

Türk krom cevherindeki istihaleler

Yazan: Dr. P. de Wijkerslooth

FASIL I.

KROM SPİNELLERİNİN İSTİHALELERİ HAKKINDA UMUMÎ MALÛMAT

İntişar eden eserlerde kromitlerin istihalesine dair malûmata çok az rastlanılmaktadır. Halbuki bu hal, aşağıda izah edeceğimiz gibi, müsait şerait altında geniş ölçüde bahis mevzuu olabilir. Bu meselenin son zamanlarda çok az mütalea edilmiş olması, belki de krom cevheri kristallerinin fevkalâde müstekar, tazyik ve hararet değişikliklerine dayanıklı oldukları kanaatine bağlıdır. Bundan maada, ancak Anadolu gibi yalnız birkaç memleket, krom yataklarının tetkikine geniş bir fırsat arz etmektedir.

Krom spinelleri, kostik tesirlere, bilhassa bunların idrotermal faaliyetile ilgili tesirlerine karşı gayet hassastırlar. Krom kristallerinin kostik tesirler karşısında istikrarlarını muhafaza edemeyişleri, sunî ısıtma esnasında sarahaten tebarüz eder. Meselâ ateşe dayanıklı kromit tuğlasının imali esnasında krom spinellerin (takriben 1400 dereceye kadar) kızdırılmasında gösterdiği mükemmel tebeddül şayanı dikkattir. Muvzuubahis istihalelere istinat etmeden M. T. A. Enstitüsü laboratuvarında krom cevherlerinden müteaddit kromit tuğlaları ihzar olunmuştur («Krom cevherlerinin sunî istihaleleri» faslına bakınız). Kromit tuğlalarından yapılan plâkmensler gösteriyor ki, krom spinelleri 1400 dereceye kadar ısıtılınca birkaç saat zarfında büyük değişikliklere maruz kalırlar. Krom cevherinde bulunan demir,

hematit şeklinde ayrılır. Kromit ise demir oksidinin ifrazı ile yüksek derecede miknatıslaşır. Neticede manyetitini yeni bir teşekkülü beklenirse de bu hal vaki olmaz. Buna mukabil ayrılan manyetit miknatısi evsafı elde eder, bu da Fe_3O_4 ün sulp bir terkipte bağlı kalması ile izah olunabilir.

Aynı hâdisenin Türk krom cevherlerinin yataklarında da cereyan etmiş olması bilhassa Eskişehirin şimal mıntakalarındaki cevherlerden kolayca tahmin olunabilir. Bundan dolayı istihale görmüş krom cevherleri hakkında mülâhazada bulunurken, bu mıntakaya geniş ölçüde temas edeceğiz. («Eskişehirin şimal mıntakasındaki krom cevherinin istihaleleri» faslına bakınız). Aynı zamanda Guleman kromitlerinin metamorfik tebeddülâtını da kısaca izah etmeğe çalışacağız. («Guleman mıntakası krom cevherlerindeki istihaleler» faslına müracaat).

Kontakt istihaleler ve buna bağlı idrotermal hâdiseler arttıkça krom cevheri bünyesinin de daha fazla terkip değişikliklerine maruz kaldığı tesbit olunmuştur. Fevkalâde hallerde kromit bünyesi silikatlı demir cevherine istihale eder ve kromit bakiyeleri azalır. Neticede krom spinellerinde magneziyum, alüminyum ve krom ile kısmen demir ve magnez silikatlaşır. Maa-fih demirin büyük bir kısmı oksit olarak mahallinde kalır ve silikatlar katgılı bir hematit-manyetit kitlesi şeklini alır. Bu gibi demir cevherleri fazla krom tenörlü uzuvları havi silikat parajenezi ile temayüz ederler.

Mevzuubahis tarzda krom cevherinden

husule gelen demir cevheri bünyeleri vaziyet ve şekil itibarile de diğer tekevvünlerden ayrıldığından, teşhis esnasında yanılmağa mahal bırakmaz. Binaenaleyh burada büyük mikyasta bir psödomorf öz mevzuubahistir ki, neticede demir cevheri kitleleri, krom cevherindeki vaziyet ve şekli aşağı yukarı muhafaza ederler ve demir cevheri teşekkülleri krom zuhuru mıntakası dahilinde bulunurlar. Bu suretle husule gelen demir cevheri yatağı istihale görmemiş kromit zuhuruna kadar mevcut olan müteaddit geçiş safhalarını arzeder.

Yukarıdaki izahattan da görüldüğü veçhile, krom spinellerinden teşekkül eden demir cevheri bilhassa Mg, Al ve Cr tenörünce zengindir, çünkü elemanlar kromitten demire geçmiş olurlar. Bilhassa Mg ve Al muhtevası zengin olan silikatlar, mese lâ klorit, fengit, aktinolit, glokofan veya krom tenörlü silikatlardan kemmererit (krom-kloriti), kromokr (Cr-Phengit) ve uvarovit gibi mineraller bu bakımdan dikkate şayandır. Mevzuubahis hallerde epidot'un da büyük miktarda tezahür ettiği görülmüştür. Buna mukabil granat ve andalusit enderdir.

Rekristalizasyon esnasında istihaleye maruz kromun çok çeşitli silikatlara (kromdiopsid, kromgranat ve krom-mikaya) geçtiğini, müdekkiklerden Behrend ve Berg daha 1927 yılında müşahede etmişler. 1937 de S. A. Kaşın cenubî Uralın «Verblujye gori» krom cevheri yataklarına ait etüdü ile kromit zuhurlarındaki istihale hâdiseleri meselesine yeni ve çok mühim bilgiler ilâve etmiştir. İstihale esnasında evvel emirde kromitteki demirin serbest olarak hematit şeklinde ayrılması da bu zat tarafından tesbit olunmuştur. Raporda krom spinellerinden mağneziom ile alüminyumun, klorit ve jefferişit şeklinde ayrılması da tebarüz ettirilmiştir. Bu gibi ifrazat neticesinde bazı kısımlarda kuvvetle

masseden mütebaki krom cevherlerinin kısmen hacimce arttığı müşahede olunur.

Klorit ile jefferişit ekseriyetle krom cevheri ile mücavir serpantin kontaktında teşekkül ederler. Bundan dolayı istihale gören kromit tanecikleri etrafında çifte silikat kılıfı meydana gelir. İç kabuk kloritten ibaret olduğu halde dış kılıf jefferisitten müteşekkildir. Krom cevherlerindeki istihale nekadar kuvvet kesbetmişse, o nispette silikat kabuğu kalınlaşır.

Belektin, Sorja (Ural) krom zuhuru üzerinde (1937 de) yaptığı bir etüdünde krom spinellerindeki demir oksidinin istihale başlangıcında ferri okside geçmesine ve müteakiben hematit şeklinde yataklanmasına işaret eder. Bu hâdiseyi Belektin manyetitin oksitleşmesi ile mukayese ederken, uvarovit, kromdiopsid ve kromklorit teşekkülü magmatik bir safha arzettiklerini bildirir. İsmi geçen müellif burada bazik differansiyasyon silsilesinin pnömatolitik-idrotermal nihaî safhasının mevzuubahs olduğuna ve bu safha esnasında krom silikatlarının kaba kromit kristalleri ile bir arada yataklandıklarına işaret eder. Hususî hallerde krom silikatlarının bu tarzda vücut bulmasını imkân dahilinde sayarız ve. Guleman mıntakasındaki krom silikatlarından bir kısmının bu şekildeki jenezini (tekevvününü) teyit ederiz (III No. lu fasılla bakınız). Maamafih Eskişehir'in şimalindeki krom cevheri mıntakasında vaziyet bunun aksini gösterir. Buradaki kromit silikatları daha sonradan vücade gelen teşekkül arzederler ve krom cevheri kitlesi dahilinde fay aralarında toplanırlar. Ekseri hallerde kromit silikatlarının miktarı krom spinellerinin istihalesi derecesine muvazi olarak arttığı tarafımızdan tespit olunmuştur. Bu hal ise krom silikat ifrazının bir istihale neticesi olması ile izah olunur.

G. Hiessleitner cenubî Sırbistandaki Lojane krom cevherleri hakkındaki etüdünde

bu fikri öne sürmekte ve krom silikatlarının krom cevheri istihalesinden bilâhare vücut bulduğuna işaret etmektedir. Lojane mıntakasında müşahede olunan bu gibi tebeddülât hulul eden granitik ve aplitik entrüzyonlardan ileri gelmiştir. Mevzuubahs zuhuratta uvarovit teşekkülü arızalı mıntakalara inhisar ederek kromklorit (kemerit) gibi tercihan serpantin ile kromit hudutlarında tesadüf olunmaktadır.

Anadolu krom cevheri bölgelerindeki krom silikat teşekküllerini yukarıda işaret ettiğimiz gibi, kontak istihalesi ilâ idrotermal veya kontak-metasomatoz'a kadar kristalizasyon zümresinden saymaktayız. Bu hâdisede krom spineller! lâzım olan krom membaı rolünü oynamışlardır.

M. Donath,. Ljuboten kitesi krom cevherinin manyetit ile teneddüp olduğuna işaret etmiştir. P. Ramdohr ise Belücistan krom cevherinde manyetitin mevcudiyetini tespit etmiştir. İsmi geçen iki müellif buralarda doğrudan doğruya magmatik hâdiselerle izah olunamıyan strüktür ve Parajenezin mevcudiyetine işaret etmektedir. Kromitlerin istihaleleri hakkında bazı malûmata Schneiderhöhn - Ramdor'un «Cevheri mikroskop!» adlı ders kitabında da tesadüf olunmaktadır. Bu kitapta diğer meseleler arasında krom spinellerinin rezorbsiyon (mas veya emme) hâdisesine ve metamorfik şistlerdeki yer değiştirmelere işaret olunmaktadır.

FASIL II.

ESKİŞEHİR ŞİMAL MINTAKASI KROM CEVHERİNDEKİ İSTİHALELER

Daha 1941 yılında yazdığım «Merkezî Anadolunun garp sahası dahilinde genç Paleozoikteki magmatik faaliyet hakkında» adlı makalemde merkezî Anadolu krom cevherlerinin varistik ofiolit ülkesine men-

sup olduklarını tebarüz ettirmiştim. Bundan dolayı Eskişehir şimalindeki krom cevherleri 'bunların bazik (esasî) anataşları gibi, Paleozoik çağa mensupturlar. Buralardaki ofiolitik sahre kitleleri bilhassa varistik jeosenkinalde kuvvet bulan simik magmaya aittir. Varistik orojen safhasının nihayetinde ilk ismi geçen sahreler üzerinde geniş mikyasta sialitik bir delinme vukubulmuştur. Neticede sertleşen Paleozoik,, ve ofiolitik kitlelerinin aralarına granodioritik entrüzyonlar nüfuz etmiştir. Aynı zamanda geniş ölçüde kuvars damarlarının viranları husule gelmiştir. Bu hâdiseye idrotermal mahlûller vasıtasıyla diğer materyelin (sahrelerin) faal bir şekilde hululü inzimam etmiştir. Binaenaleyh bu granodiorit entrüzyonlarının dolgu mıntakalarının mühim kontakt istihale ilâ kontakt idrotermal bünye arzetmeleri hayreti mucip olamaz. Paleozoik şistler ve bunların içerisindeki diyabaz akıntıları ile tüfleri ve ofiolitik sahre kitleleri mevzî imtidatta istihaleli bir yeni kristalizasyon sahası arzetmektedir. Diyabazlar (ve diyabaz tüfleri) ise granodioritik entrüzyon unsurlarından oldukça uzak olan kısımlarda bile glokofan-epidot şişleri ve glokofan-aktinolit sahrelerine tehavvül etmiş bulunmaktadırlar. Diyabazlar cüz'î kontakt istihalevî (kontakt-idrotermal) tesirlere bile fazla hassasiyet göstermişlerdir. Hattâ killi şist ile growak kontakt tesirinin emarelerini göstermediği yerlerde, yani bu sahreler aşağı yukarı tamamen filitleşme veya kontaklaşma hâdisesine maruz kalmadan normal vaziyeti muhafaza ettiği halde bunlara katılan diyabazlar geniş ölçüde glokofanlaşmış ve kısmen de aktinolit veya epidot şeklini almış bulunmaktadır. Granodioritik entrüzyon kitlelerine yaklaşınca derinlerdeki, ofiolitik entrüzyonlar (meselâ serpantin, gabbro ve diorit) şayanı dikkat bir tarzda istihale vasfını tebarüz ettirirler. Evvelce işaret ettiği-

miz gibi muhtelif bünyedeki glokofan-granit sahreleri ve hornblend kayaları husule gelir. İktisadî kıymeti haiz olan ve mebzul miktarda sık sık »tesadüf olunan hornblendli.asbestin zuhuru da bunlara aittir (meselâ Mihaliççiğin garbındaki Tatarcıkta olduğu gibi).

Yukarıda tasvir olunan kontakt mıntakalardaki krom cevheri külçeleri granodioritik entrüzyona maruz kalırlarsa, bu cevherler serpantin katgıları ile birlikte kuvvetli bir istihaleye tâbi olurlar. Bu nevi krom cevheri zerrelere istihaleye maruz kalan yeşil sahrelerin, meselâ glokofan-epidot şistlerinin veya hornblendli epidotlu kayaların arasında zuhur ederler ve bu hususiyet ilk bakışta bunları tefrik etmeğe yarar.

Eskişehirin şimalindeki mıntaka ve onun Pazarcığa (Bilecik vilâyeti) kadar uzanan batı istikametindeki imtidadı birkaç ehemmiyetli krom cevheri yataklarına maliktir ve bu zuhurlar hah' hazırda işletilmektedirler. Bunlar Taştepe, Başören ve Kavak kromit zuhurlarından ibarettir. («Türkiye ile Balkanlarda krom cevheri zuhuratı ile bunların, bu ülkelerin büyük tektoniğine olan münasebetleri» adlı etüdüme müracaat)[*] Maamafih mevzuubahis yataklar silik entrüzyonların dahilî kontakt sahaları haricinde bulduklarından, ancak cüz'î bir tebeddül arz etmektedirler. Buradaki cevherlerin ofiolitik dolgu sahreleri normal serpantinden ibarettir.

Kontakt kısımlarında istihaleye maruz kalan yeşil sahreler içerisinde yer alan birkaç ufak cevher zuhurunda ise vaziyet bütünü başkadır. Bu yataklar, iktisadî bakımdan değersiz olmalarına rağmen, krom cevherlerindeki istihalelere ait daha mufassal malûmat arzetmeleri itibarile, dikkatimizi çekmiştir. Bilhassa Mihaliççiğin birkaç kilometre şimal batısında kâin «Lûtfi-

ye» krom cevheri zuhuru bu bakımdan müfittir. Bu yatak glokofan şistleri arasında ve Sivrihisarın büyük granodioritik entrüzyonlarının şimalinde bulunmaktadı-. Bundan maada Mihaliççiğin 19 km, batısındaki Tatarcık köyü civarında oradaki hornblendli asbest yatakları yakınında bulunan istihale görmüş krom cevheri zuhuru tarafımızdan keşfolunmuştur. Mevzuubahis yatak fazla istihale gören albit-epidot-klorit şistleri arasında çok küçük bir cevher adesesinden ibarettir. Pazarcığın birkaç kilometre cenup doğusunda bulunan Fıranlar (Bilecik vilâyeti) köyü civarında aşağı yukarı kromsuz hematit-manyetit zuhuru, yani tamamen istihale görmüş krom cevheri yatağı mevcuttur. Mevzuubahis yatak bir parça doğuda meydana çıkan Bilecik granodiorit kitlesinin dahilî kontakt teşekkülüne ait epidot hornblend şistleri arasında bulunmaktadır. İktisadî işletme bakımından ehemmiyetleri olmadığından bütün bu yataklar az tetkik ve taharri olunmuştur.

«Lûtfiye» zuhuru aşağı yukarı tamamen tarlalarla örtülü olup, bunlarda namütenahi rüsübî krom cevheri blokları serpildir. Krom cevheri bloklarının dağılışına bakılırsa, takriben doğu-batı istikametinde ve 50-100 metre imtidadındaki erozyon kesimindeki cevher zerrelere ibaret olduğu intibahı vermektedir. Zuhurun yakınında her tarafta istihale görmüş yeşil sahre aflörmanlarına rastlanılmaktadır ki, bundan, krom cevheri zerrelere mevzuubahis kontakt sahreleri içerisinde bulunmalarına şüphe edilemez.

Buradaki krom cevheri blokları ekseriyetle som cevherden ibarettir. Arasına kürevî cevhere tesadüf olunur. Tek tük (çekirdekleri istihale gören olivinden ibaret) bilya cevheri müşahede edilir. Mevzuubahis cevher o derece miknâtîsîdir ki, pusla ibresini kuvvetli şekilde raksettirmekte-

[*] M. T. A. No. 1 / 26 -1942

dir. Krom cevheri bloklarının tevezzü sahasının nihaî kenarında az çok şistleşmiş hematit-manyetit cevheri parçalarına raslanılmakta ve bunlar da ekseriyetle krom silikatları ile karışmış bir bünye arz etmektedirler. Herhalde bunların istihaleye maruz krom cevheri zerrelerinin haricî kenarından neş'et etmiş olmaları çok muhtemeldir.

«Lûtfiye» cevherinden ihzar olunan plakmensler krom spinellerinden demir oksidinin geniş ölçüde ayrılmış olduğunu göstermektedirler. Demir oksidinin mevzu bahis ifrazı tane hudutları, çatlak ve kırıntı yerlerinde vukubulmuştur (1 No. lu fotoğrafiye müracaat). Burada demir oksidi ekseriyetle levha (plâkmenslerde iğne) şeklini arz eder. Yağ immersyonunu kullanarak kuvvetli bir büyütme neticesinde ayrılan demir oksidinin ekseriyetle iğne şeklindeki demir cevherinden ibaret olduğu tespit olunmuştur. Bu plâkmenslerde kromun yerine hematit ve manyetit geçmiş olduğu teyit edilmiştir. Bundan maada demir oksidi krom spinel parçalan tarafından püskürtülü olup bunlar da normal spinellere nazaran daha kuvvetli bir refleksyon (inikas) vasfına maliktiler. Bu hal ise krom spinellerinin hafifçe bir istihaleye maruz kalmış olmalarına işaret eder. Hematit ile manyetit evvel emirde ifraz olunmuşlarken, iğne şeklindeki demir cevherinin sonradan idrotermal bir tesir altında ismi geçen iki cevherden husule geldiği tebarüz etmektedir.

Bazı «Lûtfiye» cevherleri krom spinellerinin kenar kısımları daha fazla demir oksidine tahavvül etmişlerken, iç kısımları ise, eski vaziyetini muhafaza etmişlerdir. Maamafih sürekli bir istihale esnasında spinellerin iç kısımları bile. ince kabuklu (ekaylı) klorit ve fengit (Cr-fengit) tarafından ikame olunmuşlardır. Her iki silikat, bunlarla aynı zamanda ay-

rılmış olan ince kristalli demir oksidi tarafından püskürtülü olup, (2 No. lu fotoğrafiye müracaat) bal gümece (peteği) bünyesini andırır. Gümece dolduran madde bilâhare husule gelen ve ufak demir oksidi ile karışık veya bunlardan âri ince kristalli silikatlardan ibarettir (2 ve 3 No. lu fotoğrafiye bakınız).

Krom spinelinin kenar ve iç istihalelerinin bu şekli her zaman için aynı değildir. Demir oksidi ile silikat aynı derecede krom spinelinin içerisine nüfuz ederek ince kristalli bir nesîç halini almış bulunmakta ve yalnız bünye itibarıyla evvelce krom spineli tanesi olduğunu hatırlatmaktadır.

«Lûtfiye» kromit zuhuratının daha fazla istihale gören (muhtemel ki yatağın kenar kısımlarından alınan) numunelerdeki demir oksidi yeniden tebellür etmiş bir hematit halini almıştır. Demir oksidinin fasiyesindeki değişikliğe muvazi bir tarzda silikatın parajenezinde yeni uzuvlar meydana gelmiştir. Neticede teşekkül eden hematit, mevzu bahis ppoikilitik katgıları içine almıştır (4 No. lu fotoğrafiye bakınız). Aynı zamanda güzel idioblastlar şeklinde* ki manyetit tekevün etmiş bulunur. Bu sonuncular ekseriyetle kuvvetli bir martisit bünyesi taşırlar (5 No. lu fotoğrafiye müracaat). Evvelce isimleri geçen klorit ile kromfengitten maada aşağıdaki silikatlar meydana gelmiştir: Glokofan (gastaldit), aktinolit, kemmerit, epidot (kısmen Piemontit), granat (ekseriyetle epidot ve klorite tahavvül etmiş), biotit ve nadiren andalusit. Bu sefer krom spinellerinin vasfı tamamen zayıf olmuştur.

Burada krom mikasının mebzul miktarda bulunması dikkate şayandır. Kromlu mika mikroskopik bakımdan istihale gören krom cevheri içerisinde ince ve açık yeşil bir katgı teşkil eder. Bu unsurun mevcudiyeti ancak plâkmenslerde kat'î bir şekilde tespit olunur. Mineralojik teşhis, mesai ar-

kadaşımız Dr. A. Sehröder tarafından M. T. A. Enstitüsü laboratuvarında yapılmıştır.

«Tatarcık» zuhuratı, fazla klorit (kısmen krom klorit veya kemmerit) ile kromfengit katgılı hematit-manyetit kitlesinden ibarettir. Hematit levhacıkları ekseriyetle tesviye olunmuş ve bundan dolayı demir cevheri kitlesi hafifçe şistleşmiştir. Manyetit ise hematit-silikat zümreleri içerisinde güzel idioblast şeklinde bulunur. Bunlar namütenahi silikat katgılan ihtiva ederler (6 No. lu fotoğrafiye bakınız) ve tipik bir kontakt istihalevi bünye arzederler. Manyetit ekseri hallerde oldukça kuvvetli bir şekilde mıknatıslaşmıştır. Plâk mensler, menşei krom spinelinin emarelerini fazla göstermezler. Aldığımız numunenin oldukça yüksek krom tenoru (%10 üstünde) burada fazla miktarda krom silikatları, herhalde krom fengitinin mevcudiyetine işaret eder. Buradaki krom mikası, «Lûtfiye» zuhuratının aksine, kaba kristallidir ve makroskopik bakımdan mika bünyesini tebarüz ettirir.

Yukarıda tasvir olunan ve istihaleye maruz kalan iki krom cevheri yatağının tetkikinden sonra (Bilecik vilâyetindeki) Firanlar demir cevheri kitlesinin krom cevheri zuhuratından bir sıra tebeddülünden sonra vücut bulduğu ileri sürülebilir. Maamafih Firanlar'dan toplanan cevher numuneleri krom silikatları ihtiva etmemektedir. Bununla beraber demir cevheri zuhuru istihale gören aynı yeşil sahireler içerisinde, şekil ve mahal itibarile de krom cevheri tanelerine hayret edilecek derecede müşabihtir. Şimdi, krom cevherinin istihalesi meselesi sarahat kespedince, mevzuubahs yatakları yakından tetkik ederek bu meselelerin nihaî şekilde halli beklenir. Buradaki cevher yüksek derecede şistleşmiş (ekseriyetle silikatlar katgılı) hematitten ibarettir. Bunların içerisinde manyetit bü-

yükçe idioblastları mevcuttur. Bundan dolayı demir oksidinin fasiyesi Tatarcık zuhuratına tamamen müşabihtir. Silikat kitleleri başlıca klorit ile epidottan müteşekkildir.

FASIL III.

GULEMAN MINTAKASI KROM CEVHERİNİN İSTİHALESİ

Bu mühim cevher mıntakasında krom spinellerinin istihalesine mütedair tetkiklerde bulunmağa şimdije kadar bir fırsat bulamadıkça da, toplanılan malûmata ve bu mıntakadan alınan cevher numuneleri üzerinde yapılan mikroskopik müşahedelere istinaden bazı mülâhazalarda bulunmak arzusundayız.

M. T. A. mecmuasının 1/26 sayısında in-tişar eden Türkiye ve Balkanlarda krom cevheri zuhuratı hakkındaki makalemizde tebarüz ettirdiğimiz veçhile, Guleman krom cevheri yatakları cenubî Dinarik-Toros krom eyaletinin alpin teşekkülüne mensuptur. Bu yataklar mesozoik ofiolit kitleleri dahilinde intermagmalik bir kristalizasyon safhası arzederler ve bundan ötürü mesozoik çağa aittirler.

Alpin orojeni devrinin daha sonradan vukubulan safhalarında sialik magmalar sismik sahire kitleleri üzerine yükselmiştir. Doğu Torosun Divrik (Sivas vilayeti) civarındaki siyenitik magmanın yukarıya doğru çıkması da bu tarzda izah edilmiştir. Mevzuubahs entrüzyonlar Senonien-alt Eosen devirlerinde vukubulmuştur. Bu hâdise ise ofiolitik sahirelerde kontakt istihalesine sebep olmuştur.

Doğu Torosuna mensup Guleman civarında da siyenitik magmaların ofiolit mıntakasına nüfuz ederek kalkınmış olması muhtemeldir. Mesai arkadaşlarımızdan İ. Romieux'nün lûtufkâr iş'arına göre Erga-

ni madenleri yakınında (Gulemandan 20 km. bir mesafede) siyenitik gang entrüzyonlarına tesadüf olunmuştur. Siyenitle ofiolit arasındaki kontakta ofiolitin temas istihalesini andıran hornblend sahreleri müşahede edilmiştir.

Sialitik magmalar tarafından meydana çıkarılan kontakt istihalesi Guleman cevheri krom spinellerinin yeniden istihalevî bir şekilde tebellür etmesine sebep olduğundan, bu mesele bizi bilhassa alâkadar eder, çünkü aynı vaziyete Eskişehir mıntakası zuhurlarında da tesadüf olunur. Bundan dolayı mevzuubahs sialitik entrüzyonlarının tevezzüünü tespit ve kontakt istihalevî tesirlerin Guleman mıntakasındaki neticelerini yakından öğrenmek için mufassal bir tetkikte bulunulması şayanı temennidir. Makalemizin müteakip satırlarında mütalea olunacak bu mıntakadaki krom spinellerinin istihalesi meselesi ağlebi ihtimal sialitik entrüzyonların ve bunlara refakat eden idrotermal tesirlerin bir neticesini teşkil ettiği fikrindeyiz. Guleman krom cevherindeki şekil deęiřtirmeler (tebeddülât) in Eskişehir cevherlerine nazaran daha cüz'î olduğu müşahede olunmuştur. Bu, varistik safhadaki sialik magmaların oynadığı roller, alpin orojenlerine nazaran daha büyük olması ile tefsir edilebilir. Gulemandaki ofiolit tabakaları da Eskişehirde olduğu gibi, billurî yeşil sahreler o derece kuvvetli bir şekilde deęişmemiştir. Guleman krom cevherlerine refakat eden ofiolitler veya serpantinler umumiyetle iptidâî karakterlerini muhafaza etmiş bulunmaktadırlar.

Alınmış olan numunelerden ihzar edilen plâkmensler Guleman krom spinellerinin ancak hafif bir tebeddüle maruz kaldıklarım göstermiştir. Buradaki demir oksidi gayet ince, ekseriyetle levhacıklar (plâkmenste ise iğnecikler) şeklindedir ve neşçileri ancak (yağ immersiyon âletile)

kuvvetli bir agrandisman sayesinde çatlaklar boyunca ve kromit parçacıklarının tane hudutlarında müşahede olunabilmiştir (y No. lu fotoğrafiye bakınız). Mevzuubahs demir oksidi agregatlarının terkiibinde hematit ve belki de cüz'î bir miktarda iğneli demir cevheri başlıca rol oynar. Buna mukabil manyetitnin mevcudiyeti tespit olunamamıştır. Bu vaziyet ise demir oksidi bünyesinin fevkalâde ince taneli olmasından ötürü cins tespitinin güçleşmesinden ileri gelebilir. Demir oksidinin cüz'î inkişafına rağmen, Guleman mıntakası krom cevherleri oldukça mühim bir miktatsiyete maliktirler. Bunun sebebi ise belki de kükürtlü demirin miktatsî vasfında ve kısmen Fe_3O_4 ün isomorf (eşbiçimli) bir tarzda katılmış olmasındadır. Silikatların yeniden teşekkülü burada nisbeten ehemmiyetsizdir. Mevzî olarak ince kristalli uvarovit dikkate şayandır. Uvarovit ekseri hallerde krom cevherince uzanan ufak çatlakların duvarlarında ince bir şekilde tebarüz eder. Bunlar pentaefondodekaedrik kristalli bünyelerinden bellidir.

Nihayetkabakristallikromhornblend yataklan hakkında kısaca bir fikir edinmek isteriz. Maamafih bu zuhuratla jenetik mülahazalar, yazımın çerçevesi haricindedir Kromlu hornblend yatağı Soridağ eteğinden Tenk Yılanderesi civarındaki krom cevherinin bir damarında müşahede olunmuştur. Bu zuhurat hakkında evvelce H. Helke bazı malûmat edinmiştir. Buradaki kromlu hornblend geniş ölçüde kromitle karışmış bir bünye arzeder. Cevher taneçikleri 10 mm. ye varır. Bu cevherden ihzar olunan plâkmensler krom spinelleri ile bunların tane sınırları ve çatlaklarında kromlu hornblendin yer almış olduklarını gösterir. Bundan dolayı bu ganglarda hornblend «pinellere nazaran daha sonra vücut bulmuştur. Maamafih krom spinellerinin cüz'î bir hematit katgısı ihtiva etmeleri

garip görünmektedir. Bunun sebebi krom spinellerinin gayet cüz'î bir istihaleye maruz kalmalarında aranmalıdır. Diğer taraftan istihale gören ve Eskişehirin şimalinde bulunan krom cevheri yatakları, mükerrenen tespit ettiğimiz veçhile, krom silikatları bolluğu ile temayüz ederler ve krom spinelleri geniş ölçüde değişip harap olarak krom silikatlarının teşekkülüne lâzım olan kromu vermiş bulunurlar. Soru dağı krom silikatlarının vücude gelmesinde istihalevî tesirlerden başka hâdiselerin sebep olduğu kanaati hâsıl oluyor. Mevzuubahis vaziyette kromlu hornblendin teşekkülü magmatik ve bilhassa pnömatolitik-idrotermal menşei haiz olması düşünülebilir. Belektin, Şorca (Ural) mıntakası krom silikatlarının tekevvünü hakkında da avni fikri ortava sürer. Mevzuubahis jenetik meselenin kat'î bir şekilde cevaplandırılması bilâhare yerinde yapılacak olan tetkiklerden elde edilecek müspet malûmata bırakmak mecburiyetini hissediyoruz.

FASIL IV

KROM CEVHERLERİNİN SUN'Î İSTİHALESİ

Evvelki fasılda izah ettiğimiz veçhile, tabiatteki hâdiselere istinaden krom cevherlerindeki tebeddülün menşei, ekseriyetle, sialitik magmaların kostik ve idrotermal tesirlerinde aranmalıdır.

Bu farazivemize dayanarak ateşe dayanıklı mamulât endüstrisinde yüksek hararet altında ihzar olunan kromit tuğlalarında görülebilecek istihale imkânlarına dikkatimizi celbettik. M. T. A. Enstitüsü tarafından son zamanlarda ateşe dayanıklı tuğlalar üzerinde yapılan etraflı tecrübe ve bunun için gereken fırın tesisatının mevcudiveti bu sahadaki tetkik ve müşahedelerimizi kolaylaştırmıştır.

Sun'î hararete krom spineîlerindeki istihale temayülünün emin bir tarzda tetkiki için tecrübeye tâbi malzemenin tabiat kuvvetleri tarafından istihaleye maruz olmadığa başlıca şartlardan birini teşkil eder. Bundan dolayı alınan numunelerde krom spinellerinin saflığına dikkat edilmiş ve bu şeraite uygun iki numune seçilmiştir. Bunlar Başören ve Dağardı kromit yataklarından alınmıştır. Teknik lâboratuvarımız kimyagerlerinden B. Hilmi İçbay, mevzuubahis kromit numunelerinden kromit tuğlalarının ihzarı ile tavzif edilmiştir. Bu maksatla saf krom cevheri 1400 derece bir hararete kadar kızdırılan fırında birkaç saat bırakılmıştır. Öğütülerek toz haline getirilmiş krom cevherinden briket imali için yalnız su kullanılmıştır.

Bilvesile o cihete de işaret etmelimiz ki, kromit tuğlalarının imalinde kullanılan hararet derecesi (1400°) sialitik intruzyonların dahilî kontakt mıntakalarınınkine nazaran oldukça yüksektir. Malûm olduğu veçhile kontakt istihalevî tesirlerin hararet derecesi azamî 700° ilâ 800° raddelerindedir. Bundan dolay tecrübevî tetkiklerimizin de aynı hararet derecesinde yapılması daha muvafık olurdu. Fakat bu keyfiet hususî teşhizata ve fazla zamana bağlı olduğundan, mevcut şerait altında buna riavet imkânı bulunmamıştır. Diğer taraftan lâboratuvarımızda yapılan tecrübeler, kostik tesirler altmda husule gelen istihale imkânlarını sarahaten açığa vurmuş ve yukarıda izah olunan tabii tebeddülün sebebi kontakt istihalelerinde bulunduğu faraziyesini teyit etmiştir.

Her iki cevherden imal olunan kromit tuğlaları, iptidaî malzemeve bir tezat teşkil ederek, kuvvetli bir miknatısiyet vasfına maliktirler. Demek ki, bu bakımdan da tabiatte istihale gören krom cevherleriyle tam bir müşabehet arzederler.

Şimdi her iki numuneden ihzar olunan

plâkmensler hakkında kısaca bir izahda bulunalım:

Başören krom cevherinden imal olunan Kromit tuğlası

1-2 mm.-lik kromit levhacık parçalarında demir oksidi oldukça ayrılmıştır. Burada mevzu bahis olan hematit levhacıklar şeklinde inkişaf ederek kromite muvazi bir tarzda tavazzu etmiştir (8 No. lu fotoğrafı ye bakınız). Demek ki, manyetit okside tahavvülünde tevellüt eden bir strüktür tebarüz eder. Maamafih hematit levhaları tabî istihale esnasında krom spinellerinden ayrılan levhacıklara nazaran oldukça büyüktür. Manyetit teşekkülü müşahede olunmamıştır. Bundan dolayı kromit tuğlaların miknatisiyeti hematite izafe olunabilir. Hematit ise Fe_3O_4 ü isomorf bir katığı halinde ihtiva ederken miknatisî vasfı elde eder. Bu vasıfa hematitin nispeten zayıf anisotropisi de işaret eder. Bundan maada katıklar arasında mikroskopla kabili rüyet olmıyan manyetit mevcut olması ihtimali de vardır. Kromit kırıntı parçalarının kenarlarında bir renkleşme ve daha kuvvetli bir inikas kabiliyetini haiz bir madde müşahede olunur. Aynı vaziyete çatlaklarda da tesadüf edilir. Belki de buralarda mağnezyom ve alüminyomu kısmen ayrılmış olan krom spinelleri bölgeleleri mevzuubahs olabilir. Bu terkiplerin ayrılması refleksyon (inikas) kabiliyetinin yükselmesine sebep olur. Schneiderhöhn - Ramdohr'un cevher mikroskopisi dersliğinde krom cevherlerinin tabiat kuvvetlerince bu gibi değişikliklere maruz kaldıkları hakkında malûmata rastlanmaktadır. Demek ki, tecrübelerimizde de tabî istihaleye mümasil bir hâdise kaydedilmiştir.

Diğer dikkate şayan hâdise ise, krom spinellerinin ayrılarak yeniden kristalleşmesidir. Mas faaliyeti (rezorpsyon) ilk sı-

rada krom spinelleri dahilindeki kataklasik çatlaklarda cereyan eder. Neticede çatlak imtidadınca sıralanan mesameler meydana gelir. Massetme hâdisesinin inkişafı esnasında sıralanan mesameler açık kanal vaziyetinde birleşirler ve krom Spinelini birkaç ufak uzuvlara ayırırlar. Kuvvetli bir büyütme cihazı ile bakıldıkta mas veya emme kanallarının kenarları muntazam bir dişlenme gösterirler. Bu vaziyet ise ufak bünyelerdeki emme faaliyeti krom spinelinin kristalografik istikametinde cereyan ettiğine delâlet eder. Rezorpsyon veya massetme hâdisesi ile aynı zamanda mütebaki krom spinel aksamının eb'atça büyümesi (şişmesi) ve idiomorf bir kristalleşmesi vukubulur (9 No. lu resme bakınız). Bu vaziyet kromit tuğlaların sağlamlığına delâlet eder ve krom spinellerinin yeni baştan kristalleşme hâdisesinin neticesidir. Bu hâdiseye, istihaleye maruz krom cevherlerinde tesadüf edilmemiştir. Bunun sebebi ise, kromit tuğlalarının ısıtma harareti tabiatteki kontakt istihalesindeki tesirlerde mevcut hararete nazaran daha yüksek olmasından ileri gelmesi muhtemeldir. Bundan maada tabiatta ayrılan krom spinel zümreleri için silikata refakat eden maddelerle teamülde reaksiyon imkânı mevcuttur ki, bu ise krom silikatlarının teşekkülü ile teyit olunur.

Dağardı krom cevherinden ihzar olunan kromit tuğlası

Dağardı krom cevherlerinde de yukarıda izah olunan istihale hâdiselerinin aynı müşahede olunduğundan, burada kısaca bir mülâhazada bulunacağız. Kuvvetli derecede hematit teşekkülü ile massetme hâdisesi (rezorpsyon) ve krom spinelinin yeniden kristalleşmesi vukubulur.

Ancak hematitin ayrılması burada başka türlü cereyan eder. Hematit iki tipte inkişaf eder. Mevzuubahs halde irice taba-

kalı cisimler çatlaklardan krom spineli kitlelerine doğru kalkınırken (Başören krom tuğlarında olduğu gibi) diğer taraftan krom spinelinin çatlaklarla kesilmemiş yerlerinde ince levhalar büyük miktarda meydana gelirler (10 sayılı resme bakınız), îsmi geçen tipteki hematit, demirin tedahül ile husule gelmişken, ikinci nevi teşekkül, mevzî olarak, ayrılan demir oksidi yüzündendir.

FASIL V.

İSTİHALEVÎ KROM CEVHERİNİN TEŞEKKÜLÜ HAKKINDA JENETİK MÜLÂHAZALAR

Makalemizin başında ve müteakip sayfalarında işaret ettiğimiz gibi, spinellerinin istihale hâdiseleri bilâhare meydana geleni sialik entrüzyonların (kalkınmaların) kon-, tankt istihalesi ilâ kontakt metasomatik ve idrotejmal tesirlerinin bir neticesidir.

Bu tarzdaki anlayışın esas sebepleri aşağıdaki şekilde hulâsa edilebilir:

1. Eskişehir şinialindeki mıntakada istihale gören krom cevherlerinin tevezzüü granodiöritik entrüzyonların (emme faaliyetinin) kontakt istihalesinden ileri gelen setr bölgelerinin vücut bulması ile anlaşılır.

2. İstihaleye maruz krom cevherleri daima fasiyes vasıflan evvelce idrotermal hâdiseleri ile bağlı kontakt istihalesi tesirinde kalmış olan yeşil sahirelerin içerisinde bulunur.

3. Krom cevherlerinin laboratuvarında sunî bir şekilde ısıtılmak krom spinellerinde tabiatta müşahede olunan aynı tebeddülâtı mucip olur.

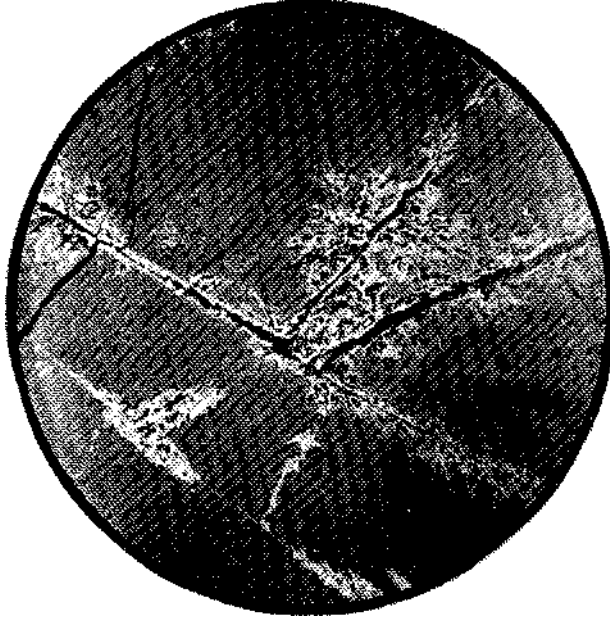
Bu vesile ile o ciheti de kaydedelim ki, mevzuubahış istihalelerin başlıca sebebi dinamik istihalede aranmalıdır. Tektonik

hareketler krom cevheri kitlelerini bilhasa kuvvetlî değişikliklere maruz bırakan yerlerde krom spinel nesiçleri kırılmış ve parçalanmıştır (milonitleşmiş), fakat münferit spinel kırıntıları her nevi istihaleden âri kalmışlardır. Bundan dolayı kontakt istihaleleri tarafından meydana getirilen tebeddülât hâdisesinde tektonik tazkiyin teşvik edici mahiyette bulunması da çok muhtemeldir. Maamafih tazyikin rolü ikinci derecede sayılabilir.

Yukarıda izah olunduğu veçhile sialitik mağmaların kontakt istihalesi ofiolitçe zengin krom cevheri tabakalarının yukarıya nüfuzu ile meydana gelmiştir. Mevzuubahış asitli mağmaların yukarıya doğru nüfuzu jeosenklinal mıntakası dahilinde magmatik diferensvasvon inkişafı ile neticelenmiştir. Bu vaziyet magmatik bakımdan normal bir hâdiseyi teşkil eder. Bundan dolayı arz kısmının en muhtelif jeosenklinal mıntakalarında sialik mağmaların ofiolitçe zengin sahire tabakalarını kırarak ve bunları istihaleye uğratarak tereffülerine rastlanır. Binaenaleyh krom cevherlerinin sialik istihaleye maruz kalmaları penis ölçüde yayılmış olması hayreti mucip olmaz.

Bilvesile ona da işaret edelim ki, meselâ Ural dağları silsilesinde sialik (granitik) magmalar, yukarı ofiolit (kromit) mıntakalarına doğru nüfuz etmişlerdir. Bundan dolayı Kasın ve Beлектin tarafından tasvir olunan Ural dağları krom cevheri yataklarındaki spinellerin istihalesi, mevzuubahış kontakt istihalevî entrüzyonların (nüfuzların) faaliyetinden ileri gelmiş olması gerektir. Balkanların krom cevheri zuhurlarındaki krom spineli er i de aynı tarzda İstihaleye maruz kalmışlardır. Misal olarak (Cenubî Sırbistanın) Loiane dolaylarındaki krom evherinin istihalesini nazarı itibara alalım. Bu zuhurlar hakkında G. Hiesseleiter'in bir etüdünden kromit taşıyan

Kromit istihalesine ait bazı fotografiler Einige Photos über die Metamorphose des Kromites



No. 1

Yag immersiyon âletiyle 800 misli büyütülmüştür.

"Lütfiye,, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): Demir oksidi (beyaz) ayrılmış, çatlaklardan yükselmiş, krom spineli (gri).

Vergrößerung 800 : 1, Ölimmersion.

Chromerzlagerstätte von Lütfiye (Vilâyet Eskişehir) - Türkei. Eisenoxyd (weiss) verdrängt, von Spaltrissen aus vorschreitend, Chromspinell (grau).

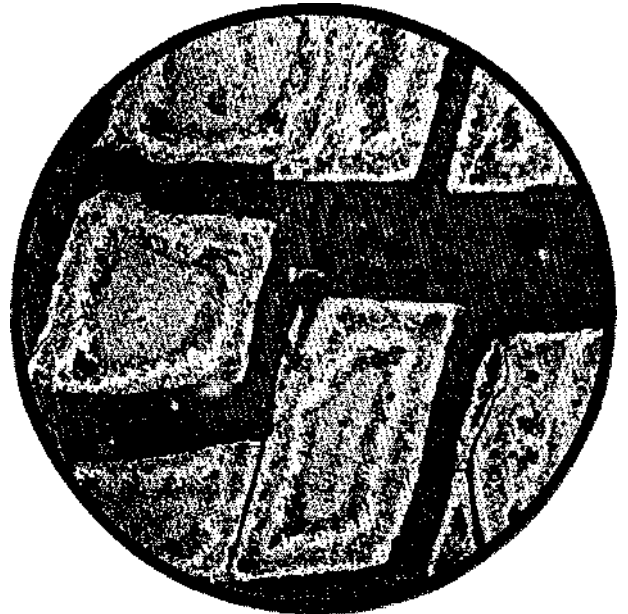
No. 2

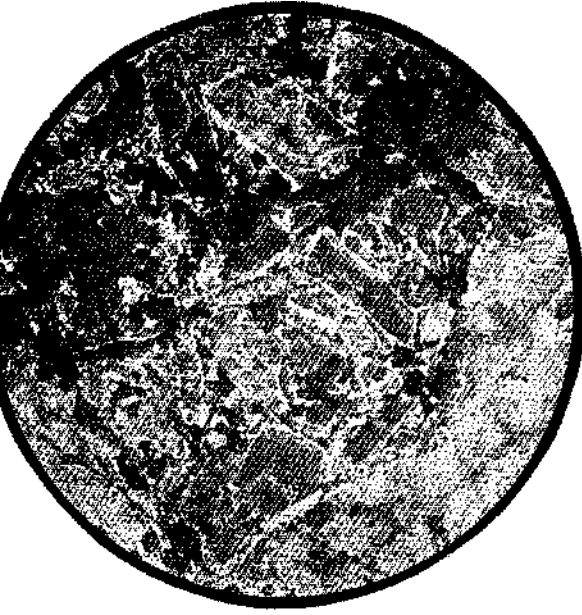
80 misli büyütülmüştür.

"Lütfiye,, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): Evvelce kataklastik krom spineli, demir oksidi (beyaz) ve klorit (beyaz demir oksidi içerisinde ince gri noktalar) tarafından yerinden çıkarılmış, ve bal gümecine müsababili bir bünye almıştır.

Vergrößerung 80 : 1

Chromerzlagerstätte von Lütfiye (Vilâyet Eskişehir) - Türkei. Ehemaliger, kataklastischer Chromspinell ist gänzlich vom Eisenoxyd (weiss) und Chlorit (feine, graue Punktierung innerhalb des weissen Eisenoxydes) verdrängt, wobei ein wabenartiger Bau entstand.





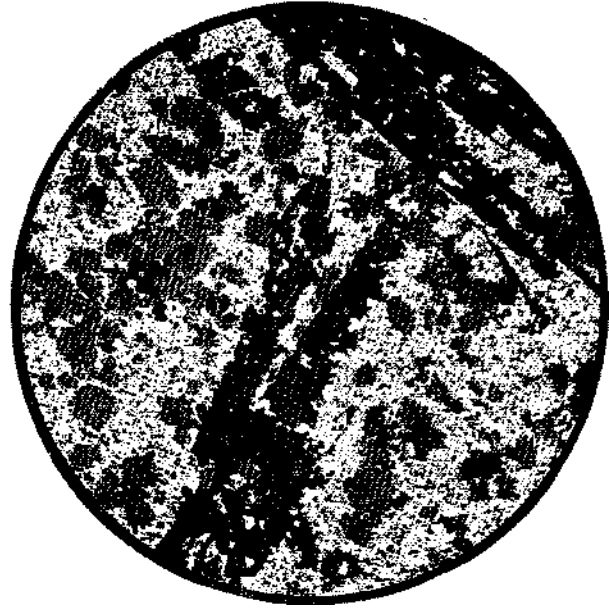
No. 3

110 misli büyütülmüştür.

Lütfiye, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): Demir oksidi (beyaz) ve kromfengitle klorid bir arada (gri) krom spinelini tamamen yerinden çıkarmışlar. Gömmece benzer ifraz şekli görünür.

Vergrößerung 110:1

Chromerzlagerstaette von Lütfiye (Vilâyet Eskişehir)-Türkei. Eisenoxyd (weiss) und Chlorid zusammen mit Chromphengit (grau) haben den Chromspinnell völlig verdrängt. Ein wabenartiges Verdrängungsbild liegt vor.



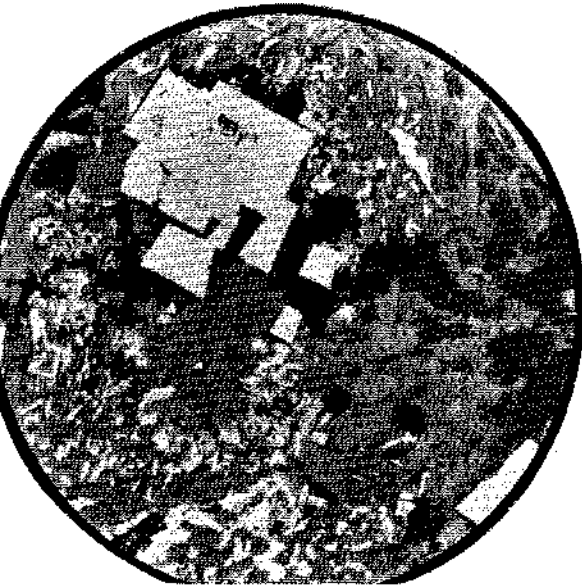
No. 4

110 misli büyütülmüştür.

"Lütfiye, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): İnce kristalli hematit (beyaz) glaukofan (koyu gri) ile polikilitik bir şekilde kaynaşmış ve epidot (açık gri).

Vergrößerung 110:1

Chromerzlagerstaette von Lütfiye (Vilâyet Eskişehir) -Türkei. Feinkristalliner Haematit (weiss) in polikilitischer Verwachsung mit Glaukophan (dunkelgrau) und Epidot (hellgrau).



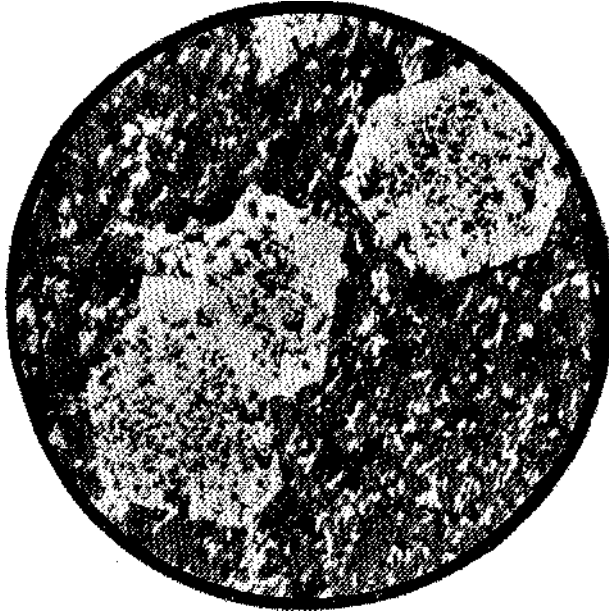
No. 5

110 misli büyütülmüştür.

"Lütfiye, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): Magnetit idioblastları (beyaz) ve hematit levhacıkları (beyazımsı) glaukofan - epidot kitlesi içerisinde bulunur.

Vergrößerung 110:1

Chromerzlagerstaette von Lütfiye (Vilâyet Eskişehir) -Türkei. Idioblasten von Magnetit (weiss) und Haematitblaettchen (weiss) liegen in einer Glaukophan - Epidotmasse.



No. 6

200 nisli büyütülmüştür.

Tatarcık, krom cevheri zuhuru (Eskişehir vil.): Manyetit idyoblastları (beyaz) bir çok silikat katçılı (poikilitik bünyeli) hematit (beyaz) ve silikatların (gri) esas kitlesi içerisinde. Silikat kitlesi klorit, epidot ve kromfengitten müteşekkildir.

Vergrößerung 200:1

Eisenerzlagerstätte von Tatarcık (Vilâyet Eskişehir) Türkei. Idyoblasten von Magnetit (weiss) mit vielen Silikateinschlüssen (poikilitische Textur) liegt in einer Grundmasse von Hämatit (weiss) und Silikaten (grau). Die Silikatmasse besteht aus Chlorit, Epidot und Chromphengit.

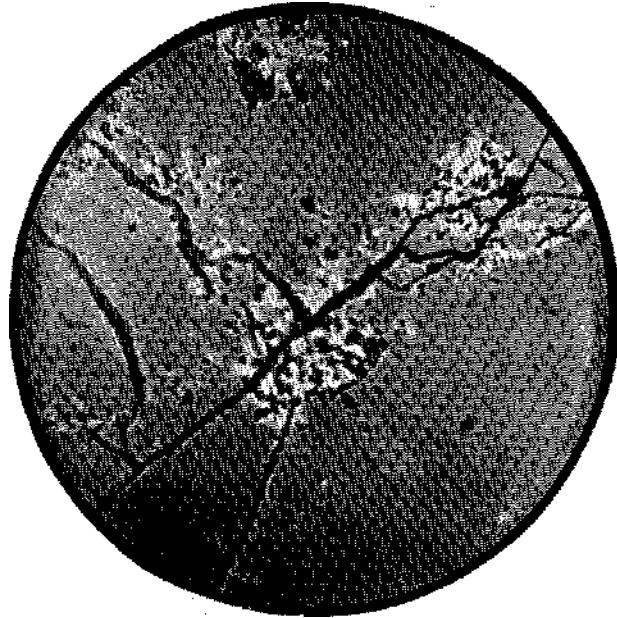
No. 7

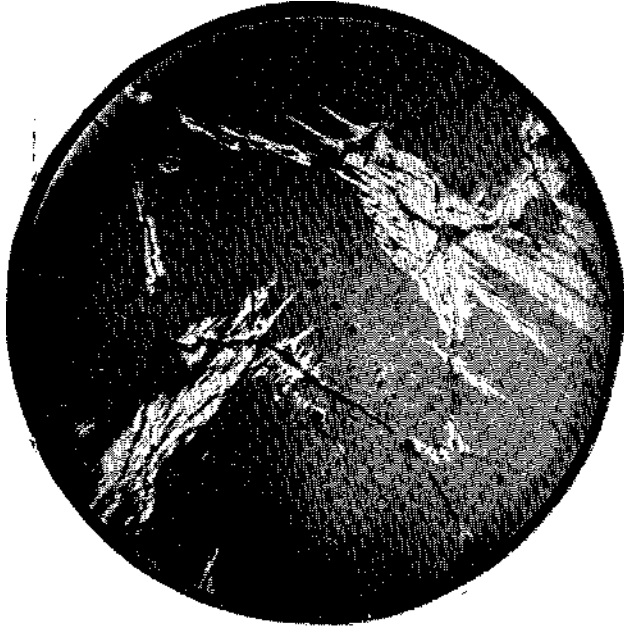
Yag immersiyonu ile 800 misli büyütülmüştür.

Guleman krom cevheri yatağı (Elâzığ vil.): Demir oksidi (beyaz) çatlaklardan kabarak krom spineli (gri) haricine çıkmıştır.

Vergrößerung 800:1, Ölimmersion

Chromerzlagerstätte von Guleman (Vilâyet Elâzığ) Türkei. Eisenoxyd (weiss) dringt von Spaltrissen aus in den Chromspinell (grau) vor.



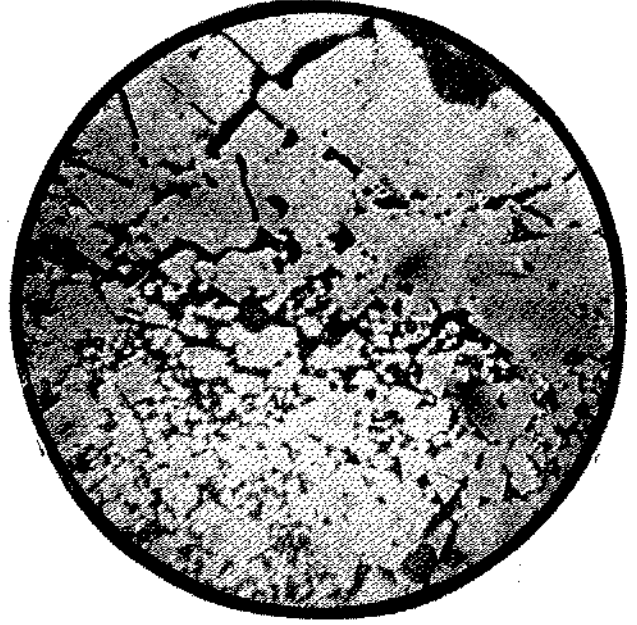
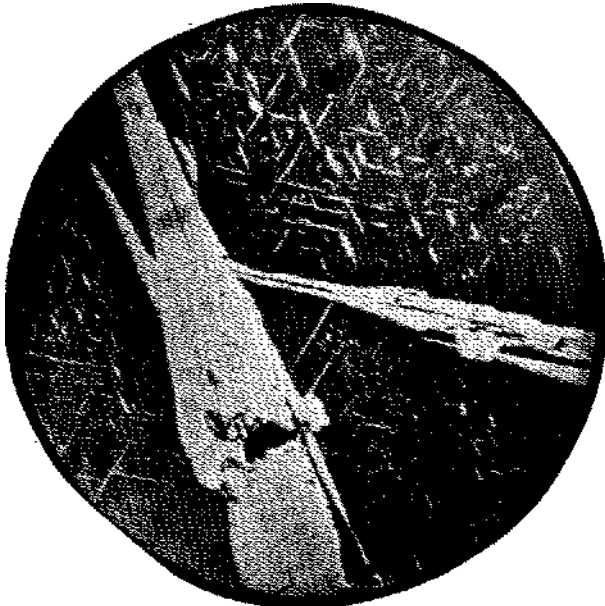


No. 8

Yag immersiyonu ile 600 misli büyütülmüştür. Başören (Eskişehir vil.) krom cevherinden ihzar olunan kromit tuğlası. Kaba levhali hematit (beyaz) çatlaklardan ifraz ederek krom spineli (gri) hesabına teşekkül etmiştir. Krom spinelinin içerisinde emme mesmeleri ve kanalları gözükür.

Vergrößerung 600:1, Ölimmersion.

Chromitstein, hergestellt aus dem Chromerz von Başören (Vilâyet Eskişehir) - Türkei. Grobblättriger Haematit (weiss) bildet sich, von Spaltrissen aus vorschreitend, auf Kosten des Chromspinelles (grau). Innerhalb des Chromspinelles zeigen sich Resorptions-Poren und -Kanäle.



No. 9

Yag immersiyon cihazıyla 800 misli büyütülmüştür. Başören (Eskişehir vil.) krom cevherinden ihzar olunan kromit tuğlası. Resmin üst kısmında kaba kristalli kromitteki (açık gri) emme hadisesi mesame ve kanalların (koyu gri) teşekkülü ile tebarüz ettirilmiştir. Bu emme hadisesi krom spinelinin kristalografik istikametinde cereyan eder. Resmin alt kısmı ise yeniden kristalleşmiş krom spinelinin mütecanis ve ince taneli nescini gösterir.

Vergrößerung 800:1, Ölimmersion.

Chromitstein, hergestellt aus dem Chromerz von Başören (Vilâyet Eskişehir) - Türkei. Der obere Teil des Bildes zeigt den grobkristallinen Chromit (hellgrau), in welchem der Resorptionsvorgang in Form von Poren und Kanälen (dunkelgrau) erkennbar ist. Dieser folgt den kristallographischen Richtungen des Chromspinelles. Der untere Teil des Bildes bringt das idiomorphe, feinkörnige Gefüge des rekristallisierten Chromspinelles (hellgrau).

No. 10

Yag immersiyon cihazıyla 600 misli büyütülmüştür. Dağardı (Bursa vil.) krom cevherinden ihzar olunan kromit taşı. Kaba yapraklı ve ince levhali hematit (beyaz) krom spineli (gri) içerisinde teşekkül etmiştir.

Vergrößerung 600:1, Ölimmersion.

Chromitstein, hergestellt aus dem Chromerze von Dağardı (Vilâyet Bursa) - Türkei. Grobblättriger und feintafeliger Haematit (weiss) hat sich innerhalb des Chromspinelles (grau) gebildet.

serpantin kitleleri dahilinde granit entrüzyonlarının mevcudiyeti tebarüz etmektedir. Burada bahis mevzuu bulunan ve krom spinellerinin istihalesi ile münasibbetar olan meselede Euboa ofiolit mıntakasına mütedair etüdler büyük bir alâka uyandırmaktadır. Bu etüdlere L. de Launey %1 nispetinde Cr_2O_3 tenörlü demir cevher zuhuratını tespit eder. Buna müşâbih demir cevherlerine Skyros ve Lokride adalanda da rastlanılır. Buralarda önemli bir istihaleye maruz kalmış krom cevheri taneleri müşahede olunmuştur.

HULÂSA:

Bu etüdümüzde krom cevheri (krom spineli) ndeki istihale hâdisesinin cereyan tarzı tasvir olunmuştur. Cüz'î bir istihale esnasında bile krom spinelindeki demir oksidi hematit şeklinde ayrılır. Krom cevheri ise mıknatıslaşır. İstihale faaliyetinin inkişafı halinde krom, spineli aleyhine (hesabına) silikatlar meydana gelir. Krom spinelindeki mağnezyom, alüminyum ve krom yeni teşekkül eden silikatlara geçer. Yeni kristalleşme hâdisesi esnasında bilhassa aşağıdaki unsurların vücut bulmaları dikkate şayandır. Bunlar klorit, fengit glokofan (gastaldit) aktinolit, epidot ve

mevzî olarak da granat ile andalusit ve krom silikatlarından kemmererit, kromfengit (kromokr) ve uvarovit'tir. -

Eskişehir şimalindeki krom cevheri mıntakasındaki yataklarda bulunan krom spineli bilhassa granodioritik (sialik) entrüzyonların dahilî kontakt bölgelerine isabet eden mahallerde geniş ölçüde bir istihaleye uğramıştır. Bundan dolayı krom cevherlerindeki istihaleyi sialik entrüzyonların kontakt metamorfozu ile idrotermal tesirlerine atfedebiliriz. Bu faraziyeler lâboratuvar tecrübeleriyle kontrol ve teyit edilmiştir. Tecrübeler esnasında krom spinellerin önemli hararet yükselmelerine karşı gayet hassas oldukları tebarüz etmiştir. Saf krom spinelinin fırında kızdırılması neticesinde, tabiatta olduğu gibi, mühim miktarda hematit ifraz etmiştir (ayrılmıştır). Yüksek hararete maruz kalan krom cevheri parçaları mıknatıslaşmıştır. Aynı zamanda kromitin yeniden kristalleşmesi vukubulmuştur.

Makalemize son verirken, istihale gören krom cevheri yataklarının jeomagnetik ölçme usulü ile istikşafı imkânlarına işaret etmek isteriz.

Metamorphose des Chromspinelles in den türkischen Erzlagerstätten

von Dr. P. de *WIJKERSLOÖTH*

ABSCHNITT I ALLGEMEINES ÜBER
DAS PROBLEM DER METAMORPHOSE
DES CHROMSPINELLES

In der Literatur findet man wenig Daten über die zur Metamorphose zurechnenden

Umwandlungerscheinungen "des Chromites, obwohl diese, wie wir unten zeigen werden, unter günstigen Umständen eine recht bedeutende sein kann. Vielleicht ist der Grund für die bisher geringere Behandlung dieses Problems darin zu suchen,

dass man die Überzeugung hatte, dass die Chromspinelle ausserordentlich stabile Kristallisationen darstellen, welche kaum von Druck- und Temperaturveränderungen beeinflusst werden.

Ausserden bieten nur wenig Länder solche Möglichkeiten zum Studium der Chromerzlagerstätten und ihrer Erscheinungsformen wie gerade Anatolien.

Die vorliegende Arbeit möchte beweisen, dass die Chromspinelle für kaustische Einflüsse sehr empfindlich sind, vor allem wenn diese von hydrothermalen Prozessen begleitet sind. Die Instabilität des Chromspinelles den kaustischen Einflüssen gegenüber wird besonders deutlich durch ein künstliches Erhitzen des Chromerzes bewiesen. So kann man die schönsten Umwandlungen der Chromspinelle in den durch die feuerfeste Industrie hergestellten Chromitsteinen (Erhitzungsgrad ca. 1400°) beobachten. Wir haben, von Chromerzen ohne jegliche Spur eines Metamorphismus ausgehend, verschiedene solche Chromitsteine im Laboratorium des M.T.A.-Institutes herstellen lassen (siehe Abschnitt «Die künstliche Metamorphose der Chromerze»). Die von diesen Chromitsteinen hergestellten Anschliffe zeigen, dass die Chromspinelle bei einer Temperatur von 1400° in der Zeit von einigen Stunden weitgehende Umbildungen erfahren. Das Eisen der Chromite hat sich in Form von Hämatit freigemacht. Der Chromitstein ist durch die Ausscheidung des Eisenoxydes stark magnetisch geworden. Wir erwarteten daher, die Neubildung von Magnetit feststellen zu können. Dies war jedoch nicht der Fall. Es scheint, dass der ausgeschiedene Hämatit diese magnetischen Eigenschaften besitzt, was durch sein Vermögen Fe_3O_4 in fester Lösung zu halten, erklärlich ist.

Gleiche Erscheinungen findet man in

der Natur bei den türkischen Chromerzen, wie es bei den Erzen des Gebietes nördlich von Eskişehir besonders auffallend ist. Wir haben daher der Beschreibung dieser metamorphen Chromerze einen grösseren Platz eingeräumt (siehe Abschnitt «Die Metamorphose der Chromerze des Gebietes, nördlich von Eskişehir»). Daneben werden wir die metamorphen Umwandlungen der Chromerze des Güleman-Gebietes kurz behandeln. (siehe Abschnitt «Die Metamorphose der Chromerze des Güleman-Gebietes»).

Wir stellten fest, dass bei einer Zunahme der Kontakt-Metamorphose (und der sie begleitenden hydrothermalen Prozesse) die Chromerzkörper einen steigenden Zerfall und Umbau erleiden. Im extremen Falle verändert sich der Chromerzkörper in eine Silikat-Eisenerzmasse, welche nur noch selten Chromitreste erkennen lässt. Das Magnesium, Aluminium und Chrom der Chromspinelle sind in die Silikate übergegangen, ebenfalls ein Teil des Eisens und des Mangans. Der grösste Teil des Eisens ist jedoch als Oxyd an Ort und Stelle zurückgeblieben und bildet jetzt eine von Silikaten durchgewachsene Hämatit-Magnetitmasse. Man erkennt solche Eisenerze an ihrer Silikatparagenese, welche viele chromhaltige Glieder zählt. Auch lässt die Lage und die Form solcher aus Chromerzen hervorgegangener Eisenerzmassen keine Verwechslung mit auf andere Weise entstandenen Eisenerzkörpern zu. Es herrscht eine Pseudomorphose im grossen vor, d.h. die Eisenerzmassen haben annähernd die Lage und Form des Chromerzes übernommen. Ausserdem liegen solche Eisenerzkörper innerhalb eines Chromerzgebietes, welches die verschiedensten Übergangsformen zu den noch nicht metamorphen Chromerzvorkommen enthält.

Wie nach dem Vorhergehenden ersicht-

lich ist, ist die Silikatparagenese der aus Chromspinellen hervorgegangenen Eisenerze besonders reich an Mg, Al und Cr, da diese Elemente den Chromspinellen entnommen wurden. Besonders in den Vordergrund tretend sind die Mg- und Al-reichen Silikate, wie Chlorit, Phengit, Aktinolit und Glaukophan und die Cr-haltigen Silikate wie Kammererit (Cr-Chlorit), Chromocker (Cr-Phengit) und Uwarovit. Auch tritt Epidot in grösseren Mengen auf. Selteher sind Granat und Andalusit.

Behrend und Berg bemerkten schon 1927, dass Chrom bei den metamorphen Rekristallisationen in sehr verschiedene Silikate (Chromdiopsid, Chromgranat und Chromglimmer) einzuwandern vermag. S.A. Kashin lieferte 1937 den weitaus wichtigsten Beitrag zur Kenntnis der metamorphen Vorgänge in Chromerzlagerstätten in seiner Arbeit über die Chromerzvorkommen des «Verblyuzhi Gory» im Südlichen Ural. Er stellte fest, dass sich beim Eintritt der Metamorphose zuerst das Eisen in Form von Hämatit freimacht. Weiter berichtet er, dass Magnesium und Aluminium aus den Chromspinellen unter Bildung von Chlorit und Jefferisit auswandern. Durch diese Ausscheidung sollte in gewissen Fällen der Oïromgehalt der zurückbleibenden, stark resorbierten Chromerze sogar noch etwas zunehmen. Der Chlorit und Jefferisit bilden sich hauptsächlich auf dem Kontakte zwischen Chromerzkörper und angrenzendem Serpentin. Man findet daher eirie zweischellige Sükathülle um den metamorphen Chromerzkörpern. Die innere Schale baut sich aus Chlorit, die äussere aus Jefferisit auf. Je stärker sich die Metamorphose bei den Chromerzen bemerkbar machte, desto mächtiger ist die neugebildete Sükathülle.

Auch Belektin (1937) weist in seiner Studie über das Chromerzgebiet von

Shordzha (Ural) darauf hin, dass das Ferro-oxyd der Chromspinelle schon im Anfangsstadium der Metamorphose in Ferrioxyd übergeführt wird, welches sich als Hämatit ablagert. Er vergleicht diesen Vorgang mit dem der Martitisierung des Magnetites. Die Bildung von Uwarovit, Chromdiopsid und Chromchlorit wäre nach ihm magmatischer Natur. Er nimmt das Auftreten einer pneumatolytisch-hydrothermalen Endphase der basischen Differentiationsfolge an, während welcher sich die Chromsilikate zusammen mit grobkristallinem Chromit ablagerten. Wir halten ein derartiges Entstehen der Chromsilikate in besonderen Fällen für möglich, glauben sogar eine solche Genese für einen Teil der Chromsilikate des Guleman-Gebietes befürworten zu müssen (siehe Abschnitt III.) Anders liegen jedoch die Verhältnisse für das Chromerzgebiet nördlich von Eskisehir. Hier stellen die Chromsilikate spätere Bildungen dar, welche sich geme auf Bruchflächen innerhalb der Chromerzmasse ansammelten. Dazu kommt, dass wir in den meisten Fällen feststellen konnten, dass eine Zunahme der Chromsilikate mit einer Vermehrung der Metamorphose der Chromspinelle Schritt halt. Dies lässt sich nur erklären, wenn man die Chromsilikatausscheidung als eine Folge der Metamorphose betrachtet.

Auch G. Hiessleitner vertritt in seiner Arbeit über die Chromerze von Lojane in Südserfyien die Meinung, dass die Bildung der Chromsilikate meistens auf eine spätere Metamorphose der Chromerzmasse zurückzuführen ist. Diese Umwandlungen stehen im Gebiete von Lojane in engem Verbande mit den dort eingedrungenen granitischen und aplitischen Intrusionen. Die Uwarovit-Bildung geht hier mit dem Auftreten von Störungszonen Hand in Hand und setzt ebenso wie der Chromchlo-

rit (Kammererit) mit Vorliebe an der Diskontinuitätsgrenze Serpentin-Chromit ein.

Wir halten die Chromsilikat-Bildung der anatolischen Chromerzprovinzen ebenfalls, wie wir schon vorher bemerkten, für kontaktmetamorphe bis kontakt-metasomatische (hydrothermale) Kristallisationen. Die Chromspinelle waren die Lieferanten für den Aufbau benötigter Chrom.

M. Donath berichtet, dass die Chromerze des Ljuboten-Massives orientierte Verwachsungen mit Magnetit aufweisen. Auch P. Ramdohr fand Magnetit in den Chromerzen Beludschistans. Beide Autoren weisen darauf hin, dass hier Strukturen und Paragenesen vorliegen, welche kaum durch rein-magmatische Vorgänge zu erklären sind. Einige kurze Angaben über metamorphe Umwandlungen des Chromites findet man im Lehrbuch der Erz-mikroskopie von Schneiderhöhn-Ramdohr. Hier wird u.a. auf Resorptionerscheinungen bei Chromspinellen hingewiesen und auf Verdrängungen durch Magnetit in metamorphen Schiefer.

ABSCHNITT II. DIE METAMORPHOSE DER CHROMERZE DES GEBIETES NÖRDLICH VON ESKİŞEHİR.

Wie wir schon 1941 in unserer Arbeit «Einiges über den Magmatismus des jüngeren Paläozoikums im Raume West-Zentral-Anatoliens» klarlegten, gehören die Chromerze Zentral-Anatoliens der varistischen Ophiolitprovinz an. Die Chromerze nördlich von Eskişehir sind daher ebenso wie ihre basischen Muttergesteine paläozoischen Alters. Die ophiolitischen Gesteinsmassen gehören dem simischen Magmatismus an, welcher in diesem Raume der varistischen Geosynklinale besonders stark hervortrat. Auf sie folgte am Ende der va-

ristischen Orogenperiode ein sialischer Magmendurchbruch grossen Stiles. Überall drangen granodioritische Intrusionen inmitten des Paläozoikums und der ophiolitischen Erstarrungsmassen hoch. Daneben fand eine weitgehende Durchtrümmung durch Quarzadern statt, was auf eine lebhaftige Stoffzufuhr mittels hydrothermalen Lösungen hinweist. Es wird daher kein Wunder nehmen, dass die Hüllzonen dieser granodioritischen Intrusionen einen bedeutenden kontaktmetamorphen bis kontakt-hydrothermalen Aufbau aufweisen. Sowohl die paläozoischen Schiefer mit den in ihnen eingeschlossenen Diabasergüssen und -tuffen wie die ophiolitischen Gesteinsmassen zeigen metamorphe Umkristallisationen regionaler Verbreitung. Die Diabase (und Diabastuffe) wurden sogar bei sehr weiter Entfernung der granodioritischen Intrusionskörper in Glaukophan-Epidotschiefer und Glaukophan-Aktinolit-Gesteine umgewandelt. Die Diabase zeigten sich äusserst empfindlich für sogar geringe kontaktmetamorphe (kontakthydrothermale) Einflüsse. Auch dort wo die Tonschiefer und Grauwacken fast keine Spur einer erlittenen Kontaktwirkung aufweisen, d.h. wo diese fast jede Phyllitisierung und Knotenbildung vermissen lassen und ganz normal sind, sind die in ihnen eingeschalteten Diabase schon weitgehend glaukophanisiert und z.T. aktinolitisiert bzw. epidotisiert. Nähert man sich mehr den granodioritischen Intrusionsmassen, so weisen auch die ophiolitischen Tiefenintrusionen (wie der Serpentin, Gabbro und Diorit) Umwandlungen auffallender Art auf. Es bildeten sich, wie wir schon früher feststellten, Glaukophan - Granatgesteine sowie Hornblendefelse verschiedenen Aufbaues. Auch ist das Auftreten von Hornblende-Asbest, welcher öfters so reichlich vertreten ist, dass man seinem Vorkommen wirtschaftlichen Wert beimessen konnte,

hier keimisch (wie bei Tatarcık, westlich von Mihalıcık).

Gerieten nun die Chromerzkörper in die vorher beschriebenen Kontaktzonen der granodioritischen Intrusionen, so erlitten sie, ebenso wie ihre Serpentinhülle eine starke Metamorphose. Solche Chromerzkörper sind von vornherein dadurch erkenntlich, dass sie inmitten metamorpher Grünschiefer, wie Glaukophan-Epidot-schiefer oder Hornblende-Epidotfelse liegen.

Das Gebiet nördlich von Eskişehir und dessen westliche Verlängerung bis Pazarcık (Vilâyet Bilecik) enthalten verschiedene Chromerzvorkommen grösserer Bedeutung, auf welchen heute ein Abbau stattfindet. Es sind die Erzvorkommen von Taştepe, Başören und Kavak (siehe unsere Arbeit «Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans und ihr Verhalten zur Grosstektonik dieser Länder»). Diese liegen aber ausserhalb der inneren Kontaktzone der sialischen Intrusionen und weisen daher nur leichte Umwandlungen auf. Ihre ophiolitischen Hüllgesteine bestehen aus normalem Serpentin.

Anders ist es mit einigen kleineren Erzvorkommen dieses Gebietes, welche inmitten hochkontaktmetamorpher Grünschiefer liegen. Es sind diejenigen Vorkommen, welchen wir, obwohl sie keinen wirtschaftlichen Wert aufweisen, unsere Aufmerksamkeit widmeten, da sie uns nähere Daten über die Metamorphose der Chromerze brachten. Besonders lehrreich erwies sich das Chromerzvorkommen von Lütüya, einige Km. nordwestlich von Mihalıcık. Es liegt inmitten von Glaukophanschiefern und nördlich der grossen Granodiorit-Intrusion von Sivrihisar. Weiter wurden von uns ein metamorphes Chromerzvorkommen beim Dorfe Tatarcık, 10 km.

westlich von Mihalıcık, in direkter Nähe des dortigen Hornblendeasbest-Vorkommens aufgefunden. Es handelt sich um eine sehr kleine Erzlinse in hochmetamorphen Albit-Epidot-Chlorit-Schiefern. Ein fast chromfreies Hamatit-Magnetitvorkommen d.h. ein extrem umgewandeltes Chromerzvorkommen, befindet sich einige km südöstlich von Pazarcık bei Firanlar (Vilâyet Bilecik). Es liegt inmitten von Epidot-Hornblendeschiefern, welche zu den übrigen Kontaktbildungen des etwas weiter östlich zutage austretenden Granodioritmassivs von Bilecik zu rechnen sind. Alle diese Vorkommen sind wenig aufgeschlossen, da in Anbetracht ihrer geringeren wirtschaftlichen Bedeutung niemals Aufschliessungsarbeiten in ihnen vorgenommen wurden.

Das Erzvorkommen von Lütüya ist fast gänzlich von Ackererde bedeckt, in welcher unzählige eluviale Blöcke von Chromerz liegen. Die Verteilung der Chromerzblöcke lässt erkennen, dass es sich um einen ungefähr E-W streichenden Erzkörper mit einem etwa 50-100 m langen Erosionsanschnitt handelt. In der Nähe der Lagerstätte treten allseitig metamorphe Grünschiefer zutage aus, sodass es keinem Zweifel unterliegt, dass sich der Chromerzkörper inmitten dieser Kontaktgesteine befindet.

Die Chromerzblöcke bestehen hauptsächlich aus Derberz. Daneben kommt Kugelerz vor. In einzelnen Fällen wurden Krümelgerze (mit einem umgewandelten Olivin als Kern) beobachtet. Das Erz ist öfters so stark magnetisch, dass es imstande ist die Magnetnadel zu stärkerem Schwingen zu bringen. Am äusseren Rande dieses Verbreitungsgebietes der Chromerzblöcke findet man mehr oder wenig geschieferte Hamatit-Magnetit-Erzstücke, welche öfters sehr stark von Chromsilikaten durchwach-

seji sind Sie entstammen wahrscheinlich dem äusseren Rande des metamorphen Chromerzkörpers.

Die hergestellten Ansehliffe des Erzes von Lütfiya lehren, dass die Chromspinelle eine weitgehende Ausscheidung ihres Eisenoxydes erlitten haben. Diese Ausscheidung des Eisenoxydes fand vor allem von Korngrenzen, Sprüngen und Spaltrissen aus statt (siehe Photo 1). Meistens hat das Eisenoxyd tafiligen (im Anschliff nadelförmigen) Aufbau. Bei stärkster Vergrösserung unter Anwendung von Ölimmersion lässt sich feststellen, dass das ausgeschiedene Eisenoxyd meistens aus Nadeleisenerz besteht, in welchem zahllose Verdrängungsrelikte von Hämatit und Magnetit liegen. Ausserdem ist das Eisenoxyd durchsprenkelt von Chromspinellteilchen, welche öfters ein stärkeres Reflektionsvermögen als normaler Chromspinell aufweisen und hiermit beweisen, dass sie schon einer leichten Umwandlung unterlagen. Es ist erkennbar, dass Hämatit und Magnetit die Erstausscheidungen darstellen, während das Nadeleisenerz erst später unter Einfluss hydrothermalen Wirkungen aus diesen beiden Eisenerzmineralien gebildet wurde.

In manchen Erzstücken von Lütfiya wurden die Randzonen der Chromspinelle (bezw. Chromspinellbruchstücke) besonders stark in Eisenoxyd umgewandelt, während die inneren Teile als solche erhalten blieben. Bei fortdauernder Metamorphose wurden jedoch die inneren Teile von feinschuppigem Chlorit und Phengit (Crapherigit) verdrängt. Beide Silikate sind öfters mit feinkristallinem, mit ihnen gleichzeitig ausgeschiedenem Eisenoxyd durchstäubt. (siehe Photo 2), Es entsteht eine Art Wabenstruktur, wobei das zuerst auf Kösten der Randzonen der Chromspinellteile gebildete, mehr grobkristalline Eisen-

oxyd die Wände der Waben aufbaut. Die Füllmasse der Waben besteht aus den etwas später entstandenen, feinkristallinen Silikaten, mit oder ohne Beimischung von feinem Eisenoxyd (siehe Photo 2 und 3). Die Umwandlung des Chromspinelles hat jedoch nicht immer einen derartig selektiven Unterschied zwischen Randzone und Innenpartie des Chromspinell-Individuums gemacht. Eisenoxyd und Silikat drängen dann gleichberechtigt in den Chromspinell vor und bildeten ein gegenseitig stark verwachsenes, feinkristallines Gefüge, welches nur sporadisch noch einige Reliktstrukturen des früheren Chromspinell-Aggregates erkennen lässt.

In den stärker metamorphen Proben des Erzvorkommens von Lütfiya (wahrscheinlich aus den Randpartien dieses Vorkommens) ist das Eisenoxyd rekristallisiert und liegt in Form von Hämatit vor. Zugleich mit diesem Fazieswechsel des Eisenoxydes treten neue Glieder der Silikatparagenese in Erscheinung. Der Hämatit bildet mit diesen poikilitische Durchwachsungen (siehe Photo 4). Auch beobachtet man Magnetit-Neubildung in Form von schönen Idioblasten. Diese sind öfters stark martitisiert (siehe Photo 5) Ausser den schon früher erwähnten Chlorit und Chromphengit treten hier die folgenden Silikate auf: Glaukophan (Gastaldit), Aktinolit, Kämmererit, Epidot (z.T. Piemontit), Granat (grösstenteils umgewandelt in Epidot und Chlorit), Biotit und seltener auch Andalusit. Es gibt hier keine Relikte der Chromspinelle mehr.

Besonders auffallend ist das reichliche Auftreten des Chromglimmers. Makroskopisch erscheint er als feine, hellgrüne Durchwachsung des metamorphen Chromerzes. Erst in den Dünnschliffen liess er sich einwandfrei bestimmen. Die mineralogische Determination wurde von unse-

rem Kollegen Dr. A. Schröder des mineralogischen Laboratoriums des M.T.A. Enstitüsü vorgenommen.

Das Erzvorkommen von Tatarcik besteht aus einer Hämatit-Magnetit-Masse, welche von Chlorit (z.T. Chromchlorit oder Kämmererit) und Chrömphengit stark durchwachsen ist. Die Hämatitblättchen sind meistens gerichtet, wodurch eine leichte Schieferung der Eisenerzmasse bedingt wird. Der Magnetit liegt in Form schöner Idioblasten innerhalb der Hämatit-Silikatmasse. Diese enthalten eine Unmenge von Silikateinschlüssen (siehe Photo 6). Es liegen typische kontaktmetamorphe Strukturen vor. Der Magnetit ist öfters ziemlich stark martitisiert. Die Anschliffe zeigen keine mikroskopisch erkennbaren Relikte des ursprünglichen Chromspinelles mehr. Der noch ziemlich hohe Chromgehalt unserer Erzmuster (bis 10%) entstammt offensichtlich den stark beigemischten Chromsilikaten und zwar vor allem dem Chrömphengit. Dieser Chromglimmer ist hier, im Gegensatz zu seinem Vorkommen in der Lagerstätte von Lütüfiya, öfters ziemlich grobkristallin, so dass er makroskopisch seine Glimmernatur verrät.

Nach dem Studium der zwei vorher beschriebenen metamorphen Chromerzlagerstätten wurde es uns deutlich, dass die Eisenerzmasse von Firanlar (Vilâyet Bilecik) höchstwahrscheinlich ein Extrem der Umwandlungsreihe der Chromerzlagerstätten darstellt, obwohl die dort gesammelten Erzmuster uns nicht die Anwesenheit von Chromsilikaten aufzeigten. Die Eisenerzlagerstätte liegt jedoch in den gleichen metamorphen Grüngesteinen und weist in Bezug auf Form und Orientierung eine überraschende Aehnlichkeit mit einem Chromerzkörper auf. Nun wo uns einmal das Problem der Metamorphose der

Chromerze klar geworden ist, wäre es wünschenswert, diese Lagerstätte einem genaueren Studium, welches insbesondere auf die Lösung dieses Problems gerichtet ist, zu unterwerfen. Das Erz besteht aus stark geschiefertem Hämatit (Öfters verwachsen mit Silikaten), in welchem grosse Idioblasten von Magnetit liegen. Die Fazies der Eisenoxyde ist daher der Lagerstätte von Tatarcik vollkommen gleich. Die Silikatmasse baut sich hauptsächlich aus Chlorit und Epidot auf.

ABSCHNITT III. DIE METAMORPHOSE DER CHROMERZE DES GULEMAN- GEBIETES.

Obwohl wir noch nicht die Gelegenheit hatten, in diesem wichtigen Erzgebiet besondere Studien im Hinblick auf das Problem der Chromspinnell-Metamorphose an Ort und Stelle durchzuführen, werden wir hier doch einiges mitteilen, anhand der von uns gesammelten Daten und unserer erzmikroskopischen Untersuchungen von Erzstücken dieses Gebietes.

Wie wir in unserer Arbeit «Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans» darlegten, gehören die Chromerzlagerstätten des Guleman-Gebietes der Südlichen dinarisch-tauridischen Chromerzprovinz alpiner Entstehung an. Sie stellen intramagmatische Kristallisationen innerhalb der mesozoischen Ophiolitmassen dar und sind deshalb ebenso wie diese, mesozoischen Alters.

In den späteren Phasen der alpinen Orogenperiode stiegen sialische Magmen in die simischen Gesteinsmassen hoch. So beschrieben wir das Aufdringen syenitischer Magmen aus der Gegend von Divrik (Vilâyet Sivas) im östlichen Taurus, Ihre intrusion fiel in den Zeitabschnitt Senon-Untereozän. Sie bewirkten eine Kontakt-

metamorphose in den ophiolitischen Erstarrungsgesteinen.

Auch in der Umgebung von Guleman (welche ebenfalls zum östlichen Taurus zu rechnen ist) scheinen syenitische Magmen in die Ophiolitzone hochgedrungen zu sein. So teilte üriser Kollege J. Romieux uns freundlichst mit, dass er syenitische Gangintrusionen in der direkten Nahe der Grube von Ergani (20 km. von Guleman entfernt) angetroffen hat. Auf dem Kontakte zwischen Syenit und Ophiolit beobachtete er Hornblende-Felse, welche er als einen kontaktmetamorphen Umbau des Ophiolits auffassen möchte.

Diese von den sialischen Magmen hervorgerufene Kontaktmetamorphose interessiert uns besonders deshalb, weil wir in ihr den Urheber der metamorphen Umkristallisationen der Chromspinelle des Guleman-Erzes erblicken, genau wie wir dies aus dem Eskişehir-Gebiet kennen gelernt haben. Es wäre sehr angebracht, in der nächsten Zukunft ein genaues Studium nach der Verbreitung dieser sialischen intrusionen durchzuführen und festzustellen inwieweit deren kontaktmetamorphe Einflüsse das Guleman-Gebiet berührt haben. Vprläufig können wir nur darauf hinweisen, dass die nachher zu besprechenden Umwandlungen der Chromspinelle höchstwahrscheinlich zu den Folge-Erscheinungen der sialischen Tntrusionen und deren hydrothermâlen Wirkungen zu rechnen sind. Es sei aber von vornherein festgestellt, dass die Umwandlungserscheinungen bei den Guleman-Erzen viel geringer sind als die, welche wir bei den Chromerzen des Eskişehir-Gebietes beobachten konnten; was in völligem Einklang mit der Tatsache steht, dass die sialischen Magmen *m* der varistischen Aera eine viel grössere Rolle als in der des alpinen Orogens gespielt haben. Auch sind die Ophiolite hier

niemals in derartig weitverbreiteten Massen-, als dies im Gebiet von Eskişehir der Fail ist, in kristalline Grüngesteine umgewandelt worden. Die Ophiolite bzw. Serpentine, welche die Chromerze von Guleman begleiten, behielten im allgemeinen ihren ursprünglichen Charakter.

Die Anschliffe, welche wir von den uns zur Verfügung stehenden Chromerzstücken herstellen liessen, zeigen, dass nur eine leichte Umwandlung der Chromspinelle stattgefunden hat. Eisenoxyd hat sich nur in sehr feinen, meist taflichen (in Anschliff nadeligen) Aggregaten, deren Gefüge nur mit stärkster Vergrösserung (Ölimmersion) zu beobachten ist, längs Spaltrissen und an Korngrenzen der Chromitindividuen gebildet (siehe Photo 7). Am Aufbau dieser Eisenoxydaggregate beteiligen sich hauptsächlich Hämatit und wahrscheinlich etwas Nadeleisenerz. Magnetit wurde nicht beobachtet, was vielleicht auf die schwierige Identifizierung dieser äusserst feinen Eisenoxydverwachsungen zurückzuführen ist. Trotz dieser schwachen Entwicklung der Eisenoxyde weisen die Chromerze des Guleman-Gebietes einen recht bedeutenden Magnetismus auf. Wahrscheinlich ist der Eisenglanz magnetisch, was z.T. auf isomorpher Beimengung von Fe_3O_4 beruhen mag. Die Neubildung von Silikaten war sehr gering. Örtlich tritt feinkristalliner Uwârovit in den Vordergrund. Er bildet öfters einen feinen Aufwachs auf den Wänden kleinerer Spalten, welche das Chromerz durchziehen. Seine Individuen lassen pentagondödekaedrische Kristalltracht erkennen.

Zuletzt sei auf das Vorkommen von grobkristalliner Chromhornblende eingegangen, obwohl die -damit verbundenen. genetischen Erörterungen eigentlich ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen. Trotzdem möchten wir ihr Vorkommen nicht unerwähnt lassen.

Die Chromhornblende wurde nur von einer Stelle bekannt und zwar aus einem Chromerzgang in der Nahe des Tenk Yilanderesi am Fusse des Soridağ. Schon H. Helke beschreibt dieses Vorkommen. Die Chromhornblende ist mit dem Chromit stark verwachsen. Ihre Individuen erreichen eine Grösse von mehr als 10 mm. Die Anschliffe dieses Erzes zeigen, dass die Chromhornblenden die Chromspinelle sowohl von deren Formgrenzen als auch von deren Spaltrissen aus verdrängen. Die Hornblenden sind daher späterer Entstehung als die Chromspinelle dieses Erzganges. Befremdend ist aber, dass die Chromspinelle eine nur sehr unbedeutende Einlagerung von Hämatit enthalten. Sie beweisen dadurch, dass sie nur äusserst geringen metamorphischen Einflüssen ausgesetzt waren. Andererseits haben wir bei den metamorphen Chromerzlagerstätten der Gegend nördlich von Eskişehir immer feststellen können, dass dort, wo Chromsilikate in Erscheinung treten, auch die Chromspinelle weitgehend metamorphisiert und zerstört sind, da diese u.a. das Chromit für die Bildung der Chromsilikate lieferten. Hier scheinen daher andere als metamorphe Einflüsse die Entstehung des Chromsilikates bewirkt zu haben. Man könnte im vorliegenden Falle an eine magmatische und zwar pneumatolytisch-hydrothermale Entstehung der Chromhornblenden denken, genau wie es Beletkin annahm für die Bildung der Chromsilikate des Shordzha-Gebietes (Ural). Wir sind geneigt, eine solche Lösung für richtig zu halten. Eine sichere Beantwortung dieser genetischen Frage sei auf später verschoben, wenn nähere Studien an Ort und Stelle weiteres Beweismaterial gebracht haben.

ABSCHNITT IV. DIE KÜNSTLICHE METAMORPHOSE DER CHROMERZE.

Wie wir in den vorhergehenden Ab-

schnitten darlegten, sind wir auf Grund der Naturbefunde zu der Auffassung gekommen, dass die Umwandlungserscheinungen der Chromerze hauptsächlich auf die kaustischen und hydrothermalen Wirkungen sialischer Magmen zurückzuführen sind.

Einmal von dieser Annahme ausgehend, meinten wir, dass die Möglichkeit geboten ist, dass auch die unter hoher Temperatur hergestellten Chromitsteine der feuerfesten Industrie solche Umwandlungen zeigen könnten. Die Untersuchung wurde durch den Umstand erleichtert, dass das M.T.A. Enstitüsü zurzeit ausführliche Experimente auf dem Gebiete der feuerfesten Steine macht und dafür die nötige Ofeneinrichtung besitzt. Eine Hauptbedingung für die Zuverlässigkeit unserer Untersuchungen über die Umwandlungsbereitschaft des Chromspinelles unter künstlichen Temperaturerhöhungen war, dass das Ausgangsmaterial keine von der Natur schon erregte Metamorphose aufweisen dürfte. Wir prüften daher das Ausgangsmaterial auf die Reinheit des Chromspinelles. So wurden zwei dieser Forderung entsprechende Proben ausgewählt. Sie entstammten der Grube Başören und Dağardı. Herr Hilmi İċbay des technischen Laboratoriums war so freundlich, diese Chromitproben zu Chromitsteinen zu verarbeiten. Zu diesem Zwecke wurden sie bei einer Temperatur von 1400° einige Stunden lang im Ofen erhitzt. Für die Brikettierung des gemahlene Chromerzes wurde nur Wasser gebraucht.

Wir möchten nicht unterlassen, hier darauf hinzuweisen, dass die Temperatur, bei der die Chromitsteine hergestellt wurden, (1400°), bedeutend höher als die der inneren Kontaktzonen sialischer Intrusionen ist. Die maximale Temperatur kontaktmetamorpher Einflüsse liegt bekannt-

lich bei 700-800 Es wäre deshalb besser gewesen, unsere experimentellen Untersuchungen demnach einzurichten. Dies würde aber besondere Vorrichtungen und und Zeitaufwand erfordert haben, was im Augenblick unmöglich war. Andererseits geben die jetzt ausgeführten Laboratoriumsversuche doch einen deutlichen Einblick in die Umwandlungsmöglichkeiten, welche durch kaustische Einflüsse erreicht werden können und bilden daher eine Stütze für unsere Annahme, dass die Kontaktmetamorphose für die oben beschriebenen, in der Natur angetroffenen Umwandlungen verantwortlich gemacht werden kann.

Es sei bemerkt, dass die beiden hergestellten Chromitsteine im Gegensatz zu ihrem Ausgangsmaterial eine ausgeprägten Magnetismus aufweisen - genau wie die Chromerze, welche in der Natur eine Metamorphose erlitten haben.

Es folge jetzt eine kurze Beschreibung des Anschliffmaterials der beiden Chromitsteine.

Der Chromitstein hergestellt aus dem Chromerz von Basören

In den Chromitbruchstückchen (1-2 mm) hat sich Eisenoxyd reichlich ausgeschieden. Es handelt sich um Hämatit. Dieser ist in taflicher (bis diskenförmiger) Entwicklung dem Chromit parallel (111) eirlagert (siehe Photo 8).. Es liegt eine gleiche Struktur wie bei der Martitisierung des Magnetites vor. Die Hämatittafeln sind im allgemeinen bedeutend grösser als diejenigen, welche in der Natur durch Metamorphose aus dem Chromspinell hervorgegangen sind. Es wurde keine Magnetitbildung beobachtet. Der Magnetismus des Chromitsteines muss daher dem Hämatit zugeteilt werden. Hferauf könnte auch

seine verhältnismässig schwache Anisotropie hinweisen. Ausserdem bleibt die Möglichkeit übrig, dass submikroskopische Verwachsungen mit unwahrnehmbarem Magnetit vorliegen. An den Rändern der Chromit-Bruchstücke ist eine Verfärbung und Umwandlung zu einer etwas stärker reflektierenden Substanz zu beobachten. Die gleiche Erscheinung tritt an Spaltrissen auf. Vielleicht handelt es sich hier um Chromspinell-Partien, aus welchen das Magnesium und Aluminium z.T. ausgewandert. Eine solche Auswanderung hat offensichtlich eine Erhöhung des Reflexionsvermögens zur Folge. Schön im Lehrbuch der Erzmiroskopie von Schneiderhöhn-Ramdohr wird über das gleiche, von der Natur hervorgerufene Phänomen in Chromerzen berichtet. Hier hat man daher wieder eine Parallele mit der Metamorphose in der Natur vor sich.

Eine weitere auf fallende Erscheinung ist die Resorption und die Rekristallisierung der Chromspinell-Individuen. Die Resorption folgt in erster Linie den kataklastischen Sprüngen innerhalb des Chromspinelles. Es entstehen Poren, welche auf Linien (den Sprüngen), aufgereiht sind. In einem erweiterten Stadium der Resorption vereinigen sich die angereihten Poren zu offenen Kanälen, welche den Chromspinell in eine Anzahl kleinerer Individuen zerlegen.. Bei stärkster Vergrößerung zeigen die Ränder dieser Resorptionskanäle eine orientierte Verzahnung auf, was wir dadurch erklären, dass die Resorption bei den Kleinstrukturen den kristallographischen Richtungen des Chromspinelles folgte. Gleichzeitig mit der Resorption trat ein Anwachsen der restlichen Chromspinell-Teile auf, wobei idiomorphe Kristallisationen entstanden. Es resultierte ein feinkristallines Chromspinellaaggregat (siehe Photo 9). Dieser Vorgang erklärt auch die Festigkeit der Chromitsteine. Diese ist die

Folge der Neukristallisierung des Chromspinelles. Dieses Phänomen wurde von uns in den metamorphen Chromerzen nicht angetroffen. Das hat vielleicht seinen Grund darin, dass die Erhitzungstemperatur der Chromitsteine bedeutend grösser war als die, welche in der Natur bei kontaktmetamorpher Beeinflussung herrschte. Ausserdem hat die resorbierte Chromspinnellsubstanz in der Natur die Gelegenheit mit der silikatischen Begleitmasse zu reagieren, welcher Vorgang durch die Bildung von Chromsilikaten bestätigt wird.

Der Chromitstein hergestellt aus dem Chromerz von Dağardı

Es liegen die gleichen Umwandlungsercheinungen wie die im soeben behandelten Chromitstein vor. Wir werden uns daher hier kurz fassen. Man beobachtet eine sehr starke Hämatitbildung und eine Resorption sowie Rekristallisation des Chromspinelles.

Nur die Ausscheidung des Hämatites ist hier etwas verschieden. Dieser ist in zwei Typen entwickelt. Man unterscheidet nämlich grossblättrige Individuen, welche von Spaltrissen aus in die Chromspinnellmasse vordringen (genau wie in Chromitstein von Başören) und feintafelige Ausscheidungen, welche in den von Sprüngen nicht durchquerten Teilen des Chromspinelles in grossen Mengen eingelagert sind. (siehe Photo 10). Der erstgenannte Typus bildete sich mittels Eisenzufuhr, während der zweite sich für seinen Aufbau mit dem örtlich freiwerdenden Eisenoxyd begnügen musste.

ABSCHNITT V. GENETISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE ENTSTEHUNG DER METAMORPHEN CHROMERZE.

Wie wir schon am Anfang und während

dieser Arbeit darlegten, halten wir die Umwandlungsercheinungen der Chromspinnelle für eine Folgeerscheinung der kontaktmetamorphen bis kontaktmetasomatischen und hydrothermalen Einflüsse nachträglicher, sialischer Intrusionen. Zusammenfassend lassen sich für diese Auffassung folgende Gründe heranziehen:

1) Die Verbreitung der metamorphen Chromerze des Gebietes nördlich von Eskişehir lässt erkennen, dass sie mit dem Auftreten kontaktmetamorpher Hüllzonen granodioritischer Intrusionen zusammenfällt,

2) die metamorphen Chromerze liegen immer innerhalb von Grüngesteinen, deren fazielle Eigenschaften auf die ehemalige Wirkung einer Kontaktmetamorphose (mit hydrothermalen Begleiterscheinungen) hinweisen,

3) ein künstliches Erhitzen von Chromerzen im Laboratorium hat Umwandlungsercheinungen in den Chromspinnellen hervorgerufen, welche denen der Natur vollkommen ähnlich sind.

Daneben sei bemerkt, dass wir nicht in der Dynamometamorphose den Haupturheber dieser Umwandlungen erblicken können. Dort, wo nämlich tektonische Durchbewegung die Chromerzmasse besonders stark in Mitleidenschaft zog, war nur eine Zertrümmerung des Chromspinnell-Gefüges (Mylonitisierung) die Folge; die einzelnen Chromspinnellbruchstücke blieben frei von jeglicher Umwandlung. Es ist immerhin möglich, dass tektonische Druckverhältnisse eine begünstigende Rolle bei den von der Kontaktmetamorphose hervorgerufenen Umwandlungen gespielt haben. ihre Funktion war jedoch höchstens sekundär.

Wie oben erwähnt, wurde die Kontaktmetamorphose von sialischen Magmen,

welche in die ophiolitreichen Chromerzprovinzen hochstiegen, erzeugt. Das Hochdringen dieser sauren Magmen ist die Folge des weiteren Fortschreitens der magmatischen Differentiation innerhalb des geosynklinalen Raumes. Es handelt sich daher um eine magmatische Normalerscheinung. Wir stehen daher in den verschiedensten Geosynklinal-Gebieten der Erde immer wieder der Tatsache gegenüber, dass sialische Magmen ophiolitreiche Gesteinszonen durchbrachen und metamorphosierten. So wird es auch kein Wunder nehmen, dass die sialische Metamorphose der Chromerze ein recht ausgebreitetes Geltungsgebiet hat.

Wir möchten in diesem Verbande darauf hinweisen, dass z.B. im Gebirgszug des Urals sialische (granitische) Magmen in die Ophiolit-(Chromit-) Provinzen hochdrangen. Wir glauben daher, dass die von Kashin und Belektin beschriebene Metamorphose des Chromspinelles der uralischen Chromerzvorkommen dem Eindringen bzw. der Kontaktmetamorphose dieser Intrusionen zuzuschreiben ist. Das Gleiche gilt für die Metamorphose des Chromspinelles mancher Chromerzvorkommen des Balkans. Es sei z.B. auf die Metamorphose des Chromerzes der Umgebung von Lojane (Südserbien) hingewiesen; Auch aus diesem Gebiete sind durch die Arbeit von G. Hiessleitner granitische Intrusionen innerhalb der chromitführenden Serpentinmassen bekannt geworden. Von besonderem Interesse für das hier behandelte Problem der Chromspinnellmetamorphose möchte ein Studium des Ophiolitgebietes von Euböa sein. L. de Launey beschreibt hier das Vorkommen von Eisenerzmassen mit einem Gehalt von 1% Cr_2O_3 . Auch sollen auf den Inseln Skyros und Locride solche Eisenerze gefunden werden. Es scheinen stark metamorphosierte Chromerzkörper vorzuliegen.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde der metamorphe Entwicklungsvorgang des Chromerzes (Chromspinelles) behandelt. Schon bei leichter Metamorphose scheidet sich das Eisenoxyd aus dem Chromspinnell unter Bildung von Hämatit (und vereinzelt von Magnetit) aus. Das Chromerz wird magnetisch. Beim Weiterschreiten der Metamorphose stellt sich eine Silikat-Verdrängung auf Kosten des Chromspinelles ein. Das Magnesium, Aluminium und Chrom der Chromspinnelle wandert in die sich bildenden Silikate ein. Besonders hervortretend sind die folgenden Neukristallisationen: Chlorit, Phengit, Glaukophan (Gastaldit), Aktinolit, Epidot, und örtlich auch Granat und Andalusit, sowie die Chromsilikate wie Kämmererit, Chromphengit (Chrom-ocker) und Uwarovit.

Im Chromerzgebiet nördlich von Eskişehir wurde festgestellt, dass diejenigen Erzvorkommen besonders weitgehende Umwandlungen ihres Chromspinelles aufweisen, welche in die inneren Kontaktzonen der granodioritischen (sialischen) Intrusionen gerieten. Die Metamorphose der Chromerze schreiben wir daher den kontaktmetamorphen und hydrothermalen Einflüssen der sialischen Intrusionen zu. Diese Annahme wurde von Laboratoriumsversuchen kontrolliert. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, dass der Chromspinnell äusserst empfindlich für grössere Temperaturzunahmen ist. Beim Erhitzen reinen Chromspinelles im Ofen setzte, ebenso wie in der Natur, eine beträchtliche Hämatitausscheidung ein. Das erhitzte Chromerzmaterial wurde magnetisch. Daneben trat eine Rekristallisation des Chromites ein.

Zu schluss möchten wir auf die Aufschliessungsmöglichkeiten metamorpher Chromerze mittels geomagnetischer Messungen hinweisen.

Literaturverzeichnis

- F. *Behrend-G. Berg*: Chemische Geologie; Stuttgart 1927.
- A. G. *Belektin*: The Shordzha Chromite-bearing Peridotite Massif and the origin of chromite in general - The chromite of U.R.S.S. (Fersman); Moskau 1937.
- M. *Donath*: Geol. miner. Studien an serbischen Chromitlagerstätten; Freiberg 1930.
- A. *Helke*: Die Chromerzlagerstätten des Vilâyets Elaziz; Ztschr. f. Lagerstättenforschung d. Türkei M.T.A. 1938.
- G. *Hiessleitner*: Einbruch von Granit und Andesit in Chromerze führenden Serpentin von Lojane, N.N.W. Kumanovo in Südserbien; Ztschr. f. pr. Geol. 1934.
- S. A. *Kashin*: Metamorphism of chromspinelides in the «Verblyuzhi Gory» (The Camel Mounts) deposits in the South Ufal - The chromite of U.R.S.S. (Fersman); Moskau 1937.
- L. *de Launay*: La geologie et les richesses minerales de l'Asie; Paris 1911.
- P. *Ramdohr*: Fortschritte auf dem Gebiet der Lagerstättenkunde; Fortschr. Min Krist, u. Petr. Bd. 22, T. II, 1937.
- H. *Schneiderhoen-P. Ramdohr*: Lehrbuch der Erzmikroskopie Bd. II, 1931.
- P. *de Wijkerslooth*: Einige neue Daten über die Genese und das Alter der Eisenerzvorkommen von Divrik (Vilâyet Sivas) Türkei; Ztschr. f. Lagerstättenforschung d. Türkei M.T.A. 1941.
- P. *de Wijkerslooth*: Einiges über den Magmatismus des jüngeren Paläozoikums (des Varistikums) im Raume West-Zentral-Anatoliens; Ztschr. f. Lagerstättenforschung der Türkei M.T.A. 1941.
- P. *de Wijkerslooth*: Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans und ihr Verhalten zur Grosstektonik dieser Länder; Ztschr. für Lagerstättenforschung d. Türkei, M.T.A. 1942.

