

## Plagioklazi v triadnih predorninah na Slovenskem

*Ernest Faninger*

### Kratka vsebina

Pri določevanju plagioklazov na Slovenskem smo doslej uporabljali le diagrame, izdelane za nizkotemperaturne modifikacije. Ker so nam sedaj na voljo tudi diagrami za visokotemperaturne oblike, smo pregledali več objavljenih podatkov, da bi ugotovili, ali plagioklazi ustrezajo nizkotemperaturnim ali visokotemperaturnim modifikacijam. Skupno z novjšimi raziskavami smo ugotovili naslednje:

Plagioklaze visokotemperaturnih modifikacij smo doslej našli le v kremenovem porfiritu kokrškega kamnoloma, kjer se v poprečju pojavlja andezin s 36 % anortita. Za albit albitiziranega kremenovega porfirita iz istega kamnoloma kakor tudi za albit spilitov z različnih nahajališč pa dosedanja meritveni podatki ne zadoščajo, da bi z gotovostjo ugotovili, ali ustreza nizkotemperaturni ali visokotemperaturni modifikaciji. Vendar je albit v albitiziranih kameninah nastal pri metasomatskih procesih; zato nimamo kaj drugega pričakovati kot nizkotemperaturno obliko. Metasomatski način nastanka je pričakovati tudi za večji del albitov kremenovih keratofirjev, toda tukaj so nizkotemperaturno obliko potrdile že optične meritve.

### Visokotemperaturni in nizkotemperaturni plagioklazi v predorninah na Slovenskem

Velik del triadnih predornin na Slovenskem sestoji iz kremenovih keratofirjev, kremenovih porfiritov in spilitov — albitiziranih avgitnih porfiritov in diabazov. Med plagioklazi se kot vtrošniki pojavljajo v kremenovih keratofirjih albit, v kremenovih porfiritih andezin in v spilitih albit, kolikor se seveda niso ohranili še prvotni bazičnejši plagioklazi.

Pri dosedanjih meritvah smo teodolitno mikroskopsko metodo uporabljali le za določevanje odstotka anortita v plagioklazih, pri čemer smo uporabljali diagrame, izdelane na podlagi nizkotemperaturnih oblik, kakršne najdemo v globočinah (Nikitin, 1936). Sedaj smo po diagramih za visokotemperaturne modifikacije (Sarantschina, 1963), kakršne vsebujejo vsaj mlajše predornine, preverili del prejšnjih meritev, nekaj pa tudi novjših.

Slika 1a kaže podatke o plagioklazovih vtrošnikih v kremenovem porfiritu kokrškega kamnoloma v Kamniških Alpah (F a n i n g e r, 1962), kolikor jih lahko vrednotimo po krivulji za dvojčični zakon  $\frac{\perp[100]}{(010)}$ . Povsem

jasno je, da so se pri njih še ohranile visokotemperaturne modifikacije, v poprečju pa ustrezajo andezinu s 36 % anortita.

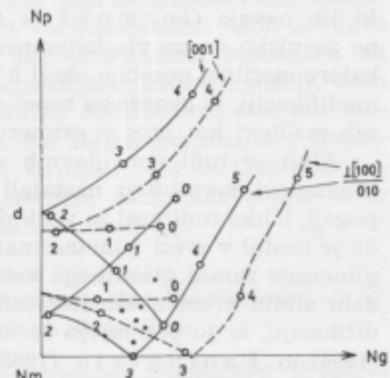
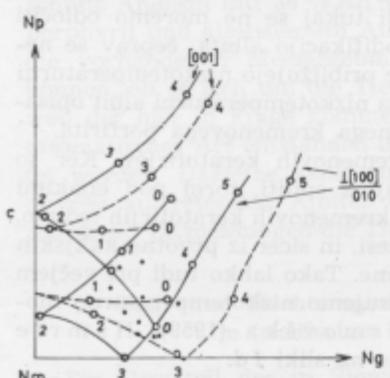
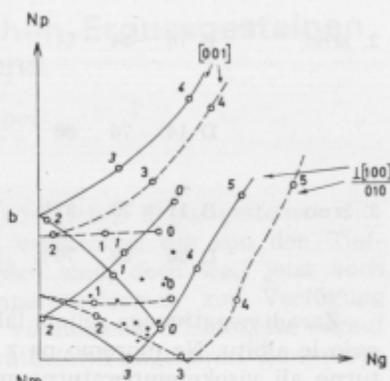
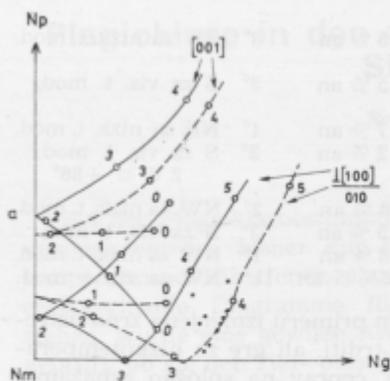
V kokrškem kamnolomu se nahaja tudi albitiziran kremenov porfirit (F a n i n g e r, 1962). Na sliki 1b so nanesene meritve, ki bi jih lahko vrednotili na krivuljah za dvojčični zakon  $\frac{\perp[100]}{(010)}$ . Ker je relief

raziskanih zrn, kolikor se je dalo ugotoviti, negativen, pridejo na krivuljah v poštev le odseki za albit, v našem primeru krivulja [001] za nizkotemperaturno in krivulja  $\frac{\perp[100]}{(010)}$  za visokotemperaturno modifikacijo. Diagram

nas pouči, da večina meritev pade na področje, kjer še obe krivulji križata. Zato se ne moremo odločiti, ali ustreza albit v našem primeru nizkotemperaturni ali visokotemperaturni modifikaciji. Da bi problem rešili, bi morali imeti več neodvisnih meritvenih podatkov o posameznih zrnih. Ker jih nimamo, lahko sklepamo le posredno, da je albit v našem primeru nizkotemperaturne modifikacije, saj je nastal pri spilitni reakciji, torej pri metasomatozi iz prvotno bazičnejših plagioklazov (F a n i n g e r, 1962). O spilitni reakciji pa vemo, da lahko poteka že pri 300° C (B a r t h, 1969), torej pri nižji temperaturi kot je prehod visokotemperaturne oblike albita v nizkotemperaturno (450° C; B a r t h, 1969).

Pri primerjavi triadnih predornin v Kamniških Alpah s triadnimi predorninami pri Laškem (F a n i n g e r, 1962) smo svoj čas upoštevali podatke, ki jih H a m r l a (1954) navaja za kamenine v okolici Laškega. H a m r l a prišteva plagioklaze avgitnega porfirita k andezinu, čeprav bi po koordinatah lahko bili tudi albit; pri možnosti dvojnih ali celo trojnih interpretacij se je odločil za višji odstotek anortita, kar bi pri normalnih okoliščinah v tako bazičnih kameninah vsekakor pričakovali. Toda pozneje sta v triadnih predorninah vzhodne Slovenije G e r m o v š e k (1959) in H i n t e r l e c h n e r (1959) ugotovila delno ali celo popolno albitizacijo. Iz tega razloga mi je H a m r l a odstopil z bruske avgitnega porfirita z Laškega v ponovno preiskavo, ki je takoj potrdila omenjeno albitizacijo. Pri meritvah treh plagioklazovih zrn z negativnim reliefom na teodolitnem mikroskopu smo dobili naslednje podatke (B = dvojčična os, D = dvojčični šiv):

1. zrno	B 88	81	8½	$\frac{\perp[001]}{(010)}$	7 % an	½°	E za nizkotemperaturno modifikacijo
					5 % an	4°	SW za visokotemperaturno modifikacijo
	D 15	74	90	$\perp(010)$	5 % an		točno za niz. t. mod.
					1 % an	5°	S za vis. t. mod.
							2 V = +86°



Sl. 1. Plagioklazi triadnih predornin na Slovenskem

- Sl. 1a. Kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma (Faninger, 1962)
  - Sl. 1b. Albitiziran kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma (Faninger, 1962)
  - Sl. 1c. Albitiziran avgitni porfirit z Bohorja in Rudnice (Germovšek, 1959)
  - Sl. 1d. Kremenov keratofir s Kamniških Alp (Faninger, 1962 in Germovšek, 1959) in iz okolice Laškega (Hamrla, 1954)
- Izvečene krivulje ustrezajo nizkotemperaturnim, črtkaste pa visokotemperaturnim modifikacijam plagioklazov

Abb. 1. Plagioklasse in den triadischen Ergussgesteinen Sloweniens

- Abb. 1a. Quarzporphyrit aus dem Steinbruch Kokra (Faninger, 1962)
  - Abb. 1b. Albitisierter Quarzporphyrit aus dem Steinbruch Kokra (Faninger, 1962)
  - Abb. 1c. Albitisierter Augitporphyrit von Bohor und Rudnica (Germovšek, 1959)
  - Abb. 1d. Quarzkeratophyr aus Kamniške Alpe (Faninger, 1962 und Germovšek, 1959) und aus der Umgebung von Laško (Hamrla, 1954)
- Die ausgezogenen Kurven entsprechen den Tief-, die gestrichelten den Hochtemperaturmodifikationen der Plagioklasse

2. zrno	B 76	14	84	[001]	5 % an	3°	SW za nizk. t. mod.
				$\perp$ [100]	5 % an	3°	S za vis. t. mod.
				(010)			
	D 14	76	88	$\perp$ (010)	7 % an	1°	NE za nizk. t. mod.
					2 % an	3°	S za vis. t. mod.
							2 V = +86°
3. zrno	B 11	79	87½	[010]	6 % an	2°	NW za nizk. t. mod.
					5 % an	3°	S za vis. t. mod.
	D 80	22	70½	$\perp$ (001)	6 % an	1°	NW za nizk. t. mod.
					5½ % an	11°	NW za vis. t. mod.

Zaradi negativnega reliefa lahko v našem primeru izmerjena zrna ustrezajo le albitu. Ne moremo pa z gotovostjo trditi, ali gre za nizekotemperaturne ali visokotemperaturne modifikacije, čeprav na splošno zapažamo, posebno še pri dvojčičnem šivu tretjega zrna, da se lepše ujema z nizkotemperaturno obliko. Da bi stvar bolj osvetlili, si na sliki 1c oglejmo še podatke za albit v albitiziranih avgitnih porfiritih Bohorja in Rudnice, ki jih navaja Germovšek (1959). Tudi tukaj se ne moremo odločiti ne za nizko ne za visokotemperaturno modifikacijo albita, čeprav se nekatere meritve, posebno okoli 0 % an, lepše približujejo nizkotemperaturni modifikaciji. Iz geneze pa zopet sklepamo na nizkotemperaturni albit opisanih spilitov, kot prej v primeru albitiziranega kremenovega porfirita.

Albit je tudi ena glavnih sestavin kremenovih keratofirjev. Ker so kremenovi keratofirji nastajali v asociaciji s spiliti, torej pod enakimi pogoji, lahko tudi vsaj za večji del albita v kremenovih keratofirjih trdimo, da je nastal v zvezi z metasomatskimi procesi, in sicer iz prvotno kalijskih glincev zaradi granitnega kemizma magme. Tako lahko tudi pri večjem delu albita kremenovih keratofirjev pričakujemo nizkotemperaturno modifikacijo, ki jo potrjujejo že meritve Germovška (1959), Hamrle (1954) in Faningerja (1962), prikazane na sliki 1d.

Na koncu lahko torej trdimo, da smo v triadnih predorninah na Slovenskem visokotemperaturne modifikacije plagioklazov doslej ugotovili le pri andezinu kremenovega porfirita iz kokrškega kamnoloma, medtem ko pri albitu albitiziranih predornin lahko le pričakujemo nizkotemperaturno modifikacijo.

Za genezo triadnih predornin na Slovenskem velja isto, kar je že bilo na splošno ugotovljeno za spilitno-keratofirsko asociacijo (Barth, 1962): njih raznolikost po modalni in kemični sestavi si lahko razložimo z magmatsko diferenciacijo prvotno bazične, bazaltne magme, medtem ko se pojavljata albitizacija in kloritizacija v zvezi s posebnimi pogoji v geosinklinalnem stadiju orogeneze.

# Plagioklase in den triadischen Ergussgesteinen Sloweniens

Ernest Faninger

## Auszug

Bei der Plagioklasbestimmung in den triadischen Ergussgesteinen Sloweniens wurden bisher nur Diagramme verwendet, die von den Tieftemperaturmodifikationen abgeleitet worden sind, doch weil jetzt auch entsprechende Diagramme für Hochtemperaturformen zur Verfügung stehen, wurde eine gewisse Anzahl schon vermessener Plagioklase darauf geprüft, ob sie der Tief- oder Hochtemperaturform angehören. Zusammen mit einigen neuen Vermessungen wurde folgendes festgestellt.

Hochtemperaturmodifikationen sind bis jetzt nur bei Plagioklasen des Quarzporphyrites aus dem Kokra Tal festgestellt worden, wo im Durchschnitt Andesin mit 36 % An vorkommt. Für den in albitisiertem Quarzporphyrit und albitisiertem Augitporphyrit vorkommenden Albit genügen die vorhandenen Messergebnisse nicht, um einwandfrei feststellen zu können, ob es sich um die Tief- oder Hochtemperaturform handelt, doch weil der hier in Frage kommende Albit durch Albitisation, also auf metasomatischer Art entstanden ist, kann nur die Tieftemperaturform erwartet werden. Dasselbe kann auch für den Grossteil des in Quarzkeratophyren auftretenden Albites behauptet werden, doch hier wurde auch durch die Vermessungen die Tieftemperaturform bestätigt.

## Tief- und Hochtemperaturmodifikationen der Plagioklase in triadischen Ergussgesteinen Sloweniens

Ein Grossteil der in Slowenien vorkommenden triadischen Eruptivgesteinen besteht aus Quarzkeratophyren, Quarzporphyriten und Spiliten, die albitisierte Augitporphyrite und Diabase umfassen. Als Plagioklaseinsprenglinge kommen in Quarzkeratophyren Albit, in Quarzporphyriten Andesine und in Spiliten wieder Albit, inwieweit die ursprünglichen Feldspäte nicht erhalten geblieben sind, vor.

Bei bisherigen Plagioklasbestimmungen wurden Diagramme verwendet, auf denen nur die Tieftemperaturmodifikationen berücksichtigt worden sind (Nikitin, 1936), doch heute gibt es auch schon Diagramme mit Hochtemperaturmodifikationen (Sarantschina, 1963). Es schien uns deshalb nützlich wenigstens bei einem Teil der schon vermessenen Plagioklase der triadischen Eruptivgesteine Sloweniens nachzuschauen, inwieweit bei ihnen Tief- oder Hochtemperaturformen vorkommen.

Auf der Abbildung 1a sind die Projektionspunkte von Zwillingsachsen der im Quarzporphyrit von Kokra vorkommenden und nach dem Gesetz  $\frac{\perp[100]}{(010)}$  verwilligten Plagioklase aufgezeichnet (Faninger, 1962). Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass sich bei ihnen die Hochtemperatur-

modifikation erhalten hat und dass das Mittel einem Andesin mit ungefähr 36 % An entspricht.

Zusammen mit dem Quarzporphyrit kommt in Kokra auch albitisierter Quarzporphyrit vor (F a n i n g e r, 1962). Auf Abb. 1 b sind Projektionspunkte von Zwillingsachsen aufgezeichnet, die auf der Kurve [001] oder  $\frac{\perp[100]}{(010)}$  ausgewertet werden könnten; weil das Relief der untersuchten Plagioklase, inwieweit es festgestellt werden konnte, negativ ist, so kommen auf Kurven nur die Abschnitte für Albit in Betracht und zwar in unserem Falle für die Tieftemperaturform das Gesetz [001], und  $\frac{\perp[100]}{(010)}$

für die Hochtemperaturform. Wie es auf der Abbildung zu sehen ist, fällt die Mehrzahl der Messungen auf jenes Gebiet, wo sich die beiden genannten Kurven schneiden, weshalb es nicht entschieden werden kann, ob es sich um Tief- oder Hochtemperaturmodifikationen handelt. Damit diese Frage auf optischem Wege befriedigend gelöst werden könnte, müssten uns an einzelnen Plagioklasindividuen zugleich mehrere unabhängige Vermessungsdaten zur Verfügung stehen, was aber nicht der Fall gewesen ist. Dass aber trotzdem hier die Tieftemperaturform des Albites vorhanden sei, muss aus seiner Entstehungsart geschlossen werden, denn wie schon bewiesen wurde, entstand der Albit im genannten albitisierten Quarzporphyrit durch Spilitreaktion, also bei metasomatischen Vorgängen aus ursprünglich basischeren Plagioklasen. Für die Spilitreaktion ist aber wohl bekannt, dass sie schon bei ungefähr 300° C verlaufen kann (B a r t h, 1962), also bei niedriger Temperatur als der Umwandlungspunkt von Hoch- in die Tieftemperaturform des Albites (450° C; B a r t h, 1969).

Beim Vergleich der in Kamniške Alpe vorkommenden triadischen Ergussgesteinen mit solchen aus der Umgebung von Laško wurden seinerzeit (F a n i n g e r, 1962) bei den letztgenannten die Modalbestimmungen von H a m r l a (1954) übernommen. H a m r l a zählt die im Augitporphyrit auftretenden Plagioklase zum Andesin, obwohl sie den Koordinaten nach am Diagramm auch Albit sein könnten; im Falle der Zwei- oder gar Dreideutigkeit wurde lieber der Plagioklas mit höherem Anortitgehalt gewählt, was zwar im Normalfall bei so basischen Eruptivgesteinen etwas ganz verständliches wäre. Aber schon G e r m o v š e k (1959) und H i n t e r l e c h n e r (1959) stellten bei den Augitporphyriten in Ostslowenien eine teilweise oder gänzliche Albitisation fest. Um diesbezüglich die Augitporphyrite aus der Umgebung von Laško neuerlich zu untersuchen, trat mir H a m r l a die entsprechenden Dünnschliffe ab, wobei jetzt auch von uns eine Albitisation bei den erwähnten Gesteinen festgestellt worden ist. Bei drei Plagioklasen, die alle einen negativen Relief aufweisen, wurden am U-Tisch Messergebnisse erzielt, die im slowenischen Text angeführt worden sind (B = Zwillingsachse, D = Zwillingsnaht). Aus dem negativen Relief geht hervor, dass es sich um Albit handelt, doch ob die Tief- oder Hochtemperaturmodifikation vorliegt, kann nicht entschieden werden, obwohl im allgemeinen eine bessere Anpassung, besonders noch

beim dritten Korn, an die Tieftemperaturmodifikation zu sehen ist. Damit uns der Sachverhalt noch verständlicher wird, betrachten wir noch die Augitporphyriten des Bohor und Rudnica, was auf unserer Abb. 1 c gezeigt wird. Auch hier kann es sich wegen des beobachteten negativen Reliefs nur um Albit handeln, doch ob die Projektionspunkte auf der Kurve [001] der Tieftemperaturform oder auf der Kurve  $\frac{\perp[100]}{(010)}$  der Hoch-

temperaturform ausgewertet werden müssten, kann durch die vorhandenen Daten allein nicht entschieden werden, obwohl in Einzelfällen, besonders um 0 % An, eine bessere Anpassung an die Tieftemperaturform zu erkennen ist. Auch hier kann nur die Genese, also die metasomatische Entstehungsart, den Hinweis auf die Tieftemperaturform des Albiten in spilitisierten Gesteinen geben.

Albit ist auch ein wesentlicher Bestandteil der Quarzkeratophyre. Das Auftreten der Quarzkeratophyre in der sogenannten Spilit-Keratophyrassoziation gibt Anlass zur Vermutung, dass auch hier der Albit zum grössten Teil bei metasomatischen Vorgängen entstanden sei — doch wegen des granitischen Chemismus aus ursprünglich kalischen Feldspäten — und dass er so in seiner Tieftemperaturform auftreten muss. Auf den auf Abbildung 1 d gezeigten, von Germovšek (1959), Hamrla (1954) und Faninger (1962) ausgeführten Vermessungen an in Quarzkeratophyren auftretenden Albiten ist es schon zu erkennen, dass es sich dabei um die Tieftemperaturform handelt.

Am Schluss unserer Betrachtungen kann also gesagt werden, dass bei den in Slowenien auftretenden triadischen Ergussgesteinen die Hochtemperaturmodifikation nur beim Andesin des Quarzporphyrites aus Kokra gefunden worden ist, während bei den durch Albitisation entstandenen Albiten nur die Tieftemperaturform in Frage kommt.

Was der Genese der triadischen Ergussgesteinen Sloweniens anbelangt, kann nur das betont werden, was im allgemeinen für die Spilit-Keratophyrassoziation gilt: Die Verschiedenheit in der modalen und chemischen Zusammensetzung ist auf die Diferentiation eines ursprünglich basischen, basaltischen Magmas zurückzuführen, während die weit verbreiteten Albitisation und Chloritisation den Umständen des geosynklinalen Stadiums zu verdanken haben.

#### Literatura

- Barth, T. F. W. 1962, Theoretical Petrology, New York.  
Barth, T. F. W. 1969, Feldspars, New York.  
Faninger, E. 1962, Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem, Geologija 7, Ljubljana.  
Faninger, E. 1962, Albitiziran kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma, Geologija 7, Ljubljana.  
Germovšek, C. 1959, Triadne predornine severovzhodne Slovenije. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Dela + opera 11, Ljubljana.  
Hamrla, M. 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje. Geologija 2, Ljubljana.  
Hinterlechner, A. 1959, Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji. Geologija 5, Ljubljana.  
Sarantschina, G. M. 1963, Die Fedorow-Methode, Berlin.

