det grova, mörka hornbländet har här en kompakt, ej fibrös konsistens. Det kan ses poikilitiskt innesluta skarpt avgränsade korn av pyroxen. Det järnrika hornbländets uppträdande i det täta skarnet angiver, att det bildats efter pyroxenen. Det utgör emellertid ej en normal uralitiseringsprodukt utan synes ha vuxit som porfyroblaster i massan. Bildningen av detsamma kan under dylika omständigheter ej gärna ha skett efter malm-skarnbildningsprocessen, utan är att betrakta som en sen fas av densamma.

I ett annat undersökt prov av skarn utgöres detsamma av regellösa aggregat av ett svagt blågrönt, fibröst aktinolit-hornblände, något fläckigt genom starkare färgade fläckar. Enstaka individer av grövre likartat hornblände förekomma. Vidare finnes något pistazit, titanit samt små, starkt igenvuxna partier av fältspat eller kvarts. Sprickränder av pistazit uppträda som vanligt.

De tidigaste mineralen i skarn och gångart i Järnåsgruvan ha varit diopsidisk pyroxen, granat, möjligen även olivin. Under ett senare skede av skarnbildningsprocessen har det järnrika, mörka hornbländet och epidot bildats. Aktinolitiskt, ljusare hornblände kan i den beskrivna fattiga malmen misstänkas vara primärt och tillhör då säkerligen ett tidigt skede. Däremot är fibröst, aktinolitiskt hornblände påvisbart uppkommet genom uralitisering av pyroxenen och till denna kategori torde huvudmassan av hornbländeskarnet vara att räkna. Huruvida denna uralitisering är en med malmskarnbildningen samhörig process eller av senare datum och i så fall försiggången under den senare veckningen och metamorfosen, är en fråga, som återkommer vid samtliga malmfälten av denna grupp och i den undre etagen. För dess besvarande låta sig knappast några säkra hållpunkter erhållas. I det förra fallet, om alltså uralitiseringen tillhör malm-skarnbildningsskedet, kan den betraktas som en motsvarighet till den asbestombildning och -nybildning, som åtföljt de Mn-rika magnetitmalmerna. Processen kan i dessa lika litet som den med densamma kombinerade utbildningen av lievrit, zeoliter m. fl. mineral ej särskiljas från skarnbildningsepoken.

Från de övriga till gruppen hörande gruvorna må slutligen endast tvenne föreliggande analyser anföras. Desamma utvisa likartade förhållanden med de redan från Kextjärns- och Järnåsgruvorna anförda.

	1	2	1 a	2 a
Fe_3O_4	55,65	51,47		
Fe_2O_3	3,24			
SiO_2	14,32	20,12	35,28	42,27
Al_2O_3	0,32	1,69	0,79	3,55
FeO		3,77		6,60
MnO	2,19	1,25	5,40	2,63
MgO	3,32	3,62	8,18	7,61
CaO	12,84	7,40	31,58	15,50
gl. f.	7,62	10,40	18,77	21,85
P_2O_5	0,023	0,021	100,00	100,01
S	0,376	0,327		
	99,899	100,068		

1. Skålgruvan, Järnkontorets analyssaml., n:o 37, sid. 98.
1 a. Gångart ur 1.
2. Gambettagruvan, 1917, analytiker okänd.
2 a. Gångart ur 2.

Om successionen vid malm-skarnbildningsprocesserna.

I de manganrika malmerna både den oxidiska Mn-malmen och de Mn-rika magnetitmalmerna låter sig, såsom av beskrivningarna framgår, en tydlig succession av nybildnings- och omvandlingsprocesserna påvisas. I sina huvuddrag kan densamma åskådliggöras medelst nedanstående tabeller:

Mn-oxidmalm.	*Mn-rik magnetitmalm.*	
Ringa karbonatomvandling	Stark karbonatomvandling	
Hausmannit	Magnetit, magnetkis	
Tefroit	Knebelit, granat, biotit (?)	
As-SbPb-mineral,	Grünerit, ekmannit, grovspatigt	Sulfider
hydrater av Fe och Mn,	karbonat	
kalkspatdrummer och -gångar.	Asbest, hissingerit (?)	

Uppställningen avser ej att utvisa, att likartade förhållanden i temperatur rått vid de jämställda mineralgruppernas bildning, endast att ställa grupper invid varandra i den mån de på grund av sin sammansättning och plats i mineralsuccessionen äro jämförbara. Tilläggas må, att det med ekmanniten kombinerade, grovspatiga karbonatet i Brunsjögruvan på grund av sin ljusbruna vittringsyta torde vara Mn-fattigt. I Ö. Silvergruvan börjar utkristallisationen av arsenikkis, blyglans, sannolikt även av pyrit redan under magnetit-magnetkisperioden. De fortsätta sedan och torde ha sträckt sig genom hela återstoden av malmbildningsprocessen. Huvudmassan av desamma och zinkbländet, sannolikt även kopparkisen torde vara att förlägga till slutet av skarn-

bildningen. De olika mineralgenerationerna i båda tabellerna äro ej skarpt åtskilda utan gripa över i varandra.

För den karbonatomvandling, som skett i Sjögruvans oxidmalm, har ingen säker datering erhållits. I analogi med förhållandena vid magnetitmalmerna har den antagits vara tidigare än oxidmalmskristallisationen.

Även i de Mn-fattigare svartmalmerna i den övre etagen låter sig en succession i skarnbildningen påvisas. Densamma innefattar följande mineral: Granat, pyroxen, aktinolit(?), Fe- och sannolikt Mn-rikt hornblände, epidot. Såsom sällsynthet torde även olivin tillkomma bland de tidiga mineralen. Däremot är det i denna grupp svårare att draga någon gräns mellan malmbildning och skarnbildning. Detsamma gäller även för den undre etagens skarnmalmer. Malm och skarn äro här så blandade med varandra utan några tecken, som tyda på större åldersskillnad, att man måste antaga, det skarn- och malmbildning i stor utsträckning skett samtidigt. Att någon tidsskillnad förelegat, är dock troligt på grund av magnetitkornens idiomorfa förhållanden mot skarnmineralen. Tydligt är emellertid, att det förelegat en större hiatus mellan malm och skarn i de Mn-rika malmerna än i de Mn-fattiga. Skillnaden har i de förra varit stor nog för att sprickor skola ha hunnit uppstå i den bildade malmen, innan även de tidigaste skarnmineralens period slutat (jmf. Sjögruvan och Brunsjögruvan).

Den succession, som kan påvisas i skarnet i den undre etagens malmer, är likartad med den, som redan omnämnts från de något Mn-rikare övergångsmalmerna i den övre etagen. Såsom sista drusfyllnadsmineral uppträder i Sirsjöberget kalkspat och kvarts.

Huruvida i den undre etagens skarnmalmer någon karbonatomvandling skett, är ej möjligt att avgöra. Att någon sådan försiggått antydes likväl av karbonatanalysen från Finnbergets malmlager. Likaså tyda starkt bruna vittringsytor å karbonatet i den Mn-rikare övergångsgruppens malmer på en ej oväsentlig Fe-Mn-halt.

En skiljaktighet i mineralogiskt hänseende mellan de Mn-rika och Mn-fattiga malmerna, som i detta samband förtjänar att beröras, är uppträdandet av Ca-fattiga amfiboler i de förra och Ca-förande sådana i de senare. Såsom orsak härtill kan tänkas bristen på CaO i karbonatmassan vid silikatbildningen i Mn-malmerna. Denna förklaring är förenlig med förhållandena i den mörka, malmförande karbonatbergarten i Ö. Silvergruvan, likaså är den förenlig med det funna förhållandet, att karbonatomvandlingen, varvid CaO och MgO ersatts med MnO och FeO, torde vara den tidigaste fasen av malmbildningsprocessen. Däremot stämmer den mindre väl överens med förhållandena i malmen i Brunsjögruvan och i den analyserade gula karbonat-

bergarten i Ö. Silvergruvan. Amfibolernas sammansättning i de olika fallen behöver emellertid närmare belysas genom analyser, en fråga, till vilken förf. senare hoppas kunna återkomma.

Om kalk-skarnmalmernas genesis.

Frågan om de mellansvenska, ej lagrade kalk-skarnmalmernas genesis hör till de mest svårlösta och kanske mest debatterade problemen inom urberget. Under de senare åren kan man säga, att följande tre förklaringsprinciper gjort sig gällande:

1. Malmens och skarnets beståndsdelar ha primärt förelegat i kalkstenen och de densamma omgivande eller i densamma inlagrade hälleflint-leptitbergarterna. Malmsubstansen skulle sålunda vara sedimentärt avsatt.

2. Malmen är bildad metasomatiskt under tillförsel av malmens beståndsdelar, delvis även av skarnets.

3. Malm, skarn och kalksten äro differentiationsprodukter in situ. Denna förklaring förutsätter, att de omgivande hälleflintorna och leptiterna äro djupbergarter.

Den sistnämnda förklaringsprincipen kan här omedelbart avböjas då en infrakrustal genesis av hälleflintorna är utesluten. Denna fråga är redan tidigare diskuterad.

Även den sedimentära förklaringen kan beträffande fältets skarnkalkmalmer, de manganfattiga liksom de manganrika ej antagas som riktig. I fältet föreligga fullt tydliga sedimentmalmer, som delvis uppträda i samma bergartskomplexer som kalk-skarnmalmerna. Båda slagens malmer bilda emellertid till formell utbildning liksom i mineralkomposition från varandra skilda grupper. Vid beskrivningen av de skilda malmfälten ha förhållanden anförts beträffande malm- och skarnkomponenternas fördelning i de malmförande kalkstenarna samt beträffande mineralkompositionen i malm och skarn, som utvisa ohållbarheten av ett sedimentärt åskådningssätt beträffande malmens och skarnets beståndsdelar. Till det där sagda må här ytterligare fogas ett påpekande av den speciella arten av mineralparagenesen i skarn-kalkmalmerna. Det mineralsällskap, som man finner i skarnet, skiljer sig bestämt från de kombinationer, som äro utmärkande för fältets bergarters metamorfa facies. Den silikatiska mineralkombination, som utmärker kalkstenarna, oberoende av hög eller låg dolomithalt, är i övre etagen glimmermineral, i den undre etagen samma mineral eller sådana kombinerade med amfibol och epidot. I de SiO_2-fattiga och Mn-rika malmerna äro olivin, granat och Ca-fattigt eller -fritt hornblände de karakteristiska skarnmineralen, i den Mn-fattigare övergångs-

gruppen förhärska pyroxen, granat, aktinolit, Fe-(Mn-?) rikt hornblände och epidot och i den undre etagens skarnmalmer pyroxen, granat, aktinolit och Fe-rikt hornblände. Denna skarnmineralens mineralogiska särställning är ett drag, som i terränger med leptitiskt metamorf facies går förlorad, men som i det föreliggande fältet med dess lågtempererade metamorfos är bibehållet. Det är ett faktum av stor betydelse, och utesluter möjligheten av, att skarn och malm bildats genom regionalmetamorfos. De speciella förhållanden, som möjliggjort realiserandet av skarnenas mineralkomposition, måste sålunda ha alstrats av de malmbildande lösningarna själva. Man kan knappast finna någon annan förklaring härtill än en genom lösningarna höjd temperatur, som i samband med tillförsel av större eller mindre kvantitet av SiO_2 möjliggjort dissociation av karbonaterna och silikatbildning i stor skala.

Den enda process, som tillfredsställande förmår förklara skarnmalmbildningen, är på grund av de anförda förhållandena en metasomatisk sådan. Substanstillförseln under densamma har beträffande de manganfattiga malmerna redan i den mån, det är möjligt, diskuterats. I de manganrikare malmerna tillkommer ytterligare mangan samt i vissa fall rikligt med sulfider. I den manganrikaste fasen, Mn-oxidmalmerna, ersättas dessa av As-Sb-oxidföreningar, varjämte barium och bly här anrikats. Mellan de Mn-rika och Mn-fattigare malmerna föreligger ytterligare den olikheten, att SiO_2 i de förra tillförts i betydligt mindre mängd, varmed den vid dessa malmer mindre rikliga skarnbildningen och den basiska karaktären av skarnmineralen står i samband. Beträffande formen för malmsubstanserna vid deras introduktion på deras n. v. platser kan blott sägas, att den icke eller i försvinnande liten utsträckning varit den av haloider.

Den mest svårlösta sidan av malmproblemet är emellertid frågan om de malmförande lösningarnas ursprung. Tvenne möjligheter föreligga: Antingen ha lösningarna emanerat från de magmor som levererat hälleflint-leptitbergarternas tuff-lavamaterial, eller härstamma de från urgraniternas magmor. I det senare fallet måste de ha framträngt långt från dessa magmor, enär sådana äro blottade i minimal mängd, och i allmänhet intet i hälleflintornas beskaffenhet antyder ett nära angränsande på djupet av dylika magmabergarter. Om, såsom synes sannolikt, den leptitiska strukturen i fältets nordöstra och sydöstra delar beror på ett närmare läge av urbergsgraniter, måste sägas, att malmerna i sin utbredning på intet vis influeras av dessa bergarters läge. Den yngre granitgruppen torde däremot à priori kunna uteslutas som malmbringare. Detta framgår därav, att malmlagren deformerats samtidigt med hälleflintlagren, och där yngre granit (vid

Björnhöjden) kommer i kontakt med malm och skarn, breccierar och kontaktomvandlar den bådadera.

De gjorda iakttagelserna äro ej avgörande för en direkt, geologisk datering av malmbildningens ålder. Tidigare, medan ännu samtliga fältets grönstenar uppfattades såsom en samhörig grupp, likåldrig med spiliterna, kunde uppträdandet av grönstensintrusioner i malm och skarn anföras som ett bevis för, att malmerna bildats före eruptionerna av spilitlavorna. Då det blev påvisat, att även en yngre gångformation, yngre än urgraniterna, finnes, förlorade beviset sin entydighet. Ävenledes ha bollar av svartmalm och skarn förgäves eftersökts i konglomeraterna.

Det har i det föregående framhållits, att något beroende i malmernas fördelning av blottade eller sannolikt ej alltför djupt anstående urgranitmagmor ej förefinnes. Däremot förefinnes ett synnerligen påfallande samband mellan malmtyper och kemisk sammansättning hos de superkrustala bildningarna och en nivåtrogen fördelning av bådadera. Detta samband mellan malmtyp och kemisk konstitution är detsamma, som tidigare anträffats av H. E. JOHANSSON i andra delar av Bergslagen och betonats av honom i hans tidigare refererade arbeten. Det är inom området i de undersökta fallen så konsekvent, att en malmgenetisk diskussion måste taga hänsyn till detsamma och lämna en tillfredsställande förklaring därtill. Då man ej gärna kan tänka sig, att kalkstenarna i den undre etagen varit mindre ägnade att omvandlas av de manganrika malmernas lösningar och fixera desamma än den övre etagens motsvarande karbonatbergarter, är någon sorts urval av malmsubstans genom bergartslagren utesluten. Likaså får möjligheten av en regional albitisering, resp. mikroklinisering såsom bifenomen till malmbildningen anses utesluten. Den kan dessutom ej förklara malmtypernas och hälleflintgruppernas nivåfördelning. Denna fråga har f. ö. utförligare diskuterats i kapitlet om hälleflintornas genesis.

Sambandet mellan sidostenens sammansättning och malmtypen samt nivåfördelningen av bådadera kan under sådana förhållanden ej bero på annat än ett genetiskt samband mellan bergart och malm, d. v. s. att malmlösningarna skulle härstamma från hälleflintlavornas magmor. Malm och skarn skulle under sådana förhållanden vara bildade under själva den vulkaniska perioden ur lösningar, avgivna av samma magmor som levererade lava och tuffmaterial. Den nivåfördelning, som förefinnes hos malmtyperna, måste vidare under dessa förhållanden bero därpå, att magmans gaser börjat frigöras ur sin lösning i silikatsmältan först vid ett relativt högt läge av densamma i förhållande till jordytan på grund av tillräcklig tryckminskning i de omgivande bergartslagren.

Kalk-skarnmalmerna skulle under sådana omständigheter utgöra en motsvarighet till sedimentmalmerna, ehuru malmsubstansen i de förra fixerats under passagen till jordytan. Man kan under dylika omständigheter postulera, att de substanser, som kommit till avsättning i sedimentmalmerna, även borde återfinnas i de metasomatiska malmerna. En likartad sammansättning kan dock ej fordras, enär lösningarna vid olika lång passage kunna ha förändrats i olika grad för skilda oxider genom utfällning i och upplösning ur den passerade berggrunden. De ämnen, som åtfölja järnmalmen i sedimentmalmerna, äro karbonater av Ca och Mg, SiO_2 samt i vissa fall $MnCO_3$. Av desamma ha mangan och kiselsyra fixerats i de metasomatiska skarnmalmbildningarna. Däremot är frågan, huruvida CaO och MgO innehållits i malmlösningarna, svårare att bedöma, enär malmutfällningen skett i kalkstenar. Möjligheten förefinnes under alla omständigheter. Karbonathalten i lösningarna behöver emellertid ej ha varit så stor, som proportionerna i sedimentmalmerna utvisa, enär en blandning med kalkmaterial å ytan eller nära densamma kan ha skett. Slutligen finnas även exempel på sedimentmalmer, fria från karbonater och derivater därur.

Silvermalmer.

I kalksten förekommer vid Skatviken, Hälltorp och Vaskebäcken mindre gruvförsök på silverhaltig blyglans. Huruvida även förekomsterna vid N. Ekeberg och S om Mörttjärn ha likartat uppträdande, är författaren obekant, då de ej besökts eller (Mörttjärn) anträffats av honom. I det norra av kalkbrotten N om Skatvikens station har författaren haft tillfälle att iakttaga nyss uppsprängda bitar av en mindre förekomst av zinkblände. Detsamma bildade oregelbundna strimmor eller partier, omgivna av silikatfels. Denna utgjordes av tät, gulgrön serpentin och partier av ljusgrön tremolit. Även förekommo i den omgivande kalken sfärolitiska partier av ljust, asbestartat hornblände och i serpentinen bladig, ljust gulbrun klorit eller talk. I zinkbländet förekommo korn och små partier av blågrå kvarts. Enligt utsago å platsen hade vid brytningen även en rand av blyglans anträffats. Vid Vaskebäcken finner man i varpen en av ljust grågul tremolit uppblandad kalksten, i vilken små korn av blyglans sparsamt ses insprängda. Det är emellertid möjligt, att silikatbildningen i kalken här beror på kontaktinverkan från graniten och ej står i samband med malmbildningen, vilket på det förra stället är sannolikt. I en mindre skärpning NO om Skatvikens station förekommer likaledes blyglans, här i kalk, i

vilken silikatiska föroreningar saknas så när som på obetydligt med serpentin. Däremot förekommer kvarts i ådror och ränder ganska rikligt.

Av G. NAUCKHOFF har omnämnts förekomsten av geokronit från Björkskogsnäs.[1] Dessutom omnämnas av honom från samma ställe zinkblände, grammatit och talk.

De viktigaste silvermalmsförekomsterna inom fältet utgöras emellertid av Hällefors silvergruvor. I anslutning till den av TEGENGREN lämnade beskrivningen skola här förutom en kort sammanfattning blott ett fåtal kompletterande anmärkningar tillfogas. Malmerna ha efter sin belägenhet av gammalt uppdelats i tre grupper, östra, västra och mellanfälten. Geologiskt kunna tvenne typer urskiljas, sprickgångsmalmer och manganjärn-sulfidmalm. Den senare representeras endast av den såsom manganrik järnmalmsfyndighet redan berörda Gamla eller Östra Silvergruvan inkl. Jan Olovs- och Alfridagruvorna. Samtliga övriga gruvor och skärpningar tillhöra sprickgångstypen.

I Östra Silvergruvan uppträda sulfiderna delvis blandade med malm och skarnmineral i den svarta karbonatbergarten, delvis ha de varit utskilda i form av kompaktare strimmor, drummer eller mer oregelbundet utvecklade partier. Desamma ha förefunnits i den svarta karbonatbergarten, liksom även i resterande ljusa karbonatpartier i densamma eller i kalkstenen utmed sidorna. Av TÖRNEBOHM, som 1888 undersökte förekomsten, ansågos sulfiderna såsom en i förhållande till skarnmineral och järnmalm yngre bildning. Som emellertid sulfiderna delvis äro intimt blandade med magnetiten och skarnmineralen, torde en för de förra särskild bildningsperiod ej kunna antagas, även om huvudmassan av sulfiderna kristalliserat efter järnmalm och skarn. Speciellt är magnetkisen allmänt inblandad med magnetiten. Malmmineralen ha varit: Blyglans, zinkblände, magnetkis, pyrit, arsenikkis, kopparkis samt ett antimonmineral, som av TÖRNEBOHM betecknas som boulangerit, men som enligt en analys av R. MAUZELIUS torde utgöra meneghinit (Pb_4 Sb_2 S_7). Gruvan bröts på blyglans. I utskrädd malm, som vid författarens besök förefanns å platsen, var zinkbländet den dominerande beståndsdelen. Sannolikt ha dock järnsulfiderna varit de kvantitativt övervägande, om hänsyn tages därtill, att de till största delen äro inblandade med magnetiten i järnmalmskarbonatbergarten. Kvantiteten av arsenikkis synes vara relativt riklig och rikligare än den av kopparkis.

I den andra typen uppträda sulfiderna som helskäft malm i sprickor i hälleflinta. Förloppet och utseendet av desamma åskådliggöres av fig. 63, som är en reproduktion efter gruvkartor över V fältet. I V fältet ha dylika sprickor nått in i den svarta skiffern, och malmen

[1] G. F. F. 1, sid. 88. Originalprovet förvaras i Riksmuseets mineralog. samling.

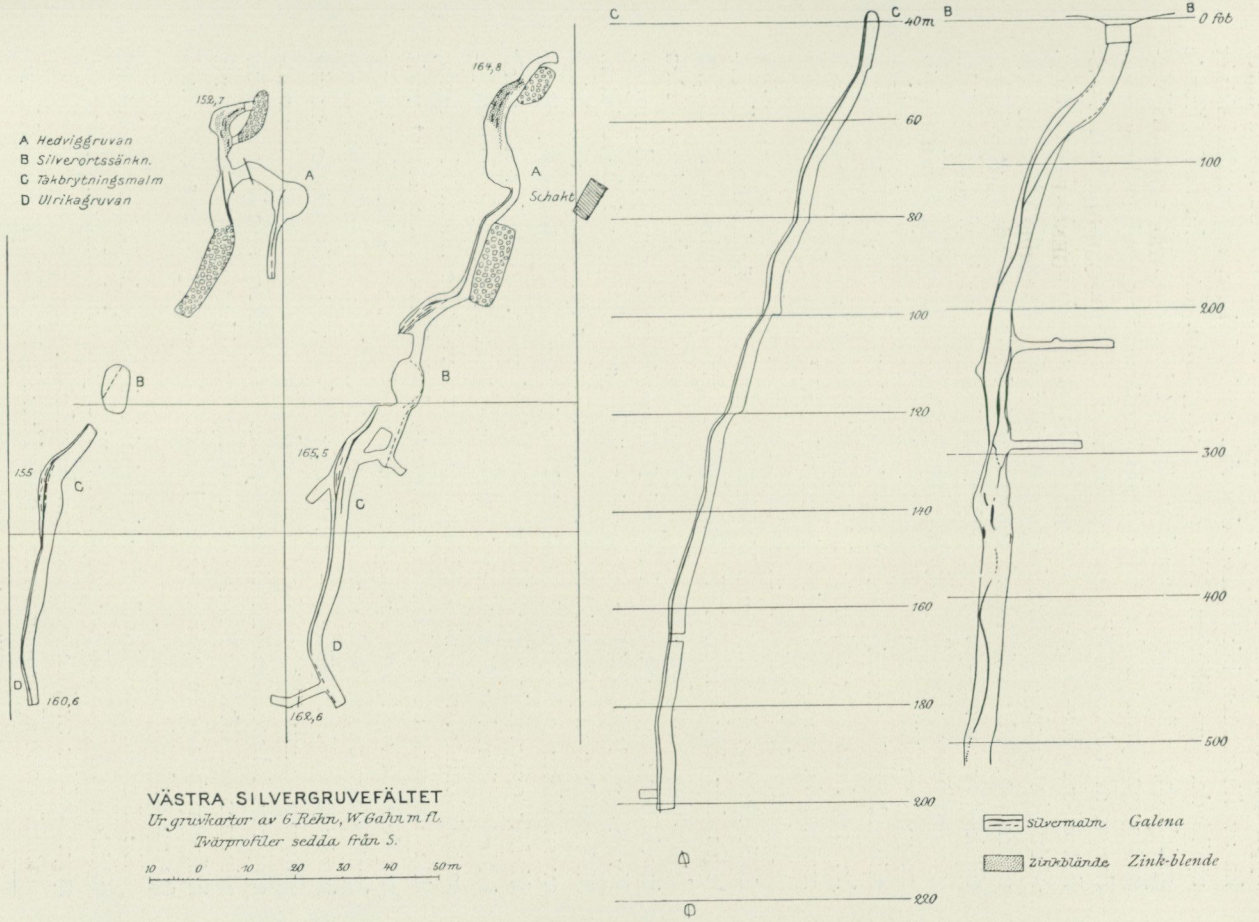


Fig. 63. *Horisontal and vertical sections through the western mining field of Silvergruvan.*

uppträder här även i spilit. Helt smala, av zinkblände fyllda ådror ha av författaren iakttagits i den sid. 58 beskrivna, såsom fläckskiffer utbildade, övre skiffern NV om Silvergruvan. Antalet sulfidförande sprickgångar är stort. Man kan säga att hela området mellan Silverknutsgranofyrens södra hälft och skiffergränsen är oregelbundet genomdraget av talrika, dylika gångar, av vilka de flesta synas ha haft N—S-ligt eller NNO—SSV-ligt förlopp och brant eller brant västlig stupning. Mäktigheten av gångarna har emellertid i de flesta fall varit obetydlig, några cm ned till få mm. Undantagsvis ha de dock kunnat svälla ut till körtlar av 20—30 cm tjocklek. Malmgångarna ha vidare flerstädes genomtvärats av kalkspatfyllda gångar, varvid även en brecciering av malm och hälleflinta förekommit. Med kalkspaten ha även malmmineral varit associerade. I smala sprickränder från V Silvergruvan ha på krustor av kvarts iakttagits kalkspat, apofyllit, flusspat och magnetkis, samtliga i kristalliserat tillstånd.[1]

Malmen har utgjorts av samma sulfider som i Östra Silvergruvan, dock skall antimonhalten i V fältet ha varit lägre än i denna. Även-ledes har blyglansen i V fältet varit Ag-rikare och bättre skild från de övriga svavelmetallerna.[2] Malmen har en tät konsistens. Den innehåller såsom gångart kvarts i form av korn eller mindre klumpar. Kvarts med föga kiser uppträder även som gångar i hälleflintan. Malmen har utfyllt sprickgångarna utan synbar symmetrisk anordning av sulfiderna och i regel utan märkbar inverkan på sidostenen. Fullt fri från omvandling har sidostenen dock ej varit. Både i V fältet och i Mellanfältet har författaren i varpen anträffat av sulfidgångar genomsatt hälleflinta, som närmast sulfidgångarna varit omvandlad i grågula, täta massor, eller i vilka den svarta hälleflintan brecciartat varit uppdelad av ett grovmaskigt nätverk av likartat material. I slipprov bestå dessa omvandlade massor av täta—finkorniga aggregat av karbonat, inmängt med finfjällig — relativt grovbladig, färglös, nästan enaxig glimmer, sannolikt muskovit. Utmed gränserna till hälleflintinneslutningarna i brecciorna ha vidare mycket ofta bårder av en ljust gulbrun glimmer utbildats. Denna omvandling av sidostenen tyder på, att kalkspatbildningen vid malmförekomsterna får uppfattas som en sen fas av malmbildningen.

De ämnen, som innehållits i malmlösningarna, ha sålunda förutom sulfidernas beståndsdelar utgjorts av kiselsyra och kalkspat. Däremot synas oxider av järn och mangan ha saknats.

Beträffande silvermalmernas genesis låter sig blott sägas, att sulfiderna

[1] På närvaron av apofylliten i provet uppmärksamgjordes förf. av N. ZENZÉN.

[2] Om dessa förhållanden även gällt för sprickgångarna i Mellanfältet framgår dock ej av beskrivningarna, men man kan på grund av den allmänna likheten i gångarnas utbildningssätt och malmmineral förmoda, att så varit fallet.

i Östra Silvergruvan äro samhöriga med järn-manganmalmen, och bilda en till större delen efter järnmalm och skarn utkristalliserad lösningsrest. På grund av det geografiskt nära angränsande läget och likheten i sulfidparagenesen är man frestad antaga, att sprickgångarnas fyllnadsmalm härstammar från samma källa och blott representerar en längre utvandrad fraktion av det sent kristalliserade sulfidmaterialet. Olikheten i uppträdandet skulle sålunda bero endast därpå, att malmbildningen i ena fallet (Ö gruvan) skett tidigare, i kalksten vid högre temperatur och under bindande av lösningarnas oxider, i gångarna i hälleflinta, vid lägre temperatur och under brist på oxider, varmed chanserna för silikatmetasomatos blivit mindre.

Även en annan teori kan emellertid framställas, enligt vilken beståndsdelarna i sprickgångarna skulle härstamma från Silverknutens intrusiva massa. Den till området ovanför denna begränsade utbredningen av gångarna kan anföras som ett skäl härför. I detta fall måste en skild genesis för sulfiderna i Ö gruvan och i sprickgångarna antagas. Några bindande bevis för, vilkendera av teorierna som är den riktiga, låta sig knappast åvägabringas.

Kopparmalmer.

Ehuru skärpningar och brytningsförsök å kopparkis gjorts på ett rätt stort antal platser, ha dock ingenstädes några nämnvärda förekomster av detta malmmineral anträffats. De mest betydande synas ha varit de vid Örnviken, Siksand och vid Sikfors. Även å dessa ställen tyder den upptagna varpen dock blott på mindre gruvförsök.

Diskussionen av kopparmalmerna kan anknytas till beskrivningen av de med grönstenarna associerade, sura kvarts-fältspatsekreten. Kiserna, den med desamma associerade kvartsen samt de ämnen, som bundits i sidostenen utgöra en ytterligare senare kristalliserad, sista rest ur grönstensmagman. Kisförekomsterna förekomma i grönsten eller (mer sällan) i hälleflinta i närheten av grönstensmassiv. I förra fallet är grönstenen omkring kis-kvartsförekomsten starkt kloritskiffrig. Själva det fyndiga har i de fall, då rester därav setts blottade, bestått av kloritbemängd kvarts, som torde bildat mer homogena körtlar eller ett flertal oregelbundna linsformiga ränder i den kloritskiffriga massan. Kisförande kvartsådror och drummer uppträda dessutom i den senare. Malmmineralen ha utgjorts av pyrit, magnetkis och kopparkis. De ha uppträtt i kvartsen såsom derba partier, ådror eller utfyllnad i druser. Grovspatigt karbonat (sannolikt kalkspat) har även uppträtt i de sistnämnda såsom sista utfyllnad. Kiserna förekomma även såsom im-

pregnation eller små ådror och drummer i den omgivande grönstenen, med eller utan association av kvarts.

Då fyndigheterna äro belägna i hälleflinta, är densamma rikligt genomdragen av ådror av kvarts och ofta samtidigt utmed desamma kloritomvandlad. Även här förekommer karbonat tillsammans med kvartsen. Kiserna synas ha förekommit i större kvartskörtlar eller kvartsränder i denna partiellt kloritomvandlade, skiffriga bergart, dessutom i eller oberoende av kvartsådrorna i hälleflintan.

Även oberoende av kiser uppträda kvartsutskillningar i grönstenarna eller deras närmaste omgivning. Omedelbart invid den albitsyenitiska, acida grönstensfasen S om Killingudden är ett kvartsbrott anlagt i en större dylik kvartsutsöndring. I kvartsen uppträda rikligt med mörka strimmor och vresigt skiffriga partier av klorit.

De ämnen, som utgjort de sista stelningsresterna ur grönstensmagman, ha sålunda varit: Rikligt med kiselsyra, magnesia och järn (i klorit) samt i vissa fall sulfider av järn och koppar. Även det i kvartsmassorna förekommande grova karbonatet torde få hänföras till denna sista magmarest.

Gången av grönstenarnas kristallisation har sålunda varit följande: 1. Normal, kvartsfri eller kvartsfattig gabbro eller diabas. 2. Albitrikare och på kvarts anrikade stelningsrester, förande Fe-rikare hornblände. I denna fas är apatit anrikad, likaledes zirkon, varjämte magnetiten varit TiO_2-fattig eller -fri. 3. Kvartsfattiga albitstenar och kvarts-albit-apliter. I de förra utgör apatit ett rikligt närvarande accessoriskt mineral, däremot har det ej iakttagits i de senare. Kvarts-albit-apliterna innehålla varierande, vanligen underordnade mängder av metasomatiskt bildad klorit. 4. Kvarts-kismassor, åtföljda av metasomatisk kloritbildning och innehållande något karbonat.

Denna gång av kristallisationen gäller blott för de större lakkoliterna. I de mindre gångarna reduceras differentiationen till utsöndringar av albit-kvarts- och kvartsådror, som vanligen ha skarp gräns mot moderbergarten. I de albitförande, äldre delarna av ådrorna förekommer grovkornig apatit och något klorit. I rena kvartsådror kan man undantagsvis finna något kis (pyrit och kopparkis).

Från de albitrika sekreten ha slutligen, såsom de i Sirsjöbergsfältet beskrivna förhållandena utmed kontakterna av grönstensgångarna i malmlagret utvisa, även sällsynta jordartsmetaller avgivits, som bildat ortit i sidostenen. Det är under sådana omständigheter sannolikt, att den ortit, som i enstaka fall anträffas i hälleflintorna utanför de av granitmetamorfos berörda delarna av desamma, härrör från grönstensintrusiven.

ANALYSFÖRTECKNING.

		Sid.
I—II	Tät, övre skiffer, Hällefors och Skifferverken, Grythyttehed	43
III	Fragmentrikt band i ovanstående, Balundstorp	47
IV	Svart, undre skiffer, Bäckäng	53
V	Tuffitisk hälleflinta, Brevik	77
VI	Kvartsporfyr, Kullberget	91
VII	» , Sikfors	110
VIII	Svart hälleflinta, kvartsporfyrtuff, Malmbergsudden	115
IX	Grå, sedimentär hälleflinta, Ö. Silvergruvan	121
X	Svart, skifferartad » , Högbornstjärn	128
XI	Röd strökornsrik » , Baståsen	151
XII	» strökornsfattig » , Svanvik	151
XIII	Saussuritgabbro, Högabergsviken	206
XIV	Granofyrgranit, Silverknuten	222
XV	Järnagranit, Sävsjön	235
	Kvartsporfyr, Långnäset, alkalibestämning	93
	» , Kextjärn, »	95
	» , » , »	106
	» , S om Kullberget, »	109
	» , » »	109
	Röd hälleflinta, Knuthöjden, »	155
	Svart » , Sångssjön, »	155
	Kvarts-klorit-sericitskiffer, S om Grythyttehed, partiell analys	170
	Karbonatanalys, jaspilitartad malm, Saxhyttan	273
	» , kalkbandad sedimentmalm, N. Klampåsgruvan	273
	» , Finnberget	284
	» , Sjögruvan	301
	» , fattig malm, Brunsjögruvan	304
	» , vit kalksten, Ö. Silvergruvan	308
	» , gul karbonatbergart, » »	310
	» , svart » , » »	310
	Granat, Knuthöjden	231
	» , Ö. Silvergruvan	313

Summary.

The Grythytte field is situated in the province of Västmanland in the middle part of Sweden, lying at the western boundary of the same and partly extending into the neighbouring province of Värmland. Geologically the field comprises the western part of a larger area of ore-bearing Archean supercrustal rocks, which occupies the western half of the first-named province. In fact, this area constitutes the most extensive coherent complex of the ore-bearing formation of middle and southern Sweden, this formation generally being highly dissected by vast bathylitic masses of granite or gneisseous granite. Judging from the facts known, the tectonic structure of the named extensive area probably is that of a large, irregular anticlinal plateau, to the southeast of which there seems to appear a more continuous synclinal zone holding a number of considerable layers of dolomitic limestone (the limestone zone of Vikern-Rossvalen). In the supercrustal ore-bearing area there are only a few isolated and small granitic bodies present, but on the northern, eastern and southern sides the area is bordered by greater bathylithes of granitic rocks, between which there are left belts of supercrustal layers continuating farther to the ore-fields of Grängesberg and Stråssa.

To the west, the anticlinal plateau is bordered by a great synclinal zone, the layers of which constitute the Grythytte field. This synclinal zone again is to the west bounded by an anticlinal bending of the layers, cut by two smaller granite massivs, but west of the anticlinal bending the layers of the syncline reappear, forming a new, somewhat smaller, trough-like syncline, the Saxå field, of which an easternmost border in seen on the accompanying map.

The rocks represented in the Grythytte field belong to the following groups of the Archean subdivisions:

Younger Archean granites (also named »Serarchean» granites)
Older Archean granites (»Urgranites»)
Supercrustal ore-bearing formation.

All members of the Archean are furthermore cut by a number of younger dikes of diabase (post-Archean diabases of the map), the age of which cannot yet closer be fixed. Having not essentially influenced the geology of the field, these rocks will not be considered further in this summary. To the groups just mentioned there are further to be added a well represented formation of greenstones, partly of intrusive origin, erupted during the building up of the upper layers of the hälleflintas and the lower division of the slate. Partly, the greenstones represent scoriaceous spilitic effusive beds or breccias. There also appear dykes of greenstone of later age cutting the older granites and the youngest member of the supercrustal formation, the conglomerates. The relations of these dikes to the igneous formations in the field is not well understood. Probably they belong to the younger granites as early offshoots from their parent magma.

So far as the chemical and geological characters are concerned, the dominant rocks of the supercrustal formation, the hälleflintas, are typical representatives of the ore-bearing members of the formation in general. They also enclose a number of iron ores, typical for other parts of the formation. In one respect, however, the rocks of the field are unique, the primary structural and mineral composition being generally only little affected by later metamorphism. In consequence, the rocks exhibit dominantly dense crystalline structures, corresponding to the glassy or finely cristalline consistence of the original effusive and tuffaceous material. Rocks of this aspect have in Sweden of old been designated as »hälleflintas», in contrast to the stronger recrystallized and coarser dominant parts of the same original material, that are called »leptites» (formerly also »granulites» or »hälleflintgneisses») Mineralogically, the hälleflintas are characterised by low temperated mineral associations, in contrast to the leptites, the minerals of which are originated at higher temperatures.

As there has been stated in different parts of the ore-bearing formation[1] that the metamorphism of the formation has substantially taken place during the folding period of the supercrustal layers and under the influence of the Urgranites intruded at the same time, it is safe to conclude that the relatively insignificant metamorphism of the rocks of the field is due to the absence of greater bodies of this igneous group. In fact, there are found in the hälleflintas only two minor occurrences of this granite-group (at Silvergruvan), the structural relations of which point to a superficial laccolithic rather than a bathylitic occurrence. In the northeastern and southeastern part of the field on the other hand, where coarser and more highly recrystallized leptites dominate, there occur Urgranites in their more normal coarser development, and these rocks are represented as more numerous and greater bodies in the leptitic terrains that continue in these directions beyond the boundaries of the field.

Again there is good evidence in this field as in the others already referred to, that the metamorphosing influence of the younger granites has been on the whole insignificant and restricted to the nearer bounding parts of the intruded rocks.

The supercrustal formation.

This can be divided into the following chief stratigraphical divisions: The hälleflintas, the slate and the conglomerates. Of these, the conglomerates represent the youngest member. The hälleflintas are quantitatively the by far dominant member. They are divisible into two subgroups, the lower division, including dominantly rocks extremely rich in albite, and the upper division, stratigraphically following concordantly above the former and comprising as its dominant components rocks of an intermediate K-Na-composition, or rocks extremely rich in potash. Besides the hälleflintas there appears in both subgroups a number of limestone layers, more or less dolomitic, although the larger occurrences are restricted to the upper division. Also the slate is divisible into two stratigraphical divisions, the lower of

[1] G. F. F., *43*, p. 555, and there cited works on the Falun, Orijärvi and Åtvidaberg fields.

which, however, is represented only in parts of the field. At the lower boundary of the lower slate, or within the same, there further appear graywackes, partly developed to a considerable thickness.

Rocks of *the hälleflinta-group*. The hälleflintas are very acidic rocks, predominantly made up of quartz and alkali feldspar or of these minerals combined with minor quantities of dark mica up to about 15—20 per cent of volume at the most. In the members rich in potash, light sericite, secondarily formed at the expense of the microcline, is frequent and this mica not seldom to the greater part replaces the latter, thus forming sericitic schists. Carbonate (dominantly calcite) is often intermingled in the rocks. In the sedimentary parts of the rocks, this mineral in many cases can be proved to be a primary constituent. The named minerals are finely distributed and form dense masses, in which coarser phenocrysts of quartz and feldspar appear in varying amounts.

The hälleflinta rocks are crystalline throughout and no remnants of primary glass remain; on account of the slight structural alteration, however, the primary structural features to a great extent are well preserved, allowing us to recognize the original character with certainty. This is especially the case in the upper division. It can here be stated that the layer complex is made up partly of effusives of quartz-porphyry, partly of tuffaceous sediments, the latter quantitatively predominating. The common microscopical appearance of the porphyries is demonstrated by the figs. 21—24 and 41, showing well distinguishable micropoikilitic structures in the groundmass, sometimes combined with the development of reticulating quartz. In figs. 27—29 there are reproduced varieties rich in spherulitic compounds. There are also found varieties of the hälleflintas, containing allotriomorphic, dense groundmasses, which probably are true porphyries and may be interpreted as recrystallized obsidians. In certain places (Kullberget, Gillershöjden), the lava-flows are accompanied by coarse breccias with porphyritic material as the dominant inclusion material. Similar breccias also appear to the W of Gillershöjden, independent of lava-flows.

The microscopical investigation of the porphyries has revealed the fact worth mentioning that the mineral matter even in these superficially congealed masses to some extent is splitted up in detail through fractional crystallization, the quartz of the lava having to a greater or minor part been retained in solution during the consolidation for a longer time than the feldspars. This fact is made evident inter alia through the existence of quartz-free rims around quartz-filled nodules and by the development of quartz-free parts or »Schlieren» in the groundmass, the feldspar of which is of an earlier date than the micropoikilitic quartz-sponges. Phenomena of this kind are further exhibited by the spherulites already referred to. These compounds consist of pure feldspar, or of feldspar and a little quartz, the latter being concentrated to the groundmass of the spherulites or also to the nodules and amygdules alone. The same splitting process is also encountered in some facies of fluidally structured rocks and in lithophyseous forms of amygdules, the feldspar and quartz in the former being restricted to different alternating bands (fig. 25) and in the lithophysæ to concentrically arranged masses, the quartz lying at the centre (fig. 19). The splitting-up of these minerals is driven to its greatest amount in the ejecta of the breccias, where trachytic and quartz-rich facies of the rocks are present as

separate inclusions or alternate as »Schlieren» in the same body. The facts observed in the ejecta point to an initial crystallization at the surface of the lava before the explosions. These facts are of importance as they explain the very common appearance of quartz-free trachytic or keratophyric fragments and also of quartzitic ones in the tuffaceous hälleflintas.

The splitting process referred to is believed to be a consequence of a high water content of the lava and of the different solubility of the quartz and the feldspars in this substance, the effect of which having been gradually increased as the crystallization proceeds.[1] The process is the same as that encountered on a greater scale in the granites, the quartz in this rock beginning to separate at an early time, but gradually being retarded as the consolidation proceeds and always remaining fluid for a greater or lesser part after the separation of all the other constituents. The explanation also in the granites must be the same.

The composition of the porphyries of the upper division is shown by the analysis VI, p. 91, and by the alkali analyses p. 93 and 95. These demonstrate the dominant types. In analysis VII and in the alkali analyses p. 106 and 109, extremely albitic facies are represented. They form a subordinate part of the rocks.[2]

The sedimentary hälleflintas of the upper division to the greater part have a quartz-phorphyritic composition and then represent recrystallized pure tuffs, laid down in situ or somewhat rearranged, the material in the latter case not having been subjected to any perceptible change of composition. In some instances, however, and especially in banded parts of the rocks, there appear facies with a higher content of finely and uniformly distributed mica (dark and light), which must be interpreted as derivatives from chemical decomposition products. In these instances a partial decomposition through chemical weathering or an intermingling with decomposition products during the transport must be supposed. In these banded parts of the rocks, there also occur layers very rich in fragmental individuals of quartz and feldspar, sometimes also containing a greater amount of porphyry fragments. These layers look as graywackes and evidently in the most cases represent the products of normal sorting action. More rarely also crystal tuffs or lithic tuffs may occur, the groundmass then beeing poor in decomposition products.

The microscopical appearance of the hälleflintas in many instances directly confirms the conception of their tuffaceous origin in showing traces of vitroclastic structures in the groundmasses. Fig. 30 gives an example of a well preserved structure of this kind. In fig. 32 the structure is somewhat more obliterated but still recognizable. In other cases somewhat greater fragments of quartz-porphyritic, trachytic or keratophyric rocks are mixed with the small pumice-particles or alone present. Also quartzitic fragments are found in rocks of this kind. The dominant part of the tuffaceous hälleflintas, however, shows no traceable relics of clastic structures in the groundmass (fig. 31), the clastic character of the rocks nevertheless being apparent through the fragmental forms of the phenocrysts. Also by the field works, the sedimentary origin is manifested in those parts, where banding is present.

[1] Similar phenomena in liparites and a similar explanation of the facts is already given by IDDINGS, Igneous rocks I, p. 230.

[2] For the finding of the analyses see also the table p. 333.

In layers containing chemical decomposition products there are in a few cases found graphite, which on account of its banded arrangement (fig. 33) must be derived from primary deposits of organic substance. The graphite-bearing layers occur as bands alternating with limestone, or contain considerable amounts of calcite as a primary component.

The hälleflintas do not seldom contain larger fragments of similar older layers. At several places in the bottom layers of the upper division real agglomeratic breccias develop through the abundant accumulation of fragments (fig. 34—35). These agglomerates have the character of true explosion products in situ or somewhat rearranged. The material of the inclusions is partly porphyritic, partly it is composed of sedimentary hälleflintas. Very often pieces of limestone are intermingled with the hälleflinta inclusions. In one instance also a not deformed breccia of limestone is found (fig. 36).

The chemical composition of a sedimentary tuffaceous hälleflinta, containing a little amount of decomposition products, is shown by the analysis VIII. No. IX represents a layer extremely rich in potash, intercalated in limestone. The rock is somewhat altered through sericitisation. The relatively high contents of CaO and MgO depend on the introduction of these substances from the adjoining sulphide-bearing manganese-iron ore, at the origin of which these oxides were driven out of the limestone replaced by the ore and fixed in the hälleflinta as epidote and biotite. No. X represents the composition of a tuffitic hälleflinta, holding a considerable amount of decomposition matter. These analyses demonstrate the dominant rocks of the division, holding an extreme or moderate amount of potash, but also extremely albitic rocks do occur.

Structurally there is some difference between the hälleflintas of the upper and those of the lower division, the latter partly being somewhat coarser crystalline. In slides, porphyritic rocks identical with the porphyries in the latter have been observed,[1] however, and the clastic origin of other examined samples is recognized. Any attempt to a separation of the two groups in the field has not been made. The rocks in this division as a consequence of the somewhat stronger metamorphism do nowhere exhibit the delicate vitroclastic structural features known from the upper layers. Peculiar varieties of the hälleflintas of this division are the rocks reproduced in figs. 37—38, in which the material of the phenocrysts is very richly aggregated. These rocks represent in most cases clastic volcanic deposits (tuffs of nevaditic lavas) though exceptionally they may also include true porphyritic members.

Chemically, the hälleflintas of the lower division form a very peculiar and in the ore-formation important type, characterised by the extreme dominance of soda feldspar. In fact, these rocks do represent the most extreme examples of this kind hitherto known from extrusive rocks. The composition of the dominant rocks of this type is given by the analyses XI—XII; b—d on p. 152 represent older analyses of the same rocks, but the samples used may have contained some carbonate or (in b) secondarily formed amphibole. The mineral composition of the extremely albitic rocks is made up of quartz and albite with insignificant amounts of chlorite or biotite and some rutile or titanite, magnetite and zircon as accessories. In a minor

[1] A peculiar schlieric variety of this kind is reproduced in fig. 39.

part of the rocks, the amount of the dark mica is higher, up to some 15—20 % of the vol. These rocks dominate in the greatest part of the lower division. Only in the northeastern and southeastern parts of the field, members more rich in potash are met with in considerable or dominant amount. However, the details of the tectonics in these parts are not fully interpreted.

From the Grythytte field the albitic rocks described continue to the east and may predominate in the vast anticlinal plateau there. Nearly identical rocks are known from the Yxsjö ore field,[1] situated in the northern continuation of the plateau, and similar though somewhat more anorthite-rich leptites predominate in the Grängesberg ore field,[2] also situated in the same continuation to the east of the former. W of the Grythytte field, the extremely albitic rocks reappear in the leptites of the Persberg field in the same stratigraphical position as described here.[3]

These generally red albitic rocks predominate also in the complex mapped as a separate area to the west of the slate-syncline (the alkali-analysis p. 155) but they are here accompanied by more richly represented potassic varieties (p. 155). This complex (the Sångs-Knuthöjds complex) is supposed to form a stratigraphical equivalent to the uppermost horizon of the eastern vast complex of the lower division, or probably a transition zone between the same and the upper division.

When plotting the analyses of the hälleflintas in a diagram showing the proportions of the feldspars (fig. 40),[4] one finds that they form a long suite along the line of the alkalies from the Ab corner to the immediate neighbourhood of the Or corner. This is in agreement with the results formerly gained by JOHANSSON, SJÖGREN and SAHLBOM from the adjacent district »Filipstads bergslag».[5] It implies a very alkaline character of the rocks and a very thorough differentiation of the lava material supplied. A relative gap in the suite seems to exist on the distance at about 15—35 % Or, where comparatively few representatives are found. The chemical properties quoted characterise the hälleflintas as rest-magmas, rich in alkalies, probably also in water solutions. Similar chemical properties are also found in a greater compilation of the rocks from the ore-bearing parts of the whole leptite-hälleflinta formation.

In the northeastern and southeastern parts of the field, as also in general in the immediate vicinity of the contacts of the younger granites, the hälleflintas pass over into *leptitic* rocks. A smaller area of leptites also appears in the northwesternmost corner of the field. The passage into leptites is imperceptible, the crystallinity gradually increasing and the rock material being converted into »pflaster»-like mixtures of the minerals. The mineral composition at the same time changes, the lime of the carbonate present entering into the silicates (plagioclase, epidote, amphibole). Megascopically, the leptites are finegrained rocks, generally of a sharply crystalline, massive or (in the presence of mica) schistose texture. Of the primary ingredients, phenocrysts of feldspar and quartz generally are remaining, though their

[1] G. LINDROTH, G. F. F., *44*, p. 19.
[2] H. E. JOHANSSON, ibid. *32*, p. 378.
[3] H. E. JOHANSSON, HJ. SJÖGREN, N. SAHLBOM, ibid. *36*, p. 441. N. H. MAGNUSSON ibid., *43*, p. 537.
[4] P. 156.
[5] Op. cit.

size and number is reduced through recrystallization. Sometimes they have wholly disappeared.

The facts gathered concerning the hälleflintas and leptites make it evident that the whole complex of these rocks is a huge accumulation of volcanic products, deposited continuously without greater intervals, although the composition of the lavas is radically changed during the volcanic period. The deposition of the layers has not occurred at the bottom of a general covering sea. This is shown by several circumstances, especially by the lack of a generally banded structure and of more generally intermingled chemical decomposition products. The sedimentary layers, on the other hand, are not terrigenous sediments throughout. This is shown by the presence of smaller, banded zones at a number of places and by the presence of limestone, which is seldom wanting in these zones. The conception most adequate to the conditions prevailing is that there existed smaller and somewhat greater lakes at different places and at different times during the accumulation of the volcanics.

Limestones. It is a wellknown fact that the ore-bearing parts of the hälleflinta-leptite-formation of Sweden are rich in limestone, and the Grythytte field does not form any exception. The limestones are not restricted to any special horizons in the rock sequence, nor are there found any limestone beds of general extension in the field. The deposition of the carbonates seems to have occurred at different places, during the whole volcanic period, but the largest beds are those laid down in the upper division. There, the limestone layers are also most numerous. The thickness of the layers is very varying, from about 100—150 m to only a few mm. Carbonates often also occur as impregnating matter in the rock layers of the banded zones.

The composition of the limestones is fairly well known. As the analyses p. 186—87 show, the dolomitic ingredient is often high. Small amounts of $FeCO_3$ may occur, but are not especially searched for in the analyses. $MnCO_3$ is often found in subordinate amounts and may more generally be found in dolomitic facies of the layers.

The insoluble impurities in the limestone (»olöst» in the analyses) are made up of the folloving minerals: Quartz, chlorite, biotite and muscovite. In the lover division, tremolite-actinolite and epidote are added. These last-mentioned minerals, together with diopside, rarely also scapolite, and forsterite are formed in parts affected by contact metamorphism from the younger granites.

The origin of the carbonate layers in the Archean ore-bearing formation belongs to the most difficultly answered problems of the same. The question is complicated through the consequent restriction of the limestones to the volcanic rocks of the formation. Nowhere are carbonate beds found in the normal sediments (slate, quartzite, a. o.) accompanying the volcanics. Nor is there found in the very thick volcanic deposits derivatives of clayey or quartzitic decomposition products in any approximate proportion to the limestones. Considering all the facts concerning the problem it seems most likely to admit a hydrothermal origin for the carbonate material, the substances of the same being derived at least to the greatest part from the lavas supplying the volcanoes of the hälleflintas.

Graywackes. On the southeastern side of the great northern slate area, these rocks form a transition zone of considerable thickness between the

hälleflintas and the slate. Similar layers are also found in the lower slate division to the south from Älvestorp, and in the highest part of the hälleflinta south of Saxhyttan. The rocks prevailing represent mixtures of clayey decomposition products and fresh porphyritic or hälleflintoid material, the latter being derived from older eroded beds or laid down from contemporaneous volcanic outbursts. The rock material shows a well sorted condition, the coarser fragmental part generally being washed out and concentrated in separate bands, alternating with dense layers more or less rich in slaty material. By this sorting action there is also developed the peculiar arrangement of the material exhibited by the quaternary seasonally laminated clay, the finer and the coarser material being deposited as composite beds separated from the adjoining beds through sharp boundaries, along which erosion of the underlying surfaces is often visible (fig. 10—11). These phenomena are developed in the northern half of the graywacke-zone.

The appearance of the graywackes under the microscope is demonstrated by the figs. 12—13, 16—17. The fragmental material consists of feldspar (predominatingly albite, poor in antiperthitic spots of microcline) and quartz, small grains of quartz-porphyry, trachyte, keratophyre and quartzite, these rocks all being identical with the various facies of the quartz-porphyries described and with the fragments occurrring in the coarser clastic hälleflintas. Fragments of a spilitic rock are rarely observed. Further, there are fragments of dense hälleflinta-slate-rocks of local origin, produced by the bottom erosion during the sedimentation.

In the northern part of the graywacke zone, there are also found rock-layers which exhibit typical vitroclastic structures and must be considered as mixed tuffs, furnished through contemporaneous volcanic action. Figs. 14—15 reproduce the microstructure of such rocks. Analysis V shows the chemical composition of the specimen reproduced in fig. 14. From the analysis it can be calculated that the rock holds about 30 % slate material and 70 % porphyritic material. These rocks represent the last products of the outdying liparitic activity in the field.

The Slate. The considerable graywacke zone indicates the first downwarping of the crust in the synclinal zone and the beginning deposition of slate material on a greater scale. This is followed by a general sinking of the ground comprising at least the whole synclinal zones of the Grythytte and Saxå fields, over which clayey material was deposited. The slate in the Grythytte field follows as a rule wholly concordantly above the hälleflintas. A very evident transition is developed through the graywacke zone. In one instance, W of the conglomerate NW from Älvestorp, there are traces of some erosion at the bottom of the slate. This, however, must be local and insignificant.

The first deposited slate is a dark, generally graphitic and pyrite-bearing slate rock. This slate is primarily wanting in the western and northern part of the field. This unequal distribution and the reappearing of the lower slate in the Saxå field implies that the present chief structural units in the two fields began to form already at this early time. The dark slate is concordantly followed by the chief rock in the slate-areas, the lighter greenish-gray upper slate. Both members very often show a well-developed banded structure caused by the appearance of lighter bands more rich in quartz and albite. Partly, these minerals are very finely distributed, in other

cases the grain is coarser and the fragmental character of the grains is recognizable (fig. 5). The material of the bands in these cases corresponds to a fine clayey sand (average dimensions of the fragments 0,015—0,02 mm). To the fragmental components mentioned there come in these bands also coarser scales or particles of muscovite and chlorite, that may be of primary origin. Material of this coarser composition plays a considerable part in the upper slate. In the lower it is restricted chiefly to the lower parts adjoining to the graywacke-zone.

The composition of the dense facies of the upper slate appears from the analyses I—II. In consequence of the analyses the rock can be stated as a derivative of normal clayey decomposition products. Analysis III shows a coarser band. The divergences from the former are due to the high content of quartz and albite fragments. At the same time the proportions of the muscovite and chlorite are considerably changed in favour of the latter heavier mineral. The composition of the graphitic pyrite-bearing slate, given in No. IV (p. 53), shows a peculiar richness in FeO. At the same time the proportions of the mineral components calculated indicate a more incomplete decomposition of the material.

In the graphite-pyrite-bearing lower slate there are often found pebble-like inclusions of dense, cherty quartz, interpreted as derivatives from flinty concretions. In some instances there are found in the dense quartz mass peculiar nodules of graphite-impregnated apatite, possibly representing derivatives from small phosphorite-bodies (fig. 4). No recognizable traces of fossils, however, have been detected in the slates.

Greenstones. At the time of the deposition of the lower slate, the liparitic volcanic period was followed by the extrusion of considerable amounts of basaltic composition. The magmatic period of the greenstones indeed was opened still earlier as is shown by the appearance of greenstone breccias in the bottom layers of the upper hälleflinta division and through the existence of spilitic inclusions in the graywackes. The greater part of the basaltic magma, however, did not reach the surface but stopped at some depth as concordantly intruded sheets or more irregular intrusive bodies. The intrusives are numerous in the hälleflinta complexes but very rare in the slate as in the conglomerates, from which fact the inference can be drawn that the majority of the bodies really were intruded before the deposition of the upper slate. The old age of the greenstones is also shown by the presence of pebbles of this rock in the conglomerates.

The extrusive rocks in the slate are developed as scoriaceous breccias or lava flows more or less rich in amygdules (fig. 43—47). The cavities of the vesicles as well as the filling mass in the breccias consists predominatingly of carbonate. In the breccias from the upper hälleflinta division scoriaceous material is wanting. The inclusions consist of dense or coarser, compact greenstone, sometimes intermingled with sparingly represented fragments of hälleflinta (fig. 49—50). The intrusive greenstones have the mineral composition of saussurite-diabases, except in the leptitic parts of the field, where an amphibolitic mineral composition is wholly or partially developed. The composition of a typical sample, quoted in analysis XIII, shows the normal properties of a diabase, only is the amount of K_2O raised during the metamorphism at the expense of Na_2O, owing to the introduction of the former oxide from the neighbouring K_2O-rich hälleflintas. Mineralogically, the

process is expressed through the partial converting of the albite molecules into sericite.

The intrusive greenstones are frequently accompanied by acidic quartz-albite-secretions or albite-syenitic rocks poorer in quartz. These late in solution remaining fractions of the rocks occur as »Schlieren», dikes or also somewhat larger masses in the greenstones themselves, rarely as intrusions in the vicinity of their boundaries. Rock facies of corresponding composition are also met with in the inclusions of the breccias (fig. 48, see also fig. 49).

The geological bearing of the greenstones is not yet well understood. Only attention may be called to the very general appearance of such basic rocks as the final phase of the volcanic activity also in later magmatic periods.

After the deposition of the slate, the supercrustal rocks described were folded and deformed to the present position of the layers. The relations of the conglomerates indicate that the chief features of the present tectonics existed before the development of the conglomerates, though a strong lateral compression in W—E can be shown to have occurred later. The structure of the layers is impressed by strong lateral folding combined with considerable and irregular contemporaneous deformation of the longitudinal axes of folding. Thereby a lack of regularity in the strike of the strata exhibited by the section of the surface is produced; at the same time minor parts of the synclinal zone behave in a certain degree as separate tectonical units. Thus a great anticlinal plateau is raised southeast of Grythyttehed, dividing the zone in two parts, the northern of which is dominated by the great trough, occupied by the slate. In this trough, the layers reach a greater depth than south of the anticlinal plateau. In this part there are developed one larger and three smaller synclinal basins occupied by slate, and furthermore two small basins are recognizable N and E of Älvestorp (at the environs of Högbornstjärn and north of Varnäs). A smaller separate basin may also effect the bending out of the upper hälleflintas around the lake Norr Älgen (see the section fig. 1).

Conglomerate. In the western half of the field, the occurrences of conglomerate form a probably somewhat discontinous zone, about 27 km in length. The relatively young age of the zone is shown by the quality of the pebbles, in which most of the rocks described are represented. The predominating rock is slate and quartzitic varieties of slate. Upper hälleflinta is also relatively abundant, pebbles of lower albitic hälleflinta on the other hand are uncommon. This indicates a rather superficial erosion of the older layers. Pebbles of granite, older or younger, are nowhere found. The relatively young age of the conglomerate is also shown by the course of the zone running on the whole discordantly over the older layers. In detail, however, no discordance can be detected. The folding axis of the zone furthermore being parallel to the older longitudinal axes of the supercrustal complex and no later period of folding having been detected in the field, it must be concluded, that the age of the conglomerate dates from the very end of the folding period just described. The compression of the conglomerate and contemporaneous compressions in other parts of the field (especially recognizable in the slate) are the last manifestations of the orogenetic forces. As a consequence of the same, a thrust fault of minor

size was produced along the eastern boundary of the conglomerate W and S of Grythyttehed (fig. 2). Probably the extension of the thrust coincides with that of the anticlinal plateau south of this locality and is caused by the rigidity of the plateau.

Urgranites.

The small occurrences of urgranites present are all of a plagioclase-rich composition. Only in one instance, the little occurrence in the northeastern corner of the map, more essential quantities of microcline are met with. In the occurrence SE of Älvestorp the rock is a somewhat femic, amphibole-bearing oligoclase-granite of the type common in the urgranite group.[1] In both these occurrences the rocks are partially recrystallized and schistose.

The greatest interest offer the granite of Silverknuten and the smaller occurrence of identical rock to the south of the same. This granite is an extreme quartz-albite-rock. Only at one place in the northern occurrence there is found a facies holding considerable amounts of microcline, for the rest this mineral is totally wanting. Thus, the granite is chemically equivalent to the lower hälleflintas, though structurally a hypabyssic rock. The structure is fine medium grained or medium grained and combined granophyric-aplitic or aplitic, indicating no great depth of consolidation. Very peculiar is the distribution of the dark minerals present. These consist of chlorite or biotite, in some cases combined with dark, greenish blue, FeO-rich amphibole. They are never found as early individuals but appear as small flakes or grains along the contacts of the quartz and feldspar or along cracks in the latter, always replacing it. Together with the dark mica, some muscovite often occurs and in rare cases sillimanite is also formed. All these minerals are evidently of a late date, formed metasomatically from solutions remaining after the consolidation of the quartz-feldspar-components. Their quantity also is very irregular, varying from subordinate to (more rarely) abundant, in which latter case real breccias are produced.

The composition of a sample comparatively poor in dark minerals is shown by the analysis XIV. The characters described designate the rock as an aplitic rest-magma rich in water solutions of (FeMg)O. The geological relations do not with certainty determinate the age of the rock, but with all probability it belongs to the Urgranite-group and represents an outlier from this magma intruded as a laccolith at inconsiderable depth. In all cases it is older than the granites of the following group, while it is intersected by dikes of greenstone, older than these latter.

The Urgranites are from other parts of the Archean known as syntectonic magmas, intruded during the folding period of the ore-bearing formation. No proofs of this can be obtained in the present field, but the relations described do well conform with this assumption.

Younger Archean granites.

The younger granites form great bathylitic masses bounding the supercrustal rocks on the northern and southern, partly also on the western sides. They

[1] G. F. F., *43*. p. 568.

also penetrate the supercrustal strata as smaller isolated massivs. The geological relations show that the »mise en place» of the granite-magma was not accompanied by folding of the older layers, the tectonical position of the same already having been accomplished in their present state before the forcing up of the granite-magma. This is also shown by the lack of contemporaneously effected metamorphism of more widespread occurrence in the older rocks. In the granites, schistosity occurs, but as a rule is only of local distribution and of subordinate intensity. To the greater part it may be interpreted as of protoclastic origin.

The petrographic quality of the younger granites is decidedly distinguished from that of the Urgranites by the intermediate proportions of plagioclase and microcline. The rocks are in this respect typical representatives of the younger Archean granite-group of Sweden.[1] Only in some more femic members, basic plagioclase dominates more conspicuously and in some salic, aplitic varieties the albitic component exceeds the intermediate proportion common. As to the petrographic composition the rocks are divided into the following groups: Amphibole-biotite-granites with intermediate or somewhat more abundant quantity of femic constituents, more salic biotite-granites and salic aplite granites. Further there are more basic facies of which a quartz-monzonitic type is separated on the map. Of these, the rocks of the first-named group predominate quantitatively. The granites belonging here are partly typical eye-granites (named as »Filipstadsgranit», analysis A—C, p. 240), partly they are coarse even-grained or contain badly developed and irregularly distributed eyes (»Järnagranit», analyses I and XV p. 235). The biotite-granites are medium grained, seldom eye-bearing and more alkalic (the feldspar- and quartz-proportions calculated under the microscope are referred p. 244—245) and commonly red-coloured. The aplite-granites are red, alkalic, fine-grained or fine medium grained rocks (feldspar-quartz-proportions p. 246).

The compilation on the feldspar diagram p. 247 of the values arrived at from the analyses and the microscopical calculation shows that the proportion plagioclase: microcline does not essentially change during the differentiation from the more femic members (except the quartz-monzonitic and femic rock No. XV) to the more salic, except in the aplite-granite No. c. From the table on the same page it appears, that at the same time the relative amount of quartz does not increase but on the whole diminishes.

Ore-occurrences.

As most parts of the district of »Bergslagen» in middle Sweden, the Grythytte field is rich in ore occurrences. Most of them are relatively small and of no greater economic value. At the present also only one, the mining district of Sirsjöberget, is at work. Theoretically, however, the ores are of interest as they are situated in a part of the ore-bearing formation inconsiderably changed by later metamorphism and show the primary relations little confused by processes of this kind. The occurrences also include most of the more important ore types of the middle and southern Sweden, the chief exception being the apatite iron ores.

In the Grythytte field there are found iron ore, silver ore and copper

[1] G. F. F. 43. p. 573.

ore. Of these the first is by far the most frequent and economically the most important. Most insignificant are the copper ores.

Iron ores. After the mode of origin the iron ores are divisible into sedimentary ores and metasomatic ores. The latter belong to two groups, the non-manganiferous skarn-ores or the »skarn ores» as they for the sake of brevity will be named here, and the manganiferous carbonate-skarn ores.

The *sedimentary ores* are especially located in the Sångs-Knuthöjds-complex, but several occurrences are also found on the eastern side of the synclinal zone (Klampåsen, Sikberget, Siksandshöjden, Rödboudden SE from Killingudden, Långviken W from Älgviken), all lying in the lower division of the hälleflintas. In all instances the ore shows a well banded structure. The ore substance present is hematite and magnetite, the latter being secondarily formed from the former and commonly of a minor quantity. In a few cases however the change is stronger or complete: magnetite alone being present. In the ore layers, the ore alternate with the other ingredients present: carbonates, jasper or from this derivated more pure quartz, and hälleflinta.

After the prevailing minerals associated the sedimentary ores can be divided into the following subgroups: Jaspilitic ore, limestone-banded ore, and ore lying in hälleflinta as bands alternating with the same or impregnating the hälleflinta. In the first-named group, the ore resembles the jaspilites of the Lake Superior district (fig. 53), but is different from these in one not unimportant respect, the content of carbonate of lime being high. Jasper is abundant in the ores of this group. Jasper or therefrom derived quartz and hematite may also be more irregularly intermingled with the carbonate in the carbonate layers. Jaspilitic ores occur chiefly in the Sångs-Knuthöjds-complex. On the eastern side of the syncline a similar ore is represented at Långviken. At Siksandshöjden a variety occurs which is very poor in carbonate or derivatives of this compound (actinolite). It holds chiefly jasper and magnetite-hematite alone as constituting ingredients. At Rödboudden a strongly recrystallized jaspilitic ore is found. In the same, quartz, andradite, epidote, actinolite, calcite and magnetite are the constituting minerals. The primary banding of the ore, however, is partly beautifully preserved, and also the spots of finely and flocky distributed ore substance (here magnetite instead of hematite) in the quartz grains caracteristic for the jasper is sometimes to be seen.

The carbonate of the jaspilitic ores in the Sångs-Knuthöjds-complex is made up chiefly of calcite but also holds a not inconsiderable amount of $MnCO_3$ and some $MgCO_3$ (carbonate-analysis p. 273). The amount of $FeCO_3$ is difficult to calculate from the analysis, but it must be small and not exceed that of the $MgCO_3$. Some Mn-carbonate may also be present at Långviken but no analyses from here have been made.

Limestone-banded ore is known from two localities N Klampåsen and S of Sikberget. This ore differs from the jaspilitic ones in being nearly devoid of bands of jasper. The appearance of the ore is shown by the fig. 55. Under the microscope, however, one finds that quartz, partially preserved as jasper, is present though disseminated in the limestone and the ore bands and more subordinate in quantity than in the foregoing group. As shown by the analysis p. 273 the carbonate is nearly pure calcite.

Also in the third group quartz and carbonate are often deposited together with the ore, but in considerably smaller quantities. Partly these minerals or derivatives of the same are not proved to have existed. The hematite is here directly intermingled with the finely divided matter of the hälleflintas as impregnation, or forms more compact bands (figs. 56, 58).

Through the influence of later contact metamorphism from the younger granites, skarn masses very generally have been formed in the ores from the ingredients deposited (fig. 57). The minerals formed are chiefly andradite (analysis p. 231) and pistazite, actinolite being more rare.

The occurrences of sedimentary ore are numerous and no little quantity of ore is deposited in the same. The primary ore being relatively poor, however, and the ore substance as a rule not being concentrated through later processes, the occurrences are not profitable to work. Some concentration of magnetite in the foot-wall part of the ore-layers seems to have occurred in the small mines of the Sångs-Knuthöjds-complex.

The sedimentary ores, especially the jaspilitic ones, offer a great resemblance to the North American jaspilites, the chief difference being the already mentioned predominance of calcite in the carbonates associated. Also the appearence of hematitic depositions devoid of quartz and carbonates or poor in these substances is a difference. As the chief source of the ore substance, VAN HISE and LEITH seem to have considered hydrothermal exhalations from the basic lava rocks with which the ores are connected. Later F. F. GROUT, T. M. BRODERICK and recently J. W. GRUNER have emphazised the rôle of chemical decomposition through weathering and (GRUNER) especially the effectivity of water rich in organic matter as the chief active agencies in producing and solving out the iron substance. For the sedimentary ores of the Swedish Archean this latter possibility is excluded, the rocks of the contemporaneous surface throughout having been very acidic and poor in iron. The source of the iron therefore may be sought for in hydrothermal solutions from the lavas of the hälleflintas and leptites. [1]

Skarn ores. In contrast to the sedimentary depositions, the skarn ores are more concentrated and to a great extent they are made up of very high-grade ores. They are also the most important in economic respect. In the ore layers there has occurred a supply from outside of iron oxides, silica, probable also of magnesia. The deposition of these substances occurred in limestone-bearing zones, the carbonate of the limestone and also to some part the hälleflinta in the limestones and at the contacts of the same being replaced by the skarn and the ore. The metasomatic change in the limestone-bearing zones resulted in the forming of magnetite and silicates as pyroxene, amphiboles, garnet (in most cases andradite), biotite and epidote. Hematite in the ore bodies is not uncommon, possibly, however, it is not a primarily formed mineral but is produced during subsequent movements. The ore-bearing solutions as a rule contained small amounts of sulphur and copper, fixed in the ore and the skarn as pyrite and chalcopyrite, especially the latter being concentrated in the skarn. Subordinate amounts of P_2O_5, F and of TiO_2 may also have been contained in the solutions.

[1] See also P. J. HOLMQUIST, G. F. F. *32*. p. 895 and G. LINDROTH S. G. U. ser. C., 266, p. 79.

The occurrences of skarn ores are numerous. In nearly all cases, however, they are found to occur in the lower division of the hälleflintas and are bound to extremely albitic hälleflintas. Only one exception from this latter rule is known, viz. the mining field of Björnberget, where the accompanying wall rock is a K_2O-richer leptite. In this ore, however, there is a relatively higher amount of MnO than is common in the ordinary skarn ores (see analysis 4 p. 293).

The greatest of the occurrences seems to be the Sirsjöbergs mining field. Considerable ore fields were also present at Högborn, Finnberget-Tappberget and Sikberget.

As typical examples the ore fields of Finnberget and Sirsjöberget have been chosen. The relations of the former are demonstrated by the horisontal section Pl. 2, and the site of the ore-bearing layer by fig. 59. The ore-bearing layer in this instance exhibiting a fairly composite mixture of bands of hälleflinta and limestone alternating with one another, the distribution of the ore bodies and the skarn in consequence of this was also irregular, to form smaller but numerous layers or lenticles. Also on the great scale used (1 : 267) it was only possible to reproduce the relations schematically. The ore is generally accompanied by and enclosed in skarn, but examples are not wanting of ore layers lying between limestone and hälleflinta or with hälleflinta as the bounding rock on both sides. Always, however, some thin zones of skarn are found at the contacts between ore and hälleflinta. Finally, magnetite can be found as impregnation in limestone, producing ore, poor in skarn. In most cases the ore and skarn may have replaced former limestone bodies or parts of such, but a partial replacing of hälleflinta through skarn is also proved to have taken place.

The composition of the ore is shown by the analyses p. 282 (under *a* here and in the following the calculated oxides in the gangue minerals are reproduced, »gl. f.» being to the chief part CO_2). The gangue minerals in specimens examined are dark green chlorite, quartz, calcite and some albite. Apatite is present as subordinate grains. In other cases amphibole may be present. The same minerals and scattered grains of magnetite are met with as the components of the skarn, the chlorite being a secondary substitute for green biotite, which partly is remaining. More rarely garnet and epidote occur in the skarn. The amphibole present is a dark greenish-blue FeO-rich variety of common hornblende. Probably, however, it is altered from pyroxene or actinolite which during the course of the metasomatic process adsorbed FeO.

The limestone present in the ore-bearing zone holds a fair amount of $FeCO_3$ (2,16 % in the special determination p. 284). This is probably due to the introduction of this oxide in the carbonate during the metasomatic process. In the limestone also rare stripes of fluorite have been found.

The whole breadth of the ore-bearing zone amounts to some 15 m. In length it is followed by mining work for about 400 m.

In the mining field of Sirsjöberget, skarn and ore form a more homogeneous though deformed layer-like mass (pl. 2) exposed in the horisontal section to a width of 20—50 m and followed in length some 400 m. The inhomogenities present are chiefly due to irregularly distributed patches of limestone. The ore is irregularly distributed in the skarn as greater lenses,

smaller patches or lumps. Finally, scattered grains and aggregates of magnetite are always found in the slides of the skarn. At the contacts towards the hälleflinta and the limestone there are sometimes developed skarn breccias, the skarn silicates penetrating these rocks in the shape of irregular anastomosing veins.

The facts cited indicate the former existence in the ore zone of a more homogeneous limestone bed, to the greater part replaced by skarn and ore. At the same time the hälleflinta on the sides, possibly also intercalated isolated layers of this rock, has been affected by the metasomatic process.

The composition of the ore is shown on p. 288. The gangue minerals are the same as in the skarn. This is dominantly made up of fine-grained aggregates of diopsidic augite, amphibole and calcite, or of amphibole and calcite alone. Brown garnet sometimes forms irregular patches. Epidote and quartz are rare, the latter occurring only together with calcite as a filling mass in drusy cavities. The amphibole present is partly of an evident uralitic character (bluish-green fibrous variety, absorbtion of moderate strength): in pure amphibole skarn it is partly a compact, slightly bluish-green actinolite, and may primarily have been formed as such. Titanite is sometimes met with in the skarn. The same and apatite also occur as sporadic grains in the ore.

The relation in the other mines are in most cases similar to the already described and prevailingly to those in the Sirsjö field. On p. 293 a compilation of analytic data from the greater fields is quoted.

Manganiferous ores. Three types are to be considered in this group, viz. Mn-oxide ore, magnetite ore rich in MnO, and magnetite ore with a comparatively low amount of this oxide.

The first type includes high-grade Mn-ore. The chief constituting ore minerals are hausmannite and braunite. Iron ore is wanting in these ores, but the Mn-ores are always accompanied by iron ore in separate bodies here constituted dominantly of hematite, primarily deposited as such. The Mn-ores of this type are also always accompanied by considerable amounts of As, Sb and Pb, deposited as oxygen compounds of the two former (Pb also as silicate and metal, reduced secondarily from the salts?). These elements we encounter again in the following second type, but here bound to sulphur as sulphides. Ba is also present in the Mn-oxide ore in celsian. This interesting ore type is well represented in the neighbouring mining district »Filipstads bergslag» (mines of Långban, Nordmarken, Jakobsberg, Pajsberg a. o.). In the present field only one occurrence is found, the mine Sjögruvan, known through the mineral descriptions of L. J. IGELSTRÖM.

According to this author the Mn-ore and the hematite ore occurred as two separate but closely adjacent layer-like bodies in dolomitic limestone. The gangue of the latter ore was found by the writer to be carbonate, quartz and green biotite. Jasper is a characteristic ingredient in these ore.

The chief minerals of the Mn-ore at Sjögruvan are hausmannite, probably also braunite, tephroite, carbonate and some colourless mica. To these are to be added the many rare minerals described by IGELSTRÖM and compiled on p. 298. The carbonate is shown by the ore analysis p. 299 (No. 1 representents pure Mn-ore) to be moderately rich in MnO ($MnCO_3$ max. 9 %,

$MgCO_3$ about 3 %, $CaCO_3$ about 21 %), the MnO evidently having been introduced during the metasomatic process. The analysis and the mineral composition further show the ore to be very basic and very poor in iron oxides.

The progress of the metasomatic process has been the following: The hausmannite and the tephroite are the first minerals to be formed, the latter continuating after the former. Later the As-Sb-Pb-minerals followed, to the greater part as depositions on joints in the ore together with calcite. These minerals, however, are not separated from the tephroite through any great interval, an arsenate (xantoarsenite) also being found as ingredient in the compact ore. The place of the carbonate change in the process (introduction of MnO in the carbonate) could not be stated.

This ore type offers the very interesting example of a nearly complete splitting up of the material supplied in iron and manganese compounds, both being accompanied by special characteristic ingredients (SiO_2-content high in the hematite ore, poor in the Mn-ore, to the latter the named rare oxides being concentrated). This splitting-up must depend upon the fractional progress of the crystallization and on different solving power of the ore constituents as to the accompanying substances. The problem, however, cannot be fully solved here, the mine having been abandoned for a long time and the possibility of necessary observations restricted. Yet clearly the highly oxidized stage of the ore minerals both of the manganese and of the iron ore is of great importance. Without doubt this property is of primary nature and is caused by the quality of the ore-bearing solutions. This high content of oxygen in the solutions also seems to leave the explanation of the comparatively small amounts of MnO entered into the carbonate, this being in strong contrast to the following types.

The second type is represented by the occurrences Brunsjögruvan and Ö. Silvergruvan. Outside the field the type reappears in the well-known mining field of Dannemora. The chief ore mineral in this type is magnetite, the manganese entering into the silicates formed and in the carbonate. Also FeO enters into these compounds, though in a higher quantity in the silicates than in the carbonate. The silicates accompanying the magnetite are spessartine garnet, (analysis on p. 313) knebelite, green biotite (often altered to chlorite), grüneritic amphibole and asbestos. In Brunsjögruvan a mica-like silicate of (MnFeMgO), called »ekmannit» appears, chemically related to the pyrosmalite from Dannemora though holding hydroxyle molecules substituting the chlorine of this. The minerals are named in the order as they have been formed, the dominant silicates being knebelite, grünerite and asbestos.

With the iron ore, sulphides are connected, these minerals at Silvergruvan being present in great quantities. In fact, the ore worked in this old mine was galena, not iron ore. The sulphides present are pyrrhotite, pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, to which at Silvergruvan come galena, zinc-blende and (rarely) meneghinite or boulangerit. At Silvergruvan, the first named four and some galena began to separate already early at the same time as the magnetite and continuated to form during the whole metasomatic process. After the silicates had been formed, the chief part of the galena, the blende and chalcopyrite present were deposited. At Brunsjögruvan, the sulphides

are scarce and seem to be contemporaneous with the silicates and partly later than the same.

The relations of the ore are shown by the sections from the mines on fig. 61—62. The ore is in both cases situated in limestone and forms lenticular or more irregular bodies in the same. In both cases ore and skarn are more intimately mixed with one another than in the skarn ores described. The content of skarn further is smaller. At Silvergruvan skarn can hardly be spoken of, the ore-bearing mass dominantly being made up of a black, highly altered carbonate, in which the ore minerals and the silicates are distributed somewhat irregularly.

The composition of rich and poor ore from Brunsjögruvan are shown on p. 302. On p. 304 a carbonate analysis from lean ore is quoted. The very thorough change of the limestone in Silvergruvan appears from the carbonate analysis No. 1 and 2, p. 310, the former representing a smaller, less strongly altered part in the black, wholly altered, ore-bearing carbonate rock (2).

The progress of the metasomatic process is compiled on p. 322 and compared with that of the Mn-oxide ore.

The third ore type represents transitional forms between the second type described and the non-manganiferous skarn ores. Also in this transitional type, MnO may have been introduced in the silicates formed and probably also in the limestone, but in considerably smaller amount. The relations of these ores are in all other essential features similar to those in the skarn ores. As in these, a more richly quantity of skarn masses are developed, in which the ore occurs. The minerals in the skarn as in the gangue are amphibole, partly uralitic from diopsidic augite or diopside, which sometimes are remaining; partly it may be primary actinolite. Further, there occur garnet (probable rich in spessartine), and epidote. Biotite (altered to chlorite) is rare. Traces of olivine are only found in one instance. This mineral assemblage corresponds to a higher amount of SiO_2 in the ore-bearing solutions than in both the foregoing types.

The composition of the ores of this type is shown on p. 318, 320 and 322. The ores were all of small dimensions.

The manganiferous ores in all cases, where the stratigraphical position could be recognized, occur in the upper division of the hälleflintas. Only in one case, the mine at Skåln, the question remains undecided, no outcrops of hälleflinta being exposed at the sides of the ore-bearing limestone and no pieces of the hälleflinta occurring in the dumps. As to the rocks harbouring the Mn-bearing ores there exists a similar relationship as that already shown from the skarn ores, the ores of the former group always occurring in potash-rich hälleflintas.

This stratigraphical distribution of the ores and at the same time the evident connection of kind of ore and chemical composition of the ore-bearing rock-complex[1] cannot be accidental. It only seems to permit the one possibility, that the ores genetically are connected with the hälleflintas. From this conception, H. E. JOHANSSON concluded that the ores are magmatic differentiation products from the bordering rocks, the whole assemblage of

[1] Already found by H. E. JOHANSSON in other parts of the ore-bearing formation (G. F. F. *29*, p. 143; *32*, p. 376; *36*, p. 441).

rocks in the formation being by him considered as abyssic. This conception evidently being wrong, it only remains to deduce the ore substances from solutions liberated from the magmas of the hälleflintas as these rose towards he surface, the giving off of the solutions being realized at comparatively small depths, where the diminution of the pressure attained sufficient import. This assumption corresponds also to the general chemical character of the hälleflintas and leptites previously alluded to. The sedimentary and metasomatic ores thus may represent only different forms of deposition of the same source, the ore material in the one instance having reached the surface, in the other they were stopped on the way.

By this conclusion there will not be denied the possibility in other instances of ore deposits formed later and originating from the Urgranites, the intrusion period of which followed after the deposition of the supercrustal rocks. Also alterations of earlier existing ores in this way may have been effected. In the cases of sulphide ores accompanied by thorough metasomatic changes of the silicate rocks as at Orijärvi, Falun and Åtvidaberg, the rôle of the Urgranites as the actual source of supply is definitely proved. For iron ores of the types described above, however, this is as yet nowhere proved. In the present field the influence from the urgranitic magma is restricted to the possible causing of parts of the sulphide ores (fissure-ores at Silverguvan) the origin of these, however, remaining uncertain.

Silver ores. Except smaller concentrations of galena and blende, silver ore is found in more important quantities in the old mining district at Silvergruvan. The work in this district began in 1635 and continuated to the last years of the 1800-century. The mines in the district are numerous. Geologically they belong to two types, the one represented by the eastern mines where the ore appear in altered limestone accompanying Mn-rich magnetite ore. The relations here are already discussed in the previous pages. The other occurrences represent a type uncommon in Sweden, the sulphides occurring as compact filling masses in fissures, sharply dissecting the rocks. The ore mass contains quartz as a gangue mineral, but no skarn is developed. Some sporadic alteration through introduction of calcite and development of sericite seems to be the only changes of the wall-rock. The ore minerals are the same as those enumerated from the eastern mines. The dominant minerals in the fissures were galena and blende, in the eastern field sulphides of iron played a probably greater part. The content of silver in the ore amounts to 0,156 % in the western field and 0,098 % in the eastern.

In consequence of the geographical neighbourhood, the fissure ores could be considered as late fractional parts of the sulphide ingredients of the solutions from which the eastern ores were deposited. If so the age of the latter could bee approximately fixed, as the ore-bearing fissures penetrate the whole rock complex up to the bottom layers of the slate. Possibly, however, the fissure-ores are not genetically connected with the skarn-bearing ore, but are generated from the magma of the granophyre granite in Silverknuten, which underlie the whole ore-bearing district.

Copper ore. The insignificant traces of copper-ore are all genetically connected with the intrusive greenstones. The ore mineral is chalcopyrite

associated with pyrite and pyrrhotite. These minerals occur together with quartz appearing as lenses or impregnation of the older rocks. The ores are deposited in the greenstones themselves, or in the vicinity of the same, Also carbonates and chlorite appear as ingredients in the ore-bearing zones.

The named substances in the ore-occurences represent the last fluid portions from the acidic quartz-albite-secretions of the greenstones.

23—230283. *S. G. U. Ser. C, n:r 312, Sundius.*

Legend to the map, Pl. 1.

Post-Archean diabase.

Younger Archean granites.

Coarse amphibole-biotite-granite (Järnagranit).
Eye granite (Filipstadgranit).
Granite-porphyry.
Medium-grained, red biotite-granite.
Aplite granite.
Quartz-monzonite.

Urgranites.

Plagioclase-granite.
Granophyre granite, extremely rich in albite.

The supercrustal formation.

Conglomerate.
Sericite-quartzite.

The slate-division.
- Grey upper slate.
- Dark lower » .
- Pebbles of dense quartz.

Spilitic greenstone.
Graywacke and slate-hälleflinta-rocks.

The upper hälleflinta-division.
- Hälleflinta, predominatingly dark and rich in potash (chiefly tuffaceous sediments).
- Agglomeratic hälleflinta and quartz-porphyry breccia.
- Quartz-porphyry.

Greenstone breccia.

The lower hälleflinta-division.
- Hälleflinta, predominatingly red and extremely rich in albite (quartz-porphyry and tuffaceous sediments).
- » , predominatingly red and extremely rich in albite. Rich in phenocrysts.
- » , » ». Often banded (the Sångs-Knuthöjds-complex)

Crystalline limestone.
Intrusions of greenstone.
Contact-metamorphosed slate.
Leptite.
Quartz-chlorite-sericite-schist.
Dykes of granite, aplite and pegmatite.
The strike and dip of the layers. The dip being 90°; 89—70°; 69—50°; < 50°.
Linear deformation, dipping 90—70°; 69—50°; < 50°.
The dip of the axes of the folds » » » .
Magnetite ore.
» », manganiferous.
Hematite ore.
Smaller mines of these ores.
Silver ore.
Copper ore.
Small mines on copper ore.
» » » manganese ore.
Limestone- and slate-quarries.
Quartz-quarry.
Line of dislocation.

Legend to Pl. 2.

Ore	Skarn	Limestone
Hälleflinta	Greenstone	Syenite
	Fissure	

RÄTTELSE Å KARTAN.

Namnet Vinterhöjden felaktigt. Läs Vinerhöjden.
» Nötsjöskogen » » Nätsjöskogen.
Å profil III har av misstag strimman närmast **V** intill konglomeratet erhållit hälleflintans beteckning. Den utgöres av skiffer.

230263. S. G. U. Ser. C. nr 312.

BERGGRUNDSKARTA ÖVER GRYTHYTTEFÄLTET AV N. SUNDIUS

SKALA 1:75000

1 0 1 2 3 4 5 km

Postarkäisk diabas

Yngre arkäiska graniter

- Grov hornblände-biotitgranit (Järnagranit)
- Ögongranit (Filipstadgranit)
- Granitporfyr
- Medelkornig, röd biotitgranit
- Aplitgranit
- Kvartsmonzonit

Urgraniter

- Plagioklasgranit
- Albitextrem granofyrgranit ("Silverknutsgranofyr")

Superkrustala formationen

- Konglomerat
- Sericitkvartsit

Skifteretagen

- Grå, "övre" skiffer
- Svart, "undre" „
- Bollar av tät kvarts

- Spilitisk grönsten
- Gråvacka och skifferartad hälleflinta

Övre hälleflintetagen

- Hälleflinta, övervägande mörk, kalirik (huvudsakl. tuffsediment)
- Hälleflintagglomerat och kvartsporfyrbreccia
- Kvartsporfyr

- Grönstensbreccia

Undre hälleflintetagen

- Hälleflinta, övervägande röd, albitextrem (kvartsporfyr och tuffsediment)
- " " " " " " ,strökornsrik
- " " " " " " , rikligt lagrad (Sångs-Knuthöjdskomplexen)

- Kornig kalksten
- Intrusiv grönsten, äldre och yngre
- Kontaktmetamorfoserad skiffer
- Leptit
- Kvarts. - Klorit - sericitkvartsit skiffer
- Gångar av granit, aplit och pegmatit
- Strykning och stupning av lager, stupning 90°, 89–70°, 69–50°, <50
- Stänglighet, stupning 90–70°, 69–50°, <50°
- Stupning av veckaxlar „ „ „ „ „ 0°
- Magnetitmalm
- „ manganrik
- Blodstensmalm
- Skärpningar å ovanstående
- Silvermalm
- Kopparmalm
- Skärpning å koppar
- „ „ mangan
- Kalk- och skifferbrott
- Kvartsbrott
- Dislokationslinje

I Tvärprofil Saxhyttan—Kullberget

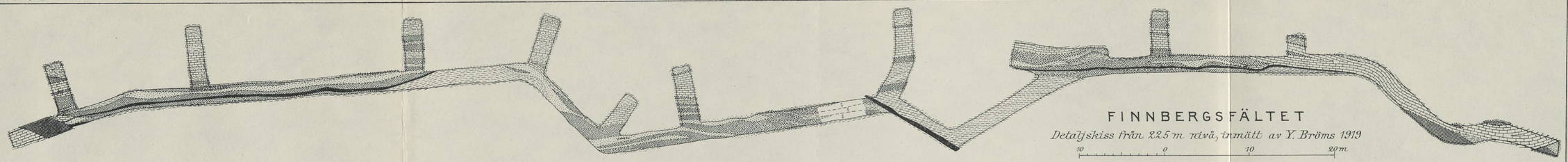
II Längdprofil Kärvingeborn—N. om Grythyttehed

III Tvärprofil N. om Älvestorp

IV Tvärprofil S. om Älvestorp

V Längdprofil Sirsjötorp—Djupviken

GENERALST. LITOGR. ANSTALT STOCKHOLM 1922

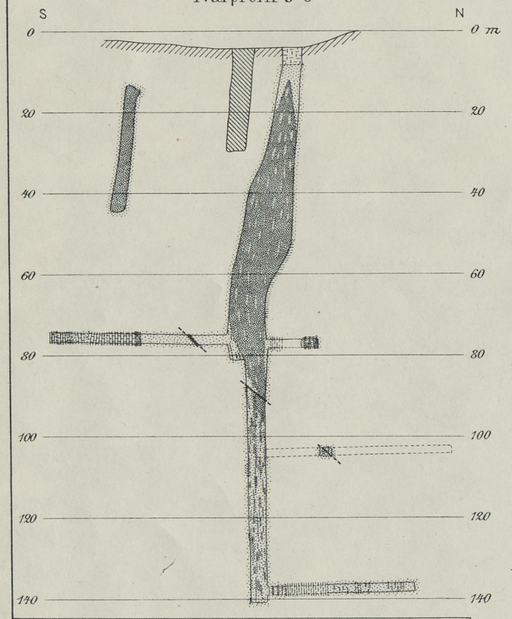


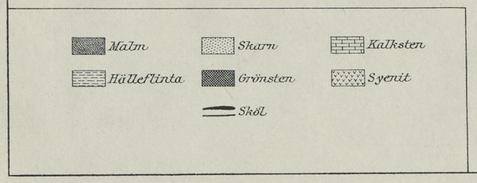
FINNBERGSFÄLTET

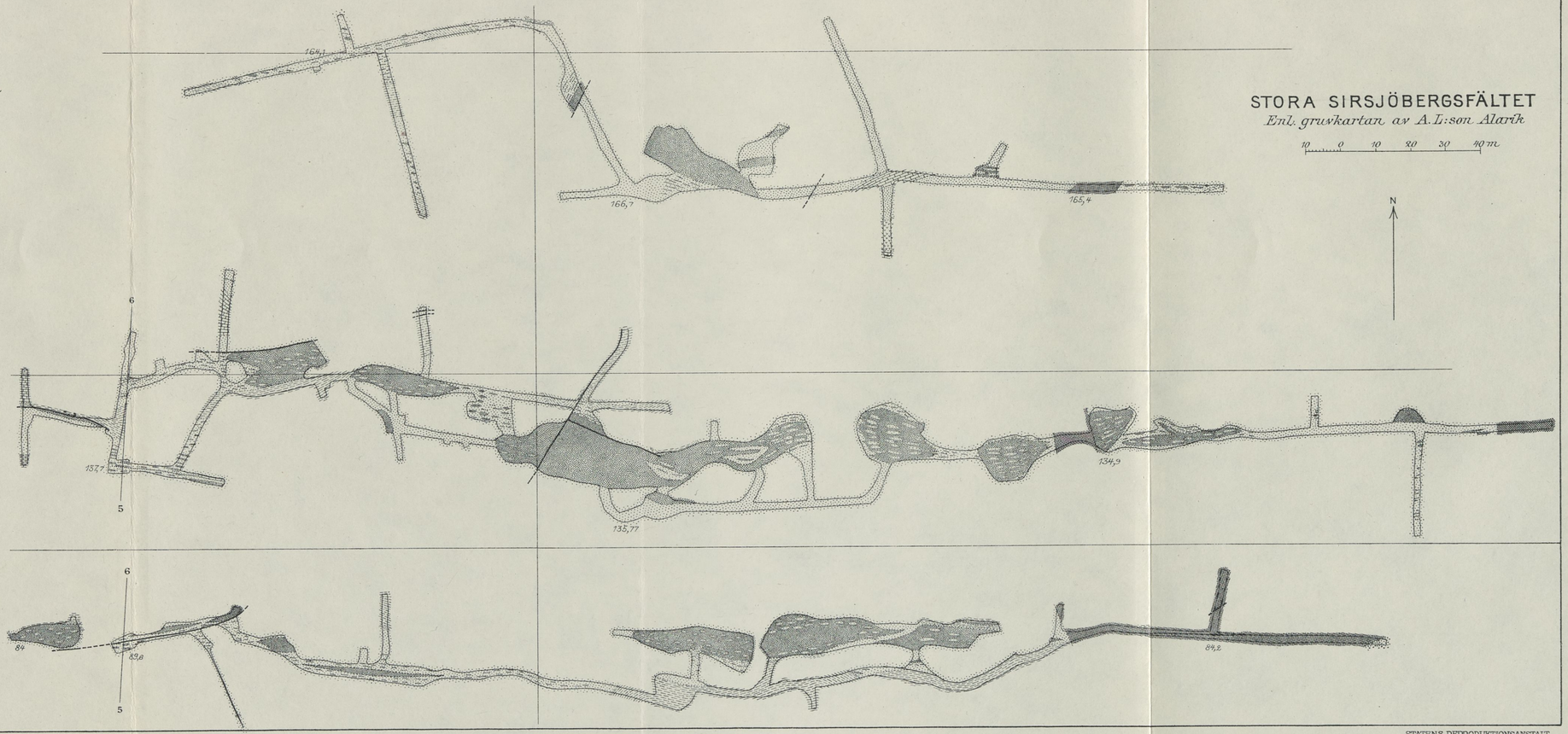
Detaljskiss från 225 m nivå, inmätt av Y. Bröms 1919

10 0 10 20 m

Tvärprofil 5-6







STORA SIRSJÖBERGSFÄLTET

Enl. gruvkartan av A. L:son Alarik

10 0 10 20 30 40 m

N

STATENS REPRODUKTIONSANSTALT

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa Geologiska kartblad i skalan 1:50 000 med beskrivningar.

		Pris kr.
N:o 150	*Mjölby* av N. H. Magnusson, H. Munthe och S. Rosén 1922 . . .	2,00
» 151	*Väse* av R. Sandegren, A. Högbom och F. Svenonius 1922	2,00
» 152	*Burgsvik* jämte *Hoburgen* och *Ytterholmen* av H. Munthe 1922 .	2,00
» 153	*Torönsborg* av B. Asklund och R. Sandegren 1923	2,00

Ser. Ba Översiktskartor.

N:o 10	Karta över Sveriges åkerareal, av C. J. Anrick. 1:1 mill. 1921. Med beskr.	8,00

Ser. C. Avhandlingar och uppsatser.

N:o 140	Högbom, A. G., Geologisk beskrivning över Jämtlands län. Med 2 kartor. *Andra omarbetade upplagan* 1920 4:o	8,00

Årsbok 15 (1921).

» 306	Sundius, N., Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. Med en karta. Resumé in deutscher Sprache. 1921	2,00
» 307	Halden, B. E., Skalgrusförekomster i Västerbotten. Med en tavla. 1921	1,00
» 308	Sundius, N., Om de glacifluviala avlagringarna i Grythyttetrakten. Med en tavla. 1922	1,00
» 309	Osvald, H., Till gyttjornas genetik. Cleve-Euler, A., Om diatomacévegetationen och dess förändringar i Säbysjön, Uppland, samt några dämda sjöar i Salatrakten. 1922 .	1,00
» 310	Halden, B. E., Tvänne intramarina torvbildningar i norra Halland jämte äldre och nyare kvartärgeologiska synpunkter på saltvattensdiatomacéerna. 1922	1,00

Årsbok 16 (1922).

» 311	Hörner, N. G., Om några främmande länders officiella grundvattensundersökningar. 1922	0,50
» 312	Sundius, N., Grythyttefältets geologi. Med 2 tavlor. English summary of the contents. 1923	5,00
» 313	Hedström, H., On »Discinella Holsti Mbg.» and Scapha antiquissima (Markl.) of the division Patellacea. With 1 plate. 1923	0,50
» 314	Hedström, H., Remarks on some fossils from the diamond boring at the Visby cement factory. Prel. rep. With 2 plates. 1923. . .	1,00
» 315	Hedström, H., Om vårt lands uran-(och radium-) haltiga bergarter och mineral. 1923	0,50
» 316	Hedström, H., Contributions to the fossil fauna of Gotland. I. With 5 plates. 1923	1,00
» 317	Hedström, H., Om en ny fyndort för mineralet nickelin i Sverige. 1923	0,50

Ser. Ca. Avhandlingar och uppsatser i 4:o.

N:o 18	Westergård, A. H., Sveriges olenidskiffer. I. Utbredning och lagerföljd. II. Fauna. 1. Trilobita. Med 16 tavlor. Summary of the contents. 1922	8,00

Ser. D. Torvmarkskartor med beskrivningar.

N:o 32	Kartbladet	Göteborg	3,00
» 33	»	Borås	
» 41	»	Uddevalla	3,00
» 51	»	Fjällbacka	
» 61	»	Strömstad	
N:o 42	Kartbladet	Vänersborg . .	3,00
» 52	»	Upperud . . .	3,00

OBS.! Samtliga arbeten distribueras genom Bokförläggaren Lars Hökerberg, *Stockholm.*