

**Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 27. Juni 1975**

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1975, Nr. 10

(Seite 147 bis 152)

Das wirkl. Mitglied Haymo Heritsch hat eine von ihm verfaßte Arbeit für den Anzeiger übersandt:

„Über mögliche Beziehungen zwischen den Haupttypen des pliozänen, basaltischen Vulkanismus der Oststeiermark.“ (Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz.)

Im oststeirischen Vulkangebiet sind die drei räumlich größten Entwicklungen des pliozänen, natriumbetonten basaltischen Vulkanismus in folgenden drei Vorkommen vertreten: Steinberg bei Feldbach, Hochstraden bei Gleichenberg und das Klöcher Massiv, vgl. z. B. Flügel und Heritsch (1968). Vom Vorkommen Steinberg bei Feldbach liegt nun eine größere Zahl zuverlässiger chemischer Analysen vor, Stiny (1923), Heritsch (1968), Heritsch und Hüller (1973), so daß ein guter Überblick über die mittlere Zusammensetzung besteht: Mittel Steinberg der Tabelle 1. Die folgenden Ausführungen stützen sich hinsichtlich des Klöcher Massivs jedoch nur auf das Mittel der beiden Analysen von Schoklitsch (1932): Mittel Klöcher der Tabelle 1, da die vom hiesigen Institut aus laufenden Arbeiten in diesem Raum erst beginnen. Für den eine besondere Stellung (Heritsch, 1963, 1967) im oststeirischen Vulkanbogen einnehmenden Hauyn-Nephelinit (bezüglich des Namens vgl. Träger, 1935) vom Hochstraden, konnte einerseits auf die chemische Analyse von Schoklitsch (1932) zurückgegriffen werden, andererseits sind im hiesigen Institut zwei neue Analysen von Proben aus dem Steinbruch der Firma Schlarbaum bei Wilhelmsdorf ausgeführt worden; das Mittel aus den drei Analysen ist in der Tabelle 1 angegeben.

Die natriumbetonten basaltischen Gesteine des pliozänen oststeirischen Vulkanismus sind Alkaligesteine (vgl. z. B.

Sørensen, 1974: 6) und innerhalb ihrer Entwicklung fällt auch das neu bestimmte Mittel des Nephelinites vom Hochstraden durch seine SiO_2 -Armut und durch die Anwesenheit von Cl und SO_3 auf. Die Frage, wodurch ein so niedriger SiO_2 -Wert innerhalb dieser Magmententwicklung auftreten kann, ist schon deshalb von besonderem Interesse, weil neuere Untersuchungen gezeigt haben, daß eine reine Kristallisationsdifferentiation der Gesteine vom Steinberg bei Feldbach verständlicher und zu erwartender Weise nicht zur Entwicklung von Nepheliniten der Art des Gesteines vom Hochstraden führen kann, sondern Gläser ijolithischen bis muritischen Magmentyps entstehen, Heritsch und Hüller (1973).

Im einzelnen sind die chemischen Zusammensetzungen der Gesteine vom Steinberg bei Feldbach und vom Klöcher Massiv sehr ähnlich; ein gewisser Unterschied besteht nur im MgO-Gehalt. Eine einfache Rechnung zeigt, daß die Zusammensetzung der Gesteine vom Steinberg bei Feldbach aus dem Klöcher Gestein durch Abzug von 5% Olivin der Zusammensetzung des Olivins vom Steinberg (Heritsch und Rohani, 1973) gewonnen werden kann, vgl. Tabelle 1. Diese Tatsache ist zwar durchaus als Kristallisationsdifferentiation deutbar, doch ist sicher diese Deutung nicht die einzig mögliche.

Die chemische Zusammensetzung des Hauyn-Nephelinites vom Hochstraden ist durch Assimilation und Durchgasung mit Cl und SO_3 erreichbar, wobei aber (zur Entsilifizierung) Klinopyroxen und Olivin ausgeschieden werden müssen. Vom Gestein von Klöch ausgehend erfordert das Assimilation von Calcit, und vom Gestein vom Steinberg ausgehend ist die Assimilation von Dolomit und etwas Calcit erforderlich, vgl. Tabelle 1. Für den ausgeschiedenen Klinopyroxen und Olivin wird die chemische Zusammensetzung der entsprechenden Mineralien vom Steinberg bei Feldbach nach Heritsch und Rohani (1973) genommen. Das Ergebnis zeigt eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit dem Hauyn-Nephelinit des Hochstraden und erklärt die Tendenz der Veränderungen: Abnahme von SiO_2 und Zunahme von CaO bei nur gering steigenden Alkalien und etwa gleichbleibendem $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$.

Eine Verfolgung dieser Vorgänge über die Spurenelemente ist infolge der noch zu geringen Zahl entsprechender Bestimmungen nicht eindeutig durchzuführen. Für Strontium scheint folgende Deutung nach den Werten bei Agiorgitis et al. (1970) möglich. Nach diesen Autoren haben die Nephelinbasanite von Klöch 520—1130 ppm Sr, wobei die niedrigen Werte von hydro-

thermal veränderten Gesteinstypen stammen; für Nephelinbasanite vom Steinberg werden 1250—1850 *ppm* Sr angegeben. Hier ist hinzuzufügen, daß nach Heritsch und Hüller (1975) in glasreichen Typen Strontium wesentlich angereichert ist. Für Nephelinite vom Hochstraden geben Agiorgitis et al. (1970) 1700—1800 *ppm* Sr an. Herrn Dr. H. Kolmer verdanke ich folgende Mittelwerte: Steinberg 1300 *ppm* Sr und Hochstraden 1840 *ppm* Sr. Es ist daher die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß die basaltischen Gesteine von Klöch und vom Steinberg, wenn sie hydrothermal nicht verändert sind, etwa gleich viel, nämlich 1100—1300 *ppm* Sr enthalten. Wenn nun das Gestein von Klöch (jüngere) Kalke, die viel Strontium enthalten, assimiliert, kann die Aufnahme auch von nur 8 bis 9% eines solchen Kalkes mit etwa 5000 *ppm* Sr den endgültigen Wert des magmatischen Gesteines auf etwa 1800 *ppm* Sr anheben; vgl. hierzu etwa Graf (1960), Flügel und Flügel-Kahler (1962), Flügel und Wedepohl (1967), Montanaro-Gallitelli (1974) und die persönliche Mitteilung von Prof. H. Flügel, daß Triaskalke der Karawanken 4000 *ppm* Sr enthalten. Der ausfallende magnesiumreiche Klinopyroxen hat demgegenüber nur geringe Werte von etwa 10—30 *ppm* Sr, vgl. Deer et al. (1963: 124).

Bezüglich der Entstehung SiO_2 -armer Alkalimagmen wird jetzt meist der Standpunkt vertreten, daß Kalkassimilation im wesentlichen nicht die Ursache sein kann, vgl. z. B. Sørensen (1974: 536). Dabei wird als Hauptgrund die Temperaturbarriere zwischen SiO_2 -übersättigten und SiO_2 -untersättigten Schmelzen sowohl im System SiO_2 —Ne—Ks wie auch im System Ne—Ks— SiO_2 —An angesehen, Wyllie (1974), Hamilton und MacKenzie (1965), Morse (1969). Dadurch können aus SiO_2 -übersättigten Magmen infolge von Kalkassimilation keine SiO_2 -untersättigten Feldspatvertreter führenden Gesteine entstehen.

Im vorliegenden Fall liegen jedoch die Projektionspunkte der als ursprünglich angesehenen Gesteine (Nephelinbasanite und Nephelinite von Klöch und vom Steinberg bei Feldbach) schon auf der Seite der Feldspatvertreter-führenden Magmen im System SiO_2 —Ne—Ks, d. h. in der üblichen Darstellung (vgl. etwa Edgar, 1974) unter der Temperaturbarriere (feldspar barrier). Bemerkenswerterweise gruppieren sich die Projektionspunkte der Nephelinbasanite und Nephelinite von Klöch und vom Steinberg im System SiO_2 —Ne—Ks um das Temperaturminimum bei höherem Druck, Hamilton und MacKenzie (1965), Morse (1969), was natürlich genetisch eine Bedeutung haben kann. Eine Assimilation von Kalk würde mithin kein

Überschreiten einer Temperaturbarriere bedeuten, um aus den Magmen der Gesteine von Klöch oder vom Steinberg das Magma des Gesteins vom Hochstraden zu erzeugen.

Es wird daher vorgeschlagen, daß der Hauyn-Nephelinit des Hochstraden als Assimilationsprodukt gedeutet werden kann, und zwar so, daß die ursprünglichen Gesteine von der Art der Nephelin-basanite und Nephelinite von Klöch oder vom Steinberg bei Feldbach Kalk bzw. Dolomit bei gleichzeitiger Durchgasung mit Cl- und SO₃-Dämpfen aufgenommen haben und daß Klinopyroxen und Olivin im Laufe einer Kristallisationsdifferentiation ausgeschieden wurden, Tabelle 1.

Tabelle 1

Mögliche Beziehungen der Magmen der drei größten Vorkommen basaltischer Gesteine des pliozänen oststeirischen Vulkanismus durch Aufnahme von Calcit (Cc) bzw. Dolomit (Do) sowie Chlor (Cl) und SO₃ und durch Entzug von Olivin (Ol) und Klinopyroxen (cpx).

	Klöch Mittel	Klöch —5% Ol	Steinberg Mittel	Klöch Mittel +8,6% Cc —5,4% Ol —9,9% cpx +0,4% Cl +0,9% SO ₃	Steinberg Mittel +12,4% Do + 0,6% Cc — 0,5% Ol — 8,0% cpx + 0,4% Cl + 0,9% SO ₃	Hoch- Straden Mittel
SiO ₂	44,0	44,3	44,2	40,8	40,2	40,0
TiO ₂	1,4	1,5	2,3	1,3	2,2	1,8
Al ₂ O ₃	14,5	15,2	14,9	15,3	15,2	13,8
Fe ₂ O ₃ . . .	6,5	6,8	6,2	6,7	6,2	8,2
FeO	5,2	4,8	5,1	4,6	4,5	3,8
MnO	—	—	0,2	—	0,2	0,2
MgO	9,2	7,3	6,8	6,1	6,5	6,2
CaO	10,1	10,6	10,5	14,1	13,5	12,9
Na ₂ O	4,2	4,4	5,4	4,5	5,6	5,7
K ₂ O	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7
P ₂ O ₅	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	1,2
H ₂ O+ ..	1,0	1,0	1,1	1,0	1,2	1,8
H ₂ O— ..	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5
CO ₂	0,4	0,4	—	0,4	—	—
Cl	0,1	0,1	—	0,4	0,4	0,4
SO ₃	—	—	—	1,0	0,9	0,9

Daß Assimilation und Differentiation in der Magmentwicklung des steirischen Vulkanbogens eine Rolle gespielt haben, wird schon von Winkler (1914/1915) vermutet, und Schoklitsch (1932) hat sich dann dieser Vermutung angeschlossen; quantitative Angaben wurden jedoch nicht gemacht. Im übrigen wird auch für die Entstehung der Leuzit-führenden Gesteine des Vesuvs eine analoge Annahme gemacht, vgl. z. B. Pichler (1970).

Literatur

Agiorgitis, G., Schroll, E. und Stepan, E. (1970): K/Rb-, Ca/Sr- und K/Ti-Verhältnisse in basaltoiden Gesteinen der Ostalpen und benachbarter Gebiete. *Tschermaks Miner. u. Petrogr. Mitt.* 14, 285—309.

Deer, W. A., Howie, R. A. und Zussman, J. (1963): *Rock-Forming Minerals*. Vol. 2 *Chain Silicates*. Longmans, London.

Edgar, A. D. (1974): *Experimental Studies*, in: *The Alkaline Rocks* edit. by Sørensen, H., John Wiley & Sons, London—New York—Sydney—Toronto.

Flügel, E. und Flügel-Kahler, E. (1962): Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der nördlichen Kalkalpen. *Mitt. Museum Bergbau, Geol. und Technik am Landesmuseum Joanneum Graz*, 24, 2—128.

Flügel, H. und Heritsch, H. (1968): *Sammlung geologischer Führer*, 47, Das Steirische Tertiär-Becken, 2. Auflage des Geologischen Führers durch das Tertiär- und Vulkanland des Steirischen Beckens von A. Winkler-Hermaden. Borntraeger, Berlin—Stuttgart.

Flügel, H. W. und Wedepohl, K. H. (1967): Die Verteilung des Strontiums in oberjurassischen Karbonatgesteinen der Nördlichen Kalkalpen. *Contr. Mineral. and Petrol.* 14, 229—249.

Graf, D. L. (1960): *Geochemistry of Carbonate Sediments and Sedimentary Carbonate Rocks*, Part III, Minor Element Distribution. Illinois State Geol. Survey, Circular 301.

Hamilton, D. L. und MacKenzie, W. S. (1965): Phase-equilibrium studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (nepheline)— KAlSi_3O_8 (kalsilit)— SiO_2 — H_2O . *Mineral. Mag.* 34, 214—231.

Heritsch, H. (1963): Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 93, 51—71.

Heritsch, H. (1967): Über die Magmententfaltung des steirischen Vulkanbogens. *Contr. Mineral. and Petrol.* 15, 330—344.

Heritsch, H. (1968): Vulkanische Gesteine vom Steinberg bei Feldbach. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 98, 16—26.

Heritsch, H. und Hüller, H. J. (1973): Über die Entstehung von Basaltgläsern in basaltischen Gesteinen des Steinberges bei Feldbach (Steiermark, Österreich). *Tschermaks Miner. und Petrogr. Mitt.* 20, 73—80.

Heritsch, H. und Hüller, H. J. (1975): Chemische Analysen von basaltischen Gesteinen und Gläsern sowie von Nephelin aus dem Westbruch des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, im Druck.

Heritsch, H. und Rohani, H. (1973): Untersuchungen über Olivin und Klinopyroxen sowie über Auswürflinge des basaltischen Vulkanismus der Oststeiermark. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 103, 7—22.

- Montanaro-Gallitelli, E. (1974): Biochemistry of Triassic Coelenterates Ancient Cnidaria, Vol. I. Transact. Inst. Geol. and Geophys., 201, 61—62.
- Morse, S. A. (1969): Nepheline — Kalsilite — Silica at 5 kb $\text{P}_{\text{H}_2\text{O}}$. Carnegie Inst. Washington, Yearbook, 67, 115—119.
- Pichler, H. (1970): Sammlung Geologischer Führer, 51, Italienische Vulkangebiete I. Borntraeger, Berlin—Stuttgart.
- Schoklitsch, K. (1932): Beiträge zur Kenntnis der oststeirischen Basalte, I. Teil. N. Jb. Min. Geol. Paläont., 63, Beilage-Band, Abt. A., 319—370.
- Sørensen, H. (1974): The Alkaline Rocks. John Wiley & Sons, London—New York—Sydney—Toronto.
- Stiny, J. (1923): Gesteine vom Steinberg bei Feldbach. Verhandl. geol. Bundesanstalt Wien, 1923, 132—140.
- Tröger, W. E. (1935): Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Deutsche Mineralog. Gesellschaft, Berlin 1935.
- Winkler, A. (1914/1915): Die tertiären Eruptiva am Ostrande der Alpen. Zeitschr. Vulkanolog., 1, 167—196.
- Wyllie, P. J. (1974): Limestone Assimilation, in: The Alkaline Rocks, edit. by Sørensen, H., John Wiley & Sons, London—New York—Sydney—Toronto.
-