

BOHUSLAV CABEL, JURAJ MACEK*

KONTAKT-KALZIUMSILIKAT-HORNFELSEN IN DEN KLEINEN KARPATEN

(Abb. 1–2)

Kurzfassung: Die Verfasser führten an zwei Vorkommen von Kontakt-Hornfelsen aus dem Gebiete des Bratislavaer Granitoidenmassivs und am Kontakt-Hornfelsen des Harmonia-Gebietes im Gebirge der Kleinen Karpaten Vergleiche der optischen Eigenschaften von Mineralen durch. Jedes dieser Vorkommen stellt separate Bedingungen der Genese dar, weshalb auch die Unterschiedlichkeit des Charakters der Minerale bedeutend gross ist, obzwar es sich hier um die gleiche Assoziation von Mineralen handelt. Die Unterschiede der genetischen Bedingungen der Hornfelsen werden in der Arbeit getrennt beleuchtet.

Резюме: Авторы приводят сравнения оптических свойств минералов двух местонахождений контактных роговиков в области Братиславского гранодиоритового массива и контактных роговиков в области Гармония в Малых Карпатах. Каждое из местонахождений представляет особые условия генезиса и поэтому различие в характере минералов довольно большое, хотя речь идет о тех же самых ассоциациях минералов. Различие в генетических условиях роговиков объясняется в работе отдельно.

Im Gebiete des Kristallinkums der Westkarpaten gibt es in der Zone kristalliner Schiefer verhältnismässig wenig solcher Schiefergesteinsfolgen, die grössere Lagen Kalksteine oder anderer Karbonatsedimente enthielten. Kalksteinlinsen oder deren dünne Lagen können in der Kambrosilur- (Kambroordovizium-) Serie der Gemeinden gefunden werden. Bedeutend seltener sind Kalksteine in der devonischen bis unterkarbonischen Rakovec-Serie des Zips-Gömörer Erzgebirges (Spišsko-Gemerské rudoohorie) (z. B. bei Dobšiná und Košická Belá), sowie auch an weiteren Stellen dieser Serie mit intensiv entwickeltem diabasischem Vulkanismus (z. B. bei der Ortschaft Hnilčík). Hier bildet der karbonatische Bestandteil nur enge Einlagerungen oder an Kalzit bereicherte unterbrochene dünne, mit Pyroklastika wechselnde Lagen.

Aber auch im Gebiet des Kristallinkums der Tatroseporiden kommen manchmal kleinere Kalksteinlinsen oder andere Karbonatlagen und Einlagerungen vor. Sie pflegen häufig in den Amphibolit- und Metatuffzonen zu sein und dies zumal dort, wo sich im Kristallinkum mächtigere Akkumulationen dieser Gesteine befinden [z. B. in der Kraková-Zone der Veporiden im Gebiete der Gemeinde Hronec (Tri vody), bei Brezno usw.]. Grössere Kalksteinlinsen und -lagen kommen in der Kokava-Serie des Veporiden Kristallinkums vor, wo stellenweise die vereinzelten Karbonatvorkommen beträchtlich rekristallisiert (marmorisiert) oder auch vererzt bzw. von Metasomatose betroffen sind.

Die bekanntesten Vorkommen paläozoischer Kalksteine im Kristallinkum von Kerngebirgen sind im Gebiet der Kleinen Karpaten in der sogenannten Harmonia-Serie (Devon bis Unterkarbon), wo diese Kalksteinlinsen durch Intrusion granitoider Gesteine kontaktmetamorphiert wurden. Es entstanden so Kalziumsilikat-Hornfelsen (Erlane), wie sie von B. Cambel (1954) beschrieben wurden. Laut Klassifikation von V. M.

* Univ.-Prof. RNDr. B. Cambel, Dr.Sc., RNDr. J. Macek, Geologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava, Štefánikova 41.

Goldschmidt (1911) handelt es sich hier um Kalziumsilikat-Hornfelsen, die in die siebte bis zehnte Klasse von Hornfelsen (Plagioklas-Diopsid-Hornfels; Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfels; Grossular-Diopsid-Hornfels sowie den häufigsten Typ. den Wollastonit-Diopsid-Hornfels mit Vesuvian) gehören.

Eine eingehendere kristallographische und Röntgenbeugungsforschung an Mineralen von Kalziumsilikat-Hornfelsen führten M. Čajková und E. Samajová (1961) durch. Die Ergebnisse dieser Forschung werden zum Vergleich in der separaten Tabelle (Tab. 1) angeführt.

Aufgabe der gegenwärtigen kristallographischen Forschung, deren Ergebnisse hier dargelegt werden, war die Identifikation und der gegenseitige Vergleich von Mineralen verschiedener Typen von Kalziumsilikat-Hornfelsen, welche an mehreren Stellen im Gebiet des Bratislavauer Granodioritmassivs vorkommen. Das Schieferkristallinikum in welchem sich die Hornfelsen oder Karbonate befinden, liegt im Liegenden der Harmonia-Serie und laut palynologischer Forschung handelt es sich um eine Schichtengruppe des älteren Paläozoikums.

Im Gebiete dieses Schieferkristallinikums des Bratislavauer Massivs sind Karbonatlagen sehr selten und kommen nur an einigen Stellen vor, und dies zumal an solchen mit grösseren Amphibolit- und Metatuffvorkommen. Solche Metabasite mit kleinen Einlagerungen von Karbonaten oder mit einem erhöhten Gehalt des Karbonatanteils wurden an mehreren Stellen der vulkanogenen Schieferzone gefunden. Es hing von der Intensität der Metamorphose und der Reinheit der Kalksteine ab, ob Kalziumsilikat-

Table 1. Übersicht der optischen Werte einiger Kontaktminerale aus dem Gebiet Dolinovský vrch. Entnommen der Arbeit von M. Čajková, E. Samajová (1961).

Mineral	Brechungsindex	Doppelbrechung	2 V	Chm	Chz	optische Orientierung	Röntgen-Diffraktion
Granat Grossular	$n = 1,7299$ n auf der opt. Achse 1,8394	0,0028	64°	+			Mineral durch RTG-Diffraktion bestätigt
Vesuvian	n mit $c = 1,737-1,742$	0,005	38°	+			Mineral durch RTG-Diffraktion bestätigt
Wollastonit	$n = 1,664$	0,011	44°	—	—		Mineral durch RTG-Diffraktion bestätigt
Epidot	$n = 1,7652$		61°	—		$c/n = 12°$	Mineral durch RTG-Diffraktion bestätigt
Diopsid	$n = 1,682$		58-63°	+		$c/n = 36°$	Mineral durch RTG-Diffraktion bestätigt

Hornfelsen entstanden oder ob es nur zu einer mehr oder minder grossen Umkristallierung der Karbonate kam.

Kalziumsilikat-Hornfelsen beschreibt bereits P. S. R i c h a r z (1908) und dies aus dem Gebiet des Hainburger Schlossberges (Österreich) und erwähnt auch ähnliche Funde im Gebiet von Lámač. Er setzt deren Entstehung aus dolomitischen Mergeln voraus. J. K o n t e k und V. Z o u b e k (1936, S. 20) führen an, dass die Kalziumsilikat-Hornfelsen untergeordnet als Einlagen in Amphiboliten vorkommen und deren Gestreiftheit verursachen, wobei die hellen Streifen diopsidangereichert sind oder es überwiegen in ihnen Diopsid und Minerale der Epidot-Zoisitgruppe. Der Anteil an Amphibol ist verschieden und als Akzessorien treten hier Titanit und Pyrrhotin auf. Sie führen Vorkommen solcher Hornfelsen an und zwar in Amphibolitschollen auf dem Hügel Vefká baňa (Gemeinde Rača) und einer nördlich des Forsthauses Kamzik und östlich von Železná studienka (Eisenbrünnel) sich befindlichen Amphibolitscholle. Dieser Fund, sowie auch jener von Lámač waren für die Autoren dieses Beitrags unauffindbar und konnten deshalb nicht studiert werden.

Demgegenüber wurden Proben des Hügels Vefká Baňa studiert. Ein neues Vorkommen von Hornfelsen wurde im Amphibolitsteinbruch im Tal des Baches Bystrica festgestellt, wo Fleckamphibolite abgebaut werden (der Steinbruch befindet sich 250 m östlich der Kote 371 im Tal des Baches Bystrica).

Ausserdem wurden im Verlaufe der Forschungsarbeit im Gebiete der Kleinen Karpaten weitere Fundstätten von Kalziumsilikat-Hornfelsen u. zw. in der Antimonlagerstätte Cajla-Pezinok festgestellt. In der Antimonlagerstätte wurde eine 1–2 m mächtige Linse von Hornfelsen in Amphiboliten gefunden. Auch wurden laut persönlicher Mitteilung des Geologen St. P o l á k bei Erforschungsbohrarbeiten im Gebiet des Pezinok-Pernek-Kristallinikums eine ca. 1 dm mächtige, gut abgegrenzte Lage nahezu unrekristallisierten Kalksteins in der Amphibolitgesteins-Zone festgestellt. Es ist dies ein weiterer Beweis von der Existenz solcher Kalksteinlagen in Metatuffen.

Lagen von Karbonatsedimenten in Tuffen und Tuffiten befinden sich nördlich der Ortschaft Dúbravka am über den Hügel Bržitie zur Kote 245 hin verlaufenden Kamm, wo tuffogenes Material und an Karbonaten angereicherte Lagen wechseln. Solche Metatuffe mit verhältnismässig erheblichem primärsedimentär-karbonatischen Bestandteil, können an den aufragenden Klippen am Kamm des Hügels beobachtet werden. Da hier eine schwache Metamorphose besteht, entstanden keine Kalziumsilikat-Hornfelsen.

In den Kleinen Karpaten kombinieren zwei Typen von Metamorphose, welche bei der Entstehung von Kalziumsilikat-Hornfelsen zusammenwirken. Es sind dies die ältere epizionale, dynamische Metamorphose, welche vor der progressiv-periplutonischen, jüngeren durch Intrusion granitoiden Magmas verursachten variseischen Metamorphose verlief. Kalziumsilikat-Hornfelsen entstanden nur dort, wo diese periplutonische Metamorphose ausreichend intensiv war. Dies pflegt gewöhnlich dort zu sein, wo die Schollen des Schiefermantels tiefer ins Milieu des intrudierenden Magmas gelangten und hier zwar stark thermisch, jedoch im Grunde dennoch nur isochemisch metamorphiert wurden.

Die Autoren suchten zwei Fundstellen von Kalziumsilikat-Hornfelsen aus, die sich voneinander durch die Herkunft des Karbonatanteils unterscheiden.

a) Das Vorkommen von Hornfelsen im oberen Amphibolit-Steinbruch im Tal des Baches Bystrica, 250 m östlich der Kote 379. Dieses Vorkommen stellt einen magmatischen, gabbrodioritischen oder gabbroiden hypoabyssalen Gangkörper dar, der nach vorhergehender epizonaler Umwandlung stark kontaktmetamorphiert wurde. Dabei entstanden Kalziumsilikat-Hornfelsen nach dem Eingriff der Kontaktmetamorphose und

dies an den Stellen der vorhergehenden Akkumulation, der bei der Umwandlung von primären Mineralen freigesetzten Karbonate, in die Risse und Mylonit-Zonen.

b) Das Vorkommen von Hornfelsen bei Veltká Baňa (Kote 443) nordwestlich von Rača. Dieses Vorkommen stellt Lagen von Metadiabasen und Metatuffen mit Karbonateinlagerungen oder solcher Tuffe dar, die mit Karbonaten angereichert wurden.

Die optische Erforschung von Mineralen der Kalziumsilikat-Hornfelsen führte Dr. J. Macek durch. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefasst.

Der Chemismus und die planimetrischen Analysen der Gesteine basischen Vulkanismus, der Chemismus der Hornfelsen und jener der granitoiden Gesteine, welche an den Kontaktstellen mit den Hornfelsen auftreten, werden in Tabelle 2 angeführt.

Die angewendeten Methoden der optischen Erforschung

Die optischen Konstanten wurden anhand des Carl Zeiss, Jena-Universaldrehtisches gemessen.

Die Brechungsindexe wurden am U-Tisch nach der Methode der drehbaren Nadel (M. Novotný 1968) gemessen. Die Messungen wurden im monochromatischen Licht der Wellenlänge $\lambda = 589$ nm und bei einer Temperatur von 18–20 °C durchgeführt. Die gemessenen Konstanten wurden am Abbé-Refraktometer (bis zum Wert 1.7 des Brechungsindexes) sowie am Jelly-Refraktometer (über 1.7) abgelesen. Die erreichte reproduzierbare Genauigkeit betrug ± 0.001 .

a) durch Subtrahieren von den Hauptindizes.

b) mit dem Kompensator nach Eringhaus, wobei die Stärke folgendermassen gemessen wurde: das zu messende Korn wurde aussepariert und an die drehbare Nadel befestigt. Nach vorhergehender Kontrolle auf Parallelität der Flächen wurde die Stärke t mittels gezeichnetem Mikrometer gemessen. Die Kontrolle der Messung der Stärke des Präparats mittels beschriebener Methode wurde anhand des Interferenzmikroskopes MPT-5, eines polnischen Erzeugnisses durchgeführt. Die reproduzierbare Genauigkeit betrug ± 0.001 .

„2 V“ wurde durch direktes Messen am U-Tisch sowie durch Ablesen vom Wulffschen Netz ermittelt.

Die Basizität der Plagioklasse wurde am U-Tisch bestimmt und durch Messungen der Brechungsindexe in den optischen Hauptrichtungen kontrolliert.

Die Ordnungsstufe Oi wurde auf Grund der Messung von $2V$, $D_{T\alpha}$, $D_{T\beta}$ bzw. $D_{\beta\alpha}$ nach F. Fediuk (1964) bestimmt.

Die Röntgendiffraktion der Minerale wurde von M. Vondrovič durchgeführt. Verwendet wurde hierzu der Röntgendiffraktograph der Fa. Philips mit dem Goniotometer PW 1050 in Verbindung mit der hochstabilisierten Hochspannungsquelle PW 1130. Zur Anwendung gelangte die Cu-Strahlung bei einer Spannung von 40 kV und der Intensität von 20 mA. Die β -Strahlung wurde mittels Ni-Filter eliminiert.

a) Kalziumsilikat-Hornfelsen des Gebietes Bratislava, oberer Amphibolit-Steinbruch, Tal des Baches Bystrica, 250 m östlich der Kote 371.

Im Steinbruch wurden Fleckamphibolite abgebaut. Diese sind das Umwandlungsprodukt gabbroider porphyrischer hyposabyssaler basischer Gesteine (Chemismus siehe Tab. 2, Analyse Nr. 631). Die Amphibolite bilden eine etwa 1 km lange, 50–200 m mächtige linsenförmige Lage in Granitoiden dar. Die Amphibolitscholle wird von leukokraten aplitoiden Graniten und Pegmatiten durchdrungen. Am nördlichen Ende der Amphibolitscholle befindet sich der obere Amphibolit-Steinbruch (in Fleckamphiboliten)

Tabelle 2. Der Chemismus der Amphibolite, Hornfelsen und Granite aus dem Gebiet der Kleinen Karpaten

ZUSAMMENSETZUNG IN VEL. %	AMPHIBOLITE				SKARNE		GRANIT	
	47 Al ₃	50 Al ₄ (1)	52 Al ₃	631 Al ₄ (3)	630	629	4/14	
SiO ₂	48,84	47,79	46,59	47,11	48,97	46,44	41,01	70,40
TiO ₂	1,65	0,81	0,97	1,04	0,83	1,13	0,36	0,06
Al ₂ O ₃	15,58	16,39	18,67	19,62	17,23	17,96	21,76	15,24
Fe ₂ O ₃	4,32	3,48	3,62	2,07	2,36	3,48	3,65	1,70
FeO	3,70	7,47	5,63	4,92	8,08	3,82	0,67	1,23
MnO	0,19	0,16	0,16	0,16	0,21	0,17	0,14	0,67
CaO	13,82	10,35	11,93	13,72	10,68	21,35	27,44	2,45
MgO	7,33	8,10	6,34	7,17	6,09	2,05	4,95	0,65
Na ₂ O	3,36	3,30	3,10	2,72	3,29	1,77	0,14	2,90
K ₂ O	0,36	0,78	1,16	0,25	0,46	0,35	0,05	3,73
H ₂ O	0,16	0,21	0,09	0,04	0,09	0,16	0,08	0,21
H ₂ O ⁺	0,31	0,69	1,56	1,59	0,70	0,88	3,37	0,53
P ₂ O ₅	0,41	0,36	0,06	0,14	0,26	0,29	0,16	0,16
Summe	99,93	99,87	99,48	100,33	99,25	99,85	100,45	100,93
Amphibol Unzerlegter Plagioklas	67,80	60,49	67,48	65,07	62,70			
Zerlegter Plagioklas Miner. d. Epidot- Magnetit, Titanmagnetit, Sulfid	22,20	15,91	10,10	20,10	26,63			
Zirkon, Apatit Leukox. Biotit-Quarz Verhältnis Amphibol: Spat Punkteanzahl	3,00 6,05 + 0,90 —	10,58 5,09 5,45 + + 2,00 + Quarz	10,10 8,85 3,52 3,52 +	3,52 3,66 7,43 2,25 —				
Zusammen	99,95	100,3	99,95	99,94	100,12			
	Ø 47+66			Ø 21+27	Ø 67+68			

MICROELEMENTS (ppm)									
Ca ²⁺	9	11	10	12	13	6	18	22	
Ca ²⁺	156	107	340	360	529	305	400	19	
Ca ²⁺	394	467	316	160	157	302	<10	695	
V ³⁺	161	81	275	104	180	275	104	10	
NP ³⁺	43	41	76	62	57	37	35	10	
Ca ²⁺	68	19	100	100	20	21	195	28	
Ca ²⁺	13	290	380	56	110	93	30	130	
Ca ²⁺	158	47	11	35	33	34	37		
Zr ₆ ⁴⁺	62	38	32	16	25	22	28	14	
Sc ³⁺	207	224	166	277	241	159	355	180	
Sc ³⁺	99	93	69	75	148	134	20	630	
Ba ²⁺	Sp	Sp	Sp	3	Sp	Sp	—	—	
Rb ⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	
Li ⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn ²⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	
Pb	—	—	—	—	—	—	<10	<10	

Erläuterungen: Analyse 67 — Amphibolit, Ortschaft Rača, Hřigl, Věkří Baňa, südl.; Analyse 50 — Amphibolit, Ortschaft Dubravka, Hřigl, Hlavň-Bržízce; Analyse 52 — Amphibolit, Bratislava, unterer Amphibolit-Steinbruch, Tal des Baches Bystriec; Analyse 631 — Fleckenamphibolit, Bratislava, oberer Amphibolit-Steinbruch, Tal des Baches Bystriec; Analyse 111 — Aktinolithischer Schiefer, Ortschaft Laniac, aufgegebener Steinbruch; Analyse 111 — Granodiorit, Zelenčí studenka (Eisenkrümel), Steinbruch, Tal des Baches Bystriec; Analyse 629 — Kalziumsilifat-Hornfels, Ortschaft Rača, Hřigl, Věkří Baňa; Analyse 629 — Kalziumsilifat-Hornfels, Steinbruch im Tal des Baches Bystriec, Bratislava; Die Analyse 47, 50, 52, 53 — Die Gehalte an Mikroelementen wurden als Mittelwerte der Analysen 21+27 errechnet; Analyse 630 — Die Gehalte an Mikroelementen wurden als Mittelwerte der Analysen 21+27 errechnet; Analyse 630 — Die Gehalte an Mikroelementen stellen die errechneten Mittelwerte aus den Analysen 631 und 630 dar; Die Analysen 631 und 630 führte Dipl.-Ing. E. Watzel, Geologisches Institut d. Slow. Akad. d. Wiss. (1971) — entnommen der Arbeit B. Cambel, J. Válač (1956).

und am südlichen der untere (in homogenen Amphiboliten) Tab. 3. Analyse Nr. 631). Die Kalziumsilikat-Hornfelsen des oberen Steinbruchs stellen die Ausfüllungen der unregelmässigen 2–10 cm mächtigen Sprünge in magmatogenen Amphiboliten dar. Die Ausfüllung dieser Sprünge ist unregelmässig (Abb. 1), häufig von nestartiger Form und ein Teil davon wird von Feldspat und kleinen Sulfidzusammenballungen (Pyrrhotin) ausgefüllt. Es handelt sich hierbei um die Migration der Feldspatmasse aus den benachbarten Matabasiten dermassen, dass um die Äderchen herum die Amphibolite an Feldspat abgereichert und durch Amphibolite bereichert sind. Diese Feldspäte sind saurer als jene des Muttergesteins (siehe Tab. 3). Andere Äderchen haben neben Feldspäten auch rekristallisierten Kalzit und Kalziumsilikat-Hornstein, der entweder eine zusammenhängende Ausfüllung oder nur Zusammenballungen in bestimmten Abschnitten der Äderchen bilden. Pyrrhotin, geläufiger Bestandteil der Amphibolite und Metatuffe pflegt in diesem Gebiet laufend Bestandteil von Feldspatäderchen zu sein (Abb. 2). Die Karbonate in der Sprungausfüllung sind Akkumulationen des vorhergehenden Stadiums der epizonalen Metamorphose basischer Gesteine und sind die Träger des zur Bildung von Kalziumsilikat-Mineralen in den Äderchen notwendigen Kalziums.

b) Kalziumsilikat-Hornfelsen des Gebietes Vefká Baňa (Kote 433 nordwestlich der Ortschaft Rača).

Der Hügel Vefká Baňa (Kote 433) wird von Amphiboliten aufgebaut, deren Chemismus und mineralogische Zusammensetzung in Tabelle 2 unter 47 angeführt ist. Der Charakter des Amphibolitgesteins dieses Gebietes lässt sich jedoch besser im Stein-

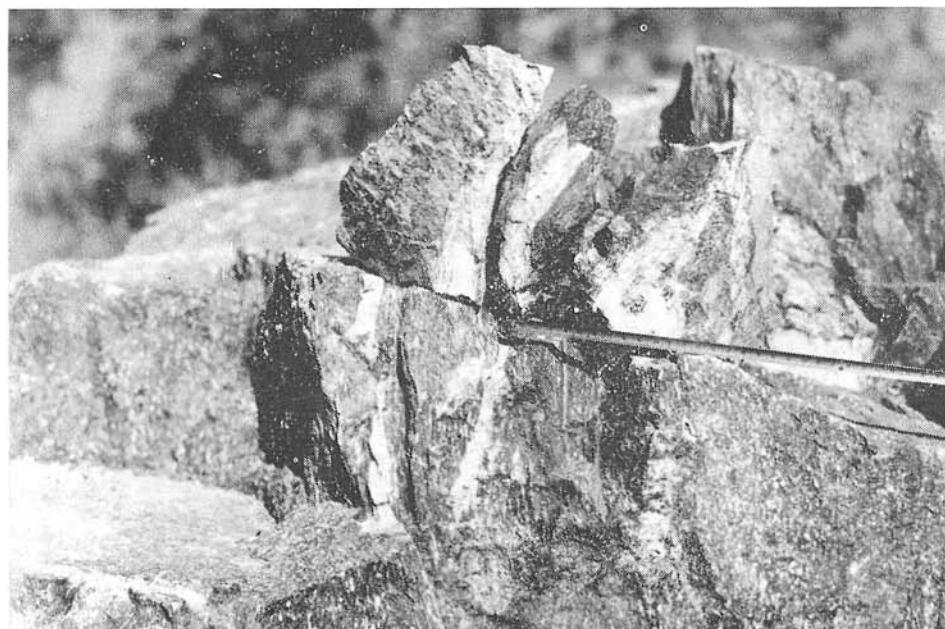


Abb. 1. Äderchen mit Gehalten an Kalziumsilikat-Mineralen in Fleckamphiboliten, Steinbruch im Tal des Baches Bystrica, Bratislava, Kleine Karpaten. Foto C. Chladová.

T a b e l l e 3. Die optischen Eigenschaften der Minerale in Amphiboliten und Kalziumsilikat-Hornfels

Gestein	Mineral	kurze Charakteristik	Brechungsindex	Doppelbrechung $\gamma - \alpha$
Amphibolit	Gemeiner Amphibol	idiomorph, weniger hypidiomorph, grün, pleochroitisch, säulen- bis nadelförmiger verwachsender Plagioklas	$n_{\alpha} = 1,638 \pm 2$ $n_{\beta} = 1,648 \pm 2$ $n_{\gamma} = 1,656 \pm 2$	0,016—0,020
Chem. Analyse Nr. 631	Na-Ca-Feldspat	sehr stark umgewandelt, hypidiomorph bis idiomorph, überwachsen von nadelförmigen gemeinem Amphibol	$n_{\alpha} = 1,559$ $n_{\gamma} = 1,567$	0,008
Kalziumsilikat-Hornfels	Granat Grossular	durchsichtig, farblos bis bräunlich, isotrop, idiomorph bis hypidiomorph, stellenweise kompakt	$n_{\alpha} = 1,728$ bis 1,738	
	Vesuvian	idiomorph bis hypidiomorph, farblos, körnig, säulenförmig, zonal, verwachsend mit Granat und Epidot	$n_{\alpha} = 1,708$ $n_{\omega} = 1,712$	0,004
	Prehnit	durchsichtig, farblos, hypidiomorph bis allotriomorph	$n_{\alpha} = 1,617$ $n_{\beta} = 1,624$ $n_{\gamma} = 1,646$	0,029
	Klinozoisit	farblos, hypidiomorph bis idiomorph verwachsen mit Epidot	$n_{\alpha} = 1,712$ $n_{\gamma} = 1,722$	0,010
	Epidot	farblos bis gelblich, hypidiomorph, schwach pleochroitisch in Paragenese mit Klinozoisit, Granat und Kalzit	$n_{\alpha} = 1,716$ $n_{\gamma} = 1,737$	0,020—0,022
	Na-Ca-Spatie	idiomorph bis hypidiomorph, zonar, schwach umgewandelt mit häufigem Vorkommen von Verwachsungen (010) weniger $\pm \frac{[018]}{(001)}$	$n_{\alpha} = 1,537$ $n_{\beta} = 1,541$ $n_{\gamma} = 1,545$ $n_{\beta} = 1,545$	$\gamma - \alpha = 0,008$ $\gamma - \beta = 0,004$ $\gamma - \alpha = 0,008$
Chem. Analyse Nr. 629	Kalzit	kompakt, von Granat überwachsen sowie von Epidot und Vesuvian	$n_{\alpha} = 1,487$ $n_{\omega} = 1,657$	$\varepsilon - \omega = 0,170$

sen der Lokalität oberer Amphibolit-Steinbruch, Tal des Baches Bystrica, Bratislava

2 V	Chm	CHz	Opt. Orientation	Chemismus	Anmerkung
80° ± 2°	—	+	$\gamma/c = 19° - 20°$ $0_1/c = 31°$ $0_1/\gamma = 50°$	Im Sinne E. Trögers (1956) Gehalt 15–20 Mol % $(Fe^2 + Fe^3 + Mn)$ F. Fediuk 1966) 25 Mol %	In unmittelbarer Nähe der Kalziumsilikat-Hornfelsen wurde Grünerit gefunden
80° ± 2°	+			$An_{60} \pm 5$	Verwachsungen wurden nicht beobachtet
Die Ergebnisse der RTG-Diffraktion der studierten Granate, ihr Vergleich mit den Tabellenwerten nach MICHEJEV (1957) weist die beste Übereinstimmung mit Grossular auf					Ausnahmsweise schwach anizotrop verwachsen von Kalzit, Epidot und Vesuvian
	—	—		Im Sinne E. Trögers (1956) Gehalt bis 0,5 % H_2O bis 2,5 % $(TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO)$	Ausnahmsweise schwach doppelachsig
65° – 67°	+	+		Im Sinne E. Trögers (1956) Al-Prehnit mit 3–4 % Fe-Prehnit	An der Lokalität Rača, Vefká baňa nicht gefunden worden
88° ± 2°	+		$\alpha c = +3° - 5°$ $\gamma/a = 18° - 20°$	Im Sinne von A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová (1962) beinhaltet 6–8 Mol % $Ca_2Fe_3[O OH SiO_4 Si_2O_7]$	
82° ± 2°	—		$\alpha c = 0° \pm 2°$ $\gamma/a = 25° \pm 2°$	Im Sinne von A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová (1962) Gehalt 16–20 Mol % $Ca_2Fe_3[O OH SiO_4 Si_2O_7]$	
82° ± 2°	—			$An_{18} \pm 1$	Ordnungsstufe
80° ± 2	—			$An_{28} \pm 2$	$0i = 90 - 100$
	—			Kalzit bestätigt durch Farbproben	In Proben der Lokalität Rača nicht gefunden

T a b e l l e 4. Die optischen Eigenschaften der Minerale in Amphiboliten und Kalziumsilikat-Horn

Gestein	Mineral	kurze Charakteristik	Brechungsindex	Doppelbrechung $\gamma - \alpha$
Amphibolit	Gemeiner Amphibol	idiomorph bis hypidiomorph, pleochroitisch säulenförmig, weniger nadelförmig	$n_{\alpha} = 1,658$ $n_{\beta} = 1,655$	0,017—0,021
	Na-Ca-Spate			Die ursprüngliche Basizität des Plagi Umwandlung, mit opti
Kalziumsilikat-Hornfels	Granat	idiomorph bis hypidiomorph weniger kompakt, durchsichtig bis schwach-rosa, in Paragenese Diopsid, Epidot und Vesuvian	$n_{\alpha} = 1,730$ $n_{\gamma} = 1,740$	
	Vesuvian	idiomorph, weniger hypidiomorph, selten kompakt, farblos, in Paragenese mit Klinozoisit-Epidot-Granat	$n_{\alpha} = 1,712$ $n_{\beta} = 1,716$	0,004
	Klinozoisit	hypidiomorph, weniger idiomorph, feinkörnig, farblos, in Paragenese mit Granat, Epidot und Vesuvian	$n_{\alpha} = 1,714$ $n_{\beta} = 1,718$ $n_{\gamma} = 1,724$	0,010
	Epidot	idiomorph, weniger hypidiomorph, grosse Auswüchse an den Rissen, gemeinsam mit Klinozoisit, schwach pleochroitisch	$n_{\beta} = 1,735$	0,030
Chem. Analyse Nr. 630	Ziosit	hypidiomorph, farblos	$n_{\beta} = 1,699$	0,005
	Augit	hypidiomorph, schwach pleochroitisch, an den Rissen zusammen mit Plagioklas	$n_{\alpha} = 1,692$ $n_{\beta} = 1,702$ $n_{\gamma} = 1,722$	0,030
	Diopsid	hypidiomorph bis allotriomorph, feinkörnig, schwach pleochroitisch	$n_{\alpha} = 1,682$ $n_{\beta} = 1,688$ $n_{\gamma} = 1,714$	0,031
	Na-Ca-Spate	hypidiomorph, schwach umgewandelt, zonar, mit Verwachsungen (010) weniger $\perp [010]$ $\perp [100]$ $\perp (001)$	$n_{\alpha} = 1,544$ $n_{\beta} = 1,544$ $n_{\gamma} = 1,549$ $n_{\beta} = 1,550$	0,008 0,007

felsen der Lokalität Vefká Baňa (Kote 433 NW von Rača)

2 V	Chm	CHz	optische Orientation	Chemismus	Anmerkung
72°–78°	—	+	$\gamma/c = 19°–20°$ $0_1/c = 32°$ $0_1\gamma = 51°–53°$	Im Sinne E. Trögers (1956) Gehalt 25–35 Mol % (Fe ²⁺ +Mn+Ti) F. Fediuk (1966) 40 Mol % (Mg+Fe ²⁺ +Fe ³⁺ +Mn)	Mit Plagioklas, weniger markant als bei Lokalität 1 klases ist wegen der ausserst starken schen Methoden nicht messbar

Die RTG-Diffraktion wurde nicht durchgeführt. Die Einreihung gemäss Brechungsindex würde Grossular entsprechen

Sehr schwach anisotrop

einachsig	—	—		Im Sinne E. Trögers (1956) Gehalt bis 0,5 % H ₂ O bis 3,5 % (TiO ₂ +Fe ₂ O ₃ ++FeO)	Selten schwach anomal doppelachsig
90°±2°			$\alpha/c = 0° \pm 2°$ $\gamma/a = 24° \pm 2°$	Im Sinne von A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová (1962) Gehalt 10 Mol % Ca ₂ Fe ₃ [O OH SiO ₄ Si ₂ O ₇]	
75°±77°	—		$\alpha/c = -3°–5°$ $\gamma/a = 28° \pm 2°$	Im Sinne von A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová (1962) Gehalt 20–25 Mol % Ca ₂ Fe ₃ [O OH SiO ₄ Si ₂ O ₇]	
44°–56°	+	—			Wurde in den Proben der Lokalität Železná studienka nicht gefunden
66°–72°	+		$\gamma/c = 50°–53°$ $\alpha/c = 38°–40°$ $0_1/c = 15°–17°$		Selten
58°–61°	+		$\gamma/c = 43°–45°$ $0_1/c = 12°–14°$	Den festgestellten optischen Werten nach ist die Einreihung in die zugehörige Reihe unsicher	
80°±2°	—			An ₂₇ ±1	
87°±2°	—			An ₃₅ ±2	

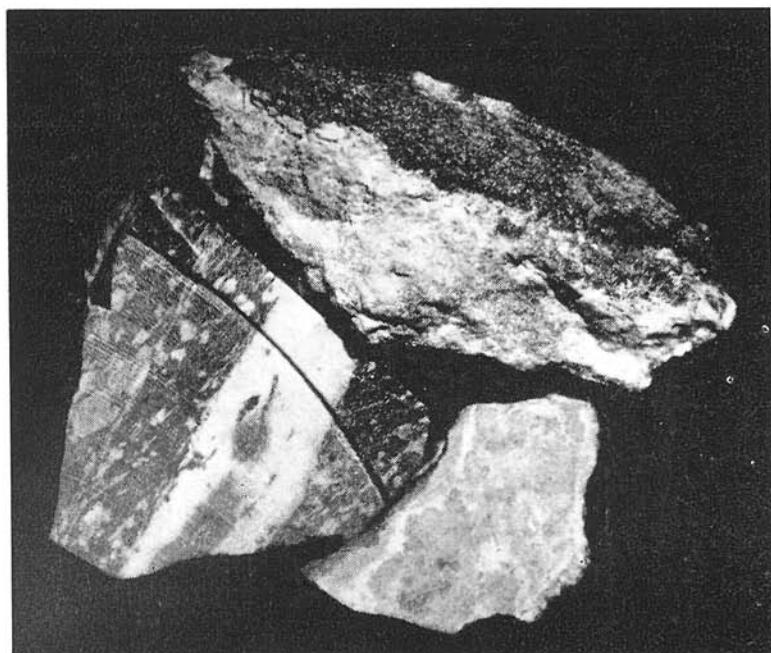


Abb. 2. Einzelne Gangproben mit Gehalten an a) Kalziumsilikat-Mineralen, b) Na-Ca-Spaten mit Pyrrhotin (dunkle Mitte der Ader). Foto C. Chladová.

bruch von Malá Baňa verfolgen, einem älteren Steinbruch, wo heute noch in künstlichen Aufschlüssen die Art der metamorphierten vulkanogenen Gesteinsfolge verfolgt werden kann. Auf dem Hügel Vefká Baňa können im Schutt zwischen Amphiboliten kompakte Stücke Hornfelsens gefunden werden, welche bis zu 1 dm Mächtigkeit haben. Es kann deshalb angenommen werden, dass hier die Lagen der Kalziumsedimente in Tuffen, zum Unterschied von anderen Stellen, verhältnismässig mächtiger waren. Diese tuffogene Gesteinsfolge ist durch das in der Umgebung auftretende granitoide Gestein metamorphiert. Die gesamte Scholle der Metatuffe und Amphibolite ist als Rest eines Mantels zu betrachten, der tiefer ins magmatische Milieu gelangte und deshalb bislang nicht aberodiert wurde.

In den abgenommenen Proben wurde kein Kalzit festgestellt was bedeutet, dass die Zusammensetzung des Kalksteins chemisch den Entstehungsbedingungen von Kalziumsilikat-Mineralen entsprach. Leider ist es nicht möglich die Stellung der Hornfelsen in den Amphiboliten an Ort und Stelle, im Aufschluss, zu studieren sondern nur als dem Schuttmaterial entnommene Proben. Die optischen Eigenschaften der Amphibolit- und Hornfelsminerale sind in Tabelle 4 angeführt.

Vergleich der Ergebnisse

G r a n a t e: die optischen Eigenschaften der Granate stimmen grundsätzlich überein. An den von den Verfassern studierten Lokalitäten wurde eine nur schwache Anisotropie

der Granate gestellt. Es handelt sich hierbei also um normale Grossulare. Die aus der Harmonie (Harmonia) stammenden Hornfelsen haben demgegenüber stark zweiachsig Granate mit höherem Brechungsindex, der ebenfalls dem Grossular entspricht. Die Anomalien bezüglich der optischen Konstanten werden von den Autoren M. Čajková, E. Šamajová (1961) dahingehend interpretiert, dass die Andradit- und Uwarowitanteile ungleichmäßig vertreten sind.

Vesuviane: Es treten Unterschiede auf, zwischen den Vesuvianen aus dem Steinbruch in Tal des Baches Bystrica (weiters nur Steinbruch) und dem Fund an Hornfelsen des Hügels Velfká Baňa im Gebiet der Ortschaft Rača (weiters nur Rača). Nimmt man die Bestimmung des Chemismus der Minerale laut optischen Eigenschaften als Kriterium (Tabellen von E. Tröger, 1956), dann sind die Vesuvianen von Rača eisenhaltiger (bis zu 3,5 % Fe) als jene des Steinbruchs im Bystrica-Tal (bis 2,5 % Fe). Es handelt sich aber hier in beiden Fällen um Vesuvianen geläufiger optischer Eigenschaften.

Demgegenüber ist der Vesuvian aus Harmonia Wiluit, hat eine hohen Brechungsindex, was die Autoren M. Čajková, E. Šamajová (1961) mit einem höheren Fe- und Ti-Gehalt oder mit einem Austausch von Aluminium mit Magnesium im Gitter des Vesuvianen erklären.

Prehnit: Dieser findet sich nur im Steinbruch im Tal des Baches Bystrica und da er in Assoziation mit Kalziumsilikat-Mineralen auftritt (Granat, Diopsid, Vesuvian), ist er als Neubildung zu betrachten und nicht als das Produkt sekundärer Veränderungen der Minerale von Amphiboliten bzw. jener der Kalziumsilikat-Hornfelsen.

Die Gruppe des Epidots: Die Minerale gehören der Reihe Klinozoisit-Epidot an. Optisch sind sich diese beiden von den Autoren erforschten Lokalitäten ähnlich. Die Klinozoisite des Steinbruchs sollten den optischen Konstanten nach (A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová 1962), zwischen 6–8 Mol % des Bestandteils $\text{Ca}_2\text{Fe}_3[\text{O}/\text{OH}/\text{SiO}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$ haben und die Klinozoisite des Hügels Velfká Baňa bis zu 10 Mol %. Desgleichen haben die Epidote des Steinbruchs gemäß den optischen Eigenschaften weniger Fe und zwischen 16–20 Mol % des Bestandteils $\text{Ca}_2\text{Fe}_3[\text{O}/\text{OH}/\text{SiO}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$, während jene aus Rača bis zu 25 Mol % aufweisen. Zoisite wurden nur in Rača gefunden. In der primären Assoziation von Ca-Silikaten aus Hornfelsen sind sie verhältnismäßig häufig und den optischen Konstanten nach haben sie ziemlich wenig Fe (unter 5 %). Die Zoisite und Klinozoisite von Harmonia wurden nicht beschrieben. Die Epidote von Harmonia haben gemäß den optischen Eigenschaften anomal hohe Brechungsindexe, niedriges 2 V, was den Autoren M. Čajková, E. Šamajová (1961) zufolge, auf einen höheren Gehalt von Fe und niedrigen Mn-Gehalt hinweist. Den Tabellenwerten zufolge (A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová, 1962) würde dies einem Gehalt von über 35 Mol % des Bestandteils $\text{Ca}_2\text{Fe}_3[\text{O}/\text{OH}/\text{SiO}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$ entsprechen.

Pyroxene: Diese wurden in Hornfelsen des Gebietes der Lokalität Rača festgestellt. Es handelt sich hierbei um verhältnismäßig feinkörnige Diopside, deren Einreihung in die entsprechende Reihe im Sinne von A. Dudek, F. Fediuk, M. Palivcová (1962) gemäß den ermittelten optischen Konstanten unsicher ist. Aus dem angeführten Grunde wird ihr Chemismus nicht näher bestimmt.

Eine Besonderheit der Rača-Assoziation ist, dass in den Rissen der Ca-Silikate, als jüngeres Glied in der Paragenese mit den Na-Ca-Spaten, vereinzelt relativ grobkörniges Pyroxen-Augit gebildet wird.

Die Pyroxene des Gebietes Harmonia weisen optische Eigenschaften geläufiger Diopside der Reihe Diopsid-Hedenbergit auf.

Plagioklas: Nach Literaturangaben ist die Entstehung saurer Spate in Kalzium-

silikat-Hornfelsen keine Besonderheit und wird durch den lokalen Mangel an Ca, das bei der Bildung von Ca-Silikaten aufgebraucht wurde, bedingt.

Als Neubildungen der Plagioklase in der Hornfelsassoziation wurden in den Sprüngen der Amphibolite saurere Plagioklase ($An_{18} - An_{28}$) an der Lokalität Steinbruch im Tal des Baches Bystrica und basischere ($An_{27} - An_{35}$) an der Lokalität Rača (Vefká Baňa) festgestellt. Die primären Plagioklasse sind in den Amphiboliten sehr stark umgewandelt (Fleckamphibolite, Steinbruch, An_{60-5}) bis unmessbar (Rača). Die Neubildungen von Plagioklassen die in einiger Fällen an den Stellen der zersetzen Plagioklase entstehen sind, was die Basizität anbelangt, ähnlich den Plagioklasen aus Ca-Silikat-Hornfelsen.

In Harmonia (der Harmonie) finden sich im Zusammenhang mit der Hornfelsassoziation der Minerale Neubildungen bedeutend saurer Plagioklase (Albitoligoklase bis Albite). Laut B. Cambel (1958) betragen sie bis zu 10% und dies in granat-diopsidischem vesuvianischem feldspatigem Hornfels. Die Autoren M. Čajková, E. Šamajová (1961) führen keine Feldspate an.

Kalzite: Diese wurden nur im Steinbruch im Tal des Baches Bystrica gefunden. In Rača wurde Kalzit direkt in Assoziation mit Ca-Silikat-Hornfelsen nicht festgestellt. In Harmonia ist Kalzit in verschiedenem Masse umkristallisiert und bildet das Grundgestein in welchem sich die Ca-Silikate als verstreute Zusammenballungen, Gangzonen bis konzentrierte, massive (2–3 dm mächtige) Akkumulationen bilden.

Schlussfolgerung

In der Arbeit wird eine optische Charakteristik der Kalziumsilikat-Hornfels-Minerale des Gebietes der Kleinen Karpaten dargelegt und es werden die Entstehungsbedingungen von Kontaktornfelsen der einzelnen Lokalitäten beleuchtet. Den optischen Werten nach kann konstatiert werden (gemäß den Tabellen von E. Tröger 1956 und A. Dudek, F. Fedík, M. Palivcová 1962), dass die Minerale der Hornfelsen des Gebietes Rača (Vefká Baňa) reicher an Eisen sind als dies bei den Hornfelsen des Bratislavaer Steinbruchs im Tal des Baches Bystrica der Fall ist. Dies kann dahingehend gedeutet werden, dass die Hornfelsassoziation der Minerale im Bratislavaer Steinbruch, die in den engen Rissen magmatogener Amphibolite entstand, sich im Hinblick auf die erschwerete Migrierbarkeit von Fe und Mn. unter grösserem Mangel an Eisen und Mangan bildete.

Die Kalziumsilikat-Hornfelsen aus Harmonia kristallisierten in Kalksteinen an deren direkten Kontaktstellen mit dem Granodiorit des Modraer Typs. Die Minerale dieser Hornfelsen sind variabler, was zumal mit dem primären Gehalt an Verunreinigungen, dem Charakter der Metamorphose und deren Intensitätsgrad zusammenhängt. Den Forschungen von M. Čajková, E. Šamajová (1961) zufolge besitzen die Hornfelsminerale dieses Gebietes viele optische Anomalien deren Ursache bislang nicht genügend geklärt ist.

Übersetzt von E. WALZEL.

SCHRIEFTUM

- CAMEL, B., 1954: Geologicko-petrografické problémy v SV časti kryštalínika Malých Karpat. Geol. práce 30, Bratislava, S. 3–65.
- CAMEL, B., 1958: Prispevok ku geológii pezinisko-permeckého kryštalínika. Acta Geol. et Geogr. Univ. Com., Geologica 1, Bratislava, s. 137–163.
- CAMEL, B., JARCOVSKÝ, J., 1967: Geochemie der Pyrite einiger Lagerstätten der Tschechoslowakei. Vydav. SAV, Bratislava, 493 S.

- CAMBEL, B., KUPČO, G., 1965: Petrographie und Geochemie der metamorphen Hornblende-gesteine aus der Kleinkarpatenregion. Náuka o zemi 1, Bratislava, 104 S.
- CAMBEL, B., VALACH, J., 1956: Granitoidné horniny v Malých Karpatoch. ich geológia, petrografia a petrochémia. Geol. práce 42, Bratislava, 150 S.
- ČAJKOVA, M., SAMAJOVA, E., 1961: Príspevok ku topografickej mineralógii Malých Karpat. Acta Geol. et Geogr. Univ. Com., Geologica 4, Bratislava, S. 51–67.
- DUDÍK, A., FEDIUK, F., PALIVCOVÁ, M., 1962: Petrografické tabuľky. Nakl. ČSAV, Praha, 303 S.
- FEDIUK, F., 1964: Určovanie chemického zloženia a stupňa usporiadanosťi štruktúrnej mriežky plagioklasov optickými metódami. Manuscript. Katedra petrografie Karlovej univerzity Praha, 117 S.
- FEDIUK, F., 1963: Příspěvek k metodice optického určování chemizmu některých monoklinických amfibolů. Publ. Fac. Sci. Univ. J. E. Purkyně 476, S. 329–338.
- NOVOTNÝ, M., 1968: Die Anpassang des Fedorovtisches für die Bestimmung der Lichtbrechung. Časopis pro miner. a geol. 13, 4, Praha, S. 405–410.
- KOUTEK, J., ZOUBEK, V., 1936: List Bratislava 4758 geol. mapy ČSR, vysvetlivky. Knihovna St. geol. úst., 18, Praha.
- KOUTEK, J., ZOUBEK, V., 1936: Zpráva o geologických studiích a mapování v okolí Bratislav. Věstu. St. geol. úst., 12, Praha, S. 67–87.
- RICHLARZ, P. S., 1908: Der südliche Theil der Kleinen Karpathen und die Hainburger Berge. Mit. der geol. Ges. Wien, S. 1–10.
- TRÖGER, W. E., 1956: Optische Bestimmung der gesteinbildenden Minerale. Springer Verlag, Stuttgart, 822 S.

Zur Veröffentlichung empfohlen von L. KAMENICKÝ.