

KELET-STÁJERORSZÁGI ÉS BURGENLANDI TERCIER VULKANITOK K/AR KORA

BALOGH KADOSA* – LOBITZER HARALD** – PÉCSKAY ZOLTÁN* – RAVASZ CSABA*** –

SOLTI GÁBOR***

*MTA. Atommagkutató Intézet Debrecen, Bem tér 18/c.
H-4026

**Geol. Bundesanstalt Wien, Rasumofskygasse 23.

***M. Áll. Földtani Intézet Budapest, Népszabadság út 14.
H-1143

ETO: 552.313:553.983(436)

T á r g y s z a v a k : K/Ar kormeghatározás, nefelin, bazalt, trachit, trachiandezit, vulkáni öv, riftesedés, harmadidőszak, Ausztria, Magyarország

A K/Ar kormeghatározások és a kiegészítésként végzett ásvány-kőzettani vizsgálatok eredményeiből levonható következtetések alapján a burgenlandi és K-stájerországi bazaltos vulkanitok három, egymástól jól elkülöníthető, aktív vulkáni szakaszban keletkeztek.

A legidősebb a weitendorfi (14 millió év) és a gossendorfi (13,1 millió év) trachandezit. A következő vulkáni szakaszt a paulibergi diabáz (11,5 millió év), illetve az oberpullendorfi alkáli bazalt (11,1 millió év) és a paulibergi alkáli bazalt (10,5 millió év) képviseli. Egy hosszabb, közelítőleg 7 millió éves inaktív periódus után, a pliocén felső szakaszában zajlott – bőséges pirokklasztit szolgáltatás mellett – a legfiatalabb effuzív szakasz. E fiatal magmatermékek az időben folyamatosan emelkedő összalkália, ezen belül pedig egyre növekvő Na₂O-tartalommal jellemezhető kőzetek: nefelines bazalt, nefelin bazalt és tefrit (1,7– 3,7 millió év).

A vulkáni képződménycsoport a kontinentális terület kollíziós riftesedésének magmatektonikai fázisaihoz kapcsolható.

A Kárpát-medence részletesen tanulmányozott bazaltos képződményei közül (BALOGH KADOSA et al. 1982, 1983, 1985, 1986, JÁMBOR Á. et al. 1980) a kisértői, mélyszinti, bazalttelérekkel átjárt trachitos képződménycsoport a weitendorfi és gossendorfi előfordulásokkal; a Duna – Tisza köze felszín alatti rétegvulkáni bazaltos kőzetei a paulibergi és oberpullendorfi bazaltokkal; végül a Salgótarján környéki bazanitok a Feldbach– Klöch közötti terület bazanitjaival párhuzamosíthatók.

A dunántúli bazaltvulkánosság időtartamának nagy része az osztrák területi vulkáni működés inaktív szakaszára esik.

Bevezetés

A Magyar és az Osztrák Földtani Intézet között fennálló együttműködési szerződés keretében folyó kelet-stájerországi és burgenlandi maar-kutatás terepi munkálatai során a szerzőknek alkalmuk nyílt számos harmadidőszaki vulkanit kibúvás megtekintésére és helyszíni mintagyűjtésre.

A vizsgálatok ilyen irányú kiterjesztését az tette indokolttá, hogy munkánk során nyilvánvalóvá vált: a maar-üledékek kőzettani és teleptani jellege szoros kapcsolatban áll azok tartószerkezetének keletkezési viszonyaival és keletkezési korával.

A stájerországi és burgenlandi bazaltoid képződmények vizsgálata több mint egy évszázados múltra tekinthet vissza (UNTCHJ G. 1872, PREISS C. 1908, LEITMEIER H. 1909, WINKLER A. 1913, 1926, JUGOVICS L. 1916, 1919, SÜMEGHY J. 1923, FERENCZI I. 1924, SCHMIDT E. R. 1929). Ez idő során egyre világosabb kép bontakozott ki a képződményegyüttes sztratigráfiai, vulkanológiai és ösföldrajzi viszonyairól. Az elmúlt három évtizedben a kutatások új erőre kaptak és mind a vizsgálat alá vont terület, mind a vizsgálati módok száma kibővült. Áttekintve az idők folyamán tekintélyesen felszaporodott szakirodalmat, megállapítható, hogy néhány részletkérdés még jelenleg is megoldatlan (ZIRKL E. 1952, WINKLER A. 1954, PETRASCHECK W. 1955, KÜPPER H. 1957, HERITSCH H. 1965, 1976, HERITSCH H. — HÖLLER H. 1970, EBNER F. — PLANK S. 1981, POULTIDIS CH. 1981, SCHARBERT H. G. et al. 1981, POULTIDIS H. — SCHARBERT H. G. 1986).

A nyitott kérdések ismeretében és terepi tapasztalatainkra támaszkodva úgy véltük, a vulkanitok keletkezési korának meghatározásával egy lépéssel előbbre haladtunk a kérdés-csoport megoldásában. Ugyanakkor lehetőség nyílik a kárpáti vulkáni ív és az ausztriai harmadidőszaki vulkanitok genetikai összefüggésének további tisztázására.

Magyarország pannóniai bazaltjainak rendszeres K/Ar módszerű kormeghatározása — néhány előzetes vizsgálatot követően — a Magyar Állami Földtani Intézet kezdeményezésére 1978-ban kezdődött az MTA debreceni Atommag Kutató Intézetében. A vizsgálatokat az első részeredmények közlése után egy összefoglaló munka is ismerteti (BALOGH KADOSA et al. 1986), ami csaknem 200 K/Ar koradatot és azok földtani értelmezését tartalmazza. A KLTE Földrajzi Tanszékének kutatásaihoz kapcsolódóan a Tapolcai-medence fejlődéstörténetének vizsgálata során további nagyszámú kormeghatározás készült a terület bazalt tanúhegyeinek anyagán (BORSY et al. 1986). Lényegében egyidőben történt Középső-Szlovákia néhány jelentősebb bazaltelőfordulásának kormeghatározása a pozsonyi Geologický Ústav Dionyza Stura és a debreceni ATOMKI Laboratóriumaiban BALOGH KADOSA et al. 1981, KANTOR I. — WIEGEROVÁ V. 1981). A romániai alsórákosi bazalt radiometrikus korát a hannoveri laboratórium (KREUTZER) határozta meg (in MARINESCU et al. 1981).

Ezeknek a vizsgálatoknak az alapján lényegében ismertté vált a kárpát-medencebeli pannóniai bazaltvulkánosság fejlődéstörténete, a jórészt bizonytalan rétegtani helyzetű burgenlandi bazaltok radiometrikus koradataira azonban mindenképpen szükség volt a kép teljesebbé, pontosabbá tételéhez.*

Mintavétel, vizsgálati módszerek

A vizsgálati területről eddig ismert több mint negyven előfordulásból harminchatot volt alkalmunk felkeresni. A szűkre szabott terepi munka során arra törekedtünk, hogy lehetőleg minden területi egységet meglátogassunk, továbbá, hogy mind az idősebb (miocén), mind a fiatalabb (pliocén) produktumokról képet tudjunk alkotni. Célunk volt a lehető legtöbb közetváltozatot összegyűjteni, végül a radiometrikus kormeghatározást — mennyiségi korlátozottságát tekintetbe véve — reprezentáns mintákra összpontosítani. A mintavételi helyeket térképvezálaton tüntettük fel (I. ábra).

A vizsgálati anyag közettani meghatározása vékonycsiszolatok tanulmányozásán, kémiai-, röntgenfraktométeres, derivatográfias vizsgálatokon és színképelemzéseken alapul. Utóbbiak eredményeit — a fontosabbnak vélt minták esetében — az 2–4. táblázat tartalmazza.

* A K/Ar vizsgálatok az 1180. sz. OTKA témacsoport keretében készültek.



1. ábra. Mintavételi helyek

1. Mintavételi hely, 2. mintavételi hely K/Ar koradatokkal

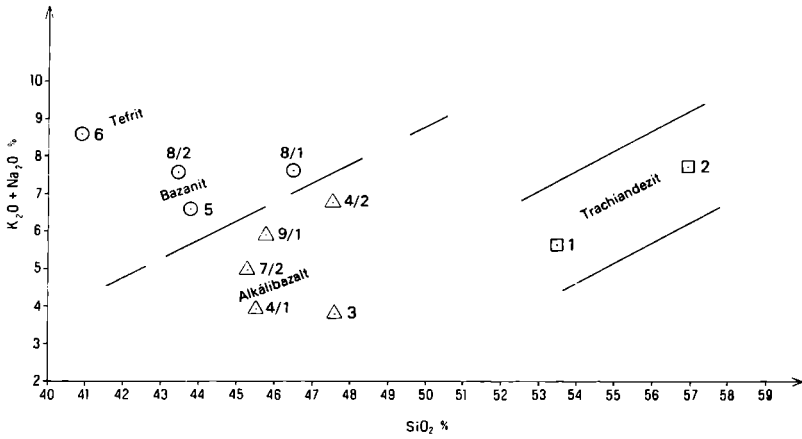
Fig. 1. Sampling places

1. Sampling place, 2. dated sample

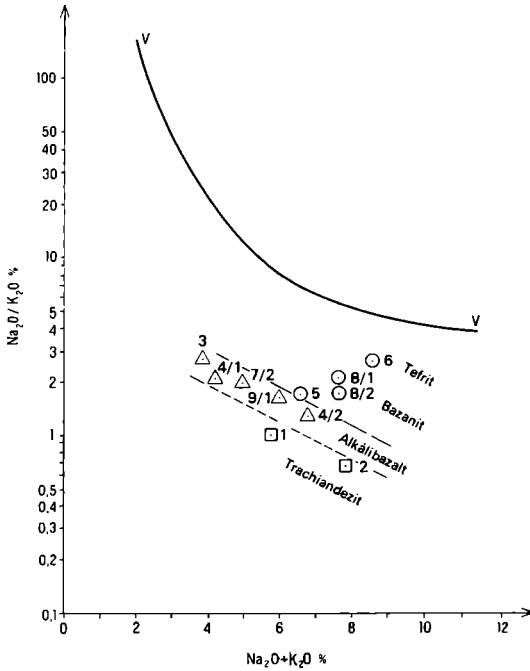
A radiogén Ar-tartalmat 0,1–0,5 mm méretűre aprított és homogenizált mintán határoztuk meg. A kigázosítást, a felszabaduló argon megtisztítását és nyomjelzését ^{38}Ar izotóppal az Atommag Kutató Intézetben épített argonkivonó berendezéssel végeztük. Az Ar izotópprofiljának meghatározására szintén saját építésű, 90° -os, 150 mm sugarú mágneses szektorterű, automatizált tömegspektrométert használtunk, amit sztatikus üzemmódban működtettünk.

A K-tartalmat az Ar meghatározására használt homogenizált, majd elporított kőzetmintán határoztuk meg OE-85 típusú digitális lángfotométerrel, Na puffer és Li belső standard alkalmazásával. A K és Ar meghatározások hitelesítésére, ill. ellenőrzésére egyaránt az Asia 1/65 szovjet és a GL-0 francia standardokat használtuk.

A mérőberendezéseket, a kísérleti módszereket és eredményeink megbízhatóságának ellenőrzésére végzett vizsgálatainkat részletesen már korábban ismertettük (BALOGH KADOSA 1985, ODIN G. S. 1982).



a



b

2a–b. ábra. Variogramok. Az összalkália és a SiO₂-tartalom összefüggése (a), a Na₂O és a Na₂O/K₂O összefüggése (b)

Fig. 2a–b. Variograms. Correlation of total alkalis versus SiO₂ content (a), correlation of Na₂O/K₂O (b)

A vulkanitok földtani helyzete, kőzettani jellemzése

Ma már elfogadott tény, hogy a kelet-stájerországi és burgenlandi vulkanitok egyfelől — a területen messze túlterjedően — idősebb miocén magmás képződményekből, másfelől a fiatalabb miocén és pliocén vulkanitokból tevődnek össze.

Miocén képződmények

A harmadidőszaki medencekitöltések rétegsoraiban a kárpáti és bádeni savanyú piroklasztitok, továbbá az andezites, dácitos összetételű eruptívumok mellett K-dús, trachitos kőzetek is előfordulnak (SCHARBERT et al. 1981, EBNER—PLANK 1981). Ez utóbbi vulkáni csoportból Weitendorf és Gossendorf trachiandezitjeit vizsgáltuk.

A Gratztól délre, *Weitendorf* községtől ÉK-re eső, kőfejtővel feltárt trachiandezit közvetlen fekjét alsó-bádeni agyagmárga, a Lagenida-zóna ún. Florianer rétegei képezik (HERITSCH 1967). Vizsgálati anyagunkat a kőbánya DNy-i sarkából az agyagos-turritellás rétegekből és a kontakt szenes agyag rétegsorra települt kőzettestből vettük. A makroszkóposan épnek látszó kőzet lukacsait kvarc, kalcit és zeolit tölti ki. Mikroszkóp alatt a kőzet trachitos szövetű, kis mértékben montmorillonitosodott trachiandezit. A hipidiomorf fenokristályok (diopszidos augit, olivin, plagioklász) és a glomeroporfirrok a kőzet tömegének kb. 30–35%-át képezik. A középkristályok csoportjában nő az olivin és a plagioklász (An_{30-50}) aránya a piroxénhez képest. Az alapanyag plagoklász mikrolitokból, intersticiális (montmorillonitosodott) augitból, többnyire oxidálódott magnetitből, minimális mennyiségű olivinból, illetve rekrisztallizálódott kőzetüvegéből áll. Járulékosan apatit, szórványosan hipersztén határozható meg.

A weitendorfi trachiandezit K/Ar kora $14,0 \pm 0,7$ millió év, képződési kora a felső-bádenibe tehető.

Gossendorf. A Bad-Gleichenberg térségében települt, trachitos összetételű sztratovulkáni komplexumból kormeghatározásra a gossendorfi trasszfejtő fedőjéből gyűjtöttünk mintát. A friss megtartású kőzet mikroholokristályos porfirós szövetű, helyenként határozottan fluidális szerkezetű. Fenokristályai közül a legtöbb a plagioklász, táblás átmetszetű albit- és komplex ikres, An_{46-48} összetételű. Uralkodó színeselegyrésze az augit. Kis mennyiségű a hipersztén és az olivin (mindkettő gyakran montmorillonitosodott), minimális a biotit. Alapanyaga savanyú plagioklász lécekből, illetve az intersticiális elrendeződésű, allotriomorf szanidinból, piroxénből, montmorillonitosodott olivinból, jelentős mennyiségű magnetitből és szórványos apatit tückből áll.

A gossendorfi trachiandezit K/Ar kora $13,0 \pm 1,0$ millió év, képződési kora alsó-szar-mata.

A térség bazaltvulkanizmusának idősebb szakaszát az Oberpullendorftól ÉNy-ra, illetve Landsee községtől ÉK-re fekvő bazalt hegyek képviselik. Mindkettő az alsó kelet-alpi metamorf sorozat egykori csillámpala, gneisz és kvarcit anyagú felszínére települő, olivin bazaltból áll.

*Oberpullendorf*ban a ma már felhagyott kőfejtő alsó felének durva, oszlopos kifejlődésű bazaltjából gyűjtött minta mikroszkóp alatt intergranuláris szövetű, kevés feno-, nagy mennyiségű közép-kristályos fázissal jellemezhető olivin bazalt. A fenokristályok gyakran agyag-ásványosodott, ritkábban karbonátosodott diopszidos magú augitok. Középkristályai: augit (20–25%), vékony hematitos kéreggel bevont, kismértékben iddingsitesedett olivin (20–22%), An_{56-58} összetételű plagioklász (20–22%), végül több, izometrikus kifejlődésű magnetit, kevesebb vázkristályos ilmenit. Az alapanyag plagioklászainak intersticiális közeit augit, olivin kristálykák, magnetit, kálföldpát, halványbarna színű, montmorillonitosodott kőzetüveg, továbbá szórványos mennyiségű hipidiomorf biotit, barna amfibol, apatit és rutil tölti ki.

K/Ar koradatok
Data of K/Ar measurements

ATOMKI szám	Lelőhely, sorszám*		kőzet	Vizsgált frakció	K (%)	⁴⁰ Ar (rad)		K/Ar kor (Ma)	Földtani kor
						(ccSTP/g)	(%)		
1704	Weitendorf	1.	trachiandezit	teljes kőzet	2,415	$1,314 \times 10^{-6}$	36	$14,0 \pm 0,7$	felső-bádeni
1514	Gossendorf	2.	trachiandezit	teljes kőzet	4,171	$2,156 \times 10^{-6}$	19	$13,2 \pm 1,0$	alsó-szarmata
1522	Oberpullendorf	3.	olivin bazalt	teljes kőzet	1,118	$4,816 \times 10^{-7}$	13	$11,1 \pm 1,2$	pannóniai
1518	Pauliberg	4/1	olivin bazalt	teljes kőzet	1,293	$5,276 \times 10^{-7}$	16	$10,5 \pm 1,0$	pannóniai
1701	Pauliberg	4/2	diabáz	teljes kőzet	1,977	$8,503 \times 10^{-7}$	62	$11,0 \pm 0,5$	pannóniai
				mágneses frakció nem mágneses frakció	0,649	$3,118 \times 10^{-7}$	16	$12,3 \pm 1,1$	
					2,717	$1,241 \times 10^{-6}$	86	$11,7 \pm 0,4$	
1517	Klöch	5.	nefelin bazanit	teljes kőzet	1,36	$1,350 \times 10^{-7}$	3	$2,56 \pm 1,2$	romániai
1516	Wilhelmsdorf	6.	tefrit	teljes kőzet	1,846	$1,223 \times 10^{-6}$	3,3	$1,71 \pm 0,72$	romániai
1707	Neuhaus	7/1	földpátpótlós olivin bazalt bomba	teljes kőzet	1,324	$1,599 \times 10^{-7}$	6	$3,11 \pm 0,75$	romániai
1698	Neuhaus	7/2	alkáli olivin bazalt	teljes kőzet	1,378	$2,016 \times 10^{-7}$	13	$3,76 \pm 0,41$	romániai
1513	Mühldorf	8/1	nefelin bazanit	teljes kőzet	1,892	$1,937 \times 10^{-7}$	7	$2,64 \pm 0,55$	romániai
1520	Mühldorf	8/2	nefelin bazalt	teljes kőzet	1,94	$2,304 \times 10^{-7}$	3	$3,05 \pm 1,4$	romániai
1708	Mühldorf	8/3	nefelin bazalt	teljes kőzet	1,991	$1,837 \times 10^{-7}$	20	$2,38 \pm 0,18$	romániai
780	Unterweissenbach	9/1	alkáli olivin-bazalt bomba	teljes kőzet	1,88	$1,655 \times 10^{-7}$	21	$2,27 \pm 0,17$	romániai

*A leelőhelyek magyarázatát a 3. táblázaton adjuk. – For the localities see Table 3

Kémiai elemzések
Data of chemical analyses

Minta* hely	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Izz. vesztl.*	+H ₂ O	-H ₂ O	CO ₂	P ₂ O ₅	S _{össz.}	BaO
1.	53,5	1,30	17,4	2,71	3,11	0,117	7,90	5,17	2,91	2,77	2,46	–	0,61	–	0,50		
2.	57,05	1,02	18,1	3,87	1,68	0,076	5,63	2,93	3,06	4,72	–	1,18	0,74	0,07	0,65		
3.	47,67	2,71	12,8	2,80	6,66	0,151	9,95	7,98	2,69	1,15	–	1,45	0,98	2,47	0,44		
4/1.	45,53	4,19	11,2	4,55	6,75	0,181	10,7	10,5	2,71	1,26	1,37	–	0,28	–	0,52	0,06	0,20
4/2.	47,50	4,35	15,03	5,39	4,70	0,140	9,82	3,98	3,82	2,95	–	0,65	0,83	–	0,96		
5.	43,8	2,62	15,3	3,27	5,61	0,169	10,5	8,91	4,19	2,36	2,22	–	0,44	–	0,46	0,05	0,25
6.	40,9	2,66	14,9	7,21	3,45	0,256	12,7	5,93	6,23	2,28	1,94	–	0,08	–	1,58		
7/1.	54,1	1,53	13,1	4,46	2,13	0,149	8,42	4,66	0,80	1,35	7,92	–	1,10	–	0,30		
7/2.	45,28	2,18	17,2	2,89	5,12	0,165	10,50	5,83	3,30	1,7	–	2,05	0,58	2,22	0,47		
8/1.	46,5	2,56	16,8	2,99	5,62	0,154	9,51	6,22	5,21	2,45	0,86	–	0,02		1,10		
8/2.	43,4	2,49	14,4	4,34	5,45	0,213	11,0	6,51	4,84	2,73	2,65		0,30		1,03	0,07	0,23
9/1.	45,75	2,21	16,9	2,71	6,28	0,166	10,10	7,66	3,62	2,31	–	0,65	0,22	0,07	0,85		
12.	40,79	2,06	15,4	2,85	5,31	0,211	14,8	5,31	2,44	1,26	–	3,95	1,12	3,64	0,75		

*Izzítási veszteség = H₂O+CO₂. – Elemzők: ARATÓ A.-né, BERTALAN É., DÉR I.-né, EMSZT M., PETRÁS GY.-né MÁFI. – *A jelölések magyarázatát a 3. táblázaton adjuk. – For the localities see Table 3

Termikus elemzések
Data of thermoanalytical analyses

Mintahegy	Montmorillonit	Illit	Klorit	Kvarc	Kalcit	Dolomit	Analcim	Chabasit	Kőzetüveg
1.	7				1–2				
3/1	9	3	8		2				
4/1					1				
5/1					1				
6.	nyom						8		
7/1	13	13	4	+	9				
8/1					ny				
9/2	23	?		+			20	5	
10.	17	14	4	+	22				
11.	16	13	8	+	1				
12.		43			1				
13.	32	?	?	+	6				+
15.	17	12	5	+					+
17.	30	24	4		4				
19.	31	10	5	+	5				
20.	40–50			+					+

Elemző: FÖLDVÁRI M. MÁFI

1. Weitendorf (Graz): kőbánya DNy-i sarka, miocén üledékes sorozatra települt trachandezit alsó szintje. 2. Gossendorf (Gleichenberg): trasszbánya felső szintje, trachandezit. 3. Oberpullendorf (Stoob): felhagyott kőfejtő alsó szintje; durva, oszlopos kifejlődésű bazalt. 4. Pauliberg (Landsee): kőbánya, 4/1: felső bányaudvar, bazalt, 4/2: alsó bányaudvar talpszintje, diabáz. 5. Klöch: kőbánya D-i elvégződése, talpszint, nefelin bazanit. 6. Wilhelmdorf: kőbánya, talpszint, tefrit. 7. Neuhaus: 7/1: Várhegy, várudvar; vulkáni bomba tufából, olivin bazalt. 7/2: Steinleiten DNy-i oldalán, útbevágás a kalchi úton, bazalt. 8. Mühlendorf (Steinberg): kőbánya. 8/1: bányabejáratnál EK-i fal, talpszint, nefelin bazanit. 8/2: E-i fal, oszlopos kifejlődésű, nefelines bazalt. 8/3: E-i fal, oszlopos kifejlődésű, nefelines bazalt. 9. Unterweissenbach (Feldbach): felhagyott kőfejtő, kb. 2 km-re Feldbachtól a gnási útélágazásnál, 9/1: vulkáni bomba a felső szintből, bazalt, 9/2: tufa a fejtő alsó szintjéből. 10. Bairisch Kölldorf-tól É-ra útbevágás, kb. 500 m tsz. f. magasságban, tuft. 11. Kapfenstein, Várhegy: útbevágás a Várhegy D-i oldalában, kb. 150 m-re a várba vezető út kereszteződésétől, tuft. 12. Aschbuch: útbevágás a községtől É-ra, vulkáni bomba tufából, olivin bazalt. 13. Forstkogel: kőfejtő az út mellett, Pertlsteintől D-re, kb. 2 km, tufa. 14. Pertlstein: felhagyott kőfejtő, tuft. 15. Gniebing: útbevágás tufában. 16. Edelsbach (Feldbach): útbevágás tufában, bazalt lapilli. 17. Fürstenfeld (Stadtbergen): a vonulat K-i lejtőjén tufatörmelék. 18. Limbach (Fürstenfeld): Gründelsbergnél a völgyfő K-i oldalán tufafejtő. 19. Tobaj; Kálvária-hegy E-i oldala: felhagyott kőfejtő, tuft.

Lényegében ezzel egyező összetételű kőzetet gyűjtöttünk *Pauliberg* köfejtőjének felső udvarán a durva, oszlopos szerkezetű fedőbazaltból.

A minta anyaga intergranularis szövetű, alapanyagában minimális mennyiségű halványbarna kőzetüveggel. Kiszámú fenokristálya augit és olivin, a kőzet tömegének jelentős hányadát képviselő középkristályos fázis klinopiroxén, kevesebb olivin, minimális titanomagnetit és ilmenit. A kőzet térfogatának több mint felét jelentő alapanyag An_{35-40} összetételű plagioklászából, változatos kristályosodottsági fokú piroxénből, olivinből, magnetitből, ilmenitből, járulékos mennyiségű apatitból, intersticiális kálföldpátból és szórványos biotit kristályokból áll.

A köfejtő udvarának talpszintjéből vett minta felszín alatti, kis mélységben megmeregvedett magmatit, szubofitos, kisebb (mikroszkópos) foltokban ofitos szöve, középszemű kristályainak uralkodó mennyisége (átlag 2,0–3,0 mm, max. 8,0 mm) és ásványos összetétele alapján diabáz.

A kőzet térfogatának több mint fele földpát, zömében allotriomorf, táblás vagy léces habitusú fenokristály és kisebb méretű, léces termetű andezin (An_{38-46}) valamint a porfiroz plagioklász kristályokat szegélyező, vagy köztes állományú kálföldpát. Kb. egyharmadra tehető a titánaugit mennyisége, nagyobb méretű, allotriomorf kristályai zónás szerkezetűek, a kisebb kristályok hipidiomorfok. A jelentős mennyiségű (kb. 10%) ilmenit és titanomagnetit esetenként vázkristályos, többnyire tús kifejlődésű vagy hipidiomorf szemcsés. Járulékos mennyiségű ásványok: tús apatit, finomszemcsés olivin. Szórványos a kissé bontott biotit. A titanomagnetit és az olivin nagyobb hányada, a biotit és az apatit kizárólagosan zárványként figyelhető meg plagioklász és piroxén kristályokban.

Pauliberg és *Oberpullendorf* bazaltja lényegében egykorú $10,5 \pm 1,0$, ill. $11,1 \pm 1,2$ millió év, képződésük a pannóniai emeletre tehető.

Pauliberg diabáza az előfordulás — legalább három egymást követő lávaömlése közül — legidősebb képződménye, K/Ar kora $11,2 \pm 1,06$ és $11,5 \pm 0,72$ millió év közötti, a pannóniai emelet legalsó szintjét képviseli.

Pliocén képződmények

Ebbe a csoportba soroltuk a Stájer vulkáni iv miocén tagjai közé ékelődött bazaltjait és bazaltuffáit. Az együttes tagjai kisebb vonulatokat alkotnak, vagy monovulkáni kúpok, maarok maradványaiként, elszórtan helyezkednek el. Keletkezési korukat az aljzatot képező, vagy áttört üledékes képződmények, esetenként zárvényaik alapján felső-miocénre (pl. klöchi-masszívum, Wilhelmsdorf) és felső-pliocénra (pl. Mühlendorf, Neuhaus) helyezték (WINKLER 1913, KÜPPER 1957 stb.). Vizsgálataink eredménye a klasszikus sztratigráfia megállapításait részben igazolta, részben azoktól eltér.

20. Güssing: Várhegy lejtőjén természetes kibúvás, tuft. — 1. Weitendorf (Graz): SW corner of the quarry, the lower level of trachyandesite deposited on a Miocene sedimentary sequence, 2. Gossendorf (Gleichenberg): the upper level of a trass mine, trachyandesite 3. Oberpullendorf (Stoob): lower level of an abandoned quarry: coarse-grained basalt of columnar development, 4. Pauliberg (Landsee): quarry, 4/1: upper mineyard, basalt, 4/2: bottom level of the lower mine yard, diabase, 5. Klösch: S end of the quarry, bottom level, nepheline basanite, 6. Wilhelmsdorf: quarry, bottom level, tephrite, 7. Neuhaus: 7/1: Castle Hill, castle yard: volcanic bomb from tuff, olivine basalt, 7/2: On the SW side of Steinleiten, road-cut along the road to Kalch: basalt 8., Mühlendorf (Steinberg): quarry, 8/1: NE cliff at the mine entrance, bottom level, nepheline basanite, 8/2: N wall nepheline basalt of columnar development, 8/3: N wall nepheline basalt of columnar development, 9. Unterweissenbach (Feldbach): abandoned quarry, at a distance of approx. 2 km from Feldbach, at the branch to Gnas, 9/1: volcanic bomb from the upper level, basalt, 9/2: tuff from the lower level of the quarry, 10. Road-cut, E of Bairisch Kölldorf, at an altitude of approx. 500 m, tuffite, 11. Kapfenstein, Castle Hill: road-cut on the S side of the Castle Hill, at a distance of approx. 150 m from the crossing of the road leading to the castle, tuffite, 12. Aschbuch: road-cut, of the village, volcanic bomb from tuff, olivine basalt, 13. Forstkogel: quarry along the road, S of Pertlstein, at a distance of approx. 2 km., tuff, 14. Pertlstein: abandoned quarry, tuffite, 15. Gniebing: road-cut in tuff, 16. Edelsbach (Feldbach): road-cut in tuff, basalt lapilli, 17. Fürstenfeld (Stadtbergen): tuff fragment on the E slope of the range, 18. Limbach (Fürstenfeld): at Gründelsberg, on the E side of the valley-head, tuff quarry, 19. Tobaj: the N side of the Kálvária-hegy (Kálvária Hill): abandoned quarry, tuffite, 20. Güssing: outcrop on the slope of the Castle Hill, tuffite.

4. táblázat – Table 4

Szinképvizsgálatok
Data of spectrographic analyses

Lelőhely*	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Ga	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	V	W	Y	Zn	Zr
1.	<0,4	<600	25	600	<6	<16	25	160	40	16	<6	60	25	>60	>6	250	100	>60	>60	>100	>100
3.	<0,4	<600	<16	100	<6	<16	100	160	60	16	6	250	>6	>60	>6	250	160	>60	>60	100	>100
4/1.	<0,4	<600	<16	160	<6	<16	100	160	100	16	6	160	>6	>60	>6	250	100	>60	>60	100	100
5.	<0,4	<600	16	100	<6	<16	40	60	60	16	10	100	10	>60	>6	60	100	>60	>60	100	>100
6.	<0,4	<600	<16	60	<6	<16	40	25	60	40	60	100	25	>60	>6	40	60	>60	>60	250	>100
7/1.	<0,4	<600	25	600	<6	<16	40	160	40	10	>6	100	>6	>60	>6	160	160	>60	>60	>100	250
8/1.	<0,4	<600	<16	100	<6	<16	40	40	40	16	6	60	>6	>60	>6	40	100	>60	>60	100	>100
8/2.	>0,4	<600	16	60	<6	<16	60	40	100	25	40	100	25	>60	>6	40	100	>60	>60	250	>100
9/1.	>0,4	<600	25	1000	6	<16	40	100	40	25	>6	100	6	>60	>6	1000	100	>60	>60	>100	600
10.	<0,4	<600	40	400	<6	<16	40	100	60	16	>6	100	25	>60	>6	160	100	>60	>60	>100	>100
11.	<0,4	<600	25	1000	<6	<16	40	400	40	16	>6	100	16	>60	>6	400	160	>60	>60	100	400
12.	>0,4	<600	25	1000	<6	<16	60	100	40	16	>6	100	10	>60	>6	600	160	>60	>60	>100	250
13.	>0,4	<600	16	1000	<6	<16	60	100	40	16	>6	160	>6	>60	>6	1000	160	>60	>60	>100	400
15.	<0,4	<600	16	1000	<6	<16	60	160	25	6	>6	100	10	>60	>6	400	160	>60	60	>100	400
16.	<0,4	<600	25	600	<6	<16	40	160	40	10	>6	100	>6	>60	>6	400	160	>60	>60	>100	250
17.	<0,4	<600	16	1000	<6	<16	40	60	25	10	>6	60	>6	>60	>6	250	160	>60	>60	>100	>100
19.	>0,4	<600	25	600	<6	<16	60	100	40	10	>6	100	16	>60	>6	250	160	>60	>60	>100	250
20.	<0,4	<600	<16	1000	<6	<16	60	160	40	10	>6	100	>6	>60	>6	1600	160	>60	>60	>100	1000

*A jelölések magyarázatát a 3. táblázatban adjuk. — For the localities see Table 3

A pliocén vulkanitok tárgyalási sorrendjét területi eloszlás szerint, Klösch, Feldbach és Tobaj helységek köré csoportosítva nyújtjuk.

Klösch. A rétegvulkáni komplexum bazaltját annak déli elvégződésében létesített kőbányában mintáztuk meg. Bár a bazalt szerkezeti változékonysága (tömeges, oszlopos elvállású, szilánkos törésű, pados, kokkolitos) miatt több helyről vettünk vizsgálati anyagot, kisebb összetételbeli eltérések mellett a kőzet egységesen nefelin bazanitnak határozható meg. A kokkolitos és az oszlopos szerkezetű nem tipikus, nefelines bazalthoz közel álló összetételűek. Mikroszkóp alatt mikroholokristályos porfirós szövetű, foltokban poikilites. Fenokristályainak mennyisége a szerkezeti típusok szerint kissé változó, összetételét tekintve augit (részben Ti-augit, többnyire zónás felépítésű), olivin, plagioklász (An_{56-68}) és nefelin. Kristályosodottságuk a vázkristály és az idiomorf kifejlődés között változó.

Az alapanyag nefelinből, plagioklászából, augitból, kevesebb magnetitből, ilmenitből, járulékos mennyiségű kálföldpátból, apatitból, lamprobolitból, kőzetüvegből, szórványosan analcimból, epidotból, illetve másodlagos póruskitöltésekből: kalcitból és montmorillonitból áll.

A legmélyebb szintből származó nefelin bazanit K/Ar kora $2,56 \pm 1,2$ millió év, azaz a romániai emeletbe sorolható.

A *Stradner Kogel* DNY-i részén levő wilhelmsdorfi kőfejtőben az elválási felszínnek mentén blokkokra tagolódó kőzetanyag egy kiömlésből keletkezett vulkáni testnek minősíthető, ásványos összetétele alapján tefrit.

Mikroszkóp alatt gyengén fejlett integranuláris szövetű, térfogatának háromnegyedrészre az alapanyaghoz tartozó. Kiszámú fenokristálya közel idiomorf, zónás szerkezetű középkrisztályai, valamint az alapanyag piroxénje Ti-augit. Az alapanyag vázát képező, allotriomorf-hipidiomorf, léces habitusú plagioklászainak közeiben az alapanyag térfogatához viszonyítva kb. 20% mennyiségű nefelin, 10% analcim, és a gyakori, szemcsés magnetit helyezkedik el. Járulékos mennyiségű az opacitosodott szegélyű lamprobolit és a tús apatit, szórványos a középkrisztályos olivin. K/Ar kora $1,71 \pm 0,72$ millió év, földtani korát a romániai emelet felső szintjében valószínűsíthetjük.

Neuhaus. A tufából álló várhegy tetőpontjáról, a várudvar területén gyűjtött vulkáni bomba anyagából, továbbá a Steinleiten DNY-i oldalán levő útbevágás bazaltjából készült radiometrikus kormeghatározás.

A bomba beágyazó anyaga közettörmelékes üvegtufa (olivin és amfibol bazalt, meszes, agyagos üledékes közettörmelékekkel, kvarc, leucit, biotit kristálytöredékekkel); maga a bomba földpátpótlós olivinbazalt. A kőzet nem teljesen ép megtartású, frissebb részein hialopilites szövetű, általában alacsony kristályosodottsági fokú. Kiszámú fenokristálya és az alapanyag színes szilikátjai kb. fele-fele arányban olivin és augit (gyakran iddingsitesedett illetve montmorillonitosodott, ritkán kloritosodott) és néhány, többnyire idiomorf nefelin. Az alapanyag kőzetüvegből, rosszul fejlett plagioklász lécekből és magnetit kristályokból áll. A kőzetpórusait analcim, kalcit és agyagásványok töltik ki.

A steinleiteni alkáli olivin bazalt gyengén fejlett interszertális szövetű, kevés nagyméretű augit fenokristállyal. A középkrisztályok fő tömege augit, ritkább az olivin. Ez utóbbi kisebb része inkább az alapanyaghoz tartozik, gyakran iddingsitesedett, kloritosodott. Szórványos a hipersztén.

Az alapanyag savanyú plagioklász lécekből, színes szilikát krisztallitokból, kőzetüvegből, opak szemcsékből áll. Vékony erekben, apró üregek falán analcim, az üregek belsejében több kalcit, kevesebb aragonit határozható meg.

A bomba K/Ar kora $3,11 \pm 0,75$ millió év, a steinleiteni bazalté $3,7 \pm 0,5$ millió év, vagyis a romániai emelet korai, illetve kezdeti szintjébe sorolható.

A *Feldbach* körzetében lévő nagyszámú bazalt és bazalttufa előfordulás közül kormeghatározásra a mülhdorfi kőbányából és az unterweissenbachi kőfejtő piroklasztitjából gyűjtöttünk anyagot.

A mühlendorfi kőbánya öt szintben fejtett, változatos kifejlődésű (oszlopos, gömbös és vékonypados elválású; kokkolitos, hólyagüreges és salakos szerkezetű) kőzeteiből, a bányabejárónál levő nefelin bazanitból egy, az É-i fal oszlopos elválású bazanitjából két mintát gyűjtöttünk kőzettani és kormeghatározás céljából.

A bányabejárónál (ÉK-i fal) lévő kőzet interszertális szövetű, kevés, halványbarna kőzetüveget és kis mennyiségű porfirós elegyrészt tartalmazó, ép megtartású nefelin bazanit. Fenokristályai és a középkrisztályok kisebb hányada Ti-augit. A középkrisztályok nagyobb hányada olivin. Gyakori az idiomorf kristály. Az alapanyag léces kifejlődésű plagioklászból (An_{52-66}), oszlopos termetű augitból, zömök oszlopos nefelinből, titanomagnetit kristályokból, továbbá szórványos mennyiségű kálföldpátból és apatitból áll.

Az oszlopos elválású (É-i fal) kőzet kisebb nefelintartalma miatt (10%) a nefelin bazanit és a nefelines bazalt közötti határképződménynek mondható. Intergranuláris, egyes foltjaiban poikilites szövetű, kevés feno- és sok középkrisztályt tartalmaz. A hipidiomorf – idiomorf fenokristályok, továbbá a középkrisztályok kisebb fele Ti-augit, a többi olivin. Az alapanyag kb. fele-fele arányban Ti-augit, illetve jól fejlett plagioklász (andezin-labradorit) lécekből, továbbá hipidiomorf magnetit kristályokból, járulékos mennyiségű apatitból, néhány barna amfibolból áll. Az intersticiális közökben nefelin foglal helyet. A poikilites foltok a nagyobb méretű nefelin kristályokba ágyazódott plagioklász, augit és magnetit kristályokból épülnek fel. A három minta K/Ar kora lényegében egyező ($2,64 \pm 0,55$; $3,05 \pm 1,4$; $2,38 \pm 0,18$ millió év), egységesen a romániai emeletbe sorolható.

Az unterweissenbachi felhagyott tufafejtő alsó szintjéből gyűjtött vulkáni bomba bazalt anyagú.

A friss megtartású kőzet intergranuláris szövetű. Idiomorf fenokristályai, továbbá szintúgy jól kristályosodott középkrisztályai gyakran zónás szerkezetű, ikresedett augitok. Olivin csak minimális mennyiségben található a középkrisztályok között. Földpátjának fő tömege albit ikerlemezes és komplex ikres, léces kifejlődésű plagioklász (An_{38-55}), mely szórványos mennyiségű kálföldpáttal társulva az intersticiális közökben is megjelenik. Opakásványa a többnyire hipidiomorf kristályos magnetit.

A bazaltbomba K/Ar kora $2,27 \pm 0,16$ millió év, ennek megfelelő földtani képződési kora a romániai emeletben jelölhető ki.

Az eddigieket a feldbachi körzet néhány további előfordulásának rövid kőzettani jellemzésével egészítjük ki.

Unterweissenbach, kőfejtő. Középszemű, litoklasztos bazalttufa. Kőzettöredékek: analcim bazalt, tephrit, piroxén bazalt, analcim bazanit, szórványos mennyiségű mészkő és márga. Kristálytöredékek: leucit, augit, plagioklász, olivin, szanidin, bontott biotit, epidot, muszkovit, kvarc.

Bairisch Kölldorf, útbevágás. Durvaszemcsés bazalttufit. A kőzettöredékek nagyobb fele bazaltogén származású: gyakoribb az opacitosodott hialopilites, kevesebb az interszertális és hólyagüreges bazalt. Az üledékes kőzettörmelék közül legtöbb a metamorf kvarc, kevés a palás agyag, aleuritos agyagkő, szórványos a mézsmárga és a csillámpala. Kristálytöredékek: augit, olivin, plagioklász; tömeges a montmorillonit, illit; ritka a hipersztén, szanidin, klorit; szórványos a biotit, gránát, spinell.

Kapfenstein, a várhegy D-i oldalán levő útbevágás. A kavicsos bazalttufit, kavics és homokanyaga uralkodóan kvarcit, minimális mennyiségű az aleuritos agyagkő, mészkő és dolomit. Vulkáni származású anyagának nagyobb fele kristálytöredék: olivin és augit, kevés plagioklász; szórványos barna amfibol, hipersztén, diopszid, nefelin, biotit, spinell. Kőzettörmeléként főleg hialopilites augit bazalt, kevés olivin bazalt, továbbá fluidális szövetű, hólyagüreges szerkezetű hialopilites változatok fordulnak elő.

Aschbuch, útbevágás. A kvarckavicsos bazalttufából származó lapilli anyaga erősen bontott (montmorillonitosodott, karbonátosodott, kloritosodott), opacitos kőzetüvegű, hialopilites szövetű olivin bazalt.

Forstkogel, köfjítő. Erősen elbontott, lapillis bazalttufa. A karbonátosodott, montmorillonitosodott kvarcosodott, kalcedonosodott, limonitosodott, zeolitos közettöredékek részben hialopilites, részben salakos szövetű eredeti kőzetre utalnak. Kristálytöredékei: augit, olivin, andezin-labradorit összetételű plagioklász.

Perltstein, köfjítő. Közettörmelékes bazalttufit. Bazalttörmeléke hialopilites és salakos szövetű. A kőzetüveg a jellegzetes sötétbarna színű bazaltüveg. A hólyagüregeket másodlagos ásványok, így kalcedon, kalcit, agyagásványok, szórványosan leucit töltik ki. Tömegében augit bazalt, szórványos az olivin bazalt mennyisége. Agyagos és karbonátos üledékes közettörmelék, kvarchomok, szórványosan márga, palás kvarcit, aleurolit határozható meg. Kristálytöredékek: kvarc, muszkovit és biotit.

Gniebing, útbevágás. Finomszemű bazalttufa. Törmelékanyagának nagyobb része bazalt, kisebb hányada kvarcit homok és kavics. Kötőanyaga montmorillonitosodott vulkáni kőzetüveg, melyben sok szericitesedett plagioklász mikrolit fedezhető fel. A bazalt többsége hialopilites augit bazalt, kevesebb a fluidális, minimális mennyiségű az analcim kitöltéses, hólyagüreges szövetű litoklasztit. Kristálytöredékek: domináns az augit, kevés a barna amfibol, ritka az olivin, minimális a biotit és a leucit.

Edelsbach, útbevágás. A minta a lapillis bazalt egyik lapillijét prezentálja. A bontott bazalt jól kristályosodott fázisa részben kloritosodott, részben agyagásványosodott. Hólyagüregeit kalcit, kalcedon, mozaikos szerkezetű kvarc tölti ki. Üveges alanyanyagában tömeges a limonitosodott magnetit, leukoxénesedett ilmenit. Feno- és középkrisztálya: idiomorf, hipidiomorf augit (főként Ti-augit), minimális mennyiségű az olivin, barna amfibol, biotit. Plagioklász csak az alanyanyagban, teljesen montmorillonitosodott mikrolitként található.

A Feldbachtól ÉK-re fel-felbukkanó tufahalmok kőzetanyagáról az alábbi rövid jellemzést szükséges elmondani.

Fürstenfeld (Stadtberg). Litoklasztos bazalttufit. Leggyakoribb a világosbarna-barnás-sárga, vagy a sötét kőzetüvegű hialopilites, kevesebb a hólyagüreges, elég gyakori az interszertális, fluidális szövetű bazalttörmelék. Palagonitos törmelék egyetlen példányban fordult elő. Színes szilikátja: augit, barna amfibol és olivin. A kristálytöredékek az előzőeken kívül: szórványos szanidin, gránát és spinell, illetve nagy mennyiségű kvarc, muszkovit, klorit, biotit. A tufit kötőanyaga agyagásványokból áll, ebben kalcit és dolomit fészkek helyezkednek el.

Limbach, gründelsbergi köfjítő. Durvaszemű, lito- és krisztalloklasztos bazalttufit. Leggyakoribb a hólyagüreges (habláva szerkezetű), kevesebb a hialopilites augit és olivin bazalt törmelék. A piroxén bazalt kőzetüvege csak részben opacitosodott, az olivin bazalté gyakorlatilag opak. A hólyagüregek nagyobb hányada üres, kisebb fele karbonátos, agyagásványokkal kitöltött. A kőzetüvegbe apró augit és bontott plagioklász mikrolitok ágyazódnak. Gyakori a kvarcit homok és kavics. A kötőanyag sok szericitet, kvarc anyagú aleurit szemcsét tartalmazó agyagásványokból áll.

Tobaj, Kálvária-hegy. Lapillis, durvaszemű bazalttufit. Vulkanogén közettörmeléke hialopilites szövetű, főtömegében zöldes árnyalatú halványbarna színű kőzetüvegű, változó mértékben opacitosodott, montmorillonitosodott. Ritkább a hólyagüreges bazalt.

Hipidiomorf fenokristályai: augit, igen kevés barna amfibol, minimális mennyiségű plagioklász. Egyéb közettöredék: aktinolit-epidot-kvarcpala, csillámos kvarcit, mészkő, márga, aleurolit, homokkő. — Kristálytöredékként sok kvarc, muszkovit, szericit, barna amfibol; kevesebb augit, szórványosan gránát, spinell, epidot fordul elő. Kötőanyaga főleg vulkáni üveg bomlásával származtatható agyagásványokból áll.

Güssing (Várhegy). Lapillis, litoklasztos bazalttufit. Közettörmelékének javarésze hialopilites és hólyagüreges szövetű bazalt. Kristályos elegyrészei: augit, minimális mennyiségű fenokristályos plagioklász és nefelin, több plagioklász mikrolit. A kőzetüveg zömében halványbarna színű. Montmorillonitból álló kötőanyagában a fentiekén kívül sok kvarc és muszkovit, kevesebb szanidin, bontott biotit, szórványos mennyiségű titanomagnetit ágyazódik be.

A K/Ar adatok kronológiai értékelése

A hazai bazaltok K/Ar vizsgálatából azt az általános tapasztalatot szűrtük le, hogy a koradatok nagyobb része földtani kornak tekinthető. A leggyakoribb hibaforrás a bazaltok többlet Ar-tartalma. A többlet Ar jelenléte azt mutatja, hogy a bazalt megszilárdulásakor nem adta le teljes egészében az előtörténete folyamán felhalmozódott radiogén Ar-tartalmát, vagyis a K/Ar óra a megszilárdulás idején nem állt nullára. A radiogén többlet Ar jelenléte általában kimutatható az izokron módszerek alkalmazásával, sőt, kedvező esetben az izokron korok még többlet argon esetén is a földtani kornal egyeznek meg. Az izokron módszerek azonos korú és eredetű képződményből vett különböző mintákra, vagy egyetlen minta más-más kémiai és ásványos összetételű frakcióira alkalmazhatók. Ha ezeknek a mintáknak, ill. mintafrakcióknak a K-tartalma közel azonos, akkor a $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}-\text{K}/^{36}\text{Ar}$ diagramban az azonos radiogén, de különböző mennyiségű atmoszferikus Ar-t tartalmazó mintákat reprezentáló pontok egyenesre illeszkednek, ez azonban nem izokron, hanem ún. „keveredési vonal”, amihez a tényleges földtani kornál idősebb, hamis „koradat” rendelhető. Ezért az izokron korok akkor igazán megbízhatóak, ha a minták, ill. mintafrakciók K-tartalmában jelentős az eltérés.

Mérési eredményeinket az 1. táblázat tartalmazza. Az előzőek alapján a legmegbízhatóbb az 1701. sz. mintán, Pauliberg diabázán mért koradat. A teljes közetmintán és a két frakción mért koradatok eltérése nem szignifikáns és ebből következően hasonló értékű ($11,5 \pm 0,72$ és $11,2 \pm 1,06$ millió év) a két izokron kor is (3a–b. ábra).

Ezen adatok és megfontolások alapján a diabáz megszilárdulásának kora igen nagy valószínűséggel 11,5 millió évre tehető.

Hasonló kort mértünk az oberpullendorfi bazalton (1522. sz.) is. A vizsgálat során tapasztaltuk, hogy a minta gáztartalma igen nagy, így nagyobb mennyiségű többlet argon jelenléte nem okozott volna meglepetést. A mért koradatot azért tartjuk megbízhatónak, mert az nagyon hasonlít a Paulinberg bazaltján mért értékhez így a két bazaltot egykorúnak tekintjük.

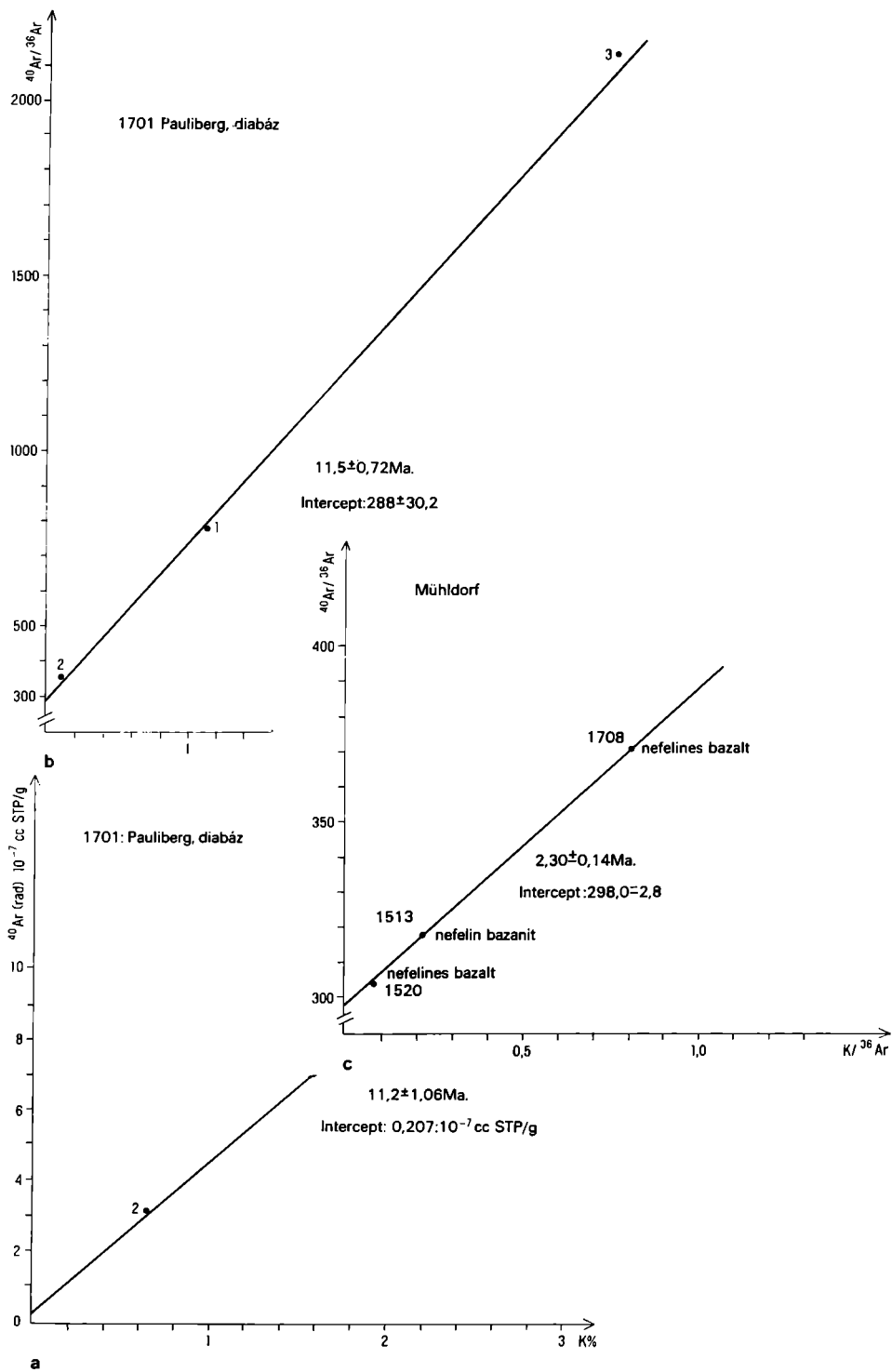
A mühlendorfi bazaltbányából három mintát vizsgáltunk, az 1513. és 1520. sz. minták korát a nagy atmoszferikus Ar-tartalom miatt csak nagy hibával sikerült meghatározniuk. A mintát közel azonos K-tartalma következtében csak a $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}-\text{K}/^{36}\text{Ar}$ izokron módszer alkalmazására nyílt lehetőség, ez a kor $2,30 \pm 0,14$ millió évnél adódott. Az előzőek alapján ez a kor a földtani kornál idősebb is lehet. Figyelembe véve azonban, hogy több mintán is hasonló kort mértünk (Wilhelmsdorf, Klösch, Feldbach) ezeket az értékeket szintén földtani kornak tekintjük (3c. ábra).

Közbeeső értéket szolgáltatottak a neuhausi bazaltok (1698, 1707. sz.). Ezek az értékek vagy tényleges földtani korok, vagy pedig az esetleges többlet Ar-tartalom miatt annál idősebbek. E korok megbízhatóságának eldöntése nagyon munkaigényes mintaelőkészítés (frakciók elkülönítése) után végzett mérésorozattól lenne remélhető.

A weitendorfi trachitandezit korát több laboratórium is vizsgálta. LIPPOLT és munkatársai $15,2 \pm 0,9$ millió évet határoztak meg, (1975) míg a jereváni laboratórium (BAGDASARIAN G. P.) $17,0 \pm 0,4$ és $17,5 \pm 0,6$ millió évet közölt. Mérési eredményünk ($14,0 \pm 0,7$) millió év tulajdonképpen nem különbözik szignifikánsan a LIPPOLT és munkatársai által közölt adatoktól, érdekes viszont a két laboratóriumban mért radiogén Ar-tartalom igen jó egyezése ($1,314 \times 10^{-6}$ cm³/g ill. $1,30 \times 10^{-6}$ cm³/g). A korkülönbség tehát a K-tartalom különbségé-

3a–b–c. ábra. A paulibergi diabáz izokron diagramjai (a, b), a mühlendorfi nefelines bazalt izokronja (c)

Fig. 3a–b–c. Isochron diagram of diabase, Pauliberg (a, b), isochron diagram of nepheline basalt Mühlendorf (c)



ből adódik, s ez annak lehetőségét veti fel, hogy a közettestbe helyenként utólag beépülő K okozza a radiometrikus kor bizonytalanságát.

A gossendorfi trachandeziten (1514.) mért $13,2 \pm 1,0$ millió évet — tekintettel a közetminta jó megtartási állapotára — a földtani korról jól egyezőnek ítéljük meg.

A már felsorolt, az értékelés folyamán adódó bizonytalanságokhoz tartozik a vulkáni bombák korának kérdése is. A vizsgált bombák közetanyagának egy része ugyanis (neuhausi, unterweissenbachi) kisebb-nagyobb mértékben bontott (karbonátosodott, montmorillonitosodott), ezért feltételezhető, hogy radiometrikus koruk nem egyezik keletkezési korukkal. E mellett befolyással lehetett a kigázosodás, vagy a légköri Ar-felvétel mértéke, mely a képződmény kis tömegéből és speciális lehűlési körülményeiből adódhat. Mindezen tényezők szabályszerűségét és egymásrahatását, azaz számszerű mértékét csak további, nagyszámú minta vizsgálatával lehetne meghatározni.

Eredmények

Vizsgálataink eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy a Stájer vulkáni ív tanulmányozott magmatitjai három egymást követő aktív vulkáni szakaszban keletkeztek. Mindhárom vulkáni szakas a kontinentális terület kollíziós riftesedéséhez kapcsolódik.

A legidősebb (alsó-bádeni—szarmata) vulkáni szakasz trachandezites típusú kőzeit, a korábbi értelmezéssel szemben, a riftesedés korai fázisának magmatermeikeként értékeljük, melyek kőzetkémiai összetételét az olvadékképződés magmatektonikai körülményei szabták meg. A trachandezitek és az ezeket időben nem sokkal utána követő alkáli olivinbazaltok kapcsolatának tételes bizonyítása a jövő feladata. A trachandezitek és bazaltos olvadékok közötti magmatektonikai összefüggésre azonban a rendelkezésünkre álló tájékoztató nyomelem vizsgálatok eredményei is utalnak (4. táblázat).

A rövid időn belül ismételten felújuló vulkáni működés a pannóniai emelet alsó szakaszához kapcsolódik (Oberpullendorf, Pauliberg) és termékei már típusos alkáli olivin bazaltos összetételűek.

A harmadik vulkáni szakasz a pliocén idejére (romániai emelet) korlátozódik.

A két idősebb (miocén) és a fiatal (pliocén) aktív vulkáni szakasz között hosszabb — 7 millió év körüli időtartamú — nyugalmi időszak volt a Stájer vulkáni ív területén.

A pliocén magmatermekek egy differenciációs sorozat tagjaiként az alkáli bazaltoktól a bazanitos, tefrites típusokig terjedők. E sorozatra nagy tömegű piroklasztit-szolgáltatás az összes alkáliatartalom időben fokozódó emelkedése és a Na_2O dominanciája jellemző.

Párhuzamot vonva a magyarországi bazaltos képződményekkel, a weitendorfi és gossendorfi trachitos sorozatot a kisalföldi, a fő tömegnél fiatalabb bazalttelérekkel átjárt, mélyszinti településű trachittal tartjuk ekvivalensnek. A burgenlandi alkáli bazaltok a Duna—Tisza köze déli részén mélyfűrésokkal feltárt rétegvulkáni típusú bazaltokkal korrelálhatók. A kelet-ausztriai alkáli bazaltok, bazanitoidok pedig a Salgótarján környéki hasonló, illetve azonos közettípusokkal mutatnak magmatektonikai kapcsolatot.

IRODALOM — REFERENCES

- BALOGH KADOSA 1985: K/Ar dating of Neogene volcanic activity in Hungary: Experimental technique, experiences and methods of chronological studies. — *ATOMKI Rep. D/1: 277–288.*
- BALOGH KADOSA—ÁRVA-SÓS E.—PÉCSKAY Z.—RAVASZ-BARANYAI L. 1986: K/Ar dating of Post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. — *Acta Miner.-Petr. Szeged, 28.: 75–93.*
- BALOGH KADOSA—JÁMBOR Á.—PARTÉNYI Z.—RAVASZNÉ BARANYAI L.—SOLTI G. 1982: Dunántúli bazaltos kőzetek K/Ar kormeghatározása. — *Földt. Int. Évi Jel. 1980-ról: 243–260.*

- BALOGH KADOSA – JÁMBOR Á. – PARTÉNYI Z. – RAVASZ-BARANYAI L. – SOLTÍ G. – NUSSZER A. 1983: Petrography and K/Ar dating of Tertiary and Quaternary basaltic rocks in Hungary. – *Ann. Inst. Geol. Geofiz. Bucuresti.* 61.: 365–373.
- BALOGH KADOSA – MIHALIKOVA A. – VASS D. 1981: Radiometric dating of basalts in Southern and Central Slovakia. – *Zap. Karpaty, ser. Geol.* 7.: 113–126.
- BORSY Z. – BALOGH KADOSA – KOZÁK M. – PÉCSKAY Z. 1986: Contributions to the evolution history of the Tapolca-basin, Hungary. – *Acta Geographica Debrecina.* 23.: 79–104.
- EBNER F. – PLANK S. 1981: Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark.* 111.: 39–55.
- FERENCZI I. 1924: Geomorfológiai tanulmányok a Kis Magyar Alföld D-i öblében. – *Földt. Közl.* 54. (17): 38.
- HERITSCH H. 1965: Das oststeierische Vulkangebiet. – *Fortschr. Miner.* 42.: 165–169, Stuttgart.
- HERITSCH H. 1976: Über nephelinbasanite und eine basaltisches Glas der Vulkangebietes von Klöch, Oststeiermark. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark.* 106.: 21–29.
- HERITSCH H. – HÖLLER H. – KOLLMANN K. 1964: Excursion III/7. Oststeierisches Tertiär – und Vulkangebiet. – *Mitt. Geol. Ges. Wien.* 57.: 365–377.
- JÁMBOR Á. – PARTÉNYI Z. – RAVASZ-BARANYAI L. – SOLTÍ G. – BALOGH KADOSA 1980: K/Ar dating of basaltic rocks in Transdanubia, Hungary. – *ATOMKI Közlem.* 22.: 172–190.
- JUGOVICS L. 1916: Az Alpok keleti végződése alján és a vasvármegyei Kis Magyar Alföldön felbukkanó bazaltok és bazalttufák. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1915-ről: 49–73.
- JUGOVICS L. 1919: Az Alpok keleti lábánál és a Kis Magyar Alföldön Veszprém megyében fellépő bazaltok és bazalttufák. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1916-ról: 63–76.
- KANTOR J. – WIEGEROVÁ V. 1981: Radiometric ages of some basalts of Slovakia by $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ method. – *Geol. zborn. Geol. Carpath.* 17.: 117–130.
- KÜPPER H. 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg – Deutschkreutz 1 : 50 000 – *Verh. Geol. Bundesanstalt* (6): 65. Wien.
- LEITMEIER H. 1909: Zur Altersfrage des Basaltes vom Weitendorf in Steiermark. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark.* 46.: 335–347.
- MARINESCU F. – GHENEA C. – PAPAÏANOPOL J. 1981: Stratigraphy of the Neogene and the Pleistocene Boundary. – *Guide to Excursion AG of the 12th CBGA Congr.* Bucharest: 58–59.
- ODIN G. S. (ed.) 1982: Numerical dating in stratigraphy. – *Wiley & Sons, Chichester*: 142–143.
- PETRASCHEK W. 1955: Vulkanische Tuffe in Jungtertiär der Ostalpen. – *Verh. Geol. Bundesanstalt* (4): 231–239. Wien.
- POULTIDIS CH. 1981: Petrologie und Geochemie basaltischer gesteine des steierischen Vulkanbogens in Steiermark und im Burgenland. – *Diss. Univ. Wien*, p. 146.
- PREISS C. 1908: Die Basalte vom Plattensee verglichen mit denen Steiermarks. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark.* 45.: 1–59.
- RAVASZ CS. 1987: Neogene volcanism in Hungary. – *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* 70.: 275–279.
- SCHARBERT H. G. – POULTIDIS CH. – HÖLLER H. – KOLMER H. – WIRSCHING V. 1981: Vulkanite im Raume Burgenland – Oststeiermark. – *Fortschr. Miner.* 59.: 69–88.
- SCHARBERT H. G. – POULTIDIS H. 1986: Bericht über geochemische-petrologische Untersuchungen an basaltischen Gesteinen des österreichischen Teils der Transdanubischen vulkanischen Region. – *Anz. Öst. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl.* 123.: 65–76.
- SCHMIDT E. R. 1929: Die Eruptivgebiete bei Felsőpulya (Oberpullendorf) und Pálhegy (Pauliberg). – *Acta Chem., Phys.* 1.: 148–156. Szeged.
- SOLTÍ G. – LOBITZER H. – RAVASZ CS. 1988: Az osztrák maar bazalttufás kráterek alginít célú vizsgálata. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1988-ról: 439–449.
- STEININGER F. F. – BAGDASARIAN G. P. 1977: Neues radiometrische Alter mittelmiozäner Vulkanite der Steiermark (Österreich), ihre biostratigraphische Korrelation und ihre mögliche Stellung innerhalb der paläomagmatischen Zeitskala. – *Verh. Geol. Bundesanstalt Wien*.
- SÜMEGHY J. 1923: Földtani megfigyelések a Rába-Zala közé eső területről. – *Földt. Közl.* 53.: 18–28.
- UNTCHJ G. 1872: Kenntniss der Basalte Steiermarks. – *Inaugural Dissertation der Doctorgrades, Graz*.
- WINKLER A. 1913: Der Basalt am Pauliberg bei Landsee in Komitat Ödenburg. – *Verh. Geol. Reichsanst. Wien.* 14.: 355–360.

- WINKLER A. 1926: A Kis Magyar Alföld szegélyén a Kelet-stájer medencében fellépő bazaltkitörések kora és keletkezése. — Földt. Közl. 58.: 227–230.
- WINKLER A. 1954: Die Basaltlager Österreichs und ihre Bedeutung für Bodenwirtschaft und Bauwesen. — Naturwiss. Beitr. Heim. Kartens., Carinthia II. 64.: 157–171.
- ZIRKL E. J. 1952: Beitrag zur Kenntniss der Basaltvorkommen vom Pauliberg und Oberpullendorf in Burgenland und Nephelinbasanits vom Steinberg bei Feldbach in Steiermark. — Burgenländische Heimatblätter 14.: 137–141. Eisenstadt.

K/AR DATING OF TERTIARY VOLCANIC ROCKS IN EAST STYRIA AND BURGENLAND

by

K. BALOGH* — H. LOBITZER** — Z. PÉCSKAY* — CS. RAVASZ*** — G. SOLTÍ***

*Institute of Nuclear Research Debrecen, Bem tér 18/c
H-4001

**Geol. Bundesanstalt Wien, Rasumofskygasse 23.

***Hungarian Geological Institute Budapest, Népstadion út 14.
H-1143

UDC: 552.313:551.78 (436B+436G)

Key words: K/Ar radiometric age, nepheline basalt, trachytes, trachyandesite, volcanic belt, rifting, Tertiary, Austria, Hungary

Based on the results of radiometric age determinations using the K/Ar method and the additional mineralo-petrographic studies, three active volcanic periods producing the basaltic rocks of Burgenland and East Styria were distinguished.

The trachyandesites of Weitendorf and Gossendorf (14.0 Ma and 13.1 Ma respectively) can be regarded the oldest products. The authors suppose the trachyandesites representing the initial stage of the basaltic volcanism. The next stage is registered by the diabase of Pauliberg (11.5 Ma) and the alkali basalts of Oberpullendorf (11.1 Ma) and Pauliberg (10.5 Ma). The youngest effusive period accompanied by a great amount of pyroclastics began in the late Pliocene after an interval of rest 7 Ma long, approximately. These young basaltic products can be characterized by increasing amount of the total alkali content and a tendency of growing Na₂O content particularly. This basaltic series comprises differentiation members from the nepheline-bearing basalt and nepheline basalt to—tephrites. The time of activity can be taken between 3.7–1.7 Ma.

All of these basaltic rocks being the products of continental rifting are related to the tectono-magmatic events of the colliding microplates along the suture zone of the Eurasian and African Continents.

From a point of view of regional correlation of the basaltic rocks, comparison can be made as it follows below. Regarding the detailed studied of the basaltic group of the Hungarian Basin (Á. JÁMBOR et al. 1980., K. BALOGH et al. 1982, 1983, 1985, 1986), the deep-seated trachytic series penetrated by basaltic dikes in the area of the Little Hungarian Plain can be compared with the volcanic rocks of Weitendorf and Gossendorf; the basalts of the Duna—Tisza Interfluve are comparable with the basaltic rocks of Pauliberg and Oberpullendorf and finally, the basanites of Salgótarján with the basanites of the Feldbach—Klöch area.

During the time of the entire volcanic activity in Transdanubia, in the course of which a great deal of the alkali basalts known here have been effused, the volcanism was inactive in the territory of Austria.