

Geol. vjesnik	31	205—212	1 slika u tekstu	Zagreb, 1979
---------------	----	---------	------------------	--------------

549.6

O nekim mineralima iz tufova južno od Brestika (Banija, Hrvatska)

Ljudevit BARIĆ

Mineražoško-petrografski muzej, Demetrova 1, YU—41000 Zagreb

U tufnim materijalima južno od Brestika izvršena su iscrpnija ispitivanja ovih mineralnih sastojaka: plagioklasa, hiperstena, titanita i sanidina. Plagioklasi su izrazito visokotemperaturni. U hiperstenu ima trećina izmorfno primiješanih FeSiO_3 -molekula. Sanidin ima normalnosimetrijski položaj ravnine optičkih osi.

Prigodom detaljnih obilazaka terena za izradu geološke karte sabrani su u području južno od sela Brestik, uz ostalo, i primjerci tufova. Opisala ih je u svom članku, otisnutom u ovom svesku Geološkog vjesnika, R. Mutić. Namjera mi je da izvijestim ovdje o iscrpnijim određivanjima nekih minerala iz tih tufova.

1. NALAZISTE OZNACENO SA BR. 1, JUGOISTOČNO OD BRESTIKA

Ovo nalazište udaljeno je od Brestika u zračnoj liniji skoro kilometar i tri četvrt. U preparatima za mikroskopiranje izvršena su određivanja plagioklasa, sanidina i titanita.

1. 1. Plagioklasi

Malobrojnim, sasvim bistrim zrnima toga minerala veličina je kolebala od 0,06 mm do 0,2 mm. Mineral je potpuno svjež. Među ukrštenim nikolima je potamnjenje jezgre, koja je kadšto bila okružena rubom kiselijega sastava, bilo gotovo uvijek oštro i homogeno.

U dva preparata određeno je teodolitnomikroskopski ukupno pet zrna.

a) Na jednom od njih su pomoću lijepo izraženih lamela za sastav dobiveni ovi podaci:

L $22\frac{1}{2}^\circ$; 67° ; 89° — \perp (010); 32% an; 1° SSE

Kut optičkih osi $V_1V_2 = -80^\circ$

b) U drugom zrnju sa slabom izraženom zonarnosti je određivanje pomoću lamela uloženi po drugom pinakoīdu i pukotina kalavosti prema trećem pinakoīdu dalo ovo:

L $22^{1/3^{\circ}}$; $67^{1/2^{\circ}}$; $88^{1/3^{\circ}}$ — \perp (010); $32^{\circ}/_{0}$ an; točno

S 64° ; $26^{1/2^{\circ}}$; 87° — \perp (001); 32 an; $1^{3/4^{\circ}}$ NW

Kut LS = $86^{1/3^{\circ}}$ i $2V = -79^{\circ}$

c) U trećem zrnu sastav je određen pomoću uložениh lamela s ovim rezultatom:

L $22^{3/4^{\circ}}$; $67^{1/2^{\circ}}$; $89^{1/2^{\circ}}$ — \perp (010); $32^{\circ}/_{0}$ an; $1^{1/2^{\circ}}$ SE

$2V = -84^{\circ}$

d) Četvrto zrno je zapravo predstavljalo trojak po albitnom, karlovarskom i kompleksnom albitnokarlovarskom zakonu. Jedan od tri srasla pojedinca bio je uložен u obliku nekoliko uzanih lamela. Radi toga se teodolitnomikroskopski dala odrediti samo jedna sraslačka os. Po sraslačkoj osi $B^{1/2}$ i normalni na šav $D^{1/2}$ dobiveni su ovi rezultati:

L = $D^{1/2}$ $23^{3/4^{\circ}}$; $66^{3/3^{\circ}}$; $89^{1/2^{\circ}}$ — \perp (010); $33^{\circ}/_{0}$ an; točno

$B^{1/2}$ $78^{3/4^{\circ}}$; $63^{3/4^{\circ}}$; 29° — $\frac{\perp [001]}{(010)}$; $36^{\circ}/_{0}$ an; 1° WSW

e) Za peto zrno određen je sastav po dobro izraženim pukotinama kalavosti smjerom (001) i lamelama uložениm po (010). Dobiveni su ovi podaci:

S $53^{3/4^{\circ}}$; $41^{1/2^{\circ}}$; 74° — \perp (001); $48^{\circ}/_{0}$ an; 2° ESE

L $31^{3/4^{\circ}}$; $59^{1/2^{\circ}}$; 83° — \perp (010); $48^{\circ}/_{0}$ an; 1° WSW

f) U lijepom dvojku po albitnom zakonu određen je sastav ovako:

$D^{1/2}$ 26° ; $64^{1/3^{\circ}}$; $89^{3/4^{\circ}}$ — \perp (010); $37^{\circ}/_{0}$ an; $1^{1/2^{\circ}}$ NNW ili

\perp (010); $38^{\circ}/_{0}$ an; $1^{1/2^{\circ}}$ NO

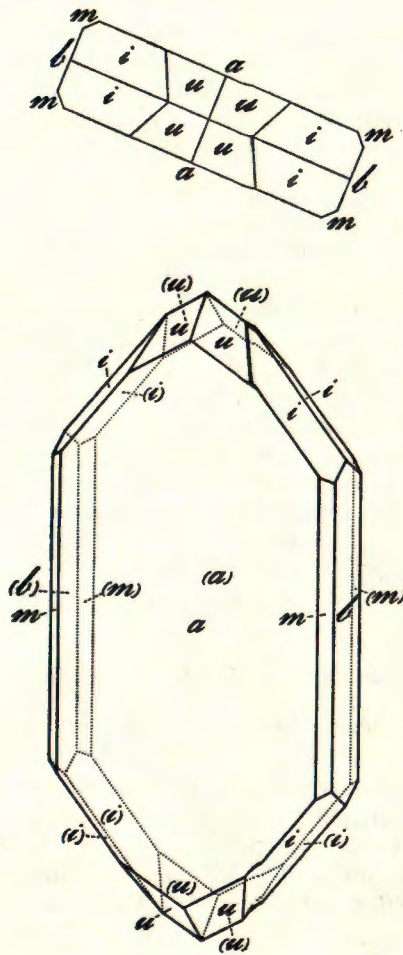
$B^{1/2}$ 26° ; 64° ; $89^{1/2^{\circ}}$ — \perp (010); $38^{\circ}/_{0}$ an; točno

Za rješavanje mi je služio Nikitinov kvadrantni dijagram kako ga daje Fediuk (1961, obr. 72) u svojoj knjizi o Fedorovljevoj mikroskopskoj metodi. Da bi se mogla rješavanja vršiti i po kompleksnom albitnokarlovarskom zakonu, unio sam u obr. 72 migracionu krivulju za taj zakon prema podacima koje za visokotemperaturne plagioklase daju u svom kritičkom djelu Burri, Parker & Wenk (1967).

Iz navedenih podataka se razabire da rješenja gotovo idealno padaju na migracione krivulje za visokotemperaturne plagioklase. Izlazi, dakle, da su u ispitivanom tufnom materijalu iz nalazišta br. 1, jugoistočno od Brestika, sadržani izrazito visokotemperaturni plagioklasi, sastav kojih se mijenja od $32^{\circ}/_{0}$ do $48^{\circ}/_{0}$ an.

1. 2. Sanidin

Na malobrojnim zrnima sanidina, koja su uvijek bila potpuno bezbojna i bistra, moglo se odrediti iz pokretanja dobro izražene Beckeove linije da im je i maksimalni indeks loma N_z niži od indeksa loma kanadskog balzama, da su optički negativna i da im je kut optičkih osi malen.



Kristal hiperstena iz tufa južno od Brestika
(Hypersthenkristal aus dem Tuff südlich von
Brestik)

1. 3. Titanit

Na jednom smeđasto obojenom presjeku toga minerala u izbrusku uočen je snažni reljef sa šagreniranom površinom. Presjek je od položaja okomitog na jednu optičku os, odstupao za $6\frac{3}{4}^{\circ}$; na njemu se lijepo opažalo da među ukrštenim nikolima nikad potpuno ne potamni. Teodolitnokonoskopski određen je direktnim namještanjem obiju optičkih osi njihov kut

$$V_1V_2 = +42^{\circ}$$

uz jaku disperziju $r \gg v$. Jasan pleohronizam bio je izražen ovako: X žut, Y smeđast, Z crvenkastosmeđ.

2. NALAZIŠTE BR. 2, JUŽNO OD BRESTIKA

Ovo nalazište udaljeno je od Brestika u označenom smjeru nešto preko jedan kilometar u zračnoj liniji. U izbruscima se vidi da je plagioklas obilato zastupan. Kao sastojak razabire se i potpuno svježi piroksen. Izvršio sam i određivanja na jednom zrnju sanidina.

2. 1. Hipersten

Stupićasti kristalići hiperstena, izduženi smjerom [001], mogu se razmjerno lako izdvojiti iz tufa. Kristalići su debeli 0,05 mm do 0,06 mm. Od njih su uljepljivanjem u kanadski balzam priređeni preparati za mikroskopiranje. Pomoću mikroskopa se vidi da su kristali najčešće pločasti smjerom bočnoga pinakoida (010), a mnogo rjeđe smjerom prednjega pinakoida (100). Potpuno su svježi. Izduženi su, kako je rečeno, smjerom [001] tako da su obično dva do četiri puta duži nego što su široki. Izuzetno rijetko dužina im je i deset puta veća od širine; dužina im u tom slučaju dosegne 0,4 mm i izuzetno rijetko do 0,8 mm.

a) Kristalići pločasti smjerom (010) bili su na krajevima uvijek otknuti, tj. bez terminalnih ploha. Od ploha vertikalne zone na njima su se opazale uz $b(010)$ nešto uže plohe $a(100)$; uz to su se vidjele i uske plohe $m(210)$, koje su ujedno plohe kalavosti. Da ne bi bilo zabune, treba napomenuti da sam se pri rješavanju kristalnih kombinacija služio onim odnosom hiperstena

$$a : b : c = 2,0541 : 1 : 0,5867$$

kako on odgovara veličini elementarne ćelije hiperstena (Strunz 1970, p. 414).

Kristalići pločasti smjerom (010) bili su osobito prikladni za određivanje veličine kuta optičkih osi. Okomito na spomenutu plohu izlazi, naime, oštra raspolovnica X; radi toga se na takvim kristalima mogla direktnim opažanjem obiju optičkih osi teodolitnokonoskopski osjetljivo odrediti veličina kuta optičkih osi V_1V_2 . U pet slučajeva dobivene su ove vrijednosti:

$$V_1V_2 = -58\frac{1}{2}^\circ; -58\frac{1}{4}^\circ; -60\frac{1}{4}^\circ; -59^\circ \text{ i } -60^\circ \text{ (Mittel } -59\frac{1}{8}^\circ)$$

Iz gotovo istih podataka za kut optičkih osi izlazi da je kemizam hiperstena u ovom tufu stalan.

Određivanje glavnih indeksa loma izvršeno je metodom uronjavanja u monokromatskoj Na-svjetlosti. Dobiveni su ovi podaci

$$N_z = 1,708$$

$$N_y = 1,705$$

$$N_x = 1,695$$

Odatle za maksimalan dvolom izlazi $N_z - N_x = 0,013$

Pleohroizam je izražen na ovaj način: X smeđastoružičast, Y žut, Z zelenkast.

Za određivanje kemizma hiperstena poslužio sam se dijagramom iz djela Deer, Howie & Zussman, vol. 2, fig. 10 na p. 28. Iz veličine kuta optičkih osi i određenih indeksa loma izlazi da u hiperstenu iz tufa južno od Brestika ima trećina molekularnih procenata $FeSiO_3$ -komponente.

Među kristalicićima, sploštenim smjerom prednjega pinakoida $a\{100\}$, na dva su bile razvite i terminalne plohe. Mjerenjem pomoću velikoga dvokružnoga refleksnoga goniometra po Goldschmidtu utvrdio sam da se na njima u kombinaciji pojavljuju plohe ovih formi: $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{210\}$, $u\{311\}$, i $\{221\}$. Iz svih izvršenih mjerenja nađene su kao srednje vrijednosti za azimute φ i polarne udaljenosti ρ ove veličine:

	φ	ρ
010	0° 00'	90° 00'
100	89° 58'	90° 00'
210	44° 12'	90° 00'
311	55° 20'	46° 15'
221	25° 47'	52° 45'

Signali nekih ploha bili su pri mjerenju dosta slabi, ali jednoznačni.

Izgled kristala prikazan je na sl. 1. Iz nje se vidi da oba izmjerena kristala po svom izgledu jako podsjećaju na kristale hiperstena iz okolice mjesta Malnas (rajon Sf.-Gheorghe, Transilvanija, Rumunjska), koje je opisao Schmidt (1885).

U literaturi se danas često uz gore navedeni rendgenografski osni odnos upotrebljavaju i simboli koji odgovaraju morfološkom osnom odnosu hiperstena

$$a : b : c = 1,0271 : 1 : 0,5867$$

Od gore navedenoga rendgenografskoga osnog odnosa on se razlikuje samo po tomu što je jedinični odsječak na prvoj osi polovicu kraći. Radi lakšega uspoređivanja podataka navodim ovdje simbole pojedinih formi za obje postave.

a) Rendgenografska postava $a : b : c = 2,0541 : 1 : 0,5867$ $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{210\}$, $u\{311\}$, $i\{221\}$

b) Morfološka postava $a : b : c = 1,0271 : 1 : 0,5867$ $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $u\{322\}$, $i\{121\}$

2. 2. Plagioklasi

I u ovom je lokalitetu plagioklas gotovo uvijek potpuno svjež. Pojedina zrna dosižu veličinom nerijetko 0,2 mm, pa i 0,4 mm. Već na prvi pogled moglo se često u izbruscima primijetiti kako su mnoga zrna građena izrazito zonarno. Kadšto se potamnjenje od jezgre prema rubu među ukrštenim nikolima prelijevalo tako postepeno da se takva zrna nisu dala pouzdano ni mjeriti. Mjerenjem je utvrđeno kolebanje kemizma u mnogo širem rasponu nego kod plagioklasa sa nalazišta br. 1, jugoistočno od Brestika. Zbog velike raznolikosti ukazalo se potrebnim da se za nalazište br. 2, južno od Brestika, izvrši više pojedinačnih određivanja, rezultati kojih će biti prikazani u nastavku ovoga prikaza.

a) Na jednom zrnu sa dobro izraženim pukotinama kalavosti po (001) utvrđeno je ovo:

$$S \ 41\frac{1}{4}^{\circ}; 71^{\circ}; 55^{\circ} \perp (001); 82\% \text{ an}; 2^{\circ} \text{ SE}$$

b) Na drugom zrnu sa dobrim pukotinama kalavosti izašlo je ovo:

S 42° ; 70° ; 55° — \perp (001); $80^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ SE
 $2V = +80^{\circ}$

c) Na trećem sličnom zrnu dobiveno je

S $40^{\circ}/_4^{\circ}$; $72^{\circ}/_4^{\circ}$; $55^{\circ}/_4^{\circ}$ — \perp (001) $86^{\circ}/_0$ an; $2^{\circ}/_2^{\circ}$ SW
 $2V = -79^{\circ}/_3^{\circ}$

d) Na četvrtom zrnu određen je sastav ovako:

S $42^{\circ}/_4^{\circ}$; $70^{\circ}/_4^{\circ}$; $54^{\circ}/_4^{\circ}$ — \perp (001); $82^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ SE

e) Po lamelama u jednom zrnu izašlo je ovo:

L $33^{\circ}/_2^{\circ}$; $58^{\circ}/_2^{\circ}$ $79^{\circ}/_4^{\circ}$ — \perp (010); $51^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ WSW

Reljef ovoga zrna bio je slabiji od reljefa zrna navedenih pod a) do d).

f) Na zrnu, sličnom zrnu pod e), određen je sastav ovako:

L $27^{\circ}/_3^{\circ}$; $64^{\circ}/_4^{\circ}$; $81^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $47^{\circ}/_0$ an; $4^{\circ}/_2^{\circ}$ ENE

Rezultati dobiveni mjerenjem na samcima potvrđeni su mjerenjem na sraslacima, kako se vidi iz daljnjih podataka.

g) Sraslac po kompleksnom albitnokarlovarskom zakonu

$L_1 = L_2 = D^{\circ}/_2^{\circ}$ $27^{\circ}/_4^{\circ}$; $62^{\circ}/_3^{\circ}$; $88^{\circ}/_4^{\circ}$ — \perp (010); $40^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ SW

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ $73^{\circ}/_3^{\circ}$; 57° ; $37^{\circ}/_4^{\circ}$ — $\frac{\perp}{(010)} [001]$; $43^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ ENE

h) U sraslacu po albitnom zakonu sa dobro izraženim pukotinama kalavosti dobiveni su ovi podaci:

$D^{\circ}/_2^{\circ}$ $41^{\circ}/_3^{\circ}$; $60^{\circ}/_2^{\circ}$; $64^{\circ}/_2^{\circ}$ — \perp (010); $67^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_4^{\circ}$ WSW

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ $41^{\circ}/_3^{\circ}$; $60^{\circ}/_4^{\circ}$; $64^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $67^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ WSW

S 44° ; $64^{\circ}/_2^{\circ}$; $56^{\circ}/_4^{\circ}$ — \perp (001); $68^{\circ}/_0$ an; $2^{\circ}/_3^{\circ}$ SE

i) U jednom drugom sraslacu određeno je

$D^{\circ}/_2^{\circ}$ $42^{\circ}/_2^{\circ}$; $62^{\circ}/_2^{\circ}$; $59^{\circ}/_2^{\circ}$ — \perp (010); $78^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_4^{\circ}$ NE

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ $43^{\circ}/_3^{\circ}$; $62^{\circ}/_4^{\circ}$; $59^{\circ}/_2^{\circ}$ — \perp (010); $80^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ NE

k) Kod jednoga sraslaca po albitnom zakonu, izrazite zonarne građe, sa dobro izraženom jezgrom i širokim rubom određen je sastav ovako:

jezgra $D^{\circ}/_2^{\circ}$ $42^{\circ}/_2^{\circ}$; $63^{\circ}/_2^{\circ}$; $59^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $79^{\circ}/_0$ an; 2° NE

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ $42^{\circ}/_2^{\circ}$; $63^{\circ}/_4^{\circ}$; $59^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $79^{\circ}/_0$ an; 2° NE

ovoj $D^{\circ}/_2^{\circ}$ $29^{\circ}/_2^{\circ}$; $62^{\circ}/_4^{\circ}$ $79^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $51^{\circ}/_0$ an; 3° ENE

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ $29^{\circ}/_2^{\circ}$; 63° ; $79^{\circ}/_2^{\circ}$ — \perp (010); $51^{\circ}/_0$ an; 3° ENE

l) Na jednom dvojku utvrđeno je ovo:

$D^{\circ}/_2^{\circ}$ 44° ; 62° ; $59^{\circ}/_2^{\circ}$ — \perp (010); $81^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ NE

$B^{\circ}/_2^{\circ}$ 44° ; 62° ; $59^{\circ}/_3^{\circ}$ — \perp (010); $81^{\circ}/_0$ an; $1^{\circ}/_2^{\circ}$ NE

2. 3. Sanidin

U preparatima iz ovoga nalazišta ima sanidina u nešto većoj količini nego u prvom nalazištu jugoistočno od Brestika. Određivanjem je utvrđeno na jednom zrnu da se glavni vibracioni smjer Z podudara sa normalom na (010); radi se, prema tomu, o sanidinu sa normalnosimetrijskim položajem ravnine optičkih osi.

Na drugom, oko 0,2 mm debelom zrnu, bile su dostupne mjerenju obje optičke osi. Konoskopskim određivanjem veličine kuta optičkih osi izmjereno je

$$V_1V_2 = -32\frac{3}{4}^\circ \text{ uz jasnu disperziju } r > v$$

Pri teodolitnokonoskopskom namještanju glavnoga vibracionoga smjera Y u os A_4 mikroskopa primijećeno je da krak križa u konoskopskoj interferencionoj figuri, na kojemu su se nalazile optičke osi, nije bio jednolično siv; s jedne strane njegove vidio se blago naglašeni modri, a s druge strane crvenkastosmeđi rub. Odatle izlazi da se radi o horizontalnoj disperziji ravnine optičkih osi, a tim je opet potvrđen već ranije utvrđeni normalnosimetrijski položaj ravnine optičkih osi, kako je gore već spomenuto.

LITERATURA

- Burri, C., Parker, R. L. & Wenk, E. (1967): Die optische Orientierung der Plagioklasse. — *Unter Mitarbeit von H. R. Wenk.* — Basel und Stuttgart.
- Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J. (1963): *Rock-forming minerals.* — Vol. 2: *Chain silicates.* London.
- Fediuk, F. (1961): *Fjedorovova mikroskopická metoda.* — Praha.
- Schmidt, A. (1885): Die Minerale eines Andesits von der Umgegend von Málnás. — *Zs. Krystallogr.* 10, p. 210—220.
- Strunz, H. (1970): *Mineralogische Tabellen.* — 5 neubearb. und erweitt. Aufl., Leipzig.

**Über einige, in den Tuffen südlich von Brestik
(Banija-Gebiet, Kroatien) vorkommenden Minerale**

Lj. Barić

Aus den Tuffmaterialien, welche in der Umgegend südlich von Brestik vorkommen, wurden ausführlicher Plagioklasse, Hypersthen, Titanit und Sanidin bestimmt. Umfangreichere Beschreibung dieser Tuffe wird im selben Band des »Geološki vjesnik« von R. Mutić gegeben. Minerale wurden aus zwei, mit Nr. 1 und 2 bezeichneten Fundstellen untersucht. Fundstelle 1 ist in der Luftlinie fast $1\frac{3}{4}$ km südöstlich und Fundstelle 2 südlich etwas über 1 km von Brestik entfernt.

Für die Plagioklasse ist Hochtemperaturoptik ausgesprochen charakteristisch. Ihre Zusammensetzung zeigt nach den Universaldrehtischbestimmungen in der Fundstelle 1 Schwankungen zwischen 32% und 48% An und in der Fundstelle 2 zwischen 40% und 86% An. Während sie in der Fundstelle 1 optisch einheitlich sind oder höchstens einem schmalen, Na-reicheren Rand haben, sind sie in der Fundstelle 2 sehr oft zonar gebaut. In einem schön zonarem Korn (siehe 2.2.f) wurde für den Kern 79% An und für den Rand 51% An bestimmt.

Hypersthen kommt reichlich in der Fundstelle 2 vor. Kristalle sind meistens nach (010) und seltener nach (100) tafelförmig. Erstere waren für die theodolitkonopische Bestimmung der Größe des optischen Achsenwinkels geeignet, weil die Bestimmung in diesem Fall durch die direkte Einstellung beider optischen

Achsen ermöglicht wird. Grösse des opt. Achsenwinkels $V_1V_2 = -59\frac{1}{2}^\circ$ (Mittel aus 5 Einzelbestimmungen) erwies sich innerhalb kleiner Fehlergrenzen als konstant. Brechungsindices wurden nach der Immersionsmethode zu $N_z = 1,708$, $N_y = 1,705$ und $N_x = 1,695$ bestimmt. Den angegebenen optischen Eigenschaften entspricht ein Drittel isomorph beigemengter $FeSiO_3$ -Moleküle in der Zusammensetzung des Hypersthens.

Seltener sind die nach (100) tafeligen Hypersthenkristalle. Sehr selten sind diese allseitig von Flächen begrenzt (Fig. 1).

Sanidin kommt in der Fundstelle 2 reichlicher als in Fundstelle 1 vor. An einem Korn aus der Fundstelle 2 wurde theodolitkonoskopisch $V_1V_2 = -32^\circ$ mit klarer Dispersion $r > v$ empfindlich durch direkte Einstellung beider optischen Achsen bestimmt. Ebene der opt. Achsen hat normalsymmetrische Lage.

Für den bräunlichen Titanit aus der Fundstelle 1 wurde theodolitkonoskopisch $V_1V_2 = +42^\circ$ mit starker Dispersion $r \gg v$ bestimmt. Er ist sichtbar pleochroitisch.