

Ergani madeni bakır zuhuratının primer mineralleri

Yazan: Dr. P. de Wijkerslooth

ÖNSÖZ:

Bu makalede Ergani zuhuratının oldukça faydalı mineralojik mürekkebatı hakkında, bil-hassa primer cevher terkiplerine inhisar etmek üzere, bir tecrübe mahiyetinde az çok mufassal bir mütalâada bulunacağız. Semantasyon ve oksidasyon minerallerinin tarifinden sarfınazar edilecektir.

Ekseriyetle, gayet ince taneli cevherin tetkiki için hemen yalnız mikroskopik araştırma usulüne baş vurulmuştur. Emrimize amade bulunan malzeme M. T. A. Enstitüsü koleksiyonuna aittir ve halihazırda orada mahfuzdur.

Münferit mineral veya cevher unsurları ile parajentik münasebetlerin ve billûrlaşma sırasının tesbiti, bahis mevzuu zuhurun teşekkülüne sebebolan hâdiselerin yakından öğrenilmesine esas teşkil etmektedir. Bundan dolayı bu incelemelerin jönez bakımından verdikleri neticeler ayrı bir fasılda kısaca hulâsa edilmiştir.

Ergani maden zuhurunun jeolojisi ve jönezi hakkında şimdiye kadar az malûmat yayımlanmıştır. Buna dair en mühim makale F. Behrend tarafından yazılmış ve 1935 yılında neşredilmiştir.

Jeolojik meselelere ait malumat hakkında adı geçen müellifin makalesine işaret etmekle iktifa edelim, çünkü bahis mevzuu zuhuratın ve mücavir bölgenin bu bakımdan tarifi deruh-te edilen vazifenin dar çerçevesi haricinde kalmaktadır.

CEVHERİN MİKROSKOPİK TETKİKİ:

Aşağıdaki cetvel Ergani zuhuratını teşkil eden cevher ve gang minerallerinin terkihi hakkında umumî bir fikir vermektedir. Burada münferit unsurları birbiriyle jenetik karabette bulunan dört grup tefrik edilmektedir. Bu gruplardan her biri kendisine mahsus muayyen bir teşekkül safhasına aittir. Bunlar dört cevherleşme devresine mensup billûrlaşmayı teşkil ederler.

Bahis mevzuu safhaların zaman itibariyle birbirinden gayet küçük farklar gösterdikleri, hattâ kısmen çağdaş" oldukları kayde değer. Meselâ ikinci safhanın sonu ile üçüncü safha başlangıcı sarih olarak aynı zamana isabet ederler.

I inci grup	II nci grup	III üncü grup	IV üncü grup
Spinel Mağnetit	Pirit Pyrotin	Kalkopirit (Kubanit)	
Ilvait Klorit Aktinolit Prenit Epidot Rutil	Pentlandit Bravoit (Kalkopirit) Blend Klorit Kvars	Valleriit Bornit Blend Galenit (Pirit) Klorit	Kalsit Ankerit

Bundan dolayı müteferrik cevher grupları aynı zincirin münferit uzuvlarını, yani mütecanis mineralizasyon seyirinin devamını teşkil ederler. Demek ki, Ergani zuhuru müteaddit mineralizasyon hâdiselerini temsil etmez. Bu dört grup ve bunlara ait münferit mürekkebat aşâğıda kısaca tasvir olunacaktır.

Birinci grup: Birinci safhaya ait billûrlaşmalar

Magnetit - Spinel

Magnetit ekseriyetle idiomorf billurlar, bazan da tercihan psödomorf spekülarit şeklinde zuhur eder. Mağnetitin idiomorf maktaları ekseriyetle zoner bir bünye arzederler ve çok miktarda silikat içeltileri taşırlar.

Mağnetitin hususî bir vasfı da sık sık yuvarlak spinel çekirdeği ihtiva etmesidir. Bir parça yaşlı spinel yerine magnetit ikame olunmuştur (1 No. h resme bakınız). Bu ikame hâdisesi herhalde tane sınırlarından başlar. Bu mağneitt çatlakların her iki tarafından bilhassa spinel çekirdeğinin içerilerine doğru girer.

Spinel ile mağnetitin teşekkülü, muhtelif silikatların meselâ ilvait, aktinolit, epidot ve kloritin faal gelişmeleriyle çağdaştır. Bundan dolayı bu silikatlar idiomorf magnetit taneleri içerisinde bir katkı şeklinde bulunurlar.

Silikatlar:

Silikatların bir kısmı, Ergani maden zuhurunun bazik, kısmen de kalker nev'inden tâli sahrelerin yeniden billûrlaşmaları mahsulüdür. Bu vaziyet klorit gibi magnetit bakımından zengin silikatların hâkim olmalarından anlaşılmaktadır. Kloritin tevezzüü F. Behrend tarafından teferruatıyla tasvir olunmuştur. Bundan dolayı H. Schneiderhöhn (1941) de bu maden zuhurunu kloritik bakır teşekkülü cümlesinden saymıştır. Kloritle birlikte gelişmiş aktinolit, prenit, epidot ve rutil de bulunmaktadır.

Optik vasıfları bilhassa plakmensler üzerinde temayüz eden ilvaitin mevcudiyeti ilk defa olarak tarafımızdan tesbit olunmuştur (1 No. lı resme bakınız). İlvait bu gruba mensup diğer silikatlara nazaran ekseriyetle daha sonra teşekkül etmiş ve silikatlar arasındaki boşlukları doldurmuştur. Bahis mevzuu unsur tercihan mağnetitin yerini alır, çatlaklar boyunca derinlere kadar geçer ve mağnetitin çekirdeğine ulaşır, fakat kendine has çevre şeklini alamaz. Yalnız serbest kalan ve sonradan kalkopirit tarafından doldurulmuş bulunan yerlerde ilvait muayyen bir idiomorf şekil arzeder.

İkinci grup: İkinci safhaya ait billûrlaşmalar.

Pirit bu grubun başlıca unsurudur ve tercihan kolloform bir teşekkül tarzında vücut bulmuştur. Gayet ince kürevi ve şeritvari billürlü pirit toplulukları umumî bir hâdisi teşkil ederler. Bunlar yavaş yavaş tek taraflı idiomorf pirit taneleriyle sınırlanan daha kaba billur gruplarına geçerler. Her tarafı idiomorf ve serbestçe gelişen billurlar gayet enderdir. Pirit tanelerinin mesameli bir bünye arzettikleri de sık sık müşahade olunur. Bahis mevzuu mesameler bir istikamette uzamış olduklarından, piritin iç bünyesi küçük yassı levhacık veya lameller şeklindedir.

Umumiyet itibariyle pirit billûrları gayet ufaktır. Billûrların, kenarları ekseriyetle milimetrenin ancak kesri ufaklığında zarlar şeklindedir. Tek tük büyükçe ve kenarı azamî 2 - 3 milimetreyi bulan pirit zarlarına da rastlanır.

Çok büyütüldüğü zaman piritlerin mühim bir kısmı sarıh olarak zoner bir yapı gösterir. Böyle zoner piritin münferit kabukları gayet çeşitli inikas kabiliyetine maliktir, ve mütenevvi renkler tebarüz ettirirler. Meselâ sarımtı ve mavimsi renkte inikas eden pirit kabukları tenavup ederler. Mavimsi kısımları inikas bakımından fazla pleokroitiktir. Bütün bu hususiyetler piritin kolloid mahlûllerinden billûrlaşmış olmaları ihtimalini gösterir.

F. Hegemann'a göre Ergani piriti kobalt ile nikel ihtiva etmektedir. Kobalt muhteviyatı bilhassa göze çarpmakta ve Spektral tahlille tesbit olunduğuna nazaran % 1,25 - e kadar çıkmaktadır. Fakat maden mikroskopisi ile tetkik esnasında pirit içerisinde kobalt mineralleri içeltileri müşahede olunmamıştır. Bundan dolayı kobaltın pirit içerisinde izomorf bir tarzda vücut bulmuş olması muhtemeldir. Bazı pirit tanelerinin zoner yapısı ve anisotropik vasfı bu faraziye uyuğundur.

Buna mukabil pirit, müteaddit pyrotin ve kalkopirit içeltileri ihtiva eder. Burada, kısmen sonradan giren yabancı cisimler bahis mevzuudur. İkame hâdisesi bilhassa pirit kabukları arasındaki hudut bölgelerinde müşahede olduğundan, bunların teşekkülü muayyen bir kaideye tâbidir. Bundan dolayı giren mineraller ekseriyetle piritin haricî sınırlarına muvazi olarak uzanırlar ve tercihan iskelet şeklindeki pirit mesamelerini doldurarak pirit lamelleri (incecik levhacıklar) ile münavebe tarzında zuhur ederler.

Piritin yerine pyrotinin ikamesi bahusus jenetik bakımdan dikkate değer. Bu gibi hâdiselere Schneiderhöhn - Ramdohr "Cevher mikroskopisi,, kitabında daha evvel işaret etmiş bulunmaktadır.

Nihayet piritin, klorit ve tâli olarak diğer silikatlarla karışık olarak iyice gelişmiş bulunması kaydedilmelidir. Kloritler, ekseriyetle pirit kütlesinin ortasında demet halindeki toplulukları teşkil ederler ve gayrimuntazam dağılırlar.

Pyrotin:

Pyrotin umumiyetle yuvarlak veya didik didik olmuş taneler şeklinde kalkopirit içerisinde bulunur ve son adı geçen mineral tarafından bir parça yerinden çıkarılmıştır. Pirit faslında da işaret olduğu gibi, pyrotin piriti aşındırmış olduğundan pyrotin teşekkülü umumiyet itibariyle piritle kalkopirit arasında vukubulmuştur. Bazı plakemenslerde pyrotinin bozumsu beyaz anisotrop bir maddeye istihale ettiği müşahede olunur. Bahis mevzuu madde ekseriyetle ince ve bükük yapraklar (lameller) şeklinde pyrotine muvazi (0001) olarak yer almıştır. Schneiderhöhn - Ramdohr'un "Cevher mikroskopisi,, kitabında pyrotinin istihalevi şekli "markasite müşabih bir madde,, olarak tasvir edilir. Fakat bu maddenin saf markasitten tamamen farklı olduğu şüphesizdir.

Pyrotin içerisinde yabancı madde olarak kalkopirit ile blend ufak idiomorf tanecikler şeklinde husule gelirler. Bunlar III-üncü safhaya ait iptidai billûrlaşma hâdisesinin az çok başlamış olduğuna delâlet ederler. Pyrotin içeltileri arasında Pentlandit içeltilerinin bulunması bilhassa dikkate değer .

Pentlandit;

Pentlandit, pyrotini havi bütün plakmenslerde müşahede ve tesbit olunmuştur. Adı geçen mineralin vücut bulması umumiyet itibariyle oldukça gelişmiş ve daima pyrotinle bir arada meydana gelmiştir. Normal vaziyette Pentlandit pyrotine nazaran daha genç veya sonradan teşekkül ettiği halde, burada normalin aksine olarak Pentlandit daha yaşlıdır ve kendine mahsus yuvarlak tanecikler şekliyle de temayüz eder. Pyrotin arasında tek tük oktaeder maktaları serahatle müşahede olunurlar. (3 No.-lu resme bakınız). Daha nadir olarak Pentlandit, kalkopirit içerisinde bulunur. Bu halde Pentlandit tamamen idiomorftur (yani özkııklıdır).

Pentlandit tâli olarak pyrotinle aynı zamanda billûrlaşarak ayrılmış ve pyrotin içinde di-

diklenmiş incecik yapraklar teşkil etmiştir. (2 No-lu resme bakınız). Fazla büyütüldüğü zaman Pentlandit yerine başka bir mineralin ikame olunduğu görülür, bu mineral belki de bravoittir.

Bravoit:

Pentlandit, çatlak yerlerinde renk itibariyle pyrotine çok benzeyen bir mineral tarafından ikame olunmuştur. Bu yeni teşekkül eden madde ancak yağda büyütüldüğü zaman açıkça görünür, çünkü bunun inikas kabiliyeti pentlandite nazaran oldukça zayıftır. Bahis mevzuu vasıf ise nikel tenörü bakımından zengin olan bravoit için mümeyyizdir. Bundan başka bravoit umumiyet itibariyle Pentlandit yerine kaim olan bir mineraldir. Demek ki, çok ince taneli olduğundan tam mânasiyle tayin edilemeyen bu madde bravoit sayılabilir.

Klorit - Kvars:

Bahis mevzuu safha esnasında klorit teşekkülü de devam etmiştir. Piritle kloritin bir arada neşvünması bunun neticesidir. Kvars bu sırada billûrlaşarak ayrılmış ve iskelet şeklindeki pirit bünyesinin mesamelerini doldurmuştur.

Üçüncü grup: üçüncü safhaya ait billûrlaşmalar:

Kalkopirit:

Kalkopiritin ilkin ayrılması ikinci gruba ait olmasına rağmen, başlıca billûrlaşma hâdisesi üçüncü safhaya mensuptur ve bu son grubun başlıca unsurunu teşkil eder.

Umumiyet itibariyle kalkopirit daha evvel ayrılmış olan mineraller arasındaki boşlukları doldurur. Kalkopirit tercihan pirit yerine, bazan da pyrotin yerine kaim olur ve taneleri ekseriya gayet ufak, ince ikiz yapraklar şeklinde görünürler. Fer'i olarak ta kalkopirit, blend içerisinde ayırma maddesi şeklinde tezahür eder.

İstisnâ hallerde kalkopirit kolloform bir bünyeye maliktir, bu gibi hallerde ekseriyetle cüzi miktardaki piritin billûrlaşmasına refakat eder. Pirit taneleri kolloform kalkopirit kitesinin münferit kabukları içinde daha fazla toplanmış olduklarından, kalkopiritin kabuklu bünyesini kuvvetle tebarüz ettirirler.

Üçüncü cevher grubunun diğer unsurlarıyla kalkopirit ekseriya çağdaş ve girift bir halde neşvünması bulur (aşağıdaki satırlara bakınız). Buna mukabil sayısız ve ufak tanecikler şeklindeki kalkopiritin içerisine dağılmış bulunan blend mutlak bir idiomorf vasfı haizdir .

Kalkopirit içeltilerinden klorit, bilhassa kayde değer. Plakmensler üzerinde kloritin ekseriyetle muayyen hatlar boyunca dizilmiş oldukları görünür. Böylece klorit sıralarının müteaddit sistemleri farkedilir. Bu gibi hallerde yabancı maddelerden yabancı maddelerden ibaret içeltilerin kalkopiritin billûrlaşma istikametine mutabık (III) olarak teşekkül etmeleri varittir. (4 No-lu resme bakınız).

Nadir rastlanan, fakat keza dikkate değer bir hâdisi de kalkopiritle piritin birlikte neşvünmasıdır. Pirit kaba yaprakvari levhalar teşkil eder. Bunlar da kalkopirit billurlarına muvazi (III) bir tarzda uzanırlar. Pirit lamelleri ekseriya kalkopirit tanelerinin içerisinde kalırlar ve kenarlardan dışarıya aşmazlar (5 No-lu resme bakınız). Daha fazla büyütüldüğü zaman pirit lamellerinin pirit ve kalkopiritle zarif bir şekilde geliştiği tebarüz eder. Burada iki mineralin aynı zamanda billûrlaşarak hususî bir indimaçı hatıra gelebilir. Diğer taraftan pirit-kalkopirit lamelleri evvelce mevcut olan kubanitin bir inhidam mahsulü olarak telâkki edilebilir. Bahis mevzuu halde ikame hâdisesi sona ermiştir, çünkü kubanitten fazla bir eser kalmamıştır. Schneiderhöhn - Ramdohr'un "Cevher mikroskopisi" kitabında kaydedildiği gibi kubanit az dayanıklıdır ve iklim tesiri altında çabucak terkiplerine ayrılır veya inhilal eder. Valleriitin kalko-

piritte birlikte piritte istihalesi de aynı tarzda izah olunabilir. Bahis mevzuu istihale şeklinin farkı ise valleriitin kendi terkiplerine ayrılması daha az vukubulan bir hâdise olmasıdır. Bu istihale tarzı ilk defa olarak tarafımızdan müşahede edilmiştir. Krgani madeni zuhurunun yer satına yakın olması iklim tesirini kuvvetle arttırdığından minerallerin terkiplerine ayrılması ve ya istihale şeraiti çok müsaittir. Fakat bu meselenin nihai şekilde aydınlatılması daha yakından tetkiklere lüzum göstermektedir. Ergani kalkopiritinin diğer bir hususiyeti de valleriit içeltilerinin bol miktarda olmasıdır.

Valleriit:

Valleriit uzunca ve oldukça gayri muntazam sınırlı içelti halinde kalkopiritin içerisinde bulunur. Adı geçen mineralin kalkopirit tanelerinin kenar bölgelerinde toplanması bilhassa dikkate değer. Bazan da valleriit daha yaşlı minerallere, meselâ klorite bağlıdır. Sık sık bir arada gelişen tanelere rastlanır. Görünüşe göre valleriit içelti mahluttan ayrılmış bir mensup olmayıp, kalkopiritle çağdaş billûrlaşmış bir madde intibasını bırakmaktadır. Bazan da valleriit rutin uzunca lamel toplulukları kalkopirit kitlesi içerisinde müselles hudutlu kesimler tarzında bulunurlar. Bunların billûrlaşma istikametleri (III) kalkopiritinkine uygundur, (O No-lu resme bakınız). Bahis mevzuu hâdise ise bu iki mineralin aynı zamanda billûrlaşmış olduklarını teyid eder mahiyettedir.

"Kalkopirit" fıkrasında işaret olunduğu gibi, valleriit az miktarda piritle kalkopiritte istihale eder. Bu yüzden valleriitin plakmenslerde iyice parlak bilenmesi kabil değildir, çünkü pirit tanecekleri çabuk kırılırlar ve koparlar. Kubanitte bahis mevzuu olduğu gibi, nisbeten daha ender olmasına rağmen, valleriit de iklim tesiri altında başlıca terkiplerine ayrılarak istihale geçirir.

Bornit:

Bornit daima kalkopiritle bir arada gelişir ve son adı geçen mineral içerisinde sivri içelti teşkil eder (kalkopirit bahsine bakınız). Bornitin kalkopirit, blend ve galenitle aynı zamanda billûrlaşması, onun tâli bir vasfına işaret eder. (Bu bornit mühim miktarda zuhur eden seymantasyon bornitiyle karıştırılmamalıdır).

Blend:

Blend ta ikinci safhada başlıyan uzun billûrlaşma devresine maliktir. Bunun en yaşlı teşekkülleri ekseriyetle idiomorf olup, pyrotinin ayrılması ile çağdaştır. Daha evvelki safhada ayrılmış bulunan blend kalkopiritin içerisinde namütenahi sayıda ufacık tetraedrik (ekseriyetle müselles) tanecekler şeklinde bulunurlar. Bunların idiomorflukları kalkopiritin ikamesi yüzünden ihlâl olunmamıştır. Bahis mevzuu blend billûrcukları kalkopirit mahluttan ayıran taneleri ihtiva etmezler, bilâkis tek tük pyrotin içelti taşırlar. Bu billûrcuklar ekseriyetle çizik halinde uzanmışlardır. Elendin diğer bir çeşidi de kalkopiritle aşağı yukarı aynı zamanda husule gelmiştir. Bu nevi blendin kendine mahsus bir şekli yoktur ve kalkopiritle didik didik şekilde neşvünüma bulmuştur.. Kalkopiriti mahluttan ayıran unsurların bol miktarda olması, bu nevi blendi kolayca belli etmektedir.

Nihayet pyrotin kalkopirit içeltilerinden mahrum siyah blend mevcuttur ki, kaba billurlar şeklindeki tanelerden ibarettir. Bu çeşit blend ekseriyetle kalkopirit yerine kaim olmuştur.

Galenit:

Galenit ancak münferit taneler şeklindedir, ve aynı zamanda teşekkül eden kalkopiritin sivri uçlu içeltilerini teşkil eder.

Dördüncü grup: dördüncü safhaya ait billûrlaşmalar

Kalsit - Ankerit :

Mineralleşme seyri tekml maden zuhuruna şamil ve çok miktarda asit karboniği havi bir mahlûlün nüfusiyle nihayet bulmuştur. Bütün sahada kalsitle ankerit, cevher minerallerin zararına teressüp etmiş ve cevher mineralleri yerine bu karbonatlar kaim olmuştur. Bilhassa kü-kürtü havi cevher terkipleri (meselâ pirit) yerlerini ekseriyetle yeni teşekküllere bırakmak zorunda kalmışlardır.

ERGANÎ ZUHURUNUN JÖNEZİNE DAM MÜLAHAZAT

Ergani zuhurunun cevher mikroskopisi ve parajenezi bakımından yapılan tetkiki dört muhtelif cevher grubunun mevcudiyetini tebarüz ettirmiş ve bunlar yaşlarına göre I ilâ IV numaraya ayrılmıştır.

Birinci grubun parajenezi pnömatolitik teşekküle, II, III ve IV - üncü grup parajenezleri ise daha fazla hidrotermal bir teşekküle işaret ederler. Bundan dolayı bahis mevzuu maden zuhuru tek bir cevher yatağı sınıfını temsil etmez, bilâkis tabîi sistemde birbirini takip eden iki zuhur grubunu havidir, yani bir intikal şeklini arz etmektedir. Bu tarzda teşekkül eden minerallerde H. Schneiderhöhn "intikal zuhuru" adını verir. Biz de Ergani cevher yataklarını pnömatolik - yüksek hararetleli hidrotermal intikal zuhuru grupundan saymaktayız.

Evvelce pelte halinde olan bakiye bünyelerin umumiyetle temsil edilmesi bilhassa dikkate değer. Bu durum ise kolloid mahlûlden teressüb eden maddelerin Ergani mineral terkiбинin teşekkülünde mühim rol oynamış olmasına delâlet eder. Bununla beraber bu faraziye zuhurun yüksek hararetle teşekkül etmiş olması ihtimaliyle bir tezat teşkil etmez. Yeni tetkikat neticeleri göstermişir ki, bahis mevzuu tarzdaki billûrlaşmalar yüksek hararetle husule geldiği gibi, aşağı hararet şeraitinde de vücut bulabilirler.

HÜLÂSA:

Bu makalede Ergani maden zuhurunun -primer cevher terkiбini teşkil eden mineral unsurları tasvir ve mütalâa edilmiştir. Bahis mevzuu mineral terkipleri yaş ve parajenez durumlarına göre dört ayrı gruba ayrılmış bulunmaktadırlar, (makalenin başındaki cedvele bakınız). Bilhassa dikkate değer terkipler arasında magnetit, spinel, ilvait, Pentlandit ve vallerit'in mevcudiyeti kaydedilmelidir. Adı geçen mineraller, teşekkül hararetinin yüksek olduğuna işaret ederler.

Cevherin diğer mümeyyiz vasfı da kobalt ve nikel tenörlerinin yüksek olmasıdır. Ergani piritiyle pyrotininde kobalt ve nikelin mevcut olduğuna dair Spektral - analitik tesbitler F. Hegemann tarafından yapılmıştır.

Kobalt bakımından çok zengin olan pirit, bu minerali isomorf bir içelti şeklinde ihtiva eder. Pyrotinin nikel - kobalt muhteviyatı mikroskopl muayene esnasında Pentlandit iççtilerinin fazla tezahür etmelerinden anlaşılır. F. Hegemann tarafından kaydedilen pyrotinle kal kopirit içerisindeki kobaltın, tarafımızdan tesbit olunamamıştır.

Bakırın tâli zenginleşmesi burada mütalâa olunmamıştır. Maamafih bahis mevzuu durum bol miktardaki kovelinin zuhur etmesinden de anlaşılır. Mâyi kalkozin ve bornit ise daha az miktarda mevcuttur.

(Bibliyografya kısmı almanca metnin sonundadır).

Der primäre Mineralbestand der Kupferlagerstätte von Ergani • Maden (Vil. Elaziğ - Türkei)

von Dr. P. de Wijkerslooth

Einführung:

In dieser Arbeit ist der Versuch gemacht, einen mehr oder weniger vollständigen Überblick über die recht lehrreiche mineralogische Zusammensetzung der Lagerstätte von Ergani zu geben, wobei wir uns auf die Beschreibung der primären Erzführung beschränken möchten. Auf eine Behandlung der Zementations- und Oxydationsminerale wurde verzichtet.

Zum Studium des meist sehr feinkörnigen Erzes waren wir fast ganz auf die erzmikroskopische Untersuchungsmethode angewiesen. Das uns zur Verfügung stehende Material gehört zur Sammlung des M. T. A. Institutes (Ankara) und wird dort aufbewahrt.

Die Feststellung der einzelnen Mineral - (bezw. Erz-) Komponenten, der paragenetischen Beziehungen und der Kristallisationsfolge lieferte einen wichtigen Beitrag zur genaueren Kenntnis der Vorgänge, welche die Lagerstätte bildeten. Es sind deshalb in einem besonderen Abschnitt die Ergebnisse, welche diese Untersuchung auf dem Gebiete der Genese brachte, kurz zusammengefasst.

Über die Geologie und Genese der Lagerstätte von Ergani ist bis heute erst wenig veröffentlicht worden. Die wichtigste Arbeit stammt von F. Behrend und ist 1925 erschienen.

Wir möchten in geologischen Fragen auf diese Arbeit verweisen, da eine Beschreibung dieser Seite der Lagerstätte und ihrer Umgebung über den engefassten Rahmen der hier gestellten Aufgabe hinausgeht.

Erzmikroskopische Beschreibung:

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Erz - und Gangminerale, welche das Mineralgemenge der Lagerstätte von Ergani aufbauen.

Es lassen sich vier Gruppen unterscheiden, deren Glieder untereinander eine enge genetische Verwandtschaft aufweisen. Sie haben jede für sich eine bestimmte Bildungsperiode gehabt; sie stellen daher die Auskristallisationen von vier Vererzungsphasen dar. Es sei bemerkt, dass diese Phasen meist eine nur geringe zeitliche Differenz aufweisen, ja sogar sich z. T. zeitlich überschneiden. So fällt das Ende der Erzphase II mit dem Beginn der nächsten deutlich zusammen.

GRUPPE I	GRUPPE II	GRUPPE III	GRUPPE IV
Spinell <u>Magnetit</u> Ilvait Chlorit Aktinolit Prehnit Epidot Rutil	Pyrit Pyrrhotin Pentlandit Bravoit (Kupferkies) <u>(Blende)</u> Chlorit Quarz	Kupferkies (Cubanit?) Vallerit Bornit Blende Bleiglanz. <u>(Pyrit)</u> Chlorit	Kalzit Ankerit

Die unterschiedenen Erzgruppen sind daher Glieder einer einzigen Kette, d.h. eines einheitlichen Mineralisationsablaufes. Die Ergani - Lagerstaette umfasst naemlich keine Vertreter mehrerer Mineralisationsakte.

Die vier Gruppen und ihre Komponenten seien hier kurz beschrieben.

Gruppe I (Kristallisationen der Phase I)

Magnetit - Spinell:

Der Magnetit tritt meist in idiomorphen Kristallen auf, auch ist er gerne pseudomorph nach Eisenglanz. Seine idiomorphen Durchschnitte zeigen meistens einen zonaren Aufbau und viele Einschlüsse von Silikaten.

Eine besondere Eigenschaft des Magnetites ist, dass er öfters einen rundlichen Kern von Spinell enthaelt. Der etwas aeltere Spinell ist von Magnetit verdraengt worden (s. Photo 1). Die Verdraengung fand vor allem von den Korngrenzen aus statt. Auch beiderseits von Spaltrissen entwickelt sich der Magnetit im Innern des Spinellkornes.

Die Bildung von Spinell und Magnetit fiel mit einer lebhaften Entwicklung von verschiedenen Silikaten zusammen, wie von ilvait, Aktinolit, Epidot und Chlorit. Man findet daher diese Silikate als Einschlüsse in den idiomorphen Magnetitindividuen (s. unten).

Die Silikate:

Die Silikate sind z. gr. T. Umkristallisierungsprodukte der basischen (und teilweise kalkigen) Nebengesteine der Ergani - Erzlagerstaette. Dies geht aus der Vorherrschaft von Mg-reichen Silikaten, wie des Chlorits hervor. Die Chloritverbreitung wurde von F. Behrend ausführlich beschrieben. H. Schneiderhöhn (1941) reihte daraufhin das Erzvorkommen in die "chloritische Kupferformation" ein. in enger Verwachsung treten zusammen mit Chlorit Aktinolit, Prehnit, Epidot und Rutil auf.

Das Auftreten von ilvait wurde zum ersten Male von uns festgestellt und zwar im Anschliff, wo seine optischen Eigenschaften besonders charakteristisch sind (s. Photo I). Er ist meist spaeter als die anderen Silikate dieser Gruppe gebildet und füllt die Zwickel zwischen diesen aus. Er verdraengt gerne den Magnetit und stösst in dessen Körner laengs Sprüngen tief vor. Er hat meist keine eigenen Begrenzungsformen. Nur in freien Raeumen (welche spaeter von Kupferkies ausgefüllt wurden) konnte er eine gewisse idiomorphie erreichen.

Gruppe II (Kristallisationen der Phase II)

Pyrit:

Der Pyrit bildet die Hauptkomponente dieser Gruppe. Er kommt gerne in kollöformer Ausbildung vor. So sind kugelige und bandförmige, sehr feinkristalline pyritaggregate eine allgemeine Erscheinung. Diese gehen allmaehlich in etwas gröber kristalline Kristallgruppen über, welche von einseitig idiomorphen Pyritindividuen begrenzt sind. Recht selten sind freigewachsene, allseitig idiomorphe Kristalle. Sehr oft beobachtet man, dass die Pyritindividuen porösen Aufbaues sind. Die Poren sind Janggestreckt, sodass der Pyrit einen lamellaren innenaufbau aufweist.

Die Pyritkristalle sind im allgemeinen sehr klein. Meist liegen Würfel vor, deren Kantenlaenge einen Bruchteil eines Millimeters betraegt. Nur vereinzelt findet man grössere Pyritwürfel mit einer maximalen Kantenlaenge von 2-3 mm.

Bei staerkerer Vergrößerung zeigen viele Pyrite einen deutlichen zonaren Aufbau. Die einzelnen Schalen des zonaren Pyrites haben ein verschiedenes Reflexionsvermögen und einen verschiedenen Farbton. So wechseln öfters gelbliche und blaue Pyritschalen miteinander. Die blaue Partien sind stark reflexionspleochroitisch.

Alle diese Eigenschaften des Pyrites machen es wahrscheinlich, dass er aus kolloidalen Lösungen kristallisiert ist.

Nach F. Hegemann enthaelt der Pyrit von Ergani Co und Ni. Besonders ausgepraegt ist der Co-Gehalt, welcher bis zu 1.25% geht (spektralanalytisch festgestellt). Erzmikroskopisch wurden keine Kobaltminerale als Einschlüsse im Pyrit beobachtet; man muss daher annehmen dass der Co isomorph dem Pyrit eingelagert ist. Der zonare Aufbau und die Anisotropie gewisser Pyrite steht mit einer solchen Annahme in Einklang.

Der Pyrit enthaelt dagegen zahlreiche Einschlüsse von Pyrrhotin und Kupferkies. Es handelt sich 2. T. um spaeter eingedrungene Fremdkörper, in letzterem Falle liegt eine Gesetzmässigkeit der Einlagerung vor, da die Verdraengung insbesondere die Grenzlinien zwischen den Pyritschalen angriff. Die Eindringlinge sind daher meist parallel den Aussenbegrenzungen des Pyrites orientiert. Auch füllen sie gerne die Poren der skelettartigen Pyrite aus und treten dann in Wechsellagerung mit Pyritlamellen auf (s. oben).

Vom genetischen Standpunkte aus ist die Verdraengung des Pyrites durch Pyrrhotin besonders auffallend. Auf derartige Vorgaenge ist schon im Lehrbuch der Erzmikroskopie von Schneiderhöhn-Ramdohr hingewiesen.

Zuletzt sei die starke Durchwachsung von Pyrit mit Chlorit und untergeordnet mit anderen Silikaten erwahnt. Die Chlorite bilden öfters büschelförmige Aggregate inmitten der Pyritmasse und sind in dieser regellos eingelagert.

Pyrrhotin:

Der Pyrrhotin liegt meist in Form von rundlichen bis lappigen Körnern im Kupferkies. Er wird oft von diesem ein wenig verdraengt. Wie unter "Pyrit" beschrieben, hat der Pyrrhotin seinerseits den Pyrit angefressen, sodass seine Bildung im Grossen und Ganzen zwischen der des Pyrites und der des Kupferkies liegt, in einigen Anschliffen wurde eine weitgehende Umwandlung des Pyrrhotins in eine grauweisse, anisotrope Substanz beobachtet, welche in Form von feinen, oft verbogenen Lamellen dem Pyrrhotin parallel (0001) eingelagert sind. Im Lehrbuch der Erzmikroskopie von Schneiderhöhn - Ramdohr wird dieses Umwandlungsprodukt des Pyrrhotins als eine "dem Markasit aehnliche Substanz" beschrieben. Es liegt aber hier sicher eine andere Substanz als reiner Markasit vor.

Als Fremdkörper liegen im Pyrrhotin kleine idiomorphe Körner von Kupferkies und Blende. Sie deuten daraufhin, dass schon die spaerlichen Frühkristallisationen der Phase III einsetzen (s. Photo II).

Besonders beachtlich sind die Pentlandit-Einschlüsse im Pyrrhotin (s. unten).

Pentlandit:

Der Pentlandit ist in saemtlichen pyrrhotinfuehrenden Anschliffen von uns festgestellt worden. Sein Auftreten ist allgemein verbreitet und immer eng mit dem des Pyrrhotins verbunden. Im Gegensatz zu den normalen Faellen, in denen der Pentlandit jünger als der Pyrrhotin ist, ist er hier meist etwas aelter als dieser. So bildet er rundliche Körner mit Andeutung eigener Form. Vereinzelt beobachtet man deutliche Oktaederdurchschnitte inmitten des Pyrrhotins (s. Photo III). in selteneren Faellen liegt der Pentlandit im Kupferkies. Er weist dann eine vollkommene idiomorphie auf.

Untergeordnet ist der Pentlandit gleichzeitig mit dem Pyrrhotin ausgeschieden. Er bildet dann unregelmässige gelappte Lamellen im Pyrrhotin (s. Photo II).

Bei staerkster Vergrößerung laesst sich beobachten, dass der Pentlandit von einem Mineral verdraengt wird, das wahrscheinlich Bravoit ist (s. unten).

Bravoit:

Der Pentlandit wird von Spaltrissen aus von einem dem Magnetkies in Farbe sehr aehnelnden Mineral verdraengt. Erst bei Betrachtung mit Ölimmersion wird das Auftreten dieser Neubildung deutlich, da ihr Reflexionsvermögen dabei staerker herabgesetzt wird als das des Pentlandites. Diese Eigenschaft ist für den Ni-reichen Bravoit eigentümlich, der ausserdem ein recht allgemeiner Verdraenger des Pentlandits ist. Aus diesen Gründen möchten wir dieses, seiner Feinkörnigkeit wegen nicht weiter bestimmbare Material für Bravoit halten.

Chlorit - Quarz:

Die Chloritbildung hielt auch waehrend dieser Phase an. innige Verwachsungen von Pyrit und Chlorit waren die Folge. Auch Quarz scheint ausgeschieden worden zu sein. Er füllt die Poren der skelettartig aufgebauten Pyrite aus.

Gruppe III (Kristallisation der Phase III)

Kupferkies:

Obwohl die Erstausscheidungen des Kupferkieses zur Gruppe II zu rechnen sind, gehört seine Hauptkristallisation der Phase III an. Er bildet die Hauptkomponente dieser Gruppe.

Der Kupferkies bildet im allgemeinen die Füllmasse zwischen den vorher ausgeschiedenen Erzmineralien. Er verdraengt besonders gerne den Pyrit und bisweilen den Pyrrhotin. Seine Individuen zeigen öfters deutliche Zwillinglamellen. Accessorisch tritt Kupferkies als Entmischungskörper in der Blende auf.

In Ausnahmefaelen hat der Kupferkies kolloformen Aufbau und ist dann nicht selten von geringen Ausscheidungen von Pyrit begleitet. Diese sind meist in einzelnen Schalen der kolloformen Kupferkiesmassen staerker angrehaeuft, wodurch der schalige Bau des Kupferkies weiter betont wird.

Mit den übrigen Gliedern der Erzgruppe III bildet der Kupferkies meist synchronische Verwachsungen (siehe unten). Nur die Blende, welche in unzähligen kleinen Individuen fast überall im Kupferkies auftritt, hat öfters eine ausgesprochene idiomorphie.

Besondere Erwaehung verdienen die Chloriteinschlüsse im Kupferkies. Im Anschliff beobachtet man öfters, dass die Chlorite auf bestimmten Linien liegen. So unterscheiden sich mehrere Systeme von Chloritreihen, Es handelt sich offenbar um eine Einlagerung von Fremdkörpern, welche nach den (111) Richtungen des Kupferkieses orientiert ist (s. Photo IV).

Eine etwas seltenere, doch ebenfalls sehr auffallende Verwachsung wurde zwischen Kupferkies und Pyrit beobachtet. Der Pyrit bildet grobe Lamellen, welche parallel (111) des Kupferkieses ozientiert sind. Die Lamellen liegen meist nur im Innern der Kupferkiesindividuen und stossen nicht in deren Randpartien vor (s. Photo V). Bei staekerer Vergrößerung lösen sich die Pyritlamellen in eine feine Verwachsung von Pyrit und Kupferkies auf. Man könnte hier an ein Sondergefüge synchronischer Verwachsung zweier Mineralien denken. Andererseits sind wir dazu geneigt, die Pyrit-Kupferkieslamellen als Zerfallprodukte ehemaligen Cubanits aufzufassen. Die Verdraengung waere dann vollstaendig, da keine Cuba-

nitreste gefunden wurden. Schon im Lehrbuch der Erzmikroskopie von Schneiderhöhn - Ramdohr wird darauf hingewiesen, dass Cubanit wenig beständig ist und gerne unter Einfluss von Verwitterungsverhältnissen in Zerfallsprodukte zerlegt wird. Eine derartige Erklärung findet eine weitere Stütze darin, dass auch Vallerit (s. unten) in Kupferkies und Pyrit umgewandelt worden ist. Auch diese Umsetzung ist gleicher Art, nur mit dem Unterschied, dass der Zerfall des Vallerits weniger allgemein verbreitet zu sein scheint und zuerst von uns hier beobachtet wurde.

Die oberflächennahe Lage der Lagerstätte von Ergani, welche eine starke Einwirkung der Verwitterungsvorgänge ermöglichte, legt die Annahme eines solchen Mineralzerfalles sehr nahe. Näheren Studien sei es überlassen, eine endgültige Lösung dieser Frage zu bringen.

Ein weiteres Charakteristikum des Kupferkieses von Ergani ist sein Reichtum an Vallerit - Einschlüssen (s. unten).

Vallerit:

Der Vallerit liegt in Form von länglichen, meist recht unregelmäßig begrenzten Einschlüssen im Kupferkies. Besonders häufig ist sein Auftreten in den randlichen Partien der Kupferkiesindividuen. An manchen Stellen hat er sich an ältere Mineralien (wie Chlorit) angelegt. Nicht selten beobachtet man, dass engverwachsene Aggregate vorliegen. Es hat den Anschein, dass die Valleriteinschlüsse hier keine Entmischungsprodukte, sondern eher synchron ausgeschiedene Einlagerungen sind. So tritt der Vallerit manchmal in Form von langen Lamellen auf, welche zusammen in der Kupferkies-Masse dreieckige Ausschnitte umgrenzen. Es liegt eine deutliche Orientierung nach den (111) Richtungen des Kupferkieses vor (s. Photo VI). Diese Erscheinung ist nur durch die Abnahme einer synchronischen Ausscheidung zu erklären.

Wie schon unter Kupferkies, erwähnt, weist der Vallerit eine geringe Umwandlung in Pyrit und Kupferkies auf. Eine gute Politur dieser Valleritteile ist recht schwierig herzustellen, da die Pyritkörner gerne ausbröckeln. Ebenso wie Cubanit scheint der Vallerit, obwohl weniger, unter Einfluss von Verwitterungsvorgängen in Zerfallsprodukte umgebaut zu werden.

Bornit:

Der Bornit ist immer mit Kupferkies verwachsen und bildet hakige Einschlüsse in diesem (s. unter "Kupferkies"). Seine synchronischen Beziehungen zu Kupferkies, Blende und Bleiglanz weisen auf seinen azendenten Charakter hin (nicht zu verwechseln mit dem zementativen Bornit, welcher in viel größeren Mengen auftritt).

Blende:

Die Blende hat sich über einen größeren Zeitabschnitt gebildet, welcher bis in die Phase II zurückreicht. Ihre älteste Bildung ist meist idiomorph und eng mit der Ausscheidung des Pyrrhotins verbunden (s. dort), im Anschliff beobachtet man die Blende dieser frühen Ausscheidungsperiode in Form von unzähligen kleinen Tetraederdurchschnitten (meist Dreiecke), im Kupferkies. Ihre Idiomorphie ist nicht von einer Verdrängung durch Kupferkies beeinträchtigt worden. Diese Blendekriställchen enthalten keine Kupferkiesentmischungskörper, sondern an deren Stelle vereinzelt Pyrrhotineinschlüsse. Öfters sind sie zu schlierenartigen Aggregaten zusammen verwachsen.

Eine andere Modifikation der Blende ist etwa gleichzeitig mit dem Kupferkies entstanden. Sie hat keine eigenen Formen, sondern stellt eine lappige Verwachsung mit Kupferkies dar. Ein ausgesprochener Reichtum an Kupferkiesentmischungen macht ihre Erkennung leicht.

Zuletzt gibt es eine schwarze Blende, welche weder Pyrrhotin - noch Kupferkieseinschlüsse enthaelt. Sie bildet grobkristalline Aggregate. Meist erweist sie sich als Verdraenger des Kupferkieses.

Bleiglanz:

Der Bleiglanz tritt nur sporadisch in Erscheinung. Man findet ihn nur als hakige Einschlüsse im Kupferkies, mit welchem er synchron zur Ausscheidung kam.

Gruppe IV (Kristallisation der Phase IV)

Kalzit - Ankerit:

Der Mineralisationsablauf endete mit einer reichlichen Zufuhr kohlenstaureicher Lösungen. Kalzit und Ankerit wurden überall ausgeschieden und zwar meist auf Kosten der Erzminerale, welche in erheblichem Masse von diesen Karbonaten verdraengt wurden. Besonders die kolloformen Anteile der S-haltigen Erzkomponenten (wie die des Pyrites) mussten grösstenteils diesen Neubildungen ihren Platz einraeumen.

Bemerkungen zur Genese der Lagerstaette von Ergani

Die von uns nach erzmikroskopisch - paragenetischen Gesichtspunkten durchgeführte Untersuchung hat die Erkennung von vier Erzgruppen gestattet, welche dem Alter nach mit den Nummern I bis IV versehen wurden.

Die Paragenese der Gruppe I weist auf eine pneumatolytische Bildung, die Paragenesen der Gruppe II, III und IV mehr auf hydrothermale Entstehung hin. Die Lagerstaette vertritt daher nicht den Prototypus einer einzelnen Lagerstaettenklasse, sondern ist eine Übergangsform, welche Absatze zweier im natürlichen System aufeinander folgender Lagerstättengruppen enthaelt. H. Schneiderhöhn gibt solchen Mineralbildungen komplexer Natur den Namen "Übergangslagerstaetten".

Wir teilen daher das Erzvorkommen von Ergani in die Gruppe der pneumatolytisch - hochtemperiert hydrothermalen Übergangslagerstaetten ein.

Auffallend sind die allgemein vertretenen Reliktstrukturen des ehemaligen Gel - Zustandes. Diese weisen darauf hin, dass Absatze aus kolloidalen Medien beim Aufbau des Mineralgemenges von Ergani eine grosse Rolle gespielt haben. Eine derartige Feststellung steht in keinem Widerspruch mit der Annahme hoher Bildungstemperaturen. Neuere Erkenntnisse haben gelehrt, dass derartige Kristallisationen ebenso gut bei hoch - wie bei tieftemperierten Zustandsbedingungen auftreten können.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Mineralkomponenten des primären Erzbestandes der Lagerstaette von Ergani beschrieben. Dem Alter und den paragenetischen Verhältnissen nach wurde die Mineralassoziation in vier Gruppen aufgespalten (s. Übersichtstabelle). Besonders charakteristisch ist das Vorkommen von Magnetit, Spinell, Ilvaite, Pentlandit und Vallerit. Diese Minerale weisen auf hohe Bildungstemperaturen hin.

Eine weitere beachtliche Eigenschaft des Erzes ist sein hoher Co- und Ni-Reichtum. Wir verdanken F. Hegemann spektralanalytische Bestimmungen des Co - und Ni - Gehaltes des Pyrites und des Pyrrhotins von Ergani.

Der Pyrit, der sehr Co-reich ist, enthaelt dieses Element in isomorpher Beimischung." Der

Ni-Co-Gehalt des Pyrrhotins wird mikroskopisch durch das weitverbreitete Auftreten von Pentlandit - Einschlüssen geklärt.

Das Auftreten von Kobaltin im Pyrrhotin und Kupferkies, von F. Hegemann erwähnt, konnte nicht bestäetigt werden.

Die deszendente Kupferanreicherung wurde hier nicht behandelt. Sie ist besonders durch das reichliche Auftreten von Covellin charakterisiert, in bedeutend geringeren Mengen treten blauer Kupferglanz und Bornit in Erscheinung,

Literatur:

- F. Behrend** Die Kupfererzlagerstaette Arghana Maden in Kurdistan. Zeitschr. für pr. Geologie, 1925.
- Fr. Hegemann** : Die geochemische Bedeutung von Kobalt und Nickel im Pyrit. Zeitschr. f. angew. Mineralogie, 1943.
- Schneiderhöhn - Ramdohr:** Lehrbuch der Erzmikroskopie, Bd. H, 1931.
- H. Schneiderhöhn** : Lehrbuch der Erzlagerstaettenkunde, Bd. I., 1941.