

Hyalophan aus Zagrlski Potok bei Busovača (Zentralbosnien)

Ljudevit Barić

Etwa 50 km in der Nordwestrichtung von Sarajevo befindet sich der Ort Busovača. In der Südwestrichtung von diesem Ort kommen fast in unmittelbarer Nähe des Ortes paläozoische Schiefer (Sericitphyllite, Chlortschiefer und Amphibolschiefer) vor. In diesen Gesteinen sind oft die mit Quarz teilweise oder vollständig ausgefüllten Klüfte anzutreffen. In der Entfernung von etwa 5 km südwestlich von Busovača befindet sich im Tal des Baches Zagrlski potok oder Zgradski potok eine die paläozoischen Schiefer quer durchschneidende Kluftader, in welcher neben Quarz auch Hyalophan enthalten ist.

In zahlreichen schönen Stufen des Hyalophans und des Quarzes sind die einfachen Kristalle des Hyalophans ziemlich selten; wesentlich öfters sind die Manebacher und Bavenoer Zwillinge. Sehr schöne Kristalle sind gewöhnlich farblos und wasserklar; seltener sind sie schwach gelblich gefärbt. Ihre Größe kann 10 cm bis 15 cm erreichen. 5 cm bis 7 cm große Hyalophankristalle stellen in diesem Fundort keine Seltenheit dar.

Die goniometrische Ausmessung an 25 kleinen Kristallen ergab die Anwesenheit von 12 Formen, welche an einzelnen Kristallen in folgenden Kombinationen (Tabelle 1) vertreten sind. Wenn auch die Form $n\{021\}$ erwähnt wird, deren Flächen als Zwillingsnähte und ihre Normalen als Zwillingsachsen der Bavenoer Zwillinge auftreten, dann kann gesagt werden, daß das Formensystem des hiesigen Hyalophans insgesamt 13 Formen umfaßt.

Neben den Zwillingen sollen auch komplizierte Zwillingsverwachsungen erwähnt werden, in welchen zwei Paare der Manebacher Zwillinge noch nach dem Bavenoer Gesetz kombiniert sind. In diesen Vierlingen decken sich die $[100]$ -Achsen aller zusammengewachsener Individuen. Senkrecht auf diese gemeinsame Richtung sind die Zwillingsachsen $\perp(001)$ für das Manebacher und $\perp(021)$ für das Bavenoer Gesetz gerichtet. Die Normalen auf (001) und (021) schließen den Winkel von fast genau 45° ein; im Fall unseres Hyalophans $44^\circ 50'$. Nach dem bekannten Satz der Symmetrielehre muß also die gemeinsame Richtung $[100]$ in solchen Vierlingen fast genau die Rolle der Tetragyre haben.

Gay & Roy (1968, p. 916) haben an zwei verschiedenen Exemplaren des hiesigen Hyalophans röntgenographisch die Konstanten der Elementarzelle bestimmt. Aus ihren Bestimmungen lassen sich die in ersten zwei

Zeilen der folgenden tabellarischen Übersicht angegebenen Kristallelemente berechnen:

$$a : b : c = 0,6564 : 1 : 0,5534 \quad \beta = 115^\circ 41' \text{ für das Exemplar B. M. 1954, 359 und}$$

$$a : b : c = 0,6562 : 1 : 0,5522 \quad \beta = 115^\circ 41' \text{ für das Exemplar 195867}$$

$$a : b : c = 0,6557 : 1 : 0,5516 \quad \beta = 115^\circ 40'$$

Die in der dritten Reihe angegebenen, von mir bestimmten Kristallelemente, stimmen damit gut überein.

Optische und chemische Untersuchungen

Bestimmung der Lage der Indikatrixelemente zu den geometrischen Elementen des Hyalophans wurde theodolitmikroskopisch untersucht. Besonders geeignet erwiesen sich dafür die Präparate nach (010) und $(\bar{1}01)$. Aus theodolitmikroskopischen Untersuchungen ließ sich der Schluß ziehen, daß mit der Normale auf (010), bzw. mit der [010]-Achse die Hauptschwingungsrichtung Z zusammenfällt; sie ist zugleich die stumpfe Bisektrix des Hyalophans aus Zagrlski potok.

In der Ebene des zweiten Pinakoids (010) liegen die Hauptschwingungsrichtungen X und Z. Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zu (010). Die spitze Bisektrix X weicht nicht beträchtlich von der Normale auf $(\bar{1}01)$ ab.

Die Größe des optischen Achsenwinkels wurde um die spitze und stumpfe Bisektrix gemessen. Die Dünnschliffe der erwähnten Orientierungen waren etwa 0,5 mm dick gemacht, um dadurch die Genauigkeit der Messungen zu steigern. Unter diesen Umständen konnte nämlich die Lage der Hauptschwingungsrichtung Y durch direkte Beobachtung der beiden optischen Achsen in der konoskopischen Interferenzfigur sehr genau bestimmt werden. Für die Bestimmung bediente ich mich des Stativs CM und des Universaldrehtischchens UT5 der Firma E. Leitz (Wetzlar). In so dicken (oder auch dickeren) Dünnschliffen nach (010) kann die gekreuzte und in Dünnschliffen nach $(\bar{1}01)$ die horizontale Dispersion klar festgestellt werden. Für die Untersuchungen wurden etwa 100 Dünnschliffe hergestellt. Aus den Beobachtungstereogrammen ließ sich der Schluß ziehen, daß bei der richtigen kristallographischen Aufstellung der Kristalle die Hauptschwingungsrichtung X von der Achse [001] nach rückwärts geneigt ist, sie liegt — anders gesagt — im spitzen Winkel β . Die Neigung ist für Rot kleiner als für Blau.

In den erwähnten dicken Schliffen wurde auch die Größe des optischen Achsenwinkels sehr genau mit klar sichtbarer Dispersion $r < v$ bestimmt. Dabei wurden große Schwankungen von $-70\frac{1}{2}^\circ$ bis -81° wahrgenommen. In anderen optischen Eigenschaften wurden ebenfalls Schwankungen festgestellt. An zwei Exemplaren, welche im weiteren Text als erstes und zweites Exemplar angegeben werden, ergab die Bestimmung der Hauptbrechungsindices, bzw. der ihnen entsprechenden Doppelbrechungen die Größen, welche hier übersichtlich in tabellarischer Form (Tabelle 2) gegeben werden. Es sei bemerkt, daß die Bestimmungen nach der Methode

der Totalreflexion an fein polierten Schnitten nach (010) mit Kleinschem Totalreflektometer innerhalb der Genauigkeitsgrenzen $\pm 0,0002$ ausgeführt wurden. Maximale Doppelbrechung und beide partiellen Doppelbrechungen wurden — der Kontrolle halber — auch nach der Kompensatormethode an dickeren Dünnschliffen, deren Dicke 0,1—0,4 mm betrug, bestimmt. Die Dicke wurde empfindlich mit Hilfe des Schraubenmikrometerokulars ermittelt, indem die Dünnschliffe am Mikroskopisch auf die hohe Kante gestellt wurden. Die empfindliche Bestimmung der Gangunterschiede erfolgte mittels des Drehkompensators nach Berek. Unter diesen Maßregeln wurde in der Bestimmung der Doppelbrechung so hohe Genauigkeit erzielt, daß der Unterschied in mehreren, an ein und demselben Präparat erhaltenen Resultaten, meistens nur einige Einheiten in der fünften und nur ausnahmsweise höchstens eine Einheit in der vierten Dezimalstelle erreichte.

Vor kurzem wurden von Roy (1965, p. 510) für die maximale Doppelbrechung um 25 % höhere Werte angegeben. Roys Angaben sind aber sicherlich weniger genau. Er hat nämlich diese Doppelbrechung aus den Hauptbrechungsindices, die mit verhältnismäßig niedriger Genauigkeit $\pm 0,002$ nach der Einbettungsmethode bestimmt wurden, berechnet.

Die Schwankungen in optischen Eigenschaften sind auf die Unterschiede in chemischer Zusammensetzung zurückzuführen (Tabelle 3).

Tabelle 1 Kombinationen

Kristall No	001	010	100	310	110	130	$\bar{2}03$	$\bar{5}06$	$\bar{1}01$	$\bar{2}01$	$\bar{1}11$	$\bar{2}21$
1	+	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.
2	+	+	.	.	+	+
3	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	.	.
4	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	.
5	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	.
6	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	.
7	+	+	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.
8	+	+	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+
9	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	.
10	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.
11	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	.
12	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.
13	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.
14	+	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.
15	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.
16	+	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.
17	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.
18	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	+	.
19	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.
20	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.
21	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.
22	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.
23	+	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.
24	+	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.
25	+	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.

Beobachtete Formen sind in dieser Tabelle mit + bezeichnet.

Tabelle 2

Hauptbrechungsindices

Hyalophan, Zagrlski potok, erstes Exemplar					
λ (m μ)	690,75	623,44	589,3 \pm 0,3	546,07	435,83
Index					
Nx	1,5433	1,5450	1,5463	1,5486	1,5567
Ny	1,5459	1,5476	1,5489	1,5512	1,5594
Nz	1,5472	1,5489	1,5503	1,5527	1,5609
Doppelbrechung					
Nz — Nx	0,0039	0,0039	0,0040	0,0041	0,0042
Nz — Ny	0,0013	0,0013	0,0014	0,0015	0,0015
Ny — Nx	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0027
Optischer Achsenwinkel 2 V	—73° 17'		—73° 51'	—74° 26'	—75° 59'
Hyalophan, Zagrlski potok, zweites Exemplar					
λ (m μ)	690,75	623,44	589,3 \pm 0,3	546,07	435,83
Index					
Nx	1,5392	1,5408	1,5421	1,5443	1,5522
Ny	1,5417	1,5433	1,5447	1,5469	1,5549
Nz	1,5430	1,5447	1,5462	1,5484	1,5564
Doppelbrechung					
Nz — Nx	0,0038	0,0039	0,0041	0,0041	0,0042
Nz — Ny	0,0013	0,0014	0,0015	0,0015	0,0015
Ny — Nx	0,0025	0,0025	0,0026	0,0026	0,0027
Optischer Achsenwinkel 2 V	—71° 50'		—72° 27'	—72° 59'	—74° 36'

Tabelle 3 **Chemische Zusammensetzung des Hyalophans aus Zagrlski potok**

	Erstes Exempl.	Zweites Exempl.
SiO ₂	49,39	51,04
Al ₂ O ₃	23,43	22,80
Fe ₂ O ₃	0,17	0,19
BaO	18,31	17,02
CaO	0,30	0,21
K ₂ O	6,28	7,38
Na ₂ O	1,63	1,42
H ₂ O ⁺	0,17	0,11
H ₂ O ⁻	0,08	0,05
	99,76	100,22

Der Gehalt der Spurenelemente wurde in einer, aus vollkommen durchsichtigem und farblosem Material hergestellten Probe mit folgendem Ergebnis bestimmt:

Rb	250 g/t
Sr	200
Pb	70
Ga	20
Tl	10
V	10
Ge	7
Mo	5
B	5
Cu	2
Zn	0,1

Für diese Bestimmung bin ich den Kollegen M. Brandenstein und E. Schroll in Wien äußerst dankbar.

Die auf mein Ersuchen vom Kollegen G. H. Čedžemov (Universität in Lvov, Ukraine, SSSR) nach der Kaliumargonmethode ausgeführte Bestimmung des absoluten Alters der Hyalophankristalle aus Zagrlski potok ergab $59,5 \pm 6,4$ Millionen Jahre.

Eine ausführliche Abhandlung ist vor kurzem in kroatischer Sprache in »Glasnik Zemaljskog muzeja«, neue Serie, Bd. 8, S. 5—34 (1971) in Sarajevo erschienen. Anfangs des kommenden Jahres wird diese Abhandlung zur Gänze in deutscher Sprache in den »Wissenschaftlichen Mitteilungen des Landesmuseums Bosniens und der Herzegovina, Bd. 2, Heft C — Naturwissenschaft« erscheinen.

Literatur

Gay, P. and Roy, N. N., 1968: The mineralogy of the potassium-barium feldspar series. III: Subsolidus relationships. — *Min. Mag.* 36, No. 283, 914—932.

Roy, N. N., 1965: The mineralogy of the potassium-barium feldspar series. I. The determination of the optical properties of natural members. — *Min. Mag.* 35, No. 271, 508—518.

Hyalophan from Zagrlski Potok near Busovača (Central Bosnia)

Ljudevit Barić

SUMMARY

Near Busovača (Bosnia) in quartz veins cutting Paleozoic schists well developed hyalophane crystals have been found. A detailed crystallographical, optical and chemical examination is given in the paper. The absolute age determination by the K-Ar method revealed the age of $59,5 \pm 6,4$ million years.