

Anadolu krom cevherleri üzerinde mikroskopik tetkikler

Yazan: Dr. P. de Wijkerslooth

Kromspinellerin istihalelerine dair makalemizde (bibliyografya kısmında 5 ve 6 numaralara bakınız) elimizde bulunan Türk maden zuhurlarının krom cevheri malzemesi üzerinde müteadit mikroskopik tetkiklerde bulunmak ve bunları mütalâa etmek fırsatını bulmuştuk. Fakat yukarıda sözü geçen makalemiz yalnız istihaleye ve bunlara ait mikroskopik müşahedelere inhisar ettiklerinden, bahis mevzuu edilen tezin haricinde kalan muhtelif hususî tetkik ve müşahedelerin neticeleri hakkında bir mütalâada bulunmaktan sarfınazar edilmiştir.

Bu makalemizin mevzuu ise diğer müşahedelere dair mülâhazatta bulunmaktadır. Evvelce tasrih olunan meselelerden burada ancak yeni müşahedelerle yakından alâkadar olanları, kısa bir şekilde başka bir bakımdan mütalâa olunmuş ve bazıları yeniden tekrarlanmıştır.

Bu makalemizde mütalâa olunan malzemeyi iki kısma ayırmak isteriz:

I. kısım) Kromspineldeki içelti,

II. kısım) Kromspineldeki geri emme veya rezorpsiyon yolu ile ikame hâdiseleri.

Kısım I — Kromspineldeki içelti.

Son zamanlarda neşredilen bir makalede H. Schneiderhöhn cevher minerallerindeki içelti tetkiklerinin ehemmiyetine bilhassa işaret etmektedir. Bahis mevzuu makalede maden zuhurlarının meydana gelmesi ve yeniden teşekkülü meselesinde içeltielerin ehemmiyeti ile yakından alâkadar olunmaktadır. Bundan dolayı bu yeni mülâhazalara istinaden burada kromspinellerdeki içeltielerin tasviri ile meşgul olacağız.

S. Schneiderhöhn dört cins içelti tefrik eder:

I. Oldukça yaşlı yabancı maddeler (içelti bunları içerisine alan billurlara nazaran daha yaşlıdır).

II. Aynı familyadan içelti (içelti, bunları kabul eden billurlarla aynı maddeden hasıl olmuşlardır).

III. Yeniden teşekkül esnasında nüfuz eden içelti (içelti, kısmen hariçten nüfuz eden maddelerden müteşekkildir).

IV. Nisbeten genç muhacir içelti (içelti, ekserisi veya tamamı hariçten nüfuz eden madde kısımlarından ibarettir ve I - inci grupta olduğu gibi yabancı maddelerdir).

Tetkik olunan Anadolu krom cevherleri zuhuratının numunelerinde ancak I, III ve IV - üncü gruplara ait içeltilere rastlanılmıştır. II - inci grup mevcut değildir. Müşahade edilen içelti bu şemaya göre burada kısaca mütalâa edeceğiz.

Kromspineldeki daha yaşlı yabancı maddeler (grup I).

Bu içelti grupuna minerallerden olivin, rutil (?) ve platin mensuptur. Bunlar ekseriyetle idiomorf billürcuklar şeklinde zuhur ederler ve bundan dolayı Schneiderhöhn şemasının idiomorf alt grupundan sayılmalıdırlar.

Kromspinel içeltisi olarak olivine sık sık tesadüf olunur. Olivin bilhassa geç mağmatik safhaya ait krom cevheri yataklarında; meselâ Hatay kromit zuhurunda müşahede olunur (Bibl. No. 6 - ya bakınız). Buralarda olivin hemen hemen her kromit tanesinde müteaddit içeltiler şeklinde vücut bulur. Bu olivin içeltileri ekseriyetle bir sıra şeklinde meydana gelirler ve bu sıra kromspinelin oktaedri istikametinde uzanır (Foto No. 1 - e bakınız).

Olivin ekseriyetle idiomorf veya takriben idiomorf bir bünye arzeder. Fakat daha fazla büyütüldüğü zaman olivin maktalarının idiomorf kenarlarının ince ve ufak dişlerle mücehhez olduğu müşahede olunur. Bu dişler sayesinde olivin, kendisini çeviren kromitle sık birleşme halinde gelişir. Bu ince yapı tarzı her iki mineralin senkronik olarak gelişmesini tebarüz ettirir.

Hatayın Kırılı zuhurunda bulunan büyükçe kromit taneleri billûrlarındaki olivin içeltileri hususî bir bünye arzederler. Plakmenslerde müşahede olunduğuna göre, olivin içeltilerini çeviren kromspinel kitlesi ince olivin şeritleri taşırlar. Bu şeritler ufak idiomorf kromspinel tanelerini umum kitleden ayırırlar (foto No. 2-ye bakınız). Burada olivin ve krom spinelin münavebe ile ayrılması tebarüz eder, yani olivin hemen idiomorf içeltiler şeklinde ve kromspinel ufak idiomorf taneler tarzında zuhur ederler. Demek ki olivin, kromspinel billürcukları üzerinde ince bir zarf veya tabaka şeklinde bulunduğu halde, kromspinel Kırılı cevherinin kromit tanelerinde başlıca kitleyi teşkil eder. Bahis mevzuu bünye bu zuhurdaki büyükçe kromspinel tanelerinin birkaç idiomorf kromspinel içerilerine almış olduklarını gösterir. Bu olay; kaba som cevherlerin başlıca kısmı daha evvelki bir safhada teşekkül etmiş bulunan kromit billürcuklarından ayrılarak meydana gelmiş olduğuna bir delil sayılabilir. Teressüp eden kromit billürcukları daha önce billûrlaşan kromit kitleleri tarafından çimentolanmış ve büyükçe kromspinel halinde birleştirilmiştir.

Rutil (?) içeltileri ince billur iğneleri seklinde zuhur ederler; buna tarafımızdan tetkik olunan hemen hemen bütün (Dağardı, Başören ve Guleman kromitleri gibi) cevher numunelerinde rastlanmıştır. Rutilin mevcudiyeti plakmenslerin bilhassa yağa batırıldıktan sonra mikroskopa tetkiki esnasında göze çarpar, çünkü çeşit aydınlatma esnasında ışık kromspinel kitlesi içine nüfuz eder ve içeride bulunan rutil iğnelerinde inikas yapar. Rutil içeltilerinin gayri muntazam bir şekilde bulundukları görülür.

Rutil iğneleri ekseriyetle şakulî bir istikamet alırlar ve uçları sivridir. Bahis mevzuu billur içeltilerin teşekkülleri rutilin mevcudiyetini andırmalarına rağmen, bunların doğrudan doğruya mikroskopa tayini kabil olmamıştır; çünkü bu iğneler plakmens sathına çıkınca daima parçalanmışlardır. Bununla beraber rutil burada sayılamıyacak kadar olduğundan bu içeltileri ihtiva eden krom cevherinin Spektral tahlili ile tetkiki esnasında mevcudiyeti tesbit edilebilmiştir. Sarıh olarak titan tönörü de tayin edilmiştir (*).

Kromit içeltileri arasında platinin mevcudiyeti diğer cevherler cümlesinden Balkantepe (Eskişehir vilâyeti, Mihaliçcik kazası) zuhuruna ait cevherlerde müşahede olunmuştur. Burada platin gayet ufak oktaedrlar şeklinde zuhur eder. Plâkmenslerde ise platin billürcukları kromspinel oktaedrları istikametine muvazi olan hatlar üzerinde sıralanmışlardır. Yağa batırma cihazı kullanılırsa platin içeltilerinin tetkiki bilhassa sarahat kesbeder, çünkü bu içeltilerin oktaedr satırlarındaki tevezzüü kromspinelin muayyen derinliğine kadar takip olunabilir. Bu

(*) Spektral - tahlil tetkiki M. T. A. Enstitüsü mineraloji laboratuvarında Dr. H. Klein-sorge tarafından yapılmıştır.

halde platin oktaedrcikler karanlık kromit kitlesi içerisinde İncecik ve fazla ısıldıyan tanecikler şeklinde tebarüz ederler.

Tuz ruhu ve sülfrik asit (H_2SO_4) konsantresi ile aşındırma tecrübesi hiçbir netice vermemiş ve hiçbir sülfid veya arsenit meydana getirilmemiştir. Malzemenin Spektrel tahlille tetkiki Pt hatlarını göstermiştir. Bundan dolayı burada nabit (natif) platin bahis mevzuudur. Platin billûrcuklarının inikas kabiliyeti gerek havada gerekse yağda çok yüksektir ve ışığı beyazdır. Taneleri izotropdur.

Platin içelteleri ana milhten sert ve mukavim olarak billûrlaşmış tanelerden ibaret olup, büyüyen kromspinelin oktaedr satıhları üzerinde pozitif bir adsorpsiyon (çekme) neticesinde yerleşmişlerdir.

Kromspinelin yeniden teşekkülü esnasındaki içelteler (grup III).

Bu gruba kromspinelin hararet sayesinde martitleşmiş (demir oksidine tahavvül etmiş) neveleri mensupturlar. "Kromspineldeki istihaleler,, adlı makalemizde aydınlatıldığı gibi bu halde krom cevher zuhurları siyalik magmaların kontakt istihalesi tesirine maruz kalınca kromspinel-hematit ile magnetit ayrılırlar.

Burada demir oksidinin dahili ayrılması bahis mevzuudur. Bu hâdise oksijenin içeriye nüfuz etmesiyle gelişir. Hematit veya magnetit, kromspinel satıhlarına muvazi olarak teşekkül eder. (Bundan evvelki makalemize ait resimlere ve bibliyografyanın 5 No. - sına bakınız). Demir oksidinin ayrılması herhalde kıl inceliğinde çatlaklar ile münferit tane hudutlarından başlar, fakat bunlardan sarfınazar kromspinelin dahili merkezinde de vukubulabilir. Kromspinelin sun'î ısıtılması neticesinde de martitleşme meydana gelir. Bu halde umumiyetle malûm olan magnetitin martitleşmesine gayet müşabih bir hâdise cereyan eder.

Nisbeten genç muhacir içelteler (grup IV.)

Nisbeten genç muhacir içelteler, yani hariçten maddelerin nüfuz etmesi sayesinde kromspinel yavaş yavaş yerinden çıkaran mineraller arasında ilk önce kloritler gelir (3 No. - lu resme bakınız). Daha kuvvetli istihalevi hâdiselerde kromspinel; mika, granat ve hornblend (tremolit) tarafından da yerinden çıkarılabilir. Yeni teşekkül eden silikatların ekserisi kromu ihtiva ederler (meselâ kâmmereit, kromfengit, uvarovit ve krom - tremolitin yeni teşekkülleri gibi). Bu husustaki teferruat hakkında bundan evvel intişar eden makalemize bakınız (bibliyografya No. 5 ve 6).

Ekseriyetle pnömatolitik - hidrotermal tesirlere maruz kalan krom cevherlerinde, metalik Kükürt mahlutları kromspinel içerisine hicret eden nisbeten genç içelteler olarak telakki edilmektedirler. Bu nevi içeltelerden Hatay krom cevherlerinde kalkopirite rastlanır. Bundan başka pirrotin ve nikel mineralleri de genç muhacir içelti rolünü oynarlar.

Kısım II — Kromspinelin rezorpsiyonu ve yerinden çıkarılması

Kromspinelin rezorpsiyonu iki safhada cereyan eder; biri akar mağmatik safha esnasında, diğeri de krom cevherlerinin daha sonra husule gelen hidrotermal istihaleye maruz kaldığı sırada vukubulur.

Mağmatik safhada husule gelen rezorpsiyon hâdisesi umumi bir alâkayı mucip olmuştur. Bu yeniden emilme hâdisesi; maden tanelerinin ayrılarak bazik katılaşma ocağının daha derin bölgelerine teressüplerinden sonra vukubulur. Böylece rezorpsiyon hâdisesi akar magma tarafından meydana getirilir, ve sert krom safhası ile akar silikat safhası arasındaki muvazenenin zail olmasının bir neticesidir.

Bu gibi rezorpsiyon veya yeniden emilmeye maruz kalan kromspinel tanelerinin kenarları yuvarlaktır ve kürevi bir şekil alma temayülünü gösterirler. Kürevi cevherlerin umum yayılışı bu nihaî rezorpsiyon şeklinin sık sık vukubulduğunu teyid eder mahiyettedir.

Mağmatik aşınmış kromit tanelerinin rezorpsiyona tâbi kenarları mikroskopla bakıldığı zaman, düz bükük hatlar şeklinde görülürler. Bunlar ekseriyetle harice, bazan da dahile yönelen inhinalar gösterirler. Rezorpsiyon hâdisesi kromit tanelerine seçme tarzında tesir etmiştir, yani rezorpsiyon cephesi kromspinelin billûrlaşma istikameti boyunca ilerlememiştir.. Mağmatik rezorpsiyon tane sınırlarında kısmen kıl inceliğinde çatlaklarda vukubulmuştur. Bu ince çatlakların kromspinelin kenar bölgelerinde bulunduğu yerlerde rezorpsiyon cephesi kromit tanesinin derinlerine kadar bükülerek giderler. Bahis mevzuu münhaniler kromspinelin içerisinde birbirleriyle karşılaşır ve böylece rezorpsiyon yüzünden husule gelen kromit tanesinin parçalara ayrılması vukubulur.

Müteakip hidrotermal istihale safhasındaki kromspinelin rezorpsiyonu daha az nazarı itibare alınmış olmasına rağmen, bazı hallerde istihale tesiri bakımından mağmatik safhada vukubulan rezorpsiyondan hemen hemen geri kalmaz (3 No - lu fotoya bakınız). Hidrotermal istihale esnasında (klorit, tremolit v.s. gibi) silikatlar yeniden teşekkül ederek kromspinelin rezorpsiyonundan serbest kalan sahaları işgal ederler (evvelce neşrolunan makalemize müracaat).

Mağmatik safhadaki rezorpsiyon tesirinin aksine olarak son rezorpsiyon (veya yerlerinden çıkarma) hâdisesinde alâkayı mucip değişmeler tetkik edilebilirler. Bu gibi olaylar geniş ölçüde rezorpsiyona tâbi kromspinelin aldığı bünyelere bağlıdır. Burada rezorpsiyon hâdisesi sarîh olarak ayırıcı bir tesir icra etmiş ve bu tesir iki istikamette vukubulmuştur:

- 1) Kromspinelin billûrlaşma istikameti üzerinde.
- 2) Kromspinel muhtevasının muhtelif bünye ve terkipleri üzerinde.

1 - e dair: Rezorpsiyon hâdisesinin tesiri tane sınırları ile kıl inceliğinde çatlaklarda başlar. Rezorpsiyona maruz kalan taneler kürevi bir şekil almak temayülünü gösterirler. Daha yakından tetkik olunduğu zaman rezorpsiyona tâbi tanelerin dış kenarlarının ince dişler şeklinde nihayet buldukları görülür (6 No - lu fotoya bakınız). Fakat mağmatik bir rezorpsiyona maruz kalan kromspinelde bu gibi dişli rezorpsiyon cephesi yoktur. Bundan dolayı bahis mevzuu dişli kenarlar hidrotermik istihale safhası için tipiktir. Her dişin ufak çizgilerle sınırlanması aşınmış kromspinel istikametlerine(III) aşağı yukarı muvazidir. Rezorpsiyon cephesindeki aynı istikamet daha az ilerlemiş rezorpsiyonda kıl inceliğindeki çatlaklarda da müşahede olunur. Bu halde ufacık fakat çizgiler üzerinde sıralanmış delikler vücut bulur ve bunların sarîh ve birbirine muvazi şekilde sınırları billurun oktaedri istikametine muvazi olarak tevezzü ederler. Plankmenslerde bu delikler ekseriyetle siyah,, müteaddit köşeli ve uzun mesameler şeklinde görünürler (4 No - lu fotoya bakınız). Aynı tarzdaki geri emilme delikleri rezorpsiyona tâbi kromspinel tanelerinin kenarlarında da müşahede olunurlar.

2 - ye dair: Billurların kenar bölgeleri ile kromspinelin kıl inceliğindeki çatlaklarının her iki tarafı rezorpsiyon hâdisesine maruz kalan tanelerde, hafif bir renkleşme ve biraz daha kuvvetli inikas kabiliyetine malik bir maddeye tahavvül etmişler (*) (4, 5 ve 6 No - lu resimlere bakınız). Bu duruma, Schneiderhöhn - Ramdohr'un cevher mikroskopisi kitabında da işaret olunmaktadır. Son zamanlarda Horninger ile Spangenberg bu fazla inikas eden maddenin tayini ile meşgul olmuşlardır. Horninger bu maddeye "Kül rengi magnetit,, adını verirken, Spangenberg bunu "Ferritkromit,, olarak adlandırır. Spangenberg tarafından verilen adı daha muvafık gördüğümüzden, ileride bahis mevzuu madde için ferritkromit adını kullanacağız.

Spangenberg gibi Horninger de bu ferritkromitin teşekkülü için şu tarzı cereyanı kabul

(*) Bu maddenin inikas kabiliyeti kromspinele nazaran bilhassa yağ içinde oldukça yüksektir.

eder: 1) Spineldeki Al_2O_3 ile MgO maddelerinin mücavir serpantinlere geçmesi ve neticede bunun klorite tahavvülü, 2) yeni maddelerin içeriye nüfuz etmeleriyle birlikte FeO ile Fe_2O_3 - ün hicreti.

Biz de Al_2O_3 ile MgO - nun geri çekilmesine inanıyoruz, çünkü ferritkromitin meydana gelmesi klorit ve tremolit gibi Mg - Al silikatlarının yeniden teşekkülü ile tercihan bir arada vukubulur.

Kromspinelin rezorpsiyonu esnasında muayyen bir ayrılma hâdisesinin meydana geldiğini farzetmek lâzımdır. Bu rezorpsiyon hâdisesine bütün terkiplerin maruz kalmalarına rağmen, Al_2O_3 ile MgO terkipleri kromspinelin Cr_2O_3 ile FeO - Fe_2O_3 kısımlarına nazaran daha evvel hicret ederler. Bundan dolayı ferritkromit bölgeleri rezorpsiyon hâdisesi tarafından henüz tamamen tahrip edilmemiş kromspinel parçalarından ibarettirler. Mikroskopla yapılan müşahedelere bakılırsa ferritkromitin rezorpsiyon cepheleri boyunca dar bir kenar bölgesini teşkil ettiği görülür (6 No - lu fotoya bakınız). Ferrotkromit hiçbir zaman daha geniş bir sahayı işgal etmez. Bundan başka ferritkromit bölgelerinin kendileri bilehemen hemen daima rezorpsiyon mesamaları tarafından delik deşik bir hale gelirler (5 ve 6 No - lu fotolara bakınız). Bu durum işe ferritkromitin meydana gelmesinin; kromspinel rezorpsiyon cephesiyle yakından alâkadar olduğunu gösterir. Al_2O_3 ile Mg terkiplerinin hicreti Cr_2O_3 ile FeO ve Fe_2O_3 - e nazaran ufak bir takaddüm arzeder. Bundan dolayı, Spangenbergin fikrine iştirak ederken, ferritkromitin teşekkülü için demirin duhul etmesine lüzum olmadığı kanaatna varırız.

Şu cihete de işaret edilmelidir ki, differansiasyonlu rezorpsiyon hâdisesi daimî bir hâdisi teşkil etmez ve ekseri hallerde ferritkromit katıyen vücut bulmaz.

Mikroskopla yakından tetkik edildikte ferritkromitin inikas kabiliyetinin mütehavvil olduğu görülür. Bundan ötürü bahis mevzuu madde sabit bir kimyevî terkibe malik değildir. Ağlebi ihtimal demir oksidi muhtevası kuvvetle değişmektedir.

Ferritkromit büsbütün ışık geçirmez değildir ve yağ içinde sarıh kırmızı bir iç inikası arzeder. Horninger ile Spangenberg haksız olarak ferritkromiti "gayri şeffaf., olarak tavsif ediyorlar. Buna mukabil kromspinelin istihale görmüş bölgelerinin hemen hemen ışık geçirmez veya tamamen gayri şeffaf olan kısımları magnetit ve hematit teressübüne maruz kalmış yani martitlemiş bölgeleridirler (kromspinelde istihalevi içelti faslına bakınız).

Ferrotkromitin kromspinel cenahındaki sınırları ekseriyetle sarıh olarak teşekkül etmez. Bu hal ferritkromitin bulutlara benzer bir madde olduğu intibasını verir.

Bununla beraber ferritkromitin sarıh ve düz hatlar şeklinde sınırlandığını sık sık müşahade ettik. Bu hatlar rezorpsiyon cephelerinin dişli ve düz sınırları ile rezorpsiyon delikleri sıralarına dikkate değer bir şekilde muvazidirler. Rezorpsiyon cephesi gibi ferrotkromitin yerinden çıkarılma yönü de esas billurun istikametine (III) mutabıktır (5 ve 6 No - lu fotolara bakınız).

Hülâsa

Bu makalede kromspineldeki içelti ve kromit tanelerinin rezorpsiyon (geriye emilme) bünyeleri yakından mütalâa olunmuştur. İçelti olarak olivin, rutil (?) platin, magnetit - hematit ve yeni teşekkül eden silikatlar zikre değerkler.

Kromspinelin rezorpsiyonu iki safhada cereyan etmiş olup bunların biri mağmatik safha diğeri de geç hidrotermal istihalevi safhadır. Her iki rezorpsiyon şeklinin mikroskopik vasıfları mufassal olarak aydınlatılmıştır.

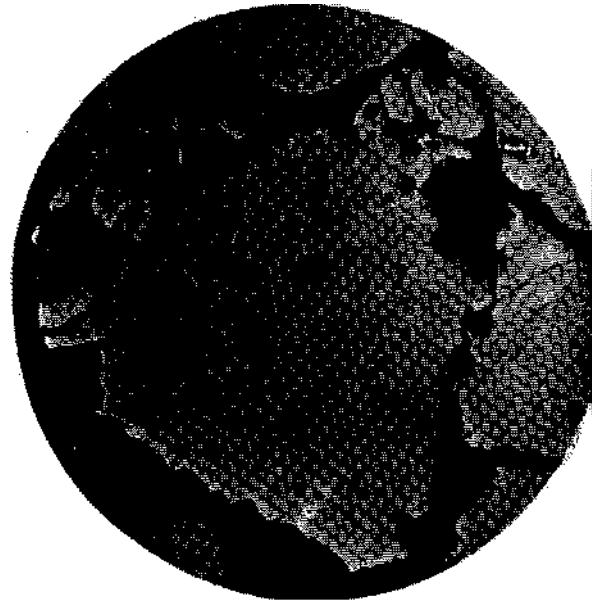
Hidrotermal istihale safhasındaki rezorpsiyon hâdisesinin yeni bir tezahürü olarak ferritkromit meydana gelir. Ferritkromit bir halden diğerk bir hale geçme veya intikal vaziyetine delâlet eder ve bu esnada selektif bir rezorpsiyon sayesinde, ayrılma devrinde bulunan kromspine-

No. 1. Kırh - Hatay

Kromitteki (açık gri) olivin içeltileri (koyu gri). İçeltilerin tevezzüü billûrun esas istikametlerine (III) muvazidir. 175 misli büyütülmüştür.

Kırh - Hatay

Olivineinschlüsse (dunkelgrau) im Chromit (hellgrau). Die Einlagerung lässt eine Orientierung nach den (III) Richtungen des Wirtkristalles erkennen. Vergr. 175:1

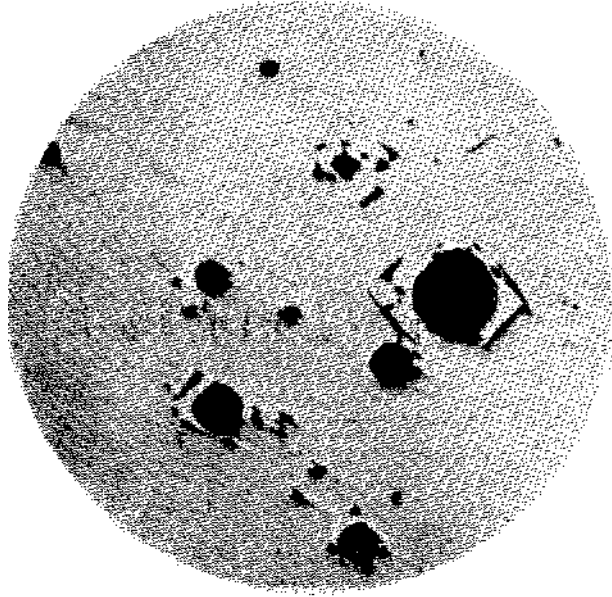


No. 2. Kırh - Hatay

Kromit (açık gri) ile olivinin (siyah) senkronik neşvünemesi. Olivin tanecikleri çevresinde, iyice gelişmemiş olivin kabukları kromitin içerisinde dirler. Bunlar ufak idiomorf kromit billûrlarının ayırdedilmesini kolaylaştırır. Yağ içinde 500 defa büyütülmüştür.

Kırh - Hatay

Synchronische Verwachsung von Olivin (schwarz) und Chromit (hellgrau). Um die Olivinkörner liegen unvollständig entwickelte Olivinschalen im Chromit. Sie ermöglichen die Erkennung von kleinen idiomorphen Chromitkristallen. Vergr. 500:1 Ölimmersion.

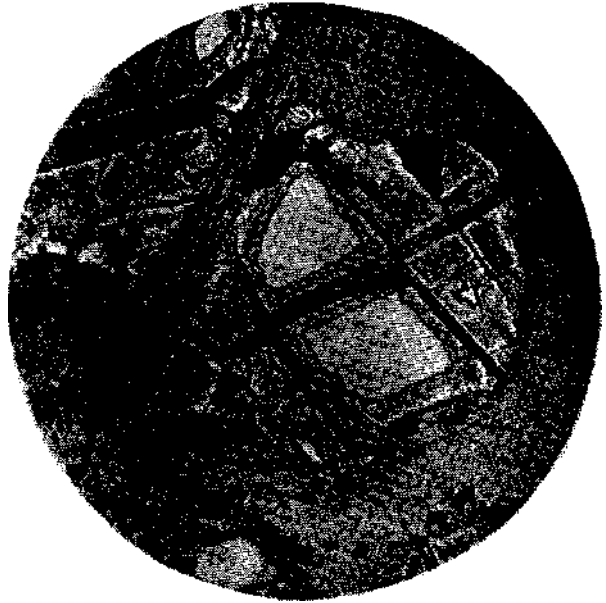


No. 3. Gündüzler - Eskişehir

Çift safhalı rezorpsiyon. Aşınmış magmatik kromit (beyaz) ikinci defa olarak tane küçülmesine maruz kalmıştır, bu seferki küçülme kloritin (açık gri) yerinden çıkarılması yüzündendir. Serpantin (gri) esas kitleyi teşkil eder. 85 defa büyütülmüştür.

Gündüzler - Eskişehir

Zweiphasige Resorption. Magmatisch angefressener Chromit (weiss) erlitt zum zweiten Male eine Kornverkleinerung - diesmal durch eine Chloritverdrängung (hellgrau) Serpentin (grau) bildet die Grundmasse. Vergr. 85:1



No. 4. Zorkun - Hatay

Kıl inceliğinde bir çatlak boyunca ferritkromit (beyaz) gelişmiştir. Rezorpsiyon mesameleri (siyah) kromitin (gri) istikametlerine (III) muvazidirler. Yağ içinde 450 defa büyütülmüştür.

Zorkun - Hatay

Längs eines Haarrisses entwickelt sich Ferritchromit (weiss). Resorptionsporen (schwarz) sind parallel den (III) Richtungen des Chromites (grau) orientiert. Vergr. 450:1 Ölimmersion.



No. 5. Başören - Eskişehir

Bir çatlaktan başlayarak ferritkromit (beyaz) oktaeder istikametinde ilerliyerek kromit (gri) içerisine nüfuz ediyor. Yağ içinde 450 defa büyütülmüştür.

Başören - Eskişehir

Von einem Spaltriss ausgehend,, dringt der Ferritchromit (weiss) in der Richtung des Oktaeders in den Chromit (grau) vor. Vergr. 450:1. Ölimmersion.

No. 6. Zorkun - Hatay.

Ferritkromitin (açık gri) sınırları kromitin (gri) rezorpsiyon cephesine muvazi olarak uzanırlar. Ferritkromitin içerisinde esas billürler tarafından istikamet verilen rezorpsiyon mesameleri bulunmaktadırlar. Resm'in solunda kromtremolit (siyah) kromiti yerinden çıkarmıştır. Yağ içinde 501 defa büyütülmüştür.

Zorkun - Hatay

Ferritkromit (hellgrau) weist eine Begrenzung parallel der Resorptionsfront des Chromites (grau) auf. Im Ferritchromit liegen ebenfalls vom Wirtkristall ausgeordnete Resorptionsporen. Links im Bilde Chromtremolit (schwarz), welcher den Chromit verdrängt. Vergr. 501:1 Ölimmersion.



lin muayyen terkipleri (her şeyden evvel $\text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ve Cr_2O_3) yerlerinde mahfuz kalırlarken, diğer terkipleri (mesela $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$) dışarıya hicret ederler. Bu hadise kromitin parçalanmasında zayıf ve gevşek bir safhayı teşkil eder; bunun tesiri ancak rezorpsiyon cephesine münhasır kalır (*).

Mikroskopische Beobachtungen an Anatolischen Chromerzen

Von Dr. P. de Wijkerslooth.

In unseren Arbeiten über die Metamorphose des Chromspinelles (siehe Literaturangabe Nr. 5 u 6) hatten wir Gelegenheit, viele mikroskopische Beobachtungen, welche wir an dem uns zur Verfügung stehenden Chromerzmaterial der türkischen Lagerstätten machten, zu beschreiben. Da jedoch die vorerwähnten Arbeiten sich lediglich mit dem Problem der Metamorphose und den betreffenden mikroskopischen Erscheinungsformen beschäftigten, blieben verschiedene Sonderbeobachtungen, welche ausserhalb des Rahmens des behandelten Themas fielen, unerwähnt,

Die Beschreibung dieser weiteren Beobachtungen bildet die Aufgabe, welche wir uns in dieser Arbeit stellen. Von dem schon früher Behandelten musste einiges, soweit es eng mit den hier zu beschreibenden Beobachtungen verknüpft ist, kurz, von einem anderen Gesichtswinkel aus betrachtet, von neuem erwähnt werden.

Wir möchten den hier zu behandelnden Stoff in zwei Abschnitte teilen:

Absch. I die Einschlüsse im Chromspinell

Absch. II die Resorptionserscheinungen und Verdrängung des Chromspinelles.

Absch. I - Die Einschlüsse im Chromspinell:

In einer neuerdings erschienenen Arbeit hat H. Schneiderhöhn mit Nachdruck auf die Wichtigkeit des Studiums der Einschlüsse in Erzmineralien hingewiesen. Die Bedeutung der Einschlüsse für das Verständnis der Bildungs- und Umbildungsvorgänge der Lagerstätte ist in dieser Arbeit betont. Wir möchten hier die Beschreibung der Einschlüsse in Chromspinellen in Ablehnung an diese neue Darstellung geben.

H. Schneiderhöhn unterscheidet 4 Gruppen von Einschlüssen:

I - Die älteren Fremdgäste

(Die Einschlüsse sind älter als der Wirtkristall).

II - Die Familiengäste

(Die Einschlüsse haben sich aus dem Stoffbestand des Wirtkristalles abgesondert).

III - Die Umbildungseinschlüsse

(Die Einschlüsse bauen sich teilweise aus von aussen zugeführten Stoffkomponenten auf).

(*) Bibliyografya kısmı almanca metnin sonundadır.

IV - Die jüngeren Einwanderer

(Die Einschlüsse sind gänzlich oder hauptsächlich aus von aussen zugeführten Stoffkomponenten zusammengestellt, sie sind, wie die Vertreter der Gruppe I, Fremdgäste).

In den untersuchten Chromeszproben der anatolischen Lagerstätten wurden nur Einschlüsse der Gruppen I, III und IV angetroffen, die Gruppe II fehlt. Die beobachteten Einschlüsse seien hier in diesem Schema kurz behandelt.

Die älteren Fremdgäste im Chromspinell (Gruppe I).

Zu dieser Gruppe gehören die Mineralien: Olivin, Rutil (?) und Platin. Sie liegen meist in Form von idiomorphen Kriställchen vor und sind daher zu der Untergruppe der idiomorphen Kristalleinschlüsse Schneiderhöfns zu rechnen.

Der Olivin ist als Einschluss im Chrompinell recht häufig. Besonders hervortretend ist sein Auftreten in den Chromerzlagerstätten der spätmagmatischen Abfolge, wie in den Lagerstätten des Hatays (siehe Literaturangabe Nr. 6). Hier ist der Olivin fast in jedem Chromerzkorn in Form vieler Einschlüsse eingelagert. Öfters beobachtet man hierbei eine reihenartige Einlagerung der Olivineinschlüsse, welche nach den Oktaederrichtungen des Chromspinelles orientiert ist (s. Photo 1).

Der Olivin hat meistens eine idiomorphe oder annähernd idiomorphe Ausbildung. Bei stärkerer Vergrösserung beobachtet man jedoch, dass die Umriss der Olivindurchschnitte mit feinen Zähnen versehen sind, durch welche sie mit dem umgebenden Chromit eng verwachsen sind. Der Feinbau lässt daher einen synchronischen Verwachsungsbau beider Mineralien erkennen.

In der Lagerstätte von Kırılı (Hatay) zeigen die Olivineinschlüsse der grosskristallinen Chromitkörner noch eine Sonderstruktur auf. Im Anschliff beobachtet man, dass die Chromspinellmasse, welche die Olivineinschlüsse umrandet, feine Olivinbänder trägt, welche kleine idiomorphe Chromspinellindividuen vor der Hauptmasse abgrenzen (siehe Photo 2). Es liegt hier eine wechselnde Ausscheidung von Olivin und Chromspinell vor, d.h. Olivin (in Form von quasi-idiomorphen Einschlüssen), Chromspinell (in kleinen idiomorphen Individuen), Olivin (als dünne Auflagerung auf den Chromspinellkriställchen) und Chromspinell (als Hauptmasse der Chromitindividuen des Erzes von Kırılı). Diese Struktur weist darauf hin, dass die grossen Chromspinellkörner dieser Lagerstätte viele kleine idiomorphe Chromspinelle in sich aufgenommen haben. Diese Feststellung ist eine Stütze für die Annahme, dass sich die gröberen Derberze zu einem wesentlichen Teil aus ausgesaigerten Chromitkriställchen, welche sich schon in einem früheren Stadium bildeten, aufbauen. Die absinkenden Chromitkriställchen wurden von einer später kristallisierenden Chromitmasse verkittet und zu grösseren Chromspinellen zusammengefügt.

Die Rutil (?) - Einschlüsse liegen in Form von feinen Kristallnadeln vor. Sie wurden fast in sämtlichen von uns untersuchten Erzmustern (wie von Dağardı, Başören und Guleman) angetroffen. Ihre Anwesenheit zeigt sich insbesondere beim Studium der Anschliffe mit Ölimmersion, da bei einer derartigen Beleuchtung das Licht in die Chromspinellmasse eindringt und von den eingeschlossenen Rutilnadeln stark reflektiert wird. Die Orientierung der Rutileinschlüsse ist regellos.

Die Rutilnadeln sind öfters vertikal gestreift und haben spitze Begrenzungen. Obwohl die Ausbildung dieser Kristalleinschlüsse die Annahme des Vorliegens von Rutil nahe legt, konnte doch eine direkte mikroskopische Bestimmung an ihnen nicht vorgenommen werden. Die Nadeln bröckelten nämlich immer aus, wenn sie in die Fläche des Anschliffes traten.

Ein weiterer Hinweis für das Vorliegen von Rutil wurde durch die spektral-analytische

Untersuchung an Chromerzen, welche eine Unmenge von solchen Einschlüssen enthielten, geliefert. Ein deutlicher Titangehalt wurde festgestellt (1).

Platin als Einschluss im Chromit wurde u.a. in den Erzen von Balkantepe (Kaza Miha-
lıççık - Vilayet Eskişehir) beobachtet. Das Platin liegt hier in Form von winzigen Oktaedern vor.
Im Anschliff sind die Platinkriställchen auf Linien angereiht, welche mit den Oktaederrich-
tungen des Chromspinelles zusammenfallen. Bei Anwendung von Ölimmersionen ist die Beobach-
tung dieser Platineinschlüsse besonders gut, da man ihre Verteilung auf den Oktaederflächen
bis zu einer gewissen Tiefe im Chromspinnell verfolgen kann. Die Platin-Oktaederchen er-
scheinen als feine hell-leuchtende Körner innerhalb der dunklen Chromitmasse.

Ein Ätzversuch mit HCl und H₂SO₄ konz. blieb ergebnislos, so dass keine Sulfide oder Ar-
senide vorliegen. Eine spektralanalytische Untersuchung des Materials ergab Pt - Linien. Es
handelt sich daher um gediegenes Platin.

Die Reflexion der Platinkriställchen ist sowohl in der Luft wie im Öl sehr hoch und weiss.
Die Körner sind isotrop.

Die Platineinschlüsse stellen feste kristallisierte Körper aus der Mutterlauge dar, welche
durch positive Adsorption in die Oktaederflächen des wachsenden Chromspinelles eingebaut
wurden.

Die Umbildungseinschlüsse im Chromspinnell. (Gruppe III)

Zu dieser Gruppe gehört die Erhitzungsmartitisierung des Chromspinelles. Wie in unserer
Arbeit "Die Metamorphose des Chromspinelles,, klargelegt wurde, scheiden sich aus dem Chrom-
spinnell Hämatit und Magnetit aus, wenn die Chromerzlagstätte der kontaktmetamorphen
Wirkung des sialischen Magmatismus unterworfen wird. Es handelt sich um eine interne
Ausscheidung von Eisenoxyd, welche durch Zutritt von Sauerstoff stark begünstigt wird. Der
Hämatit bzw. Magnetit bildet sich parallel den (111) Flächen des Chromspinelles (siehe Photos
unserer früheren Arbeit Lit. Ang. No. 5). Die Eisenoxydabtrennung geht vor allem von Haarris-
sen und Korngrenzen aus, kann aber auch ohne diese mitten im Chromspinnellinnern stattfin-
den. Auch künstlich ist die Martitisierung des Chromspinelles durch Erhitzung leicht hervor-
zurufen. Es liegt eine treffliche Aehnlichkeit mit der allgemein bekannten Martitisierung
des Magnetites vor.

Die jüngeren Einwanderer. (Gruppe IV)

Zu den jüngeren Einwanderern, d. h. zu den Mineralien, welche durch Stoffzufuhr von
aussen den Chromspinnell allmählich verdrängen, gehören in erster Linie die Chlorite (siehe
Photo Nr. 3). Bei stärkerer, metamorpher Einwirkung verdrängen auch Glimmer, Granat und
Hornblende (Tremolit) den Chromspinnell. Die neugebildeten Silikate sind oft chromhaltig
(Neubildung von Kämmererit, Chromphengit, Uwarovit und Chromtremolit). Für nähere Einzel-
heiten sei auf unsere früheren Arbeiten hingewiesen (Lit. Ang. No. 5 u. 6).

Auch die metallischen Schwefelverbindungen, welche öfters in den pneumatolytisch - hy-
drothermal beeinflussten Chromerzen auftreten, sind als junge Einwanderer in den Chromspinnell
zu betrachten. In den Chromerzen von Hatay wurde Chalkopyrit als solcher Einwanderer
angetroffen. Auch können Pyrrhotin und Nickelminerale die Rolle jüngerer Einwanderer
übernehmen.

(1) Die Spektralanalytische Untersuchung wurde von Dr. H. Kleinsorge der Min. Abteilung
des M. T. A. Enst. ausgeführt.

Absch. II - Die Resorptionserscheinungen und Verdrängung des Chromspinelles

Die Resorption des Chromspinelles findet in zwei Stadien statt nämlich während der liquidmagmatischen Periode und während einer späteren Epoche, in welcher die Chromerze einer hydrothermal-metamorphen Umwandlung unterworfen sind.

Die Resorption, welche in der magmatischen Periode stattfand, hat allgemeine Beachtung gefunden. Sie tritt bei Körnern auf, welche durch eine Aussaigerung in die tieferen Zonen des basischen Erstarrungsherdess gerieten, und erfolgte durch das flüssige Magma selbst. Sie ist die Folge einer Gleichgewichtsstörung zwischen der festen Chromit - und flüssigen Silikatphase.

Die durch eine solche Resorption betroffenen Chromspinelkörner weisen rundliche Kornbegrenzungen auf. Es liegt eine Tendenz vor, die Kugelform anzunehmen. Die allgemeine Verbreitung von Kugelerzen beweist, dass diese extreme Resorptionsform sehr oft erreicht wurde.

U. d. M. zeigen die Resorptionsränder der magmatisch angefressenen Chromitkörner glatte gebogene Linien. Die Resorption hat nicht selektiv auf das Chromitindividuum eingewirkt, d. h. der Verlauf der Resorptionsfront wurde in keiner Weise von den kristallographischen Richtungen des Chromspinelles beeinflusst.

Die magmatische Resorption fand von den Korngrenzen und z. T. von Haarrissen aus statt. Dort, wo feine Sprünge in der Randzone des Chromspinelles vorliegen, biegt die Resorptionsfront tief in das Chromitkorn ein. Diese Einbiegungen können im Innern des Chromspinelles zusammenstossen, und es tritt dann eine durch die Resorption hervorgerufene Aufteilung des Chromitkornes ein.

Die Resorption des Chromspinelles während der späteren hydrothermal - metamorphen Periode steht, obwohl weniger beachtet, in manchen Fällen kaum hinter der der magmatischen Periode zurück (siehe Photo 3). Mit ihr geht eine Neubildung von Silikaten (Chlorit, Tremolit usw.) Hand in Hand, welche den durch die Resorption des Chromspinelles frei gewordenen Raum einnehmen (siehe unsere früheren Arbeiten).

Im Gegensatz zu den Resorptionsstrukturen der magmatischen Periode, lassen sich hier Resorptions - (bezw. Verdrängungs -) Bilder interessanten Charakters studieren. Ihre Ausbildung wurde weitgehend vom Aufbau des resorbierten Chromspinelles bedingt.

Die Resorption hat nämlich eine deutliche selektive Arbeit geleistet und zwar in zweierlei Hinsicht:

- 1) In Bezug auf die kristallographischen Richtungen des Chromspinelles,
- 2) In Bezug auf die verschiedenen Baukomponenten des Chromspinnellbestandes.

Ad 1) Die Resorption hat von Korngrenzen und Haarrissen aus begonnen. Die resorbierten Körner zeigen eine Neigung zu rundlichen Formen. Bei genauerer Betrachtung bemerkt man jedoch, dass die äussere Begrenzung des resorbierten Individuums meist eine feine Zahnung erkennen lässt (siehe Photo No. 6). Eine solche gezahnte Resorptionsfront fehlt den magmatisch resorbierten Chromspinnellen; sie ist daher typisch für die Resorption der hydrothermal-metamorphen Periode. Die kurzlinige Begrenzung jedes Zahnes ist annähernd den (111) Richtungen des angefressenen Chromspinelles parallel. Eine gleiche Orientierung der Resorptionsfront findet man bei der erst wenig fortgeschrittenen Resorption an Haarspalten. Es liegen hier kleine, auf Linien angereicherte Löcher vor, deren scharf ausgebildete, einander parallele Bergrenzungen den Oktaeder-Richtungen des Wirtes parallel orientiert sind. Im Anschliff zeigen sie sich meist in Form von dunklen, mehrkantigen und oft langgestreckten Poren (siehe Photo No. 4).

Gleiche Resorptionslöcher beobachtet man nahe dem Rande des resorbierten Chromspinellkornes.

Ad 2) - Die Randpartien und die Chromspinellteile beiderseits von Haarrissen zeigen in den von der Resorption betroffenen Individuen öfters eine leichte Verfärbung und Umwandlung zu einer etwas stärker reflektierenden Substanz (*) (Photo 4, 5 u 6) auf. Schon im Lehrbuch der Erzmikroskopie von Schneiderhöhn - Ramdohr wird dies erwähnt. Neuerdings haben Horninger und Spangenberg sich mit der Deutung dieser stärker reflektierenden Substanz befasst. Horninger gibt ihr den Namen "grauer Magnetit,, während Spangenberg ihr den Namen "Ferritchromit,, zuteilt. Wir möchten uns der Benennung Spangenberg's anschliessen und im Folgenden vom Ferritchromit reden.

Für die Bildung dieses Ferritchromites macht Spangenberg ebenso wie Horninger die folgenden Vorgänge geltend: 1) Stoffabwanderung von Al_2O_3 und MgO aus dem Spinell in den umgebenden Serpentin, der zu Chlorit wird, 2) Stoffzufuhr, indem FeO und Fe_2O_3 einwandert.

Auch wir glauben an einer Abwanderung von Al_2O_3 und MgO , da das Auftreten von Ferritchromit gerne mit der Neubildung von Mg-Al-Silikaten wie Chlorit und Tremolit vergesellschaftet ist.

Man muss annehmen, dass bei der Resorption des Chromspinelles eine gewisse Differentiation eingetreten ist. Obwohl sämtliche Komponenten von den Resorptionsvorgängen betroffen und abgeführt wurden, sind die Al_2O_3 - und MgO Komponenten den Cr_2O_3 und $FeO - Fe_2O_3$ - Anteilen des Chromspinelles bei der Auswanderung vorangegangen. Die Ferritchromitpartien stellen daher die von der Resorption noch nicht vollständig abgebauten Chromspinellteile dar. Mikroskopische Beobachtungen zeigen, dass der Ferritchromit nur schmale Säume längs den Resorptionsfronten bildet, (siehe Photo No. 6). Niemals nimmt er grössere Räume ein. Ausserdem sind die Ferritchromitpartien selbst fast immer von Resorptionsporen durchsiebt (siehe Photo 5 u. 6). Hieraus ist ersichtlich, wie eng das Auftreten von Ferritchromit an die Resorptionsfront des Chromspinelles gebunden ist. Die Abwanderung der Al_2O_3 und MgO - Komponenten hat nur einen kleinen Vorsprung vor der des Cr_2O_3 und $FeO - Fe_2O_3$ gehabt. Wir sind daher wenig dazu geneigt mit Spangenberg eine Eisenzufuhr für die Bildung des Ferritchromites notwendig zu halten.

Es sei bemerkt, dass die differentiellen Resorptionserscheinungen nicht immer auftreten. In der Mehrzahl der Fälle fehlt sogar der Ferritchromit völlig.

Bei genauer mikroskopischer Beobachtung lässt sich feststellen, dass das Reflexionsvermögen des Ferritchromites wechselnd ist. Diese Mineralsubstanz wird daher keine feste chemische Zusammensetzung haben. Scheinbar wechselt der Gehalt an Eisenoxyd stark.

Ferritchromit ist nicht völlig opak, sondern weist in Öl deutliche rote Innenreflexe auf. Zu Unrecht beschreiben Horninger und Spangenberg ihn als "opake Substanz,,. Die opaken oder fast opaken Umwandlungszonen im Chromspineil sind diejenigen, welche von einer Magnetit - und Hämatitausscheidung (Martitisierung) betroffen sind (siehe unter "Die Umbildungseinschlüsse im Chromspinell,,).

Die Begrenzung des Ferritchromites gegen den Chromspinell ist meist wenig scharf ausgebildet. Es macht manchmal den Eindruck, als ob wolkige Massen von Ferritchromit vorliegen. Dies ist aber nicht immer der Fall. Wir konnten nämlich öfters feststellen, dass der Ferritchromit durch scharfe und gerade Linien begrenzt ist. Diese Linien weisen eine auffallende Parallelität mit den geradlinigen Begrenzungen der gezahn-

(*) Im Öl ist die stärkere Reflexion dieser Substanz im Verhältnis zum Chromspinell weiter erhöht.

ten Resorptionsfronten und der Resorptionslöcher auf Genau wie die Resorptionsfront weist auch die Ferritchromitverdrängung eine Orientierung nach den (111) Richtungen des Wirtkristalles auf (siehe Photo 5 u. 6).

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Einschlüsse im Chromspinell und die Resorptionsstrukturen der Chromitindividuen behandelt.

Als Einschlüsse wurden Olivin, Rutil (?), Platin, Magnetit - Hämatit und Neubildungen von Silikaten erwähnt.

Die Resorption des Chromspinelles hat sich in 2 Perioden vollzogen d. h. in einem magmatischen und in einem späteren hydrothermal-metamorphen Zeitabschnitt. Die mikroskopischen Charakteristika beider Resorptionsformen wurden eingehend beschrieben.

Als Nebenerscheinung des Resorptionsvorganges der hydrothermal-metamorphen Periode tritt die Ferritchromitbildung auf. Sie zeigt einen Übergangszustand an, bei dem durch selektive Resorption gewisse Bestandteile (vor allem $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$ u. Cr_2O_3) des sich im Abbau befindlichen Chromspinelles erhalten blieben, während andere (Al_2O_3 u. MgO) weggeführt wurden. Sie ist eine labile Phase des Chromitabbaues, deren Auftreten nur auf die Resorptionsfront beschränkt ist.

Literaturverzeichnis

- 1) G. Horninger : Beobachtungen am Erzinhalt von Gesteinen und am Chromerz aus Tampadel in Schlesien, Min. petr. Mitt. 52, 1940.
- 2) H. Schneiderhöhn-
P. Ramdohr : Lehrbuch der Erzmikroskopie, II. Band, Berlin 1931.
- 3) H. Schneiderhöhn : Mineraleinschlüsse in Erzmineralien, N. J. f. Min Geol. u. Pal. Abt. A., Heft 1. 1943.
- 4) K. Spangenberg : Die Chromerzlagerstätte von Tampadel am Zopten, Ztschr. f. pr. Geol. 1943.
- 5) P. de Wijkerslooth: Metamorphose des Chromspinelles in den türkischen Lagerstätten, M. T.A. Mecmuası No. 2. 1942.
- 6) —" — Pneumatolytisch - hydrothermale Umwandlungen in den Chromerzlagerstätten des Hatays (Türkei) M.T.A. Mecmuası No. 3, 1942.

