

Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark	Band 105	S. 43—52	Graz 1975
----------------------------------	----------	----------	-----------

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

# Chemische Analysen von basaltischen Gesteinen und Gläsern, sowie von Nephelin aus dem Westbruch des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark<sup>1)</sup>

Von Haymo HERITSCH und Hans-Joachim HÜLLER

Mit 4 Tabellen und 2 Abbildungen (im Text)

Eingelangt am 15. Jänner 1975

**Inhalt:** In der Arbeit HERITSCH & HÜLLER 1973 konnte gezeigt werden, daß die selbständigen basaltischen Gläser des Steinberges aus dem Gesamtgesteinschemismus der basaltischen Gesteine durch Abtrennung von Olivin, Klinopyroxen und Erz entstanden sind und daß diese Gläser somit einem abgequetschten Rest mit nur wenig Einsprenglingen entsprechen. Die zugehörigen chemischen Analysen werden in der vorliegenden Arbeit gebracht und auch das Verhalten der Spurenelemente Rb, Sr, Ba bei der Differentiation besprochen. Von Nephelin, der als Einsprengling im Glas auftritt, werden eine chemische Analyse, sowie physikalische Daten gebracht. Die Beziehungen von Chemismus zu den physikalischen Eigenschaften werden diskutiert.

## I. Gesteine und Gläser, ihre Hauptbestandteile

(Bearbeitet von H. HERITSCH & H.-J. HÜLLER)

In den basaltischen Gesteinen des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark, kommen gelegentlich sehr auffallende und daher leicht zu erkennende Glasmassen vor, die immerhin Größenordnungen von mehreren Kubikdezimetern erreichen. Auch bei zügigem Fortschreiten des Abbaues sind die Gläser oft jahrelang nicht zu beobachten. Sehr häufig sind in den Gläsern Einsprenglinge von idiomorphem Nephelin und Klinopyroxen zu beobachten. Chemische Untersuchungen an früher aufgefundenem Material haben STINY 1917 und SCHOKLITSCH 1935 durchgeführt.

Besonders um das Jahr 1971 erschienen nun im Westbruch des Steinberges (Firma Schlarbaum) mehrfach größere schlierenförmige Partien von basaltischen Gläsern auf den Etagen 395 m und 410 m.

Auf Grund von chemischen Analysen (HÜLLER 1974) konnte nun von HERITSCH & HÜLLER 1973 folgendes gezeigt werden, wobei hier nur auf die wesentlichen Ergebnisse eingegangen werden kann:

Häufig ist in Nepheliniten bzw. Nephelinbasaniten des Steinberges die Grundmasse teilweise glasig ausgebildet. Diese Glasbasis ist chemisch weitgehend ident mit den selbständigen Glasschlieren. In einer größeren Anzahl von Diagrammen war es deshalb möglich darzustellen, daß die chemische Zusammensetzung des Grundmasseglasses und der selbständigen Glasschlieren aus dem Gesamtchemismus der basaltischen Gesteine durch Abtrennung der dunklen Gemengteile und Erz abzuleiten ist. Daraus wurde dann geschlossen, daß die selbständigen Basaltglasschlieren abgequetschtes Grundmasseglass der basaltischen Gesteine sind. Daß durch die geschilderte Differentiation, wie allgemein

bekannt, keine granitischen oder monzonitischen Restschmelzen entstehen können, ist ebenfalls an Hand der angeführten Diagramme gezeigt worden.

In der vorliegenden Arbeit werden in der Tabelle 1 die chemischen Analysen, ihre Berechnung nach CIPW sowie die Projektionswerte nach NIGGLI gebracht. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die chemischen Analysen gegenüber HERITSCH & HÜLLER 1973 nochmals überprüft wurden, so daß hier nun einige Veränderungen in den Werten berücksichtigt sind, die aber am Grundsätzlichen nichts ändern. Dies kann z. B. an dem besonders relevanten Diagramm des Systems Diopsid — Nephelin — Sanidin (SOOD, PLATT & EDGAR 1970) in der Abbildung 1 gezeigt werden: die Gläser bilden sich aus dem Chemismus des Gesamtgesteines durch Entfernung von Diopsid und nähern sich der Phasengrenze Diopsid — Nephelin, überschreiten sie aber bemerkenswerter Weise mit einer einzigen Ausnahme nicht.

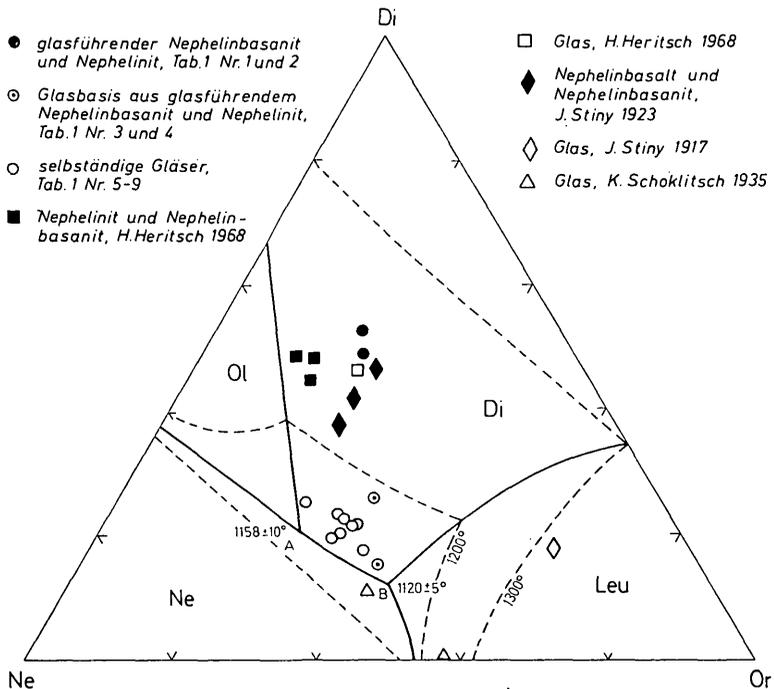


Abb. 1: Basaltische Gesteine und basaltische Gläser des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark, im System Diopsid — Nephelin — Sanidin nach SOOD, PLATT & EDGAR 1970.

Zu den einzelnen Analysen bzw. Proben der Tabelle 1 ist folgendes zu bemerken:

**Gesteine:**

1. Nephelinbasanit, Westbruch, Etage 378 m. Einsprenglinge von Olivin und Klinopyroxen, idiomorph bis hypidiomorph; Grundmasse teilweise Glas mit Mikrolithen, Plagioklas etwas 60 % An, Nephelin (Nachweis auch mit dem Diffraktometer), Klinopyroxen, Magnetit.

Der Magmentyp ist theralithisch bis gabbrothermalithisch, so wie er für den jungen oststeirischen Vulkanismus typisch ist, vgl. HERITSCH 1968.

2. Nephelinit, Westbruch, Etage 378 m. Einsprenglinge von Olivin und Klinopyroxen, idiomorph bis hypidiomorph; Grundmasse teilweise Glas mit reichlich skelettartigen Mikrolithen, Klinopyroxen, Nephelin (Nachweis auch mit dem Diffraktometer), Magnetit. Der Magmentyp ist wieder theralithisch bis gabbrotheralithisch.

#### Gläser:

Im allgemeinen ist zu vermerken, daß in allen hier untersuchten basaltischen Gläsern Ausscheidungen von idiomorphen Kristallen auftreten, die optisch und röntgenographisch beobachtet werden können. Es handelt sich um dicke hexagonale Säulen von Nephelin und um idiomorphen Klinopyroxen, dieser oft mit Sanduhrstruktur. Folgende kristallographische Formen konnten mit dem U-Tisch festgelegt werden:  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{\bar{1}11\}$ . Die glasige, mengenmäßig weit überwiegende Masse führt mehr oder minder reichlich skelettartige Mikrolithe, die optisch doppelbrechend erscheinen, aber wegen ihrer Kleinheit nicht bestimmt werden können. Diffraktometeraufnahmen zeigen einen peak an der Stelle des stärksten Reflexes von Hämatit, so daß die Mikrolithen vielleicht tatsächlich Hämatit sind. Alle Versuche, an den Gläsern Brechungsquotienten zu bestimmen, schlugen fehl. Die Mikrolithen und das Glas haben einen zu unterschiedlichen Brechungsquotienten, als daß ein eindeutiges Wandern der Becke'schen Lichtlinie beobachtet werden könnte.

Im einzelnen ist zu den untersuchten Glasproben zu bemerken:

3. Das Grundmasseglass aus dem Nephelinbasanit 1 ist mit Bromoform und dem Magnetseparator in verschiedenen Arbeitsgängen abgetrennt. Naturgemäß ist der dem Glas anhaftende Anteil an kleinen Kristallen der Grundmasse relativ groß. Er kann mit etwa 10 % bis höchstens 15 % optisch und röntgenographisch abgeschätzt werden, vgl. Tabelle 2.
4. Dieses Grundmasseglass aus dem Nephelinit 2 ist in derselben Weise wie das Grundmasseglass 3 mit Bromoform und Magnetseparator abgetrennt. Aus denselben Gründen ist der Gehalt an Kristallen relativ hoch und beträgt ebenfalls etwa 10 %, vgl. Tabelle 2.
5. Selbständiges Glas aus Glasschlieren mit wenig Nephelin und Klinopyroxen, zusammen etwa 5—10 %, und mit reichlich braunroten Mikrolithen (Hämatit) mit Faserlängen bis zu zwei Millimetern.
- 6, 6a, 6b. Diese Analysen stammen von derselben selbständigen Glasschliere, die dadurch auffällt, daß es aus zwei Anteilen besteht, nämlich aus einer hellbraunen Matrix und aus dunkelbraunen Kugeln (Durchmesser von 0,5 mm bis in den Millimeterbereich). Zwischen Kugeln und der Matrix entwickelt sich ein schmaler, heller Saum. Kugeln und Matrix ließen sich mit dem Magnetseparator trennen. Daher waren folgende Analysen möglich:
  - Analyse des Gesamtglases, Tabelle 1, Nr. 6.
  - Analyse der hellbraunen Matrix, Tabelle 1, Nr. 6a.
  - Analyse der dunklen Kugeln, Tabelle 1, Nr. 6b.Bemerkenswerter Weise unterscheiden sich die chemischen Analysen von der hellbraunen Matrix und von den dunkelbraunen Kugeln, nicht wesentlich. Wohl ist der Wert des gesamten Eisens in den dunklen Kugeln, allerdings nur geringfügig höher und damit könnte ein Unterschied in der Ausbildung der Mikrolithe angedeutet sein. Hier werden noch weitere Untersuchungen geführt werden. Aus Diffraktometeraufnahmen ist der Gehalt an Kristallen mit einem Betrag von weniger als 5 % anzusetzen, vgl. Tabelle 2.

- 7a, 7b. Die Ausbildung dieses Glases ist ganz gleich wie die des Glases Nr. 6 in Tabelle 1. Es wurde allerdings auf eine Gesamtanalyse verzichtet. Wieder ist der Unterschied der chemischen Zusammensetzung von hellbrauner Matrix und den darin eingeschlossenen dunkleren, kugelförmigen Gebilden sehr gering, jedoch ist auch hier der Gesamteisengehalt der Kugeln etwas höher, so daß dieselbe Argumentation gelten kann wie für Glas 6 der Tabelle 1.
8. In einem hellgrauen Nephelinit fanden sich ellipsoidische (bis 6 mm x 3 mm) Glanester, die in ihrem Inneren mit Philippsit gefüllte Hohlräume führen. Phillippsit vom Steinberg bei Feldbach ist schon bekannt (HERITSCH 1968). Mit Bromoform und mit Magnetseparator konnten die von Hand entnommenen Glaskörper von anhaftenden Gesteinsteilen und von Philippsit getrennt werden. Das schließlich analysierte Glas enthielt so unter 5 % Kristalle.
9. Dieses Glas ist deshalb besonders auffällig, weil es in einem Bereich deutlicher Säulenbildung an dieser Säulenbildung teilnimmt, so daß man kleinere Säulenstücke finden konnte, die aus Glas bestehen. In diesem Glas sind schon makroskopisch etwa 1 mm große Nephelinkristalle zu erkennen. Der Dünnschliff zeigt idiomorphe, in kurzen hexagonalen Säulen entwickelte Nephelinkristalle und idiomorphen Klinopyroxen mit Sanduhrstruktur und Zonarität. Die glasige Masse enthält reichlich Mikrolithe. Die Trennung mit Bromoform und Magnetseparator ließ ein Glas mit nur etwa 5 % Kristallen erzielen, Tabelle 2.

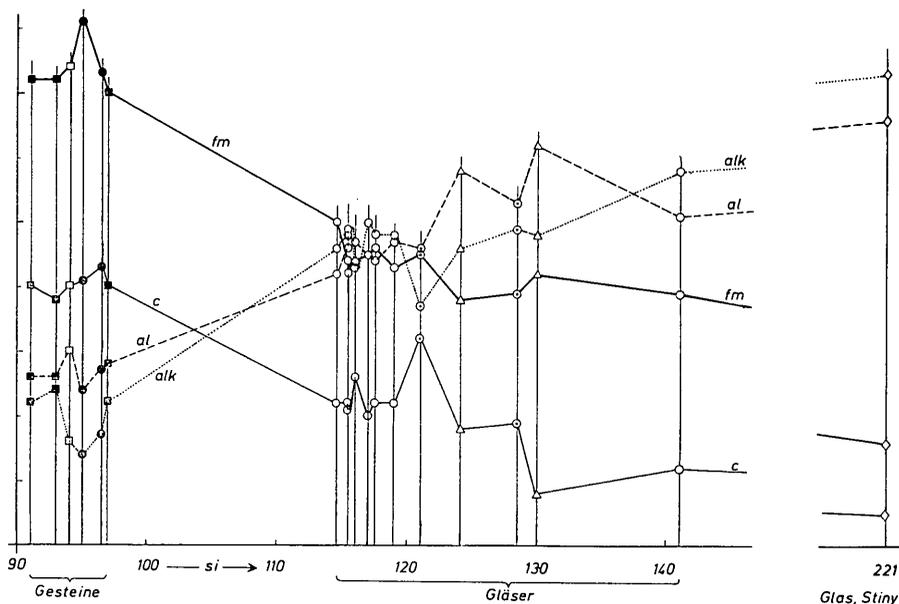


Abb. 2: Differentiationsdiagramm nach NIGGLI für die basaltischen Gesteine und basaltische Gläser des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark. Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 1.

Die basaltischen Gläser mit ijolithischem bis muritischem Magmentyp des Steinberges, zeigen gegenüber den basaltischen Gesteinen, aus denen sie hervor-

gegangen sind, folgende Veränderungen: die Gläser sind etwas reicher an  $\text{SiO}_2$ , sie haben einen deutlich höheren Gehalt an  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  und  $\text{K}_2\text{O}$ , wobei das Verhältnis  $\text{K}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O} = 1 : 2$  etwa erhalten bleibt. Ferner zeigen die Gläser eine Verringerung des  $\text{MgO}$  —,  $\text{CaO}$  —,  $\text{TiO}_2$  — und des Gesamteisengehaltes. Auch ein Differentiationsdiagramm nach NIGGLI, vgl. Abb. 2, läßt diese Veränderungen erkennen, wobei das Glas von STINY 1917 auch hier weit abliegt, HERITSCH & HÜLLER 1973.

In der Arbeit HERITSCH & HÜLLER 1973 wurde an verschiedenen Diagrammen gezeigt, daß diese Veränderungen durch die Ausscheidung der dunklen Gemengteile Klinopyroxen und Olivin sowie von Erz (Ti-hältiger Magnetit) erklärt wird. Für alle weiteren genetischen Fragen muß auf die angeführte Arbeit verwiesen werden, da die vorliegende Untersuchung vor allem der Datensammlung dient.

## II. Gesteine und Gläser, ihre Spurenelemente Strontium, Barium und Rubidium (Bearbeitet von H.-J. HÜLLER)

Der Differentiationsvorgang, der zur Ausbildung der Gläser führt, wurde auch in den Spurenelementen Sr, Ba und Rb mit Hilfe der Röntgenfluoreszenz qualitativ und vergleichend quantitativ verfolgt. Die untersuchten Proben waren dieselben, die oben beschrieben sind. Zum Vergleich wurde die Apparatur immer unter denselben Bedingungen betrieben und aus den dabei auftretenden peak-Höhen, jeweils nur für dasselbe Element, auf die relativen Mengen in den verschiedenen Proben geschlossen. Die entsprechenden Ergebnisse sind in der Tabelle 3 angegeben.

Es kann festgestellt werden, daß alle Gläser sehr ähnliche Mengen der Spurenelemente Sr, Ba und Rb enthalten, daß weiterhin gegenüber den Gesteinen eine deutliche Anreicherung dieser Elemente in den Gläsern erfolgt. Die früh ausgeschiedenen Mineralkomponenten der basaltischen Gesteine vom Steinberg wie Mg-reiche Klinopyroxene, Olivin und Erze, führen die Spurenelemente Sr, Ba und Rb nur in äußerst geringen Mengen, wodurch es zwangsläufig zu einer relativen Anreicherung dieser drei Elemente in den Mineralien der späteren Kristallisation, oder wie hier in den Gläsern kommt. Nach NOLL 1933 wird das Strontium in magmatischen Paragenesen zunächst in Mineralien des Ca (wie Apatit, Klinopyroxene, Hornblenden, Plagioklase) eingebaut und weiterhin von K-Mineralien (K-Feldspat, Leuzit) abgefangen; dabei steigt das Verhältnis Sr : Ca von der Erstkristallisation zur Restkristallisation. Etwas Ähnliches gilt für Barium und Rubidium. Nach WAGER & MITCHELL 1951 enthalten in der Skaergaard-Intrusion früh ausgebildete, Mg-reiche Klinopyroxene bemerkenswerte Spurenelementanteile von Cr, V, Ni, Co, Sc und Zr, während die später sich entwickelnden Fe-reichen Klinopyroxene Li, Y, La und Sr angereichert haben. Es ist in diesem Zusammenhang interessant, darauf hinzuweisen, daß die Klinopyroxene des basaltischen Gesteins vom Steinberg durchaus Mg-reich sind; (vgl. HERITSCH & ROHANI 1973), so daß sie Sr nur in unbedeutender Menge enthalten dürften.

## III. Nephelin, Einsprenglinge in basaltischem Glas (Bearbeitet von H.-J. HÜLLER)

Wie oben geschildert treten besonders im Glas Nr. 9 der Tabelle 1 reichlich Nephelinkristalle auf, die sich im Dünnschliff als sehr rein und klar erweisen. Es lag also der Gedanke nahe, diese Nephelinkristalle für eine chemische und für andere Untersuchungen anzureichern, was auch mit dem Magnetseparator gelang. Da die chemische Analyse einen für Nephelin sehr hohen  $\text{CaO}$ -Gehalt

aufwies, wurde der ganze Trennungsvorgang wiederholt und neues Analysenmaterial gewonnen. Es liegen somit eine Analyse (mit Parallelbestimmungen) in der Tabelle 4, Kolonne 1, und eine Analyse aus getrennt gewonnenem Analysenmaterial in der Tabelle 4, Kolonne 2 vor. Das Mittel aus beiden ist für die Berechnung der kristallchemischen Formel (Basis 32 Sauerstoffatome) verwendet worden.

Tabelle 4 enthält ferner noch die beobachtete (Schwebemethode) und die berechnete Dichte, die Brechungsquotienten (Einbettungsmethode) und die Gitterkonstanten, berechnet nach einem eigenen Programm von HERITSCH aus 10 starken Reflexen einer mit Quarz geeichten Diffraktometeraufnahme in der Indizierung nach SMITH & TUTTLE 1957.

Es liegen eine ganze Reihe von Untersuchungen über die Beziehungen von Gitterkonstanten zur chemischen Zusammensetzung von Nephelin vor. Auf einige wird im folgenden eingegangen.

SMITH & SAHAMA 1954 bringen das Verhältnis  $K/(K+Na+Ca)$  mit  $2\psi$  von (2130) und (2022) in Relation. Die für den vorliegenden Nephelin experimentell gefundenen entsprechenden  $2\psi$  Werte ergeben danach  $K/(K+Na+Ca) = 11\%$  bzw.  $16\%$  gegenüber dem Wert  $11\%$ , der aus der chemischen Analyse folgt.

DONNAY, SCHAIRER & DONNAY 1959 geben Relationen zwischen der chemischen Zusammensetzung Kalzium-haltiger, synthetischer Nepheline und den Gitterkonstanten bzw. dem Zellvolumen an. Aus den hier experimentell bestimmten Werten folgt danach 1,6 und 1,1 sowie 1,3 Kalziumatome pro Zelle gegenüber 0,71 Kalziumatome pro Zelle, die die chemische Analyse ausweist. Die Übereinstimmung ist schlecht. Anders ist es hingegen für den Kaliumgehalt im Vergleich zu synthetischen K-Na-Nephelinen nach den denselben Autoren.

Hier liefern die experimentell gefundenen Gitterkonstanten und das Zellvolumen des vorliegenden Nephelins nach dem Diagramm bei DONNAY, SCHAIRER & DONNAY 1959 etwa 1,1 und 0,9 bzw. 0,7 Atome Kalium pro Zelle gegenüber 0,77 Kaliumatome pro Zelle nach der chemischen Analyse.

Schließlich haben dieselben Autoren das Zellvolumen mit dem Kaliumgehalt natürlicher Nepheline in Beziehung gesetzt. Hier liefert das experimentell bestimmte Zellvolumen für den untersuchten Nephelin 1,0 Kalium-Atome pro Zelle gegenüber 0,77 Kaliumatome pro Zelle nach der chemischen Analyse. Die Übereinstimmung ist zufriedenstellend.

Zum Abschluß kann noch das Diagramm von Winchell in TRÖGER 1971 benützt werden, um aus der chemischen Analyse eine Aussage über die Brechungsquotienten und Dichte zu machen. Hier ist allerdings eine Schwierigkeit in dem hohen Ca-Gehalt gegeben. Aus der chemischen Analyse folgt nämlich

NaAlSiO <sub>4</sub>	70 %
CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	10 %
KAlSiO <sub>4</sub>	9 %
SiO <sub>2</sub>	11 %

Ein so hoher Ca-Gehalt kann nicht einfach ausgelassen werden und als Kompromißlösung kann das Ca zum Na gerechnet werden. Dann ergibt das erwähnte Diagramm  $d = 2,62 \text{ g/cm}^3$  und  $n_0 = 1,538$ , was mit dem experimentellen Befund übereinstimmt.

Für die Ausführung der Arbeiten standen die Einrichtungen des Institutes für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz zur Verfügung. Die Röntgenfluoreszenzuntersuchungen wurden am Zentrum für Elektronenmikroskopie in Graz ausgeführt, die kristallographischen Berechnungen erfolgten am Grazer Rechenzentrum, wofür wir auch hier unseren Dank aussprechen.

Tab. 1: Chemische Analysen von Gesteinen und Gläsern des Steinberges bei Feldbad, Oststeiermark. Analytiker H.-J. HÜLLER (1974).

	1	2	3	4	5	6	6a	6b	7a	7b	8	9
SiO <sub>2</sub>	44,89	43,96	47,17	47,43	46,33	47,40	46,80	47,14	46,92	46,83	50,65	47,01
TiO <sub>2</sub>	2,21	2,27	1,46	1,31	1,45	1,30	1,62	1,46	1,36	1,46	1,12	1,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,60	14,26	18,52	19,86	19,21	19,37	19,79	18,61	19,41	18,05	18,70	18,18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,16	6,26	5,43	3,11	4,00	3,77	4,65	3,93	4,95	5,54	5,35	5,39
FeO	4,90	5,12	2,34	4,19	4,78	4,47	4,02	5,14	3,63	4,72	2,80	4,20
MnO	0,16	0,20	0,12	0,16	0,28	0,24	0,20	0,20	0,16	0,20	0,10	0,18
MgO	8,60	6,63	3,05	2,03	2,45	2,61	2,48	2,51	2,77	2,67	1,62	2,40
CaO	11,25	11,31	7,64	5,04	6,65	5,89	5,83	5,73	6,12	6,02	3,74	5,98
Na <sub>2</sub> O	4,56	4,83	7,08	8,03	8,20	8,84	9,33	9,33	9,08	9,03	9,57	8,89
K <sub>2</sub> O	2,00	2,22	3,66	4,77	4,05	4,59	4,52	4,64	4,57	4,43	4,38	4,53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,78	1,10	1,37	1,34	0,90	0,91	0,92	0,90	0,90	0,92	0,68	1,14
H <sub>2</sub> O+	1,15	1,95	2,08	2,45	0,99	0,83	0,52	0,98	0,92	0,90	1,29	0,87
H <sub>2</sub> O-	0,52	0,62	0,75	0,46	0,79	0,05	0,17	0,14	—	0,06	0,16	—
d [g·cm <sup>-3</sup> ]	100,78	100,73	100,67	100,18	100,08	100,27	100,85	100,71	100,79	100,83	100,16	100,23
	2,94	2,89	2,68	2,63	2,72	2,68	2,68	2,67	2,65	2,68	2,57	2,68

1 Nephelinbasanit, Min. Inst. Steinberg 69/29

2 Nephelinit Min. Inst. Steinberg 69/26

3 Glasbasis aus dem Nephelinbasanit Nr. 1, Min. Inst. Steinberg 69/29

4 Glasbasis aus dem Nephelinit Nr. 2, Min. Inst. Steinberg 69/26

5 Glas, Min. Inst. Steinberg 69/8a

6 Glas, Gesamtanalyse, Min. Inst. Steinberg 69/4

6a Glas, hellbraune Matrix des Glases 6

6b Glas, dunkle kugelige Absonderung im Glas 6

7a Glas, hellbraune Matrix des Glases 7, Min. Inst. Steinberg 69/9a

7b Glas, dunkle kugelige Absonderung im Glas 7, Min. Inst. Steinberg 69/9b

8 Glas, Min. Inst. Steinberg 71/23

9 Glas, Min. Inst. Steinberg 72/6

Fortsetzung Tab. 1: CIPW-Normen von Gesteinen und Gläsern des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark.

	1	2	3	4	5	6	6a	6b	7a	7b	8	9
Or	11,9	13,4	22,1	28,9	24,4	27,3	26,7	20,9	27,0	25,4	26,2	26,9
Lc								5,2		0,6		
Ab	9,4	8,8	15,4	12,7	6,9	4,9	3,1		2,8		15,8	2,6
Ne	16,0	17,8	24,9	31,0	34,5	37,6	39,8	38,0	38,8	37,0	30,9	35,8
An	10,8	10,9	8,1	4,2	3,7							
Ac						0,6	2,0	8,0	2,2	7,3	8,2	6,1
Di	31,5	30,5	16,7	10,2	19,4	19,0	16,7	18,8	17,2	19,5	11,4	18,1
Ol	5,3	2,4		2,6	0,3	0,7		2,5		0,9		0,2
Wo							0,8		1,2			
Mt	9,0	9,3	3,8	4,6	5,9	5,2	5,7	1,7	6,1	4,4	3,8	4,8
Hm			2,9									
Il	4,2	4,4	2,8	2,6	2,8	2,5	3,1	2,8	2,6	2,8	2,1	2,8
Ap	1,8	2,6	3,3	3,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,6	2,7

Fortsetzung Tab. 1: Niggli-Werte von Gesteinen und Gläsern des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark. —

	si	al	fm	c	alk	k	mg
1	95,0	17,0	45,5	25,5	12,0	0,22	0,59
2	96,5	18,5	41,5	26,5	13,5	0,23	0,52
3	121,0	28,0	27,5	21,0	23,5	0,25	0,43
4	128,5	31,5	24,5	14,5	29,5	0,28	0,34
5	116,0	28,5	27,0	18,0	26,5	0,25	0,34
6	119,0	28,5	26,5	16,0	29,0	0,25	0,36
6a	115,5	29,0	26,0	15,5	29,5	0,24	0,34
6b	117,0	27,5	27,5	15,0	30,0	0,25	0,34
7a	115,5	28,0	27,0	16,0	29,0	0,25	0,37
7b	114,5	26,0	30,0	16,0	28,0	0,24	0,32
8	141,0	30,5	24,5	11,0	34,0	0,23	0,27
9	117,5	27,0	28,0	16,0	29,0	0,25	0,32

Tab. 2: Gehalt an kristallisierter Substanz in Gläsern des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark.

	Nephelin	Klino- pyroxen	Plagioklas	Hämatit	Kristallisierter Anteil, Gehalt
3 Glasbasis aus 1	+++	++	++	+	10—15 %
4 Glasbasis aus 2	++	++	—	+	10 %
5 Glas	+++	++	—	+	5—10 %
6a Glas, hellbraune Matrix	+	+	—	—	<5 %
6b Glas, dunkle, kugelige Absonderungen	Sp.	+	—	+	<5 %

	Nephelin	Klino- pyroxen	Plagioklas	Hämatit	Kristallisierter Anteil, Gehalt
7a Glas, hellbraune Matrix	Sp.	+	—	—	<5 %
7b Glas, dunkle, kugelige Absonderungen	Sp.	+	—	+	<5 %
8 Glas	Sp.	+	—	—	<5 %
9 Glas	++	++	—	+	5 %

Die Nummern zur Gesteins- und Glasbezeichnung entsprechen der Tabelle 1.

Tab. 3: Röntgenfluoreszenz-Analyse der basaltischen Gesteine und Gläser vom Steinberg bei Feldbach, Oststeiermark.

Aufnahmebedingungen: 50 KV / 30 mA /  $2 \times 10^5$  Imp. / min.

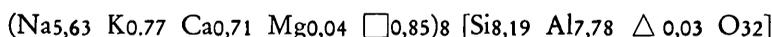
Peak-Höhen in beliebigem Maßstab.

Anal. Nr.	SrKa(1)	BaKa(1)	RbKa(1)	
1	5,80	0,80	0,35	Nephelinbasanit
2	7,40	0,75	0,40	Nephelinit
3	10,05	1,15	1,05	Grundmasseglas aus 1
4	11,80	1,15	0,85	Grundmasseglas aus 2
5	11,25	1,55	0,92	selbständiges Glas
6	11,20	1,55	0,90	selbständiges Glas
6a	11,15	1,60	0,85	selbständiges Glas
6b	11,10	1,65	0,90	selbständiges Glas
7a	11,20	1,70	0,85	selbständiges Glas
7b	11,20	1,70	0,85	selbständiges Glas
9	11,40	1,45	0,80	selbständiges Glas

Die Nummern zur Gesteins- und Glasbezeichnung entsprechen der Tabelle 1.

Tab. 4: Chemische Analysen und physikalische Daten von Nephelin-Einsprenglingen im vulkanischen Glas des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark. Analytiker: H.-J. HÜLLER.

	1	2	Mittel	Kationen pro 32 O-Atome
SiO <sub>2</sub>	43,18	43,30	43,24	8,19
				a = 9,978 (3) Å
				c = 8,378 (3) Å
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,70	35,00	34,85	7,78
				V = 722,45 (6) Å <sup>3</sup>
MgO	0,17	Sp.	0,17	0,04
CaO	3,62	3,38	3,50	0,71
				n <sub>e</sub> = 1,5405      n <sub>o</sub> = 1,5435
Na <sub>2</sub> O	15,37	15,29	15,33	5,63
				d <sub>exp.</sub> = 2,61 [g/cm <sup>3</sup> ]
K <sub>2</sub> O	3,01	3,37	3,19	0,77
H <sub>2</sub> O+	0,30	0,18	0,24	
				d <sub>calc.</sub> = 2,62 [g/cm <sup>3</sup> ]
	100,35	100,52	100,52	



## Literatur

- DONNAY G., SCHAIRER J. F. & DONNAY J. D. H. 1959. Nepheline solid solutions. — *Min. Mag.*, 32:93-109.
- HERITSCH H. 1968. Vulkanische Gesteine vom Steinberg bei Feldbach, Steiermark. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 98:16-26.
- & HÜLLER H.-J. 1973. Über die Entstehung von Basaltgläsern in basaltischen Gesteinen des Steinberges bei Feldbach (Steiermark, Österreich). — *Tschermaks miner.-petrogr. Mitt.*, 20:73-80.
- & ROHANI H. 1973. Untersuchungen über Olivin und Klinopyroxen sowie über Auswürflinge des basaltischen Vulkanismus der Oststeiermark. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 103:7-22.
- HÜLLER H.-J. 1974. Petrologische Untersuchungen über die Entstehung von Basaltgläsern in basaltischen Gesteinen des Steinberges bei Feldbach (Steiermark, Österreich). — *Diss. Univ. Graz*, 1-97.
- NOLL W. 1933. Geochemie des Strontiums. — *Chemie d. Erde*, 8:507-600.
- SCHOKLITSCH K. 1935. Gläser und Nephelinakkumulationen vom Steinberg bei Feldbach. — *Zbl. Min., Geol. u. Paläont.*, Jg. 1935:368-382.
- SMITH J. V. & SAHAMA Th. G. 1954. Determination of the composition of natural nephelines by an X-ray method. — *Min. Mag.*, 30:439-449.
- & TUTTLE O. F. 1957. The Nepheline-Kalsilite system: I. X-ray data for the crystalline phases. — *Amer. Journ. Sci.*, 255:282-305.
- SOOD M. K., PLATT R. G. & EDGAR A. D. 1970. Phase relations in portions of the system Diopside-Nepheline-Kalsilite-Silica and their importance in the genesis of alkine rocks. — *Canad. Min.*, 10:380-394.
- STINY J. 1917. Basaltglas vom Steinberg bei Feldbach. — *Cbl. Min. Geol. u. Paläont.*, Jg. 1917:128-134.
- TRÖGER W. E. 1971. Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 1: Bestimmungstabellen. — Schweizerbarth, Stuttgart.
- WAGER L. R. & MITCHELL R. L. 1951. The distribution of trace elements during strong fractionation of basic magma a further study of the Skaergaard intrusion, East Greenland. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1:129-208.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH und Dr. Hans-Joachim HÜLLER, Universität Graz, Institut für Mineralogie und Petrographie, Universitätsplatz 2, A-8010 G r a z.