

ORTA ANADOLU ERCİYAS BÖLGESİ HİYALOBAZALTI YÜKSEK TEMPERATÜR LABRADORİTİNİN OPTİK ORİYANTASYONU

Bahattin AYRANCI

Zürich Yüksek Teknik Okulu, Kristalografi ve Petrografi Enstitüsü, İsviçre

A. GİRİŞ

Kristalin kayaçların, tanımlanma ve sınıflandırılmalarında son derece önemli olan plajiyoklazların mikroskopla tayinlerinde uzun süre devam eden sıhatsızlık, metodik yönden fevkalâde gelişmelere rağmen, tayinlerde kullanılan diyagramların yetersizliğinden doğmuştur. Bilgilerimize istinaden bu eksiklik, Federow, Michel-Levy ve Becke zamanından beri bilinen stereogramlarda optik eksenler ve esas titreşim yönleri migrasyon eğrileri seyrine bağlı olduğu kadar, bunlara göre dengelenen anortit miktarlarının düzenlenişi ile de ilgili bulunmaktaydı. İlk defa olarak *Euler-açtsının* (Burri, 1956; Parker, 1961) küresel koordinatlar yerinde kullanılmasıyla optik yönlerin mücessem yerlerinin tespitinde bir yenilik getirilmişti. Yeni kimyasal analiz metotlarının (kompleksometrik titrasyon, flamfotometri, elektronmikrosond) daha inceltilen universal dönermasa ile kombinasyonu ile taşlardaki plajiyoklazların ince kesitlerinden diyagramlarda yeni belirli (Fixpunkte) noktaların tespit edilerek faydalanılmasını mümkün kılmıştı (Burri, 1968). Bu şimdiye kadar Becke ve Wülfing tarafından en güvenilir metotlarla, oriyante ince kesitlerin hazırlanmasına izin veren büyük individumlar yardımıyla yapılan plajiyoklazların optik oriyantasyonuna nispetle bir yenilik anlamı taşımaktadır. Plajiyoklazların optik oriyantasyonlarında kullanılan temel stereogramların yeni bir konstrüksiyonu (Burri; Parker; Wenk, 1967), mevcut bütün dokümanların ışığı altında kritik bir görüşle hazırlanmakla beraber ve bunların durumu öncekilerine nispetle oldukça düzeltmesine rağmen, daha halen boşluklar bulunmakta ve kimyasal terkipleri bilinen taze, zon yapılı olmayan plajiyoklazların optik oriyantasyonlarının katıyetle tayinine devam edilmesi arzu edilmektedir.

Prof. Burri'nin teklifi ile bu manada, daha önce tarafımdan tetkik edilmiş olan Orta Anadolu, Erciyes volkanı (Antik Argaios) bölgesinden (B. Ayrancı, 1969) bir yüksek temperatur labradoriti incelenmiştir. Sayın Profesör Burri'ye kıymetli yardım ve teşviklerinden dolayı ve Sayın Profesör Schwander'e, Basel, incelenen plajiyoklazın mikrosond ile tetkikini yapmasından teşekkür borçluyum.

B. METOT

Tatbik olunan metot Burri (1968) tarafından tavsiye edilmektedir. Tertsch'in (1943-1944) gidişatına uygun olarak, doğrudan doğruya ölçümleri daima hatalı olarak bilinen dilinim ve ikizlenme yüzeyleri gibi morfolojik istinat elemanlarından tamamen vaz geçilmektedir. Morfolojik istinat sistemi olarak esas itibarıyla X-ekseni albit-karlsbad (Roc-Tourne) karmaşık ikiz yasaının ikiz eksenini ile; Y-ekseni albit-ikiz yasaının ikiz eksenini yani (010) a normal ile; Z-ekseni kristalografik c-eksenine aynı zamanda karlsbad-ikiz yasaının ikiz eksenini ile meydana getirilen dik açılı bir XYZ-koordinat

sistemi kullanılacaktır. Federow ve Nikitin zamanından beri tanınan bu sistemin kullanılabilmesi için, yukarıda belirtilen üç-ikiz yasasından en az ikisinin hülunması gerekmektedir. Her defasında optik simetri düzlemlerinin universal dönermasa ile ölçmeleri göstermiştir ki, optik eksenler düzlemi ve hünunla hirikte $["b"]^1$ nin durumu $["a"]$ ve $["g"]$ ya nispetle daha hatalı bulunmaktadır ve ortogonalite yönünden, bu üç titreşim yönünün hiline şekilde düzeltilmesinden, iyi ölçülen $["a"]$ ve $["g"]$ nin daha hatalı elde edilen $["b"]$ ya göre elverişli olmayan tesiri dolayısıyla, vaz geçilmektedir. Daha çok her iki bisektire ait değerler alınarak 90° ye irca edilmiştir, $["b"]$ nin durumu burada $["a"]$, $["g"]$ düzlemine göre, normal olarak sadece matematiksel yolla elde edilecektir. Burri'nin Khuchire lahradoritindeki incelemeleri (Burri, 1968) böyle bir tutumun yerinde olduğunu göstermiştir.

Koçdağ lahradoritinin optik oriyantasyonunun tespitinde karlsbad-, albit-karlsbad- ve albit-ikiz-yasalarının tayini Rittmann'ın «zonlar metodu»na (Rittmann, 1929) göre yapılmıştır.

C. KOÇDAĞ LABRADORİTİ

Koçdağ volkanı, merkezi Erciyas (Antik Argaios) volkanının doğusunda ve yüksek platoda yer almakta, kısmen hiyalobazaltlardan meydana gelmektedir. Erciyas'ın orta erüpsiyon fazında mütalaa olunabilir (B. Ayrancı, Doktora tezi, Würzburg, 1969).

Makroskopik olarak bu volkanitler koyu gri ilâ siyah, çok taze görümlü ve porfirik yapıdadırlar.

Mikroskopik olarak, cam itibarıyla çok zengin, matrikste çok ince dağılmış, kısmen ilmenit ile entmişunglu manyetit tanecikleri, bol ve kısmen büyük apatit ve nadiren de zirkon iğneleri görülmektedir.

Ayrıca hiyalobazaltlarda psödotalitlere (pseudotachylite) rastlanır. Bunlar bilhassa kuvars katkılarının (Quarzeinschlüssen) bulunduğu hiyalobazaltlarda sıkça olup, milonitleşme eşliğinde ekstrem bir ergimenin (fusion) son mahsulüdürler.

Koyu renkli mineral muhtevasını ortopiroksenler ve azalan klinopiroksenler meydana getirir. Ortopiroksenler çok defa idiomorf enstatitçe zengin çekirdekle zon yapılı, klinopiroksenler ojit ve ferrojit ile temsil edilmektedirler.

Açık renkli mineraller üç farklı plajiyoklaz tipini kapsarlar:

1. Oldukça büyük zon yapılı plajiyoklaz fenokristalleri, ince ikiz lamelleri ihtiva etmekte ve ekseriyetle fena idiomorfik yapıdadırlar. Çekirdeklerinde anortit miktarı % 78 e çıkmakta ve çemberde % 50 ye düşmektedir.

2. Plajiyoklaz-piroksen akümülyasyonlarında bulunan zayıf zon yapılı karlsbad-, albit-, veya albit-karlsbad- (Roc-Tourne) karmaşık-ikiz yasalarına göre ikizli fenokristaller.

¹ Burri, Parker, Wenk'in (1967) tavsiyelerine uyarak, na , nb , ng kırma indisleri için, $["a"]$ $["b"]$ $["g"]$ Bunlara ait esas titreşim yönlerine ve aynı zamanda indikatriksin simetri eksenlerine tahsis edilmiştir.

3. Çok ikizli, az çok zonlu plajiyoklaz taneleri.

Ayrıca açık renkli mineraller arasında biraz kuvars bulunmaktadır.

Koçdağ hiyalobazaltına ait tipik bir numunenin modal mineral muhtevası şöyledir:

	<i>Vol. % si</i>		<i>Vol % si</i>
Matriks	51.8		% 51.8 matriksin mineral muhtevası:
Plajiyoklaz	12.6 (büyük taneler)		
Plajiyoklaz	18.5 (küçük taneler)	Cam kısmı	40.0
Piroksen	10.2	Plajiyoklaz	16.0
Kuvars	0.1	(mikrolit)	
Akümüstasyon	0.8	Piroksen	38.0
Opak mineral	5.0	Opak mineral ve Apatit	6.0

Burada incelenen yalnız zayıf zon yapısı gösteren labradoritler 2. ve 3. gruptan seçilmiştir. Yedi adet karlsbad, Roc-Tourne ve albit ikizleri ölçülmüştür. Köhler açısı ikiz eksenleri üzerinden sayılarak ve Köhler açılarının (Kx, Ky, Kz,) yarılanmasıyla Federow açıları (Fx, Fy, Fz) ana titreşim yönleri [n_a] [n_b], [n_g] için elde edilmişlerdir. Bunlar morfolojik XYZ-sisteminin istinat ettiren yön açılarına uymaktadırlar.

Ölçüler:

Kx- (Roc-Tourne yasası)

$[n_\alpha]$	107	112	109	105	108.5	109	105.5
$[n_\beta]$	80	80	79	85	77	79	83
$[n_\gamma]$	152	144	149	148	155	147	151

Ky- (Albit yasası)

$[n_\alpha]$	151	152	155	152	148	152	148
$[n_\beta]$	120.5	121	120	120	121	120	120.5
$[n_\gamma]$	68	68	66	68	68	66	68

Kz- (Karlsbad yasası)

$[n_\alpha]$	82	78.5	84	86	83	89	76.5
$[n_\beta]$	128	122	120	118	123	116	125
$[n_\gamma]$	121	122	124	124	124	123	122

Ortalama:

	<i>Kx (Roc-Tourne yasası)</i>	<i>Ky (Albit yasası)</i>	<i>Kz (Karlsbad yasası)</i>
$[n_\alpha]$	$108^\circ \pm 2.39^\circ$	$151.1^\circ \pm 2.50^\circ$	$82.7^\circ \pm 4.09^\circ$
$[n_\beta]$	$80.3^\circ \pm 2.56^\circ$	$120.4^\circ \pm 0.45^\circ$	$121.7^\circ \pm 4.10^\circ$
$[n_\gamma]$	$149.4^\circ \pm 3.59^\circ$	$67.4^\circ \pm 0.97^\circ$	$123.1^\circ \pm 1.22^\circ$

Federow açısı:

	$[n_\alpha]$	$[n_\beta]$	$[n_\gamma]$
Fx	$-54.00^\circ \pm 1.20^\circ$	$40.15^\circ \pm 1.28^\circ$	$74.70^\circ \pm 1.79^\circ$
Fy	$-75.55^\circ \pm 1.25^\circ$	$-60.20^\circ \pm 0.23^\circ$	$33.70^\circ \pm 0.48^\circ$
Fz	$41.35^\circ \pm 2.03^\circ$	$60.85^\circ \pm 2.05^\circ$	$61.55^\circ \pm 0.61^\circ$

Federow açısı elde edildikten sonra ölçü hatalarını dağıtmak için $\sum \cos^2 F_i$ hesaplandı. Buna göre «1» le olan farkları:

$$[n_\alpha] = -0.02870, \quad [n_\beta] = 0.06850, \quad [n_\gamma] = 0.01127.$$

Parker'in (Burri; Parker; Wenk, 1967, s. 143) tavsiye ettiği şekilde farklar üç açığa her seferinde eşit miktarlarda dağıtılacaktır. Buradan düzeltilen yeni Federow açıları, eskileri parantez içinde, Köhler açısından elde edilmiştir.

Çıkarılır:	$[n_\alpha]$	$[n_\beta]$	$[n_\gamma]$
Fx	$-53.32^\circ (-54.00^\circ)$	$41.61^\circ (40.15^\circ)$	$74.42^\circ (74.70^\circ)$
Fy	$-74.87^\circ (-75.55^\circ)$	$-61.66^\circ (-60.20^\circ)$	$33.42^\circ (33.70^\circ)$
Fz	$-40.67^\circ (41.35^\circ)$	$62.31^\circ (60.85^\circ)$	$61.27^\circ (61.55^\circ)$

Bu neticelerden görüleceği gibi $\sum \cos^2 F_i$ nin $[n_\beta]$ olan farkı, $[n_\alpha]$ ve $[n_\gamma]$ dan elde edilen den oldukça büyüktür.

Düzeltilen Federow açılarından sonra $[n_\alpha], [n_\beta], [n_\gamma]$ için Goldschmidt değerleri (ρ, φ) ni hesaplamak mümkündür:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \Delta &= \frac{\cos F_x}{\cos F_y} \dots \dots \dots \rho_\alpha = F_z & \varphi_\alpha &= 40.67^\circ \dots \dots \dots [n_\alpha] \\ \varphi_\alpha &= \Delta + 180^\circ & \varphi_\alpha &= 246.40^\circ \\ \varphi_\beta &= 180^\circ - \Delta & \rho_\beta &= F_y & \rho_\beta &= 62.31^\circ \dots \dots \dots [n_\beta] \\ \varphi_\beta &= 122.41^\circ & \varphi_\beta &= 122.41^\circ \\ \varphi_\gamma &= \Delta & \rho_\gamma &= F_z & \rho_\gamma &= 61.27^\circ \dots \dots \dots [n_\gamma] \\ \varphi_\gamma &= 17.84^\circ & & & & \end{aligned}$$

Buna göre üç esas titreşim yönü ortogonalite durumunun tetkikinde:

$$[n_\alpha, n_\beta] = 89.93^\circ; \quad [n_\alpha, n_\gamma] = 90.77^\circ; \quad [n_\beta, n_\gamma] = 89.84^\circ$$

Bu sebeple başka bir düzeltmenin yapılması gerekmektedir. Bu eşit şekilde dağıtma en basit bir yolla Burri'nin usulüne (Burri, 1950, 1968) göre vektör-analizi şeklinde yapılabilir:

$$A = -\cos (53.32^\circ) i - \cos (74.87^\circ) j + \cos (40.67^\circ) k$$

$$C = \cos (41.61^\circ) i + \cos (61.66^\circ) j + \cos (62.31^\circ) k$$

A ve C den B hesaplanır, bu suretle $[n_\beta]$ nin yeni durumu verilmiştir:

$$B = 0.75854 i - 0.49085 j + 0.428487 k$$

Buradan aşağıdaki neticeler elde edilir:

$$F_x = 40.67^\circ$$

$$F_y = -60.60^\circ$$

$$F_z = 64.63^\circ$$

$$[n_\beta]$$

$$\varphi_\beta = 122.91^\circ$$

$$\rho_\beta = 64.63^\circ$$

Euler açısı II

$$R = \varphi_\beta = 122.91^\circ$$

$$I = \rho_\beta = 64.63^\circ$$

Bu yeni Federow açılarının $\sum \cos^2 F_i = 1$ göre düzenlenen değerlere göre farkları $[n_\beta]$ da: 0.94° , 1.06° , 2.32° dir.

Şimdi $[n_\beta]$, $[n_\alpha]$ ve $[n_\gamma]$ dik durumdadır, fakat $[n_\alpha]$ ve $[n_\gamma]$ arasındaki farkın da düzeltilmesi gerekmektedir. Bunun için II. Euler açısının üçüncüsünden, L den yararlanılır:

Çizim 1 den şu bağıntı elde edilir:

$$\cos(n_\alpha, K) = \sin \rho_\alpha \cos(\varphi_\alpha - \varphi_K) = 57.09^\circ$$

$$\cos(n_\gamma, K) = \sin \rho_\gamma \cos(\varphi_\gamma - \varphi_K) = 147.86^\circ$$

Aradaki fark $147.86^\circ - 57.09^\circ = 90^\circ$ ye eşitlenirse, şu netice elde edilir:

$L\alpha = 57.09^\circ - 0.38^\circ = 57.47^\circ$ bu suretle Euler açısı II aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$R = 122.91^\circ$$

$$I = 64.63^\circ$$

$$L\alpha = 57.47^\circ$$

Euler açısı I ve Euler açısı III, Parker'e (Burri, Parker, Wenk, sayfa 123-124, 1967) göre şöylece hesaplanır:

$$\Phi = R - \Delta \text{ burada } \cotg \Delta = \cotg I \alpha. \cotg L_\gamma \text{ burada } L_\gamma = L\alpha + 90^\circ$$

$$\cos(\Phi) = \sin I \cos L_\gamma$$

$$\tg \varphi_\beta = \tg I \sin L_\gamma \quad \text{Buradan Euler I açısı elde edilir:}$$

Euler-I açısı:

$$\Phi = 66.80^\circ$$

$$\Psi = 41.41^\circ$$

$$\Theta = 40.38^\circ$$

Euler-III açısı:

$$D = \Phi - \Delta = R + 180^\circ$$

$$\cotg \Delta = \cos(\Phi) \cotg \Psi$$

$$\Delta = 49.18$$

$$D = 66.80^\circ - 49.18^\circ = 17.62^\circ$$

$$\cos N = \sin(\Phi) \cos \Phi$$

$$N = 60.93^\circ$$

$$\tg K_\alpha = -\tg I \sin L_\alpha$$

$$K_\alpha = 60.64^\circ$$

$$180^\circ - K_\alpha = 119.36^\circ$$

Kısaca Euler-III açısı:

$$D = 17.62^\circ$$

$$N = 60.93^\circ$$

$$180^\circ - K = 119.36$$

şeklindedir.

Optik eksenlerin bulunduğu yerler Şekil 1 de görülen bağıntıdan aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir:

$$\text{ölçülen } 2V (+) = 78.14^\circ \pm 0.78^\circ$$

$$V_\alpha = 50.93^\circ$$

$$\rho_\alpha = \Theta = 40.38^\circ$$

$$\varphi = 41.41^\circ$$

$$V_\gamma = 39.07^\circ$$

ve sinüs bağıntısından da:

$$\sin \delta = \frac{\sin \Psi}{\sin \beta} \sin \alpha \quad \text{buradan } \delta = 93.94^\circ$$

$$\varphi_B = \varphi_A + \delta = 340.74^\circ \quad \varphi_B = 340.74^\circ$$

Bu suretle aranılan eksen pozisyonları şöyledir:

$$\varphi_A = 215.72^\circ \quad \varphi_B = 340.74^\circ$$

$$\rho_A = 84.09^\circ \quad \rho_B = 30.98^\circ$$

Geriden doğru hesaplanan $2V$ açısından aşağıdaki netice elde edilir:

$$\cos 2V = \cos \rho_A \cos \rho_B + \sin \rho_A \sin \rho_B \cos (\varphi_A - \varphi_B) = 77.14^\circ \quad (\text{ölçülen } 2V = 78.14^\circ \pm 0.78^\circ).$$

Çok defa eksen pozisyonlarının Becke'nin küresel koordinatlarıyla belirtilmesi arzu edilir. Bunlar şu şekildedir:

A-ekseni	B-ekseni
$\varphi^* = 53.86^\circ$	$\varphi^* = 29.07^\circ$
$\lambda = 79.96^\circ$	$\lambda = 11.20^\circ$
$L_A = L_\alpha - V_\alpha = 6.09^\circ$;	$L_B = L_A + 2V_\alpha = 108.85^\circ$

D. NETİCELERİN ÖZETİ VE GİRİŞ VERİLERİ

Koçdağ labradoritinin ölçülen Köhler ve Euler açıları ve bunlara göre elde edilen anortit miktarları:

1. KÖHLER AÇISI	$\left[\frac{n_\alpha}{n_\alpha} \right]$ Anortit miktarı	$\left[\frac{n_\beta}{n_\beta} \right]$ Anortit miktarı	$\left[\frac{n_\gamma}{n_\gamma} \right]$ Anortit miktarı	EULER AÇISI	Anortit miktarı
K_x -Roc-Tourné yasası	$108^\circ \pm 2.39^\circ$ % 57	$80.3^\circ \pm 2.56^\circ$ % 57	$149.4^\circ \pm 3.59^\circ$ % 59 TT*	$\psi = 40^\circ \pm 1.82^\circ$	% 57
K_y -Albit yasası	$151.1^\circ \pm 2.50^\circ$ % 57.5	$120.4^\circ \pm 0.45^\circ$ % 57	$67.4^\circ \pm 0.97^\circ$ % 57.5	$\beta = 39.6^\circ \pm 2.27^\circ$	% 58 1.98%
K_z -Karlsbad yasası	$82.7^\circ \pm 4.09^\circ$ % 54.8**	$121.7^\circ \pm 4.10^\circ$ % 53.9**	$123.1^\circ \pm 1.22^\circ$ % 56	$\varphi = 63.3^\circ \pm 2.27^\circ$	% 58
2. TURNER AÇISI	***ZA / $\left[\frac{n_\alpha}{n_\alpha} \right]$ Anortit miktarı	ZA / $\left[\frac{n_\beta}{n_\beta} \right]$ Anortit miktarı			
K_x -Roc-Tourné yasası	$53^\circ/54.5^\circ \pm 1.81^\circ-1.76^\circ$	% 56-57	$40/42^\circ \pm 2.78^\circ-1.96^\circ$	% 57.5-57	
K_y -Albit yasası	$75^\circ/76.5^\circ \pm 2.08^\circ-1.87^\circ$	% 59-57	$60.5^\circ/60.5^\circ \pm 1.08^\circ$	% 59-59.5	
K_z -Karlsbad yasası	$38/39.5^\circ \pm 2.93^\circ-1.78^\circ$	% 59-57	$68^\circ/66^\circ \pm 2.87^\circ-3.37^\circ$	% 59-57	

* Derinlik tipi eğrisinden. ** Eğrinin seyri gayri müsait. *** İki eksenli.

3. FEDEROW VE GOLDSCHMİDT AÇILARI

Esas titreşim yönlerinin koordinatları					
	FEDEROW AÇISI			GOLDSCHMİDT AÇISI	
	F_x	F_y	F_z	φ	ρ
$\left[\begin{matrix} n \\ \alpha \end{matrix} \right]$	-53.32° (-54.00)	-74.87° (-75.55)	40.67° (41.35)****	246.40°	40.67° (41.35)
$\left[\begin{matrix} n \\ \beta \end{matrix} \right]$	40.67° (41.61)	-60.60° (-60.20)	64.63° (62.31)	122.91° (122.41)	64.63° (62.31)
$\left[\begin{matrix} n \\ \gamma \end{matrix} \right]$	74.42° (74.70)	33.42° (33.70)	61.27° (61.55)	17.84°	61.27° (61.55)

4. EULER AÇISI (düzeltilerek)

Euler Açısı	Anortit miktarı	II. Euler Açısı	Anortit miktarı	III. Euler Açısı	Anortit miktarı
$\Theta=40.38^\circ$	% 57.0	$R=122.91^\circ$	% 57.5	$D=17.62^\circ$	% 54*
$\Psi=41.41^\circ$	% 56.5	$I=64.63^\circ$	% 57.0	$N=60.93^\circ$	% 59.5
$\varphi=66.80^\circ$	% 57.5	$L\alpha=57.47^\circ$	% 55.0**	$180^\circ-K\alpha=60.64^\circ$	% 56.5

Mikrosond inceleme sonucu: % 58 Anortit miktarı tayin edilmiştir (H. Schwander'in Basel'de tetkikından).

Eksenler açısı	Optik eksenlerin durumu	(Becke'nin koordinatlarıyla):
$2V_z=78.14^\circ \pm 0.78^\circ$	A eksen	B eksen
	$\varphi^*=53.86^\circ$	$\varphi^*=29.07^\circ$
	$\lambda=79.96^\circ$	$\lambda=11.20^\circ$

A ve B eksenlerinin Goldschmidt koordinatlarına göre durumları:

$\varphi_A=215.72^\circ$	$\varphi_B=340.74^\circ$
$\rho_A=84.09^\circ$	$\rho_B=30.98^\circ$

Literatürde benzeri arandığında: Linosa Labradoriti (Burri, Parker, Wenk, 1967, sayfa 261) Linosa Labradorit Montagna Rossa, Linosa bölgesinden aşağıdaki bilgilere istinaden bir benzerlik göstermektedir:

$\Theta=39.7^\circ$	$\Psi=41.3^\circ$	$\varphi=67.4^\circ$	I. Euler açısı
$R=123.3^\circ$	$I=65.0^\circ$	$L\alpha=58.0^\circ$	II. * *
$D=18.6^\circ$	$N=61.3^\circ$	$K\alpha=118.8^\circ$	III. * *
$L_A=6.4^\circ$	$L_B=109.6^\circ$	$2V_z=76.8^\circ$	

Anortit miktarı % 57.5.

**** Başlangıç verileri.

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- AYRANCI, B. (1969) : Zur Petrologie und Geologie des Erciyas-Vulkan-Gebietes bei Kayseri in Zentralanatolien/Turkei (auf Grund quantitativer Untersuchungen). *Diss. Würzburg* (z. Z. im Druck).
- BURRÍ, C. (1950) : Anwendung der Vektorrechnung auf einige häufig auftretende kristalloptische Probleme. *SMPM* 30, 258-303.
- (1956) : Charakterisierung der Plagioklasopdk durch drei Winkel und Neuentwurf des Sterebgramms der optischen Orientierung für konstante Anorthit-Intervalle. *SMPM* 36, 539-592.
- (1968): Die Optische Orientierung von HT-Labradorit aus Andesit von Khuchire (Iran), zugleich ein Beitrag zur U-Tischmethodik. *SMPM* 48, 782-801.
- ; PARKER, L. R. ; WENK, Ed. (1967) : Die Optische Orientierung der Plagioklase. *Birkhauser*, Basel.
- PARKER, R. L. (1961) : Betrachtungen über die Wahl von Winkeln zur Charakterisierung der Plagioklas-Optik. *SMPM* 41, 433-442.
- RİTTMANN, A. (1929) : Die Zonenmethode. Ein Beitrag zur Methodik der Plagioklasbestimmungen mit Hilfe des Theodolithisches. *SMPM* 9, 1-46.
- TERTSCH, H. (1943/44) : Die Ermittlung der Kristallographischen Orientierung der Plagioklasopdk ohne Verwendung von Spaltrissen oder Flächenspuren, *Z Krist.* 105, 330-334.