

# Hatay Kromit Yataklarında Pnömatolitik-İdrotermal İstihaleler

*Yazan: Dr. P. de WIJKERSLOOTH*

## GİRİŞ

Geçenlerde intişar eden «Türk cevheri yataklarında krom spinelinin istihalesi» adlı makalemizde sialik magmanın krom cevheri kitlelerine olan kostik ve idrotermal tesirleri hakkında mufassal malûmat vermek fırsatını bulmuştuk. Bu yazıda krom cevheri kitlelerinin teşekkülünden çok sonra meydana gelen tahavvül izleri mevzuubahis idi. İstihale (granodioritik intrusyonlara bağlı) sialik idi; halbuki krom cevheri kitleleri ise (ofiolitik sahre kitlelerine bağlı) simik idiler.

Bu yazımızda krom minerallerinin yeni başka teşekkül hâdisesini tasvir edeceğimiz ki, bu hâdise, krom cevherinin meydana gelmesinden kısa bir zaman sonra - aynı simik magmatik faaliyetin pnömatolitik - idrotermal müteakip tesiri neticesi olarak vukua gelmiştir. Mevzuubahis magmatizm ise daha evvelki bir safhada primer krem cevheri kitlelerini meydana getirmişti.

Meslekî edebiyatta şimdiye kadar bu iki nevi metamorf krom cevheri tipi arasında sarıh bir tefrik yapılmamıştır. Bundan dolayı krom cevherlerinin sialik istihalesine ait etüdümüzü müteakip, simik bir magmatizmin pnömatolitik - idrotermal müteakip bir safhasının neticesi olarak krom cevherlerinde husule gelen istihaleye ait bu yazımızı dercediyoruz.

Geçenlerde ziyaret etmiş olduğumuz Hatay krom cevheri bölgesi, kromitin simik, pnömatolitik - idrotermal istihalesinin yakından tetkiki için çok elverişli bulunmuş-

tur, çünkü mevzuubahis krom cevheri mın-takasında her hangi bir sialik entruzyon veya sialik istihale mevcut olmamakla beraber Hatay'ın müteaddit kromit kitleleri simikin müteakip safhasının tevhit ettiği çeşitli ve bariz bir tahavvül göstermektedir. Bundan dolayı burada Hatay krom cevherinin tasviri ile meşgul olacağız.

## İSTİHALE GÖREN HATAY KROM CEVHERİ KİTLELERİ

Domuzburnu çıkıntısından (Arzusun SW-nde) İskenderun körfezi sahilini takiben şimal doğu istikametinde uzanan Hatay'ın Gâvur dağlarının (Kızıldağ ve Amanos silsilesinin) mühim bir kısmı ofiolitik sahrelerden (ekseriyetle serpantinlerden) müteşekkildir. Bu dağ silsilesinde bir sürü krom cevheri yatağı malûmdur. Bu zuhurlar ekseriyetle cüzî mikyasta olup, eskiden işletilmişlerse de, şimdi metruk vaziyettedirler. (Türkiye krom cevheri böl. geleri adlı makalemize bakınız: M. T. A. No. 2/27 - 1942)

Mevzuubahis ufak krom cevheri yataklarından bir çoğunu bizzat ziyaret ettik. Bu yatakların büyük bir kısmı anortozitik bakiye magmalarının entruzyonları ile sıkı bir jenetik irtibat vaziyetindedir. Müşahede olunan yataklardan üçü, pnömatolitik - idrotermal istihale bakımından istifadeli görüldüğünden, bunlan burada kısaca tasvir edeceğiz. Alâkayı mucip olan krom cevheri yataklan: Rabat (Dört Yol nahiyesi), Aşağı Nergizlik (İskenderun - Merkez) ve Aşağı Zorkun (Arzus nahiyesi) dirler. İli-

sik harta taslağı bunların takribi vaziyetlerini göstermektedir.

#### **Rabat kromit yatağı (Dörtöl nahiyesi)**

Rabat köyünün takriben 2 km. SE-inde Galiptaşlı serpantin sahasında, Rabatla El-malidüzü arasında küçük bir krom cevheri yatağı bulunmaktadır. Bu yatak evvelce tecrübe mahiyetindeki bir işletme tarafından açılmıştır. Halihazırda bu yatağın büyük bir kısmı yıkıntı molozu ile Örtülü olduğundan, morfolojik şekli hakkında mu-fassal malûmat edinmek kabil olamamıştır. Bu serpantin kuvvetle şistleşmiş, anortosit damarları tarafından bolca kat'edilmiştir. Daha sonradan husule gelen tektonik ha-rekât anortosit damarlarının iptidaî bağla-rını koparmış ve adeseye benzer bünyelere ayrılmıştır. Buradaki krom cevheri bu anortosit kitlelerinden birisinin arasında bulunmaktadır.

Anortosit kaba kristalli olup bazik plâji-oklaz (Bitovnit - anortit) ile bronzitten mü-teşekkildir. Bronzitin fazla mevcut olması burada gabbro-pegmatit bahis mevzuu olduğunu işaret eder. Bronzitler uzun sütunlar sekinde olup bunların tane uzunlukları ekseriyetle 5 ilâ 1-0 sm-yi bulmaktadır. Bronzit kristallerinin iç kısımları pirokse-nin iptidaî koyu kahve rengini gösterirken, dış kısımları yeşil renkte olup aktionalite (aşağıdaki satırlara bakınız) tahavvül et-tiklerini anlatır.

Bronzitler idiomorf ilâ hipidiomorf olup bunlardan ayırt edilen plajoklazlara nazaran bir az daha yaşlı görünmektedirler.

Beyaz - gri plâjioklazların ancak cüzi bir kısmı olduğu gibi kalmış olup plâjioklazlar için karakteristik olan yarılma satırlarını nadiren ihtiva ederler. Mevzuubahis satırların yerine çok sert ve çekiçle bile güç ufaltılabilen, kalsedona benzer kırılma satırlarını arzeden beyaz bir kütle mevcuttur. Aşağıda da tasvir edileceği veçhile plâ-

jioklazların büyük bir kısmı, sert ve ince kristalli skapolit-vollastonit (Saussurit) kitlesine tahavvül etmiş bulunmaktadır. Bu skapolit başlıca istihale maddesini teşkil eder ve beyaz kütleyle fevkalâde bir sertlik verir.

Krom cevheri aşağı yukarı münhasıran bronzit arasında bulunur; plâjioklazlar veya bunların istihale gören çeşitleri arasında ise ancak tâli olarak zuhur eder. Kromit kaba kristalen ve kuvvetle rezorbe olmuş yani emilmiştir. Tek tük kristal taneleri küre şeklindedir.

Kristalleşme sırası berveçhiâtidir: Kromit bronzit ile aynı zamanda veya daha evvel kristalleşmiştir; buna mukabil bronzit kısmen plâjioklaz ile veya daha önce ifraz edilmiş bulunmaktadır. Bundan dolayı kromitin teşekkülü tamamen plâjioklazın kristalleşmesinden daha evvel husule gelmiştir.

Cevherin mikroskopik müşahedesi aşağıdaki teferruatı göstermiştir: Bronzit doğru sönme gösterir ve mihver zaviyesi takriben 90 dereceyi bulur. Bronzit kenar kısımlarında aktinolit'e istihale etmiş olup el büyüklüğündeki numunede açık yeşil renk arzeder. Bir "Smaragdgit,, varietesi mevzuubahistir.

Spektral analizde<sup>1)</sup> Smaragditin hafifçe krom ihtiva ettiği tesbit olunmuştur. Smaragdit 15 derecelik sönme zaviyesine malik olup ince liflerden ibarettir.

Plâjioklaz ise bitovnit - anortit'ten ibarettir. OIO.a dikme kesimlerde azamî sönme zaviyesi 40 ilâ 50 dereceye kadar çıkar. OIO a muvazi olan yarılma parçalarında kaide yarılma istikametinin sönme zaviyesi 30 ilâ 38 derecedir. Plâjioklaz kloridik hamızla jelatinleşmektedir; albit ile periklin

1) Spektral tahliller Dr. H. Kleinsorge tarafından yapılmıştır.

kanuna göre ikizleşmiştir. Periklinin ikizleşmesi münferit albit lamellerine inhisar eder.

Evvelce işaret ettiğimiz plâjiokların sosuritleşmesi ilk sırada bir donukluk şeklinde tebarüz eder. Bu donukluk bilhassa yer-yarılma çiziklerinde inkişaf etmiştir. Mevzuubahis donukluğu teşkil eden komponentlerin münferit mikroskopik müşahedesini, bunlar gayet ince kristalen bünyeden ibaret olduğundan, güçlüklerle karşılaşmıştır. Donukluk başlıca serezit ve kaolenden müteşekkildir. Bununla beraber kaba kristalli istihale mahsullerine de tesadüf olunur. Bu sonunculara palaspere şeklinde kaba, kristalen taneli skapolit hâkimdir. Skapolit agregatlarının büyük bir kısmı aynı zamanda söndüklerinden bunların kaba kristalli olduklarına hüküm verilebilir. Skapolitle sıkı birleşmiş (girift olmuş) olan ince kristalli silikat ışığı demetler şeklinde tezahür eder. Ağlebi ihtimal burada vollastonit mevzuubahistir.

Parlatılmış kesimde «plakmenste» kromit taze ve saf olarak gözükmektedir. Ayrılmış bir halde hematit veya manyetit eseri bile müşahede edilmedi. Kromitin tane hudutları kuvvetle aşınmıştır. Ekseriyetle bronzit ile kromit arasında teşekkül eden smaragdit bronzitle kromitin yerine geçmiştir. Aynı zamanda bu smaragdit, kırılma satırları imtidadınca da kromit tanelerinin, derinliklerine kadar nüfuz etmiştir. Krom cevheri emilmiş (resorbe olmuş) ve smaragdit genişliyen kırılma bölgelerinde teressüb etmiştir.

Plâjioklazların sosuritleşmesi ve smaragdit teşekkülü sarıh olarak pnömatolitik-idrotermal. hâdiselerin tesirine delâlet ederler: Krom cevheri bu hâdiseler esnasında kolayca emilmiştir. Tahallül eden krom yeni husule gelen silikatlar tarafından alınmıştır. Krom tenörlü smaragdit

vücut bulmuştur. Kromitin yeniden yataklanması veya teressübü yani bu mineralin pnömatolitik - idrotermal jenerasyonu «tekevvünü» müşahede olunmamıştır.

#### **Nergizlik kromit yatağı (İskenderun-Merkez)**

Aşağı Nergizlik köyünün takriben 2 km. cenubunda (veya İskenderun'un 11 km. güneyinde) anortosit damarları ile bolca katedilmiş serpantin sahası arasında küçük mikyastaki Nergizlik kromit yatağı bulunmaktadır. Bu yatak birkaç yıl önce berayi tecrübe bir işletme esnasında meydana çıkarılmıştır. Halihazırda yine tamamen kapanmış olduğundan yatağın imtidadı ve şekli hakkında sarıh bir malûmat alınmamıştır. Maamafih mevzuubahis zuhur görünüşü göre NE den SW-ye doğru uzanmak, ta olup, buradaki Amanos dağlarının genel imtidadına muvazi bir şekilde yataklanmaktadır.

Yığınlarda bulunan cevher buradaki kromitin anortosit ve gabbropegmatite bağlı olduğunu teyit eder. Anortositik elementlerin fazla iştiraki yüzünden cevherin krom tenoru oldukça azdır (takriben % 25 ilâ 30 arasında).

Anortosit veya gabbro-pegmatit kaba kristalli olup piroksen (bronzitle diallag), bazik plâjioklaz (bitovnit-anortit) ile kromit ve cüzî miktarda zuhur eden olivinden müteşekkildir.

Makroskopik tahlili aşağıdaki evsafı arzeder: piroksen idiomorf ilâ hipidiomorf arasındadır. Onun taneleri yeşilimsi kahve renginde olup ebadları birkaç santimetreye varır (bazı sütuncukların uzunluğu 8-10 sm-dir). Plâjioklaz ise piroksenlerin arasındaki kitleyi teşkil eder ve grimsi beyaz renktedir, iyice yarılma kabiliyetine maliktir. Mevzî tahallülünden beyaz mat rengini almıştır. Taneleri ekseriyetle birkaç santimetre büyüklüktedir.

kromit, kuvvetle resorbe olmuş büyükçe taneler şeklinde (tane ebadı 8 mm-ye kadar varır) anortosit kitlesini beneklemektedir. Aynı zamanda kromit taneleri küreye müşabihler. Bir küreler (kutur, lan vasati olarak 2 sm-den daha büyüktür) ekseriyetle oldukça oyulmuş ve piroksen dolgusu ile yamanmıştır. Kromit umumiyetle piroksen içerisinde veya bununla tek taraflı bağlı olup plâjioklaz ortasında bulunmaktadır. Olivin ancak mikroskop vasitesiyle tesbit olunabilmiştir (aşağıdaki satırlara müracaat ediniz).

Kristalleşme hâdisesi şu sıraya göre cereyan etmiştir: Olivin ile kromit umumiyetle ilk evvelâ, mühim bir kısımları piroksen'den evvel ve bir kısımları da aynı zamanda ayrılmıştır. Plâjioklaz ise en sonra kristalleşmiştir; yani önemli bir miktarı piroksen'den sonra ve muayyen bir kısmı da piroksenle aynı zamanda teressüp etmiştir. Parlatılmış maktâ «im Anschliff» üzerinde tesbit olunduğu veçhile, kromit taneleri ekseriyetle büyük miktarda yuvarlak olivin katgılarını taşımaktadırlar. Bundan dolayı olivin umumiyetle kromitten daha evvel ayrılmış gibi gözükmektedir.

İnce plakmenslerin tetkiki aşağıdaki neticeyi vermiştir: piroksen başlıca bronzitten ibarettir. Bronzit muayyen istikamette yataklanmış diallagla girift bir halde gözükmektedir. Genişlik itibariyle gayet ince olan bronzit lameleri, diallag lamellerinden az olan çift kırılma «muzaaf inkisar» ve doğru sönmeleriyle (lameller C mihverine muvazidir) diallag lamellerin, den kolayca tefrik edilmektedir. Diallag lamellerinin sönmeye zaviyesi 30 ilâ 40 derece arasındadır. Rosenbusch'a nazaren burada strüktürlerin ayrılışı «Entmischungsstrukturen» mevzuubahistir. Diallag'ca zengin bu bronzitlerden maada doğrudan doğruya diallag'lar da zuhur etmektedir.

Bronzitlerin kenar kısımları ince lifli inşialı taşta tahavvül etmiştir. Bronzitte (keza krom spinellerinin içerisinde de) tek tük ksenomorf tekemmül etmiş olivin kristalleri müşahede olunmuştur.

Rabat cevherlerinde olduğu gibi, burada da plâjioklaz, betovnit-anortit şeklindedir. Albit ve periklin kanununa göre ikizleşmiştir. Tuz ruhu ile jelatinleşmektedir. Pnömatolitik - idrotermal hâdiseler onu ancak hafif bir istihaleye maruz bırakmıştır. Plâjioklaz taneleri kaolinleşmiş ve serizitleşmiştir, bu da kristal maktalarının donukluğu ile tebarüz etmektedir. Plâjioklaz maddesinde ufak cevher noktaları müşahede olunur, bunların parlatılmış maktâda tetkiki genç bakır piriti teşekkülü olduklarını göstermektedir. Bunların teşekkülünü müteakip pnömatolitik - idrotermal safhaya atfetmek lâzımdır.

Kromit, parlatılmış maktâda tamamen taze olarak tebarüz eder, yarılma çizintilerinde veya tane sınırları arasında hiçbir hematit teressüp etmemiştir. Yuvarlak olan ve piroksene bitişik tane hudutları magmatik «resorbition» emilme hâdisesine maruz kalındığına delâlet eder. Kromit oldukça kataklastiktir. Çatlak yerlerinde kromitin içerisinde tek tük bakır piriti nüfuz etmiş bulunmaktadır. Yeni teşekkül eden krom silikatlarının kromit yerine geçmesi hâdisesi (Rabat kromit yatakları faslına bakınız) burada müşahede olunmamıştır veya çok ender vukubulmuştur.

Plâjioklazın kaolinleşmesi ve serizitleşmesi ve kükürtlü cevher unsurlarının (bakır piritinin) nüfuzu pnömatolitik - idrotermal faaliyete işaret eder. Maamafih bu faaliyet ancak cüzî tahavvülleri meydana getirmiş bulunmaktadır. Krom cevherinin pnömatolitik - idrotermal yer değiştirmesi müşahede edilmemiştir. Bundan dolayı Nergizlik yataklarının krom cevheri doğ-

rudan doğruya ve geç magmatizm safhasına aittir.

**Aşağı Zorkun kromit yatağı (Arzus nahiyesi).**

Arzulun takriben 18 km. ESE-sinde, Arzutan Karaksuyu geçerek Antakyaya giden dağ yolu üzerinde, Kızıldağın yüksek serpantin bölgesi su bölümü ekseninin «ligne de portage des eaux» yakınında (Zorkun yaylasının veya Yukarı Zorkun'un bir parça aşağısında) Aşağı Zorkun kromit yatağı mevcuttur. Buradaki krom cevheri kaya şeklinde meydana çıkar. İsmi geçen dağ yolu krom cevherlerinin tam üzerinden geçer. Yatağın imtidadı NE-den SW ye olup, yatımı 30 derece NW-dir. Herhangi bir seyrüsefer yolundan uzakta bulunan yataklar, Hatay'ın diğer kromit yataklarında vaki olduğu veçhile, hiçbir zaman berayi tecrübe dahi işletilmemiştir.

Buradaki cevher olivin, plâjioklaz, kromit ve amfibol'den müteşekkildir. Olivinle plâjioklaz ancak mikroskop vasıtasıyla tesbit olunabilmiştir (aşağıya bakınız).

Kromit, fazla delik deşik bir surette yenmiş (resorbe olmuş), taneler şeklinde ana hamuru teşkil eden amfibol içerisinde yataklandı. Buradaki krom cevheri kaba kristalendir; tanelerin ebadı umumiyetle 10 mm.-yi aşmamaktadır. Tek tük kuturları 30 mm-ye kadar çıkan ve küre şeklinde bulunan büyükçe tanelere rastlanılmaktadır. Bu tane ve küreler fazla delik deşik olmuş ve aşınan yerler amfibolce doldurulmuştur. Mebzul miktarda bulunan ana hamur beyaz ve yeşil amfibolden ibarettir. Binaenaleyh tremolit veya krom tremolit mevzuubahistir. Her iki tremolit cinsi tedricî olarak biri biri dahiline geçmektedir. Maamafih krom tremoliti fazla hâkim vaziyette olduğundan, cevher bilhassa bariz yeşil hamur kitlesi arzeder. Spektrografik tahlil esnasında kromtremolitinde sarih olarak krom hatları tesbit olunmuştur.

Tremolit taneleri kaba kristal şeklindedir. Bunların ebadları ekseriyetle birkaç santimetreyi bulur ve her tremolit kristali müteaddit kromit tanesini ihtiva eder.

Kristalleşme aşağıdaki sıraya göre cereyan etmiştir: Olivin'in büyük bir kısmı kromite nazaran daha yaşlı gibi gözükür. Olivin ve kromit tremolitten daha evvel ayrılmışlardır. Krom tremoliti hatta kromit hesabına dahi teşekkül etmiştir (aşağıya müracaat).

Cevherin mikroskopik tetkiki aşağıdaki mütemmim malumatı vermiştir: Tremolit- le birlikte kuvvetle istihaleye maruz kalmış plâjioklar'da müşahede olunmuştur. Plâjioklazın mufassal bir tetkiki fazla istihale yüzünden yapılamamıştır. Rabat ve Nergizlik yataklarında olduğu gibi, burada da çok bazik bir mümessil (bitovnit-anortit) bahis mevzuudur. Çok ince kristalli diğer istihale mahsulleri (kaolen ve serizit) ile birlikte kuvvetli zeolit teşekkülü de ön plânda gözükmektedir. Keza cüzî miktarda yeni vücut bulmuş skapolite de tesadüf olunmaktadır. Tremolitin plâjioklaza idiomorf bir şekilde sınırlanması şayanı dikkattir. Tremolitin, plâjioklazdan evvel kristalleşmiş bulunan magmatik piroksenden neşet etmiş olması da katiyetle zan olunabilir. Rabat ve Nergizlik yataklarına müşabih bir tarzda burada da tremolit yerine iptidada bronzit veya diallağın mevcudiyeti farzolunabilir. Binaenaleyh, Zorkun krom cevherinin anortositik (yani gabbro-pegmatitik) menşeli olması pek muhtemeldir.

Parlatılmış maktada "im Anaschliff" kromit tamamen taze olup, hematit (manyetit) tarzında demir oksidi ifrazatına ait hiçbir emare taşımamaktadır. Ancak daha kuvvetli inikas maddesinde (bilhassa yağda) tek tük yerlerde hafifçe bir istihale müşahede olunur; bunlar da çok gayri mun-

tazam ve şekilsiz bir bünye arzederler. Kromit fazla kataklastik olup tane hudutları ile çatlak mahallerde kromit yerine kromtremolit kaim olmuştur. Magmatik surette aşınmış, ekseriyetle yuvarlak olan kromit taneleri, bu takdirde kancalı sınırlar arzettekendir. Kromit tanelerinin bahis mevzuu olan çengelleri yeni teşekkül eden tremolit kitlelerinin içerilerine kadar nüfuz ederler. Bu kromit apofizleri ufalan resorbe edilmiş tanelerinin en haricî bakiyelerini teşkil ederler. Kromit tanelerinin yeni çoğalmasını asla ifade etmezler. Binaenaleyh; kromitin- yeni bir kristal, leşmesi bahis- mevzuu olmayıp, fakat «resorption» ve tremolitin kromit yerine kaim olmasından dolayı kromit kenarlarının aşınmış; olması muvacehesinde bulunmaktadır. Kuvvetli bir agrandizmanda, kromit apofizlerinde küçük hudud hatları görülmektedir. Bunlar kromit tanelerinin kristalografik istikametlerine muvazi bir tarzda uzanmaktadır.«Resorption» ve ikame cephesi, bu ufak bünyelerde, kısmen aşınmış olan kromitin bünyesine göre tanzim olunmuştur. Kromtremolitin çatlaklara nüfuz ettiği mahallerde de aynı şey görülmektedir.

Kromit taneleri ekseriyetle ve mebzul miktarda ufak ve yuvarlak silikat «Inclusion» larını ihtiva ederler. Bu enklüzyonlar kısmen serpantinleşmiş, olivinlerden ibarettirler.

Plâjioklazın-sossuritleşmesi (yani kaolen, serizit, zeolit ve skapolite tahavvülü) ve piroksen'in hornblendlesmesi (yani tremolite kromtremolit teşekkülü) bakiye simik magmanın pnömatolitik - idrotermal safhası tesirine delâlet ederler. Phömatolitik-idrotermal müteakip safhanın, Zorkun kromit-silikat kitlelerine olan kuvvetli tesirine rağmen kromitin yer değiştirmesi ve yeniden teşekkülü müşahede alınmamıştır. Mevcut kromit tamamen magmatik men-

şei arzeder. Ancak kromit kuvvetle resorbe olmuştur. Şu hâdise esnasında mahlûl dahiline geçen krom; mücavir; silikatlı sahreler tarafından kromtremolit şeklinde temessül edilmiş bulunmaktadır.

#### BAKİYE SÎMÎK MAGMANIN MÜTEAKİP PNÖMATOLİTİK - İDROTERMAL SAFHASI ESNASINDA HUSULE GELEN MİNERALLER HAKKINDA UMUMÎ MALÛMAT

Muayyen krom cevheri yataklarının parajenetik şeklinin bakiye simik magmanın pnömatolitik - idrotermal müteakip safhasının tesiri emarelerini taşıdığı, Amerikalılar tarafından hayli zaman evvel bilinmekte idi. Bu konu üzerine E. Sampson, C. Ross, İ. Singewald ve L. Fisher tarafından çeşitli yayınlarda bulunulmuştur. İsmi geçen müellifler bu hususta ilksırada Amerika (Şimalî Karolina ve diğer bölgelerdeki) kromit yataklarına istinad etmişlerdir. Biraz sonra (1937 de rus müdekkiklerinden A. Betekhtin ile S. Kaşın Uraldaki krom-cevherinin pnömatolitik - idrotermal istihalesini tasvir etmişlerdir.

E. Sampson ile L. Fisher'in fikirlerine göre bilâhara vücut bulan pnömatolitik - idrotermal safha krom cevheri kitlelerinin teşekkülünde önemli bir rol oynamıştır. Bu zatlar pnömatolitik - idrotermal safhaya «yatakları meydana getirici» bir fonksiyon atfetmektedirler. Onların kanaatına göre magmatik surette ayrılmış bulunan krom cevheri büyük sulu mahlüller tarafından büyük miktarda eritilerek diğer mahallere nakledilmiş ve oralarda yeni cevher kitleleri halinde tersip edilmiş olmalıdır. Krom cevherinin bu yerini değiştirmesi keyfiyeti katılaştırmış dunitik kitlenin takriben serpantinleşmesi zamanına tesadüf etmesi icap ediyordu. Bu zatlar «idrotermal krom cevheri» yataklarının zuhuru "umumiyetle münteşir bir hâdise say-

maktadırlar. C. Ross ile İ. Singewald de kati olarak iddia etmemekle beraber, aynı anlayışa mütemayildirler.

Krom cevheri kitlelerinin bu tarzda neşet etmiş olduklarına-ait olan nazariye-birçok itirazlar ile karşılaşmıştır. Meselâ. P. Keep, Amerikanın aynı yataklarında yapılan tetkiklere istinaden buradaki kromitin de tam mânasiyle magmatik olduğunu izah etmiştir.

H, Schneiderhöhn 1941 de intişar eden «Maden cevheri yatakları dersliği» adlı kitabında kromit yataklarının idrotermal menşeden oldukları hakkındaki faraziyeyle karşı aşağıdaki cümlelerle vaziyet almaktadır: «Bütün mayi magmatik cevher yatak grupları tesmiye olunan zuhuratın iyice tetkiki neticesinde, hemen hemen daima mineral parajenezleri, mineral istihaleleri, yaş sıraları ve yataklanma şekilleri müşahede edilir ki, bunlar artık pnömatolitik veya hattâ idrotermal tekevvün şartlarını gösterirler. Binaenaleyh, ekseriyetle susuz mayi magmatik-Silikatların hidratize olması bahis mevzuu olduğundan ve su magma'nın kendisinden neşet ettiğinden bu hâdiselere «otohidratasyon» veya «otometamorföz» denmektedir. Bu esnada ağır metaller ve ağır metal teşekkülleri, gerek oksidik ve gerekse sulfidik olsunlar, tekrardan mahlûl haline geçerek başka yerlerde yatakladıkları gibi minerallerde vücut bulabilir. Bu gibi cevher mineralleri yeni teşekkül eden silikatlarla birlikte likvid magmatik jenerasyona nazaran daha gençtirler; Bu irtibatı doğru olarak göremiyen kimse, tabii tesirlerin daha kuvvetli olduğu halde, kromit yataklarının veya nikel-magnetit yataklarının likvid magmatik olmadığına ve fakat pnömatolitik veya hattâ idrotermal menşeyi haiz bulunduğuna dair yanlış bir fikre sahip olabilirler. Buna ait tabiatıyla hiçbir şey söylenemez.»

Yukarıda tasvir ettiğimiz müşahedelere

.nazaran Hatay krom cevherleri hakkında Schneiderhöhn'ün fikriyle tamamen mutabıkız. Rabat, Nergizlik ve Zorkun krom cevheri kitleleri simik»magmatik menşeli kuvvetli .bir pnömatolitik - idrotermal istihaleye maruz kalmışlardır ve yalnız magmatik .tarzda ayrılmış kromiti ihtiva ederler. Oto-metamorföz neticesi olarak magmatik silikatlar istihale görmüşler, yani plâjioklazların sossuritleştiği (skapolit teşekkül ettiği) gibi, piroksenler de hornblendleşmişlerdir. (tremolit ve kromtremolit teşekkülü). Demek ki, kromit olduğu gibi kalmış ve fakat .kuvvetle aşınmış ve emilmiştir. Serbest hale geçen kromun silikatlı mücavir kitlelerle teamülü neticesinde krom silikatlan (bilhassa krom-hornblend) meydana gelmiştir. Kromit yeniden ayrılmamıştır. Maamafih olabilir ki, magmatik kromitin daha fazla «resorption» emilmesi neticesinde, tahallül etmiş kromun heyeti mecmuası silikatlara geçmiyerek muayyen bir kısmının, aynı zamanda teşekkül eden krom sakatları ile birlikte kromit halende avHması mümkündür.; Kromitin böyle bîrpnömatolitik - idrotermal tekevvünü, L. Fisher tarafından diğerlerinin arasında N. Carolina cevherlerinde müşahede olunmuştur. Eserine refakat eden petrografik şekiller müşahedesinin doğruluğunu isbat etmektedir. Fikrimize göre burada az miktarda kromitin bir yer değiştirmesi vukubulmuş ve bu yer değiştirme yatakların dahilinde ufak bir sahaya münhasır kalmıştır. Bu gibi buluşlar mineral jenezi bakımından çok önemli olabilirlerse de, yataklardaki bütün krom cevherinin bir pnömatolitik - idrotermal ver de. ğiştirme ve tabakalanmadan mütevellit imiş gibi telâkkisine bir sebep teşkil etmezler. Kromitin yeniden teşekkülü ve kristalleşmesi, kanaatımıza nazaran, mevziî anormal vaziyetlerin ve silikatlı zaptedici vasıtaların geri çekilmesinin bir neticesidir. Halledilmiş-kromun primer mag-

matik krom kitlelerinin haricine şevki vukubulduğu takdirde etraftaki nisbeten vüsatlı silikat kitleleri krom silikatlarını teşkil etmek üzere bütün kromu kendilerine çekeceklerdir. (Doğrudan doğruya idrotermal krom yatakları faraziyesinin iltizam edilmesi istendiği takdirde bu şartın tahakkuku icap eder). Hatay'daki krom cevheri yatakları gösteriyor ki, burada kromitlikatları teşekkülü, yeni ayrılarak yataklanmış kromite fevkalâde tefevvuk etmektedir ve primer magmatik kromitin kuvvetli bir «resorption» a maruz kalmış olmasına rağmen bazan tamamen vaki olmamıştır.

Yukarıda izah olunan sebeplerden dolayı simik magmatik faaliyetin pnömatolitik -idrotermal müteakip safhasına, kromit yataklarını meydana getiren fonksiyona atfedilmesi fikrimize göre yanlıştır. Halihazırda müşahede olunan ve yataklar şeklinde zuhur eden büyük mikyastaki krom cevherlerinin teşekkülü daima magmatik menşei haizdir.

Krom cevheri yataklarının mineralleri aşağıdaki safhalarda teşekkül eder:

#### I. Magmatik safha

##### a) Erken magmatik safha

Püskürme cevher, çizik ve şerit halindeki krom cevherleri gibi idiomorf teşekkül etmiş olan kromitler (kromit kısmen olivinden evvel, kısmen de aynı zamanda kristalleşmiştir).

##### b) Geç magmatik safha

Ekseriyetle kuvvetle temessül edilmiş (emilmiş) küre ve leke halindeki cevher ile som cevheri şeklinde kromitler. (Kromitin büyük bir kısmı olivinden sonra, fakat piroksenden evvel veya aynı sıralarda kristalleşmiştir).

#### II. Pnömatolitik - idrotermal safha.

Magmatik kromitlerin kuvvetle temes-

sül edilmesi ve magmatik silikatların istihalesi (serpantinleşmesi, sossurit ve hornblendleşmesi) Kromblend, kemmerit ve uvarovit gibi kromsilikatlarının teşekkülü.

Hatay yataklarının mineral parajenezleri I b ve II ile işaret olunan safhalarda kristalleşmiş bulunmaktadır.

### HÜLÂSA

Bu etüdümüzde Hatay'ın magmatik krom cevheri yataklarında simik magmatizmin pnömatolitik - idrotermal müteakip safhasının tesiri altında ne gibi değişikliklerin husule geldiği kısaca tasvir olunmuştur. Bu «oto-metamorf» krom cevherlerinin karakteristik vasıflarının tesbitine ve bunların (evvelki etüdlerimizde kaydedilen) sialik istihaleye maruz krom cevherlerinden tefrikine çalışılmıştır. Her iki istihale şeklinin farikalarını tasrih maksadiyle hülâsa olarak tarafımızdan tesbit olunan aşağıdaki hususiyetlere işaret etmek isteriz.

#### **Simik magmatizmin pnömatolitik - idrotermal (otometamorfik) istihaleleri**

Magmatik kromitin kuvvetle temessül edilmesi (emilmesi) ve magmatik silikat sahrelerinin istihalesi (olivin ve diğer ferrik kısımların serpantinleşmesi, plâjioklarm sossuritlesmesi ve piroksenin hornblendeye tahavvülü). Temessül (emilme) esnasında ayrılan krom, silikatlı tâli kitleler tarafından tesbit edilmiş ve kromsilikatları (evvel emirde krom tremolit ve tâli olarak kemmerit ve uvarovit) teşekkül etmiştir. Kromun, yeni bir kromit jenerasyonu tarzında tekrar yataklanması vukubulmuyor veya istisnâ bir hal alıyor. (Hatay yataklarında olduğu gibi)

#### **Sialik magmatizmin kostik ilâ pnömatolitik - idrotermal (metamorf) istihaleleri**

Magmatik kromitin kuvvetle tahallüle uğraması ve magmatik (kısmen serpantin-

# HATAYIN İÇMALİ HARTASI

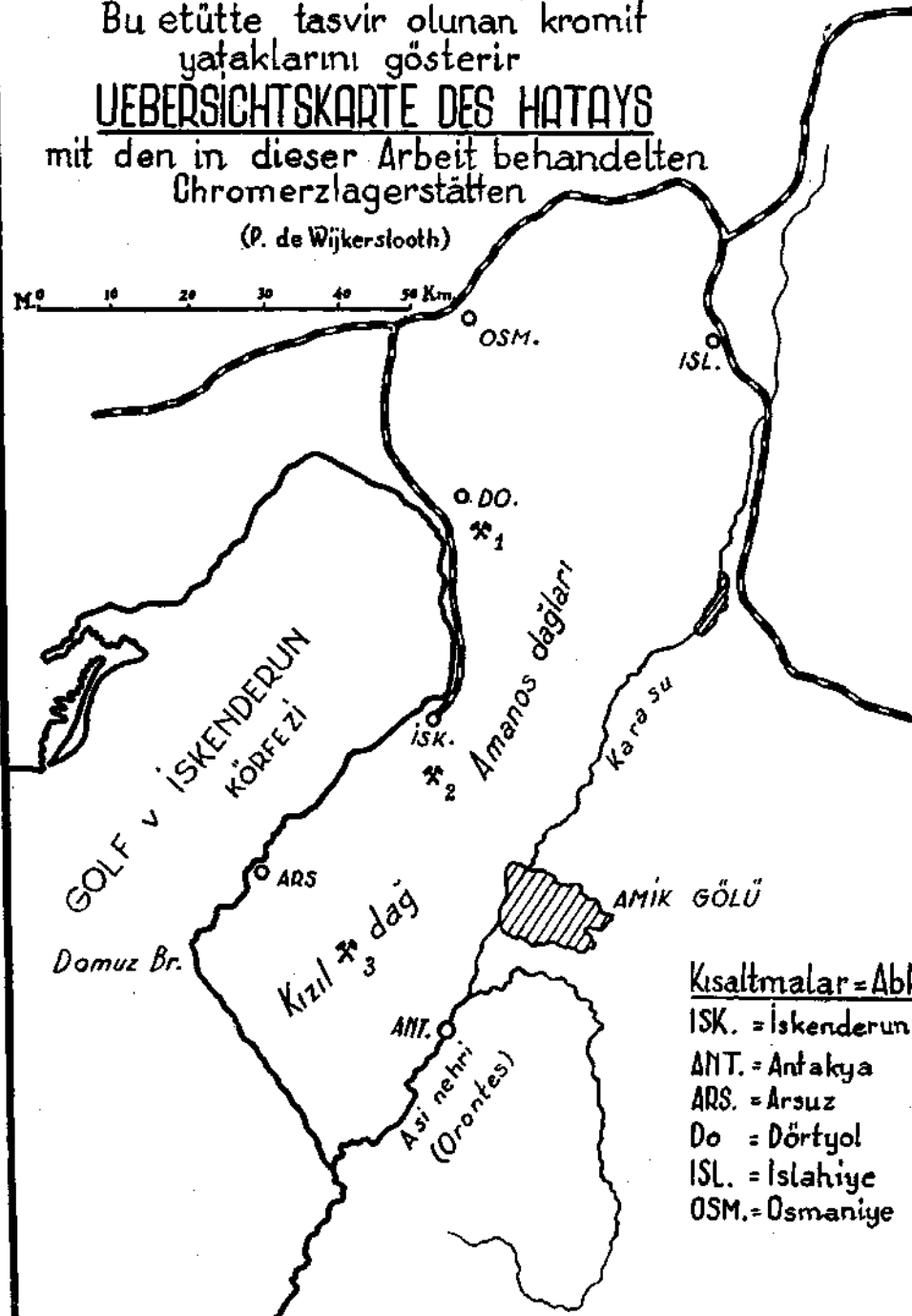
Bu etütte tasvir olunan kromit  
yataklarını gösterir

## UEBERSICHTSKARTE DES HATAYS

mit den in dieser Arbeit behandelten  
Chromerzlagerstätten

(P. de Wijkerslooth)

0 10 20 30 40 50 Km



### Kısaltmalar = Abkürzungen

ISK. = İskenderun

ANT. = Antakya

ARS. = Arsuz

Do = Dört Yol

ISL. = İslahiye

OSM. = Osmaniye

### Krom cevheri yatakları

Dabat kromit yatağı \*<sub>1</sub>

Nergizlik kromit yatağı \*<sub>2</sub>

Zorkun kromit yatağı \*<sub>3</sub>

### Chromerzlagerstätten

Chr. L.v. Rabat

Chr. L.v. Nergizlik

Chr. L.v. Zorkun

leşmiş olan) silikat sahrelerinin kontakt istihaleyi bünyeli (poikilitik teşekkül) yani silikat cinslerine tebeddülü. İstihale faaliyetinin başlangıcında evvel emirde kromitte mevcut demir ayrılır. Kromitin çatlak ve tane hudutları arasında hematit (manyetit) itilerek dışarıya çıkar. Bunu müteakiben kromit içerisinden, daha kuvvetli istihaleci tesir altında kalan alüminyum, mağnezyum ve krom hicret eder ve mücavir silikatlı sahrelerle birlikte aşağıdaki yeni silikat kristallerini meydana getirir: klorit, mika (jefferesit), glaukofan, aktinolit, epidot ile krom silikatlarından: kromfengit (kromokr), kemmererit ve uvarovit.

Sialik istihalenin simik oto-metamorfosa nazaran ekseriyetle daha kuvvetli tebeddülâta sebep olduğunu da kaydetmek icabeder. Krom cevheri yatakları sialik entrüzyon sahrelerinin dahilî kontaktında bulunurlarsa, magmatik kromit hemen hemen tamamen, hattâ büsbütün tahrip olunur.

Krom cevher kitlesi yüksek krom tenörlü silikat parajenezli demir cevheri cisminde tahavvül eder. Sialik istihalenin bu fazla kudretini, sialik entrüzyonun dahilî kontakt sahalarında hâkim bulunan yüksek rarete izafe ederiz.

Bu makalede «idrotermal krom cevheri kitleleri» nin simik magmanın pnömatolitik - idrotermal bir otometamorfözünün bir tezahürü neticesi olamayacağı meselesi mufassal mütalâa olunmuştur. Bu suale de menfî bir cevap verilmiştir. Pnömatolitik-idrotermal tesirler altında kalmış olan Hatay krom cevheri kitlelerinin tetkiki ile magmatik kromitin aşınması ve emilmesiyle ayrılan kromun daima mücavir silikatlı sahreler tarafından tesbit edilmiş olduğunu müşahede ettik. Bundan dolayı krom, yeni bir kromitin tekevvünü «jenerasyonu» şeklinde daha büyük kitlelerle yatak halinde ayrılıma imkân bulamamıştır.

## Pneumatolytisch-hydrothermale Umwandlungen in den Chromerzlagerstätten des Hatays (Turkei).

von Dr. P. de WIJKERSLOOTH

### EINFÜHRUNG :

In unserer Arbeit «Metamorphose des Chromspinelles in den türkischen Erzlagerstätten» hatten wir Gelegenheit die kaustischen und hydrothermalen Einwirkungen des sialischen Magmatismus auf die Chromerzkörper näher zu beschreiben. Es handelte sich hier um Umprägungen, welche lange nach der Entstehung der Chromerzkörper an diesen vollzogen wurden. Die Metamorphose war sialisch (gebunden an granodioritische Intrusionen), während die Chromerzkörper selbst simisch

waren (gebunden an öphiolitische Gesteinsmassen).

In diesem Aufsatz werden wir dagegen die Neubildung von Chrommineralien beschreiben, welche kurz nach der Entstehung der Chromerze erfolgte - als die Folge einer pneumatolytisch - hydrothermalen Nachwirkung des gleichen Magmatismus, welcher in einem früheren Stadium die primären Chromerzkörper bildete.

In der Literatur ist bis jetzt kein deut-

licher Unterschied zwischen beiden metamorphen Chromerztypen gemacht worden. Dies ist u. a. der Grund, weshalb wir jetzt auf unsere Arbeit über den sialischen Metamorphismus der Chromerze diesen Aufsatz über die Umwandlungen des Chromerzes als Folge einer pneumatolytisch hydrothermalen Nachphase des simischen Magmatismus folgen lassen.

Das von uns neuerdings besuchte Chromerzgebiet des Hatays war besonders gut dazu geeignet, die simischen, pneumatolytisch - hydrothermalen Umwandlungen der Chromerze genau zu studieren, da in diesem Chromerzgebiet jede sialische Intrusion bzw. sialische Metamorphose fehlt, während zahllose Chromerzkörper des Hatays einen ausgesprochenen und vielseitigen, von der simischen Nachphase hervorgerufenen Umbau aufzeigen. Wir werden deshalb hier die Beschreibung der Chromerze des Hatays folgen lassen.

#### **DIE METAMORPHEN CHROMERZKÖRPER DES HATAYS:**

Das Gävür-Gebirge (Kızıldağ und Amanos-Gebirge) des Hatays, welches sich von dem Küstenyorsprung «Domuz - Burnu (SW. von Arzus) in nordöstlicher Richtung der Küste des Golfes von İskenderun entlang zieht, ist zu einem grossen Teil aus ophiolitischen Gesteinen (vorwiegend Serpentin) aufgebaut. Zahlreiche Chromerzvorkommen sind aus diesem Gebirgszug bekannt geworden. Es handelt sich um kleinere Erzkörper, welche meist einen früheren, jetzt eingestellten Abbau aufweisen, (siehe unsere Arbeit «die Chromerzprovinzen der Türkei M. T. A. No. 2/27-1942).

Die meisten dieser Chromerzvorkommen wurden von uns besucht. Es stellte sich hierbei heraus, dass eine grosse Zahl dieser Vorkommen in engem genetischen Ver-

bände mit der Intrusion anorthositischer Restmagmen steht. Drei solcher Vorkommen zeigten sich besonders lehrreich im Hinblick auf die hier zu behandelnden pneumatolytisch - hydrothermalen Umwandlungen und werden daher hier eine kurze Beschreibung finden. Es sind die Chromerzvorkommen von Rabat (Nahiye Dörtüol), von Aşagi Nergizlik (İskenderun Merkez) und von Aşagi Zorkun (Nahiye Arzus). Die beigegebene Kartenskizze gibt ihre Lage annähernd wieder.\*)

#### **Das Chromerzvorkommen von Rabat (Nahiye Dörtüol)**

Ungefäher 2 km SE vom Dorfe Rabat liegt im Serpentinegebiet von Galıptaşlı zwischen Rabat und Elmalidüzü ein kleines Chromerzvorkommen, welches früher durch einen Versuchsabbau freigelegt wurde. Jetzt ist das Vorkommen grösstenteils wieder vom Gehängeschutt überdeckt, so dass keine näheren Daten über das morphologische Bild dieser Lagerstätte gewonnen werden konnten. Der Serpentin ist stark verschiefert und von Anorthositadern durchschwärmt. Spätere tektonische Durchbewegungen haben die Anorthositadern stark aus ihrem ursprünglichen Verbände gerissen und in linsenförmige Gebilde aufgetrennt. Das Chromerz liegt inmitten eines dieser Anorthositkörper.

Der Anorthosit ist grobkristallin und baut sich aus basischem Plagioklas (Bytownit-Anorthit) und Bronzit auf. Wegen der starken Beteiligung des Bronzites könnte man hier auch von einem Gabbro - Pegmatit reden. Die Bronzite sind langsaelig. Ihre Individuen erreichen oft eine Länge von 5-10 cm. Die inneren Partien der Bronzitkristalle lassen die ursprüngliche dunkelbraune Farbe des Pyroxens erkennen, während die äusseren Partien durch eine Umbildung in Aktinolit (siehe

\*) Die Karte siehe im türkischen Teil.

unten) grün verfaerbt sind. Die Bronzite sind idiomorph bis hypidiomorph und erweisen sich als etwas aelter als die Plagioklase, an welchen sie sich abstossen.

Die weiss-grauen Plagioklase sind nur zum kleinen Teil als solche erhalten geblieben und zeigen selten die für die Plagioklase charakteristischen Spaltflaechen. Anstatt dessen findet sich eine aeusserst harte, kaum mit dem Hammer zu zerkleinernde weisse Masse, welche eine chalzedonartige Bruchflaechen aufweist. Wie wir unten beschreiben werden, sind die Plagioklase zum allergrössten Teil in eine harte, feinkristalline Skapolith-Wollastonit-(Saussurit —) Masse umgewandelt worden. Der Skapolith bildet das Haupt. Umwandlungsprodukt, er gibt der weissen Masse ihre ausserordentliche Haerte.

Der Chromit liegt fast ausschliesslich inmitten der Bronzite. Sein Auftreten im Plagioklas (oder dessen Umwandlungsprodukten) ist weitaus untergeordnet. Er ist grobkristallin und stark resorbiert. Vereinzelt neigen seine Krisallaggregate zur Kugelform.

Die Kristallisationsfolge ist wie folgt: Chromit ist vor und gleichzeitig mit dem Bronzit kristallisiert, waehrend sich der Eronzit seinerseits vor und zum Teil gleichzeitig mit dem Plagioklas ausschied. Die Bildung des Chromites hat sich daher fast völlig vor der Kristallisation des Plagioklases vollzogen.

Die mikroskopische Untersuchung brachte untenstehende weitere Einzelheiten:

Der Bronzit weist gerade Auslöschung auf und hat einen Achselwinkel von ca. 90°. Randlich ist er in Aktinolith umgewandelt, welcher im Handstück eine hellgrüne Farbe zeigt. Es liegt die Varietaet «Smaragdit» vor. Spektralanalytisch\*) wurde

\*) Die spektralanalytische Bestimmung wurde von Dr. H. Kleinsorge ausgeführt.

de ein leichter Chromgehalt des Smaragdites nachgewiesen. Der Smaragdit hat einen Auslöschungswinkel von 15° und ist feinfaserig.

Der Plagioklas ist Bytownit - Anorthit. In Schnitten senkrecht zu 010 erreicht der maximale Auslöschungswinkel einen Wert von 40° - 50°. In Spaltstücken parallel 010 zeigt die Basis-Spaltrichtung einen Auslöschungswinkel von 30° - 38°. Der Plagioklas gelatiniert mit Salzsaeure. Er ist nach dem Albit- und Periklin- Gesetz verzwillingt. Die Periklin - Zwillingsbildung beschraenkt sich auf einzelne Albitlamellen.

Die vorgenannte Saussuritisierung des Plagioklases zeigt sich in erster Anlage in Form einer Trübung, welche sich vor allem an Spaltrissen entwickelt. Die mikroskopische Bestimmung der Einzelkomponenten dieser Trübung ist wegen deren äusserst feinkristallinen Aufbaues schwer durchzuführen. Hauptsächlich scheinen Serizit und Kaolin am Aufbau dieser Trübungen teilzunehmen. Daneben kommen jedoch grobkristalline Umbildungen vor. Hier herrscht der Skapolith in lappigen, grosskristallinen Individuen vor. Groessere Partien der Skapolithaggregate löschen zu gleicher Zeit aus, was die Grobkristallinitaet des Skapolithes erkennen lässt. Eng verwachsen mit dem Skapolith kommt ein feinkristallines Silikat vor, welches in radialstrahligen Büscheln auftritt. Es handelt sich wahrscheinlich um Wollastonit.

Der Chromit erscheint im Anschluss frisch. Keine Spur von einer Hämatit-oder Magnetitausscheidung wurde beobachtet. Seine Korngrenzen sind stark angefressen. Der Smaragdit, der sich gerne auf der Grenze zwischen Bronzit und Chromit bildete, verdrängt den Bronzit und den Chromit. Auch ist der Smaragdit längs Bruchspalten bis tief in die Chromitkörner vorgestossen. Der Chromit wurde resor-

biert und der Smaragdit lagerte sich in den erweiterten Bruchzonen ab.

Die Saussuritisierung der Plagioklase und die Smaragditbildung weisen deutlich auf die Wirkung von pneumatolytisch-hydrothermalen Prozessen hin. Der Chromit wurde von diesen leicht resorbiert. Das gelöste Chrom wurde von der Silikatneubildung aufgenommen. Es entstand der chromhaltige Smaragdit. Eine Neuablagerung von Chromit, d. h. eine pneumatolytisch-hydrothermale Generation dieses Minerals, wurde nicht beobachtet.

#### **Das Chromerzvorkommen von Nergizlik (İskenderun Merkez)**

Etwa 2 km südlich vom Dorfe Aşağı Nergizlik (oder 11 km südlich von İskenderun) liegt das kleine Chromerzvorkommen von Nergizlik, inmitten eines von Anorthositadern durchschwärmten Serpentin. Das Vorkommen wurde vor vielen Jahren durch einen Versuchsabbau aufgeschlossen. Jetzt ist es aber wieder gänzlich zugestürzt, so dass keine nähere Daten über den Verlauf und die Form des Körpers gewonnen werden konnten. Das Vorkommen scheint jedoch NE-SW d. h. parallel zur Generalrichtung des allgemeinen Gebirgsbaues des Amanos - Gebirges zu streichen.

Das auf den Halden liegende Erz zeigt, dass der Chromit an einen Anorthosit oder Gabbropeematit gebunden ist. Durch die starke Beteiligung der anorthositischen Komponente hat das Erz einen sehr niedrigen Chromgehalt (ca. 25-30%).

Der Anorthosit oder Gabbro - Pegmatit ist grobkristallin und baut sich auf aus Pyroxen (Bronzit und Diallag), basischem Plagioklas (Bytownit-Anorthit) und Chromit, sowie aus spärlich auftretendem Olivin.

Makroskopisch zeigt sich das folgende Bild: Der Pyroxen ist idiomorph bis hypidiomorph. Seine Individuen sind bräunlichgrün und erreichen eine Grösse von mehreren cm. (bisweilen ist die Säulenlänge 8.10 cm). Der Plagioklas bildet die Zwischenmasse zwischen den Pyroxenen. Er ist grau-weiss und zeigt gute Spaltbarkeit. Oertliche Zersetzung gibt ihm eine weisse matte Farbe. Seine Individuen sind öfters mehrere cm gross.

Der Chromit durchsprinkelt in Form von stark resorbierten, grösseren Körnern (Korngrösse bis 8 mm) die anorthositische Masse. Daneben zeigt er kugelige Ausbildung. Die Kugeln (bis über 2 cm im Durchschnitt) sind mehrfach stark durchklüftet und von Pyroxen ausgeheilt. Der Chromit liegt meistens inmitten des Pyroxens oder mit diesem einseitig verwachsen, inmitten des Plagioklases. Der Olivin wurde nur mikroskopisch festgestellt (siehe unten).

Die Kristallisationsfolge ist wie folgt: Olivin und Chromit sind im allgemeinen zuerst ausgeschieden worden und zwar zum grössten Teil vor und zum Teil gleichzeitig mit dem Pyroxen. Der Plagioklas kristallisierte am spätesten aus und zwar zum grössten Teil nach dem Pyroxen, während ein gewisser Teil schon gleichzeitig mit diesem zum Absatz kam. Wie im Anschliff festgestellt werden konnte, enthalten die Chromitkörner öfters viele runde Einschlüsse von Olivin. Der Olivin scheint daher im allgemeinen vor dem Chromit ausgeschieden zu sein.

Das Studium der Dünnschliffe gab folgendes Ergebnis: Der Pyroxen ist hauptsächlich Bronzit. Dieser erweist sich als durchwachsen mit orientiert eingelagertem Diallag. Die Lamellen des Bronzites, deren Breite z. T. äusserst klein ist unter-

scheiden sich leicht durch ihre geringe Doppelbrechung und ihre gerade Auslöschung (Lamellierung parallel c-Ächse) von den Diallaglamellen, welche eine Auslöschung von 30-40° haben. Wach Rosenbuseh liegen hier Entmischungsstrukturen vor. Neben diesen diallagreichen Bronziten kommen reine Diallage vor. Randlich sind die Bronzite in feinfaserigen Strahlstein ungewandelt. Vereinzelt beobachtet man inmitten der Bronzite (sowie inmitten der Chromspinelle) Olivinkristalle xenomorpher Ausbildung.

Der Plagioklas ist, wie im Erze von Rabat, Bytownit - Anorthit. Er ist nach dem Albit - und Periklin - Gesetz verzwillingt. Er gelatiniert mit Salzsäure. Die pneumatolytisch - hydrothermalen Agenzien haben ihn nur leicht umgewandelt, Man beobachtet eine Kaolinisierung und Seritizierung seiner Individuen, welche in einer Trübung der Kristalldurchschnitte zum Ausdruck kommt. In der Plagioklasmasse liegen öfters kleine Erzpünktchen, welche sich im Anschliff als junge Kupferkiesbildungen erweisen. Ihre Ausscheidung ist der pneumatolytisch - hydrothermalen Nachphase zuzuschreiben.

Der Chromit zeigt sich im Anschliff als vollkommen frisch. Keine Ausscheidung von Hematit (oder Magnetit) hat auf Spalttrissen oder an Korngrenzen stattgefunden. Seine rundlichen Konigrenzen gegen den Pyroxen weisen auf erlittene, magmatische Resorptionsvorgänge hin. Er ist stark kataklastisch. Auf den Sprüngen drang vereinzelt Kupferkies in den Chromit vor. Eine Verdrängung durch neugebildete Chromsilikate (siehe das Chromerzvorkommen von Rabat) trat hier nicht (oder sehr selten) auf.

Die Kaolinisierung und Seritizierung der Plagioklase sowie der Eintritt von

schwefelhaltigen Erzkomponenten (Kupferkies) weisen auf die Wirkung von pneumatolytisch - hydrothermalen Agenzien hin. Diese hatten jedoch nur geringe Umwandlungen zur Folge. Eine pneumatolytisch - hydrothermale Umlagerung des Chromites liess sich nicht beobachten. Der Chromit der Lagerstätte von Nergizlik ist rein - und zwar spät - magmatisch.

#### **Das Chromerzvorkommen von Aşağı Zorkun (Nahiye Arzus)**

Etwa 18 km ESE von Arzus befindet sich am Bergweg, welcher von Arzus über Karaksu nach Antakya führt, nahe der Wasserscheide des hohen Serpentinegebietes des Kızıldağ das Chromerzvorkommen von Aşağı Zorkun (etwas unterhalb der Zorkun yaylasi oder Yukarı Zorkun). Das Chromerzvorkommen tritt felsenartig zutage aus. Der Bergweg führt direkt über das Chromerz hinweg. Das Streichen des Vorkommens ist NE-SW, das Einfallen 30° NW. Infolge der grossen Entfernungen von jedem befahrbaren Weg wurde das Vorkommen niemals versuchsweise abgebaut, wie es bei so vielen anderen Lagerstätten des Hatays der Fall ist.

Das Erz baut sich auf aus Olivin, Plagioklas, Chromit und Amphibol. Der Olivin und der Plagioklas wurden nur mikroskopisch festgestellt (s. unten).

Der Chromit liegt in Form stark zerfressener (resorbierter) Körner in einer Grundmasse von Amphibol eingebettet. Er ist grobkristallin. Eine Korngrösse von über 10 mm ist allgemein verbreitet. Vereinzelt tritt der Chromit in Form grosser Kugeln auf, welche einen Durchmesser von 30 mm erreichen können. Sowohl die Körner, wie die Kugeln sind stark zerklüftet und von Amphibol ausgeheilt. Die reichlich vorhandene Grundmasse besteht aus weissem und grünem Amphibol. Es

handelt sich um Tremolit bzw. Chromtremolit. Beide Tremolitvarietäten gehen allmählich ineinander über. Der Chromtremolit herrscht bei weitem vor, so dass das Erz meistens eine ausgesprochene grüne Verkittungsmasse aufweist. Spektrographisch gab eine Aufnahme des Chromtremolites deutliche Chromlinien.

Die Tremolitindividuen sind grosskristallin. Öfters wurden Abmessungen von mehreren cm festgestellt. Ein Tremolitkristall umfasst dann mehrere Chromitkörner.

Die Kristallisationsfolge ist wie folgt: Der Olivin scheint zum grössten Teil älter als der Chromit zu sein, Sowohl Olivin wie Chromit wurden vor dem Tremolit ausgeschieden. Letzterer (der Chromtremolit) bildete sich sogar auf Kosten des Chromites (siehe unten).

Die mikroskopische Untersuchung brachte untenstehende weitere Einzelheiten: Neben Tremolit wurde stark umgewandelter Plagioklas beobachtet. Eine nähere Bestimmung des Plagioklases war jedoch wegen der starken Umwandlung unmöglich. Ebenso wie in der Lagerstätte von Rabat und Nergizlik wird es sich hier um einen sehr basischen Vertreter (Bytownit-Anorthit) handeln. Neben sonstigen sehr feinkristallinen Umwandlungsprodukten (Kaolin und Serizit) tritt eine Zeolit-Bildung in den Vordergrund. Auch scheint etwas neugebildeter Skapolith vorzuliegen. Sehr bemerkenswert ist der Befund, dass der Tremolit gegen den Plagioklas eine idiomorphe Begrenzung hat. Es liegt auf der Hand anzunehmen, dass der Tremolit aus magmatischem Pyroxen, welcher vor dem Plagioklas auskristallisierte, hervorgegangen ist. In Analogie mit den Lagerstätten von Rabat und Nergizlik könnte ursprünglich anstelle des Tremoli-

tes Bronzit oder Diallag vorhanden gewesen sein. Das Chromerz von Zorkun wäre demnach anorthositischer (gabbro - pegmatitischer) Abstammung.

Der Chromit ist im Anschliff vollkommen frisch. Er zeigt keine Spur einer Abtrennung seines Eisenoxydes in Form von Hämatit (Magnetit). Nur ist stellenweise eine leichte Umwandlung in eine stärker reflektierende Substanz (vor allem im Öl sichtbar) zu beobachten, welche eine sehr unregelmässige, schlierenförmige Textur aufweist. Der Chromit ist stark kataklatisch. Er wird von den Korngrenzen und Spaltrissen aus vom Chromtremolit verdrängt. Die magmatisch - resorbierten und daher meist rundlichen Chromitkörner zeigen in diesem Falle hakige Kornbegrenzungen. Die Haken der Chromitkörner dringen bis in die neugebildete Tremolitmasse vor. Diese Chromitapophysen stellen die äussersten Resorptionsrelikte des sich verkleinernden Chromitkornes dar. Sie repräsentieren keinen neuen Anwachs des Chromitkornes. Es liegt keine Neukristallisierung des Chromites vor, sondern ein von der Resorption und der Verdrängung durch Tremolit zerfränkter Chromitrand. Bei starker Vergrösserung verzeichnen die Chromitapophysen kleine Begrenzungslinien, welche den kristallographischen Richtungen des Chromitkornes parallel verlaufen. Die Resorption (Verdrängungs-) Front regelte sich in ihren Kleinstrukturen nach dem Aufbau des zum Teil resorbierten (verdrängten) Chromites. Die gleiche Erscheinung tritt auf den Spaltrissen dort auf, wo Chromtremolit in diese vordrang.

Die Chromitkörner sind meistens reich an kleinen, rundlichen Silikateinschlüssen. Es handelt sich um z. T. serpentinisierten Olivin Individuen.

Die Saussuritisierung (Bildung von Kao-

lin, Serizit, Zeolit und Skapolit) des Plagioklases und die Hornblendisierung des Pyroxenes (Bildung von Tremolit und Chromtremolit) weisen auf die Wirkung einer pneumatolytisch - hydrothermalen Phase des simischen Restmagmas hin. Trotz der Intensität, mit welcher die pneumatolytisch - hydrothermale Nachphase auf die Chromit - Silikatmasse von Zorkun einwirkte, wurde keine Umlagerung und Neubildung des Chromites beobachtet. Der vorhandene Chromit ist gänzlich magmatischer Entstehung. Er wurde stark resorbiert. Das auf diese Weise in Lösung gegangene Chrom wurde von der silikatischen Nebenmasse unter Bildung von Chromtremolit gebunden.

#### ALLGEMEINES ÜBER DIE MINERALBILDUNG WÄHREND DER PNEUMATOLYTISCH-HYDROTHERMALEN NACHPHASE DES SIMISCHEN RESTMAGMAS

Schon vor mehreren Jahren ist von amerikanischer Seite erkannt worden, dass das paragenetische Bild gewisser Chromerzlagerstätten die pneumatolytisch-hydrothermale Nachwirkung des simischen Restmagmas erkennen lässt. Es erschienen verschiedene Publikationen über dieses Thema von E. Sampson, C. ROSS, J. Singewald und L. Fisher. Sie stützen sich hierbei vor allem auf Beobachtungen an amerikanischen Lagerstätten (in N. Carolina usw.). Etwas später (1937) beschrieben die russischen Forscher A. Betekhtin und S. Kashin die pneumatolytisch-hydrothermalen Umwandlungen der Chromerze des Urals.

E. Sampson und L. Fisher nahmen an, dass die pneumatolytisch-hydrothermale Nachphase eine sehr wichtige Rolle bei der Bildung von Chromerzkörpern gespielt hat. Sie schrieben der pneumatolytisch-

hydrothermalen Nachphase eine «lagerstättenaufbauende» Funktion zu. Das magmatisch ausgeschiedene Chromerz sollte nach ihnen in erheblichem Masse von wässrigen Lösungen gelöst und nach anderen Orten transportiert sein, wo sich neue Erzkörper aus diesen abgelagerten. Diese Umlagerung des Chromerzes sollte ungefähr zeitlich mit der Serpentinisierung der dunitischen Erstafuhgsmassen zusammenfallen. Sie halten das Auftreten «hydrothermalen Chromerzkörper» für allgemein verbreitet. Auch C. ROSS und J. Singewald neigen zur gleichen Auffassung, obwohl sie sich weniger kategorisch ausdrücken.

Die Annahme einer derartigen Entstehungsweise von Chromerzkörpern hat vielen Widerspruch gefunden. So bestritt F. Keep an Hand seiner Studien an den gleichen amerikanischen Lagerstätten diese Auffassung und erklärte, dass der Chromit auch hier reinmagmatisch ist.

H. Schneiderhöhn nimmt in seinem «Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde» 1941 mit folgenden Worten gegen die Annahme hydrothermalen Chromerzlagerstätten Stellung: «Man gewahrt bei genauerer Untersuchung aller sogen. Liquidmagmatischen Lagerstättengruppen fast immer Mineralparagenesen, Mineralumwandlungen, Altersfolgen und Lagerstättenformen, die schon auf pneumatolytisch oder sogar hydrothermale Zustandsbedingungen hindeuten. Da es sich meist um eine Hydratisierung der wasserfreien liquidmagmatischen Silikate handelt, und das Wasser aus dem Magma selbst stammt, redet man am besten von einer «Autohydratation» oder «Autometamorphose»... Die Schwermetalle und Schwermetallverbindungen, oxydische sowohl wie sulfidische, können dabei wieder in Lösung gehen und umgelagert, auch ummineralisiert werden. Diese

Erzminerale sind zusammen mit den neugebildeten Silikaten jünger als die liquidmagmatische Generation. Wer diesen Zusammenhang nicht richtig übersieht, wird in Fällen, wo diese Wirkungen stärker sind, zu der Ansicht verführt, als ob «die» Chromitlagerstätten oder «die» Nikkeimagnetkies-Lagerstätten gar nicht liquidmagmatisch, sondern pneumatolytisch oder gar hydrothermal seien. Davon kann natürlich keine Rede sein».

Wir schliessen uns auf Grund unserer soeben beschriebenen Beobachtungen an den Chromerzen des Hatays der Meinung Schneiders völlig an. Die Chromerkörper von Rabat, Nergizlik und Zorkun, welche eine starke pneumatolytisch-hydrothermale Umwandlung simisch-magmatischen Ursprungs erlitten haben, enthalten nur magmatisch ausgeschiedenes Chromit. Als Folge der Autometamorphose trat eine Umwandlung der magmatischen Silikate, wie die Saussuritisierung (Skapolithbildung) der Plagioklase und die Hornblendisierung (Tremolit- und Chromtremolit-Bildung) der Pyroxene ein. Der Chromit blieb als solcher erhalten, wurde nur stark resorbiert. Das freigewordene Chrom reagierte mit der silikatischen Nebenmasse unter Bildung von Chromsilikaten (vor allem Chromhornblende). Chromit wurde nicht neu ausgeschieden. Trotzdem ist es möglich, dass bei starker Resorption des magmatischen Chromites nicht das ganze gelöste Chrom in die Silikate wanderte, sondern dass sich ein gewisser Teil als Chromit in synchronischer Verwachsung mit den gleichzeitig gebildeten Chromsilikaten ausscheidet. Eine solche pneumatolytisch - hydrothermale Generation des Chromites wurde von L. Fisher u.a. in den Erzen von N. Carolina beobachtet. Photographische Abbildungen, welche seine Arbeit begleiten, belegen die

Richtigkeit seiner Beobachtung. Es handelt sich u.E. um eine geringfügige Umlagerung des Chromites, welche sich innerhalb einer kleinen Raumes innerhalb der Lagerstätte vollzog. Solche Befunde mögen vom mineralogenetischen Standpunkte aus sehr wichtig sein, sie können aber kein Anlass sein, die Chromerzführung der ganzen Lagerstätte als Folge einer pneumatolytisch-hydrothermalen Umlagerung zu betrachten. Die Chromitumlagerung und Neukristallisierung ist nach unserer Meinung die Folge örtlich abnormaler Verhältnisse, eines örtlichen Zurücktretens des silikatischen Bindemittels. Findet ein Transport des gelösten Chromes aus dem primären magmatischen Chromerkörper heraus statt, (eine Bedingung, welche erfüllt werden müsste, wenn man die Annahme von rein-hydrothermalen Chromerzlagerstätten unterstützen will), so werden die umgebenden, weitaus überwiegenderen Silikatmassen das ganze Chrom für die Bildung von Chromsilikaten an sich ziehen. Die Chromerzlagerstätten des Hatays zeigen, dass die Chromsilikatbildung bei weitem die Neuausscheidung umgelagerter Chromites überwiegt, - dass die Neubildung von Chromit trotz starker Resorption des primären magmatischen Chromites sogar gänzlich ausbleiben kann.

Wir möchten es deshalb als verfehlt betrachten, *der* pneumatolytisch-hydrothermalen Nachphase des simischen Magmatismus eine derartige chromitlagerstätten-aufbauende Funktion zuzuteilen. Die Bildung von Chromerz in grösseren Mengen, wie sie heute in Form von Lagerstätten vor uns liegt, war stets rein magmatisch.

Die Mineralgesellschaft der Chromerzlagerstätten bildete sich in den folgenden Perioden:

1. Die *magmatische Periode*:

- a) die früh-magmatische Periode.  
Idiomorph ausgebildete Chromite in Form von Sprenkelerz. Chromerzschlieren und -Bändern.  
(Der Chromit ist z.T. "Vor, z.T. gleichzeitig mit dem Olivin auskristallisiert).
- b) Die spätmagmatische Periode  
Meist stark resorbierte Chromite in Form von Kugelerz, Fleckenerz und Derberz.  
(Der Chromit ist zum grössten Teil später als der Olivin, dagegen vor oder gleichzeitig mit dem Pyroxen kristallisiert).

## II. Die pneumatolytische - hydrothermale Periode.

Starke Resorption der magmatischen Chromit und Umbildung der magmatischen Silikate (Serpentinisierung, Saussuritisierung und Hornblendisierung). Bildung von Chromsilikaten wie Chromhornblende, Kämmererit und Uwarovit.

Die Mineralparagenese der Lagerstätten des Hatays baut sich aus Kristallisationen der Perioden Ib und II auf.

### ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde kurz beschrieben, welche Umwandlungserscheinungen in magmatischen Chromerzvorkommen des Hatays auftreten, wenn eine pneumatolytisch-hydrothermale Nachphase des simischen Magmatismus auf diese einwirkt. Es wurde versucht, die Characteristica dieser «autometamorphen» Chromerze festzulegen und ihre Unterscheidung von den sialisch-metamorphen Chromerzen (in einer vorangehenden Arbeit behandelt) zu fixieren. Folgende Übersicht möge hier zusammenfassend die von uns festgestellten Merkmale beider Metamorphosen kenntlich machen:

### Die pneumatolytisch - hydrothermalen . (autometamorphen) Umwandlungen

Starke Resorption des magmatischen Chromites und Umbildung der magmatischen Silikatmasse (Serpentinisierung des Olivins und anderer femischer Gemengteile, Saussuritisierung des Plagioklases und Hornblendisierung der Pyroxene). Das durch die Resorption gelöste Chrom wurde von der silikatischen Nebenmasse unter Bildung von Chromsilikaten (vor allem Chromtremolit, daneben Kämmererit und Uwarovit) gebunden. Eine Wiederablagerung des Chroms in Form einer neuen Generation von Chromit findet im allgemeinen nicht statt (wie in den Lagerstätten von Hatay), oder beschränkt sich wohl nur auf Ausnahmefälle.

### Die kaustischen bis pneumatolytisch-hydrothermalen (metamorphen) Umwandlungen des statischen Magmatismus.

Starke Zerlegung des magmatischen z.T. serpentinierten) Silikatmasse in eine neue Silikatgeneration kontaktmetamorpher Textur (poikilitischen Aufbaues). Beim Einsatz der Metamorphose macht sich zuerst das Eisen aus dem Chromitverbände frei. Hämatit (und Magnetit) verdrängt von Korngrenzen und Spaltrissen aus den Chromit. Anschliessend wandern bei stärkerer metamorpher Beeinflussung das Aluminium, Magnesium und Chrom aus dem Chromit aus und bilden zusammen mit der silikatischen Nebenmasse die folgenden Silikat-Neukristallisationen: Chlorit, Glimmer (Jef ferisit), Glaukophan, Aktinolit, Epidot sowie die Chromsilikate: Chrompheiigit (Chromocker), Kämmererit und Uwarovit.

Es sei bemerkt, dass die sialische Metamorphose öfters einen viel intensiveren Umbau als die simische Autometamorphose hervorgerufen hat. Lag eine Chromerzla-

gerstätte in der inneren Kontaktzone einer sialischen Intrusivmasse, so wurde der magmatische Chromit fast völlig, öfters sogar gänzlich zerstört. Die Chromerzmasse wurde zu einem Eisenerzkörper mit einer reichen stark chromhaltigen Silikat-Paragenese. Wir schreiben diese starke Umwandlungskraft der sialischen Metamorphose den höhern Temperaturen zu, welche in den inneren Kontakthöfen sialischer Intrusionen herrschten.

Es wird in dieser Arbeit ausführlich die Frage behandelt, ob man berechtigt ist, die Bildung «hydrothormaler Chromerzkörper» als Folgeerscheinung einer pneumatolytisch - hydrathermalen Autometamorphose des simischen Magmas anzunehmen. Die Frage wurde verneinend beantwortet. Auf Grund unserer Studien an den pneumatolytisch-hydrothermal beeinflussten Chromerzkörpern des Hatays stellten wir fest, dass das durch Resorption des magmatischen Chromites gelöste Chrom immer von der silikatischen Nebenmasse gebunden wurde. Es hatte daher keine Gelegenheit, sich in grösseren Massen von der Grosse einer Lagerstätte in Form einer neuen Chromitgeneration auszuscheiden.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- 1) AG. *Betehtin*: The Skordzha Chromite-bearing Peridotite Massif and the Origin of Chromite in general. The Chromite of the U.R.S.S. (Fersman), Moskau 1937.
- 2) *L.Fisher*: Origin of Chromite Deposits. Econ. geol. vol. 24, 1929.
- 3) *S.A.Kashin*: Metamorphism of Chromspinelides in the Verblyuzhi Gory (The Camel Mountains) deposits in the South-Ural. The Chromite of the URSS (Fersman), Moskau 1937.
- 4) *F. Keep*: Discussion «Origin of Chromite Deposits», Econ. Geol, Vol . 25, 1930.
- 5) *C.S.Ross*: Is Chromite always a magmatic segregation product, Econ. geol., vol.24., 1929.
- 6) *C.S.Ross*: The Origin of Chromite, Econ. Geol., Vol.26, 1931.
- 7) *E. Sampson*: Varieties of Chromite Deposits, Econ. Geol. Vol.26, 1931.
- 8) *E. Sampson*: May Chromite crystallize late, Econ. Geol., Vol.24, 1929.
- 9) *H. Schneiderhöhn*: Lehrbuch der Erz-lagerstättenkunde, Bd. I, 1941.
- 10) *J.T.Singewald*: Discussion to: E. Sampson, May Chromite crystallize late? Econ. Geol., Vol.24, 1929.
- 11) *P. de Wijkerslooth*: Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans und ihr Verhalten zur Grosstektonik dieser Länder. Ztschr. f. Lagerstättenforschung d. Türkei, M.T.A., 1942.
- 12) *P. de Wijkerslooth*: Metamorphose des Chromspinelles in den türkischen Erz-lagerstätten. Ztschr. f. Lagerstättenforschung d. Türkei, M.T.A., 1942.

10.8.42