

Aus dem Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie  
der Karl-Franzens-Universität Graz

# Rhönit-Kristallite in basaltischen Gläsern des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark

Von Haymo HERITSCH

Mit 3 Tabellen und 3 Abbildungen (im Text)

Eingelangt am 14. März 1986

**Inhalt:** Die in den basaltischen Gläsern vom Steinberg auftretenden Kristallite werden mit Hilfe von Röntgendiffraktometeraufnahmen, Elektronenstrahlmikroanalysen und optisch als Rhönit bestimmt. Über die Genese der Rhönitkristallite wird diskutiert.

Die selbständigen Basaltgläser des Steinberges bei Feldbach entsprechen in ihrer chemischen Zusammensetzung der glasigen Grundmasse der basaltischen Gesteine. Diese Gläser sind daher nach Ausscheidung von Olivin, Klinopyroxen und Erz als abgequetschte Grundmasse anzusehen, HERITSCH & HÜLLER 1973, 1975.

Abgesehen von größeren Einsprenglingen (Klinopyroxen, Nephelin und Erz, HERITSCH & HÜLLER 1975) enthalten die Gläser mehr oder minder reichlich skelettartige Kristallite, vgl. Abb. 2 und 3. Besonders auffallend sind unter dem Lichtmikroskop Gläser, die aus einer hellbraunen Matrix und aus dunkelbraunen Kugeln, bei kleinem Durchmesser oft mit einer sehr exakten Kugelgestalt, bestehen, Abb. 1. Die Kugeldurchmesser liegen im Bereich von etwa 0,4 bis 1,5 mm. Um die Kugel herum besteht ein farbloser Rand. Während die hellbraune Matrix und der farblose Rand frei von Kristalliten sind, erweisen sich die dunklen Kugeln angefüllt mit Kristalliten, vgl. Abb. 2 und 3. Für die Kristallite wurde in HERITSCH & HÜLLER 1975 die Vermutung ausgesprochen, es könnte sich vielleicht um Hämatit handeln – eine Mikrosonde stand damals nicht zur Verfügung. Die folgenden Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Kristallite zweifellos nicht Hämatit, sondern Rhönit sind.

Zunächst konnte durch Elektronenstrahlmikroanalyse über größere Oberflächen erwartungsgemäß nachgewiesen werden, daß die hellbraune Matrix und die dunklen Kugeln innerhalb der Meßgenauigkeit gleiche chemische Zusammensetzungen haben. Eine durchschnittliche Zusammensetzung, d. h. ein Mittel über die Analysen 6, 6 a, 6 b, 7 a, 7 b bei HERITSCH & HÜLLER 1975, ist in der Tab. 1 gegeben.

## Röntgendaten

Es ist möglich, das Material der dunklen, die Kristallite enthaltenden Kugeln vom Material der hellbraunen Matrix (nach Pulvern zu einer günstigen Korngröße) mit

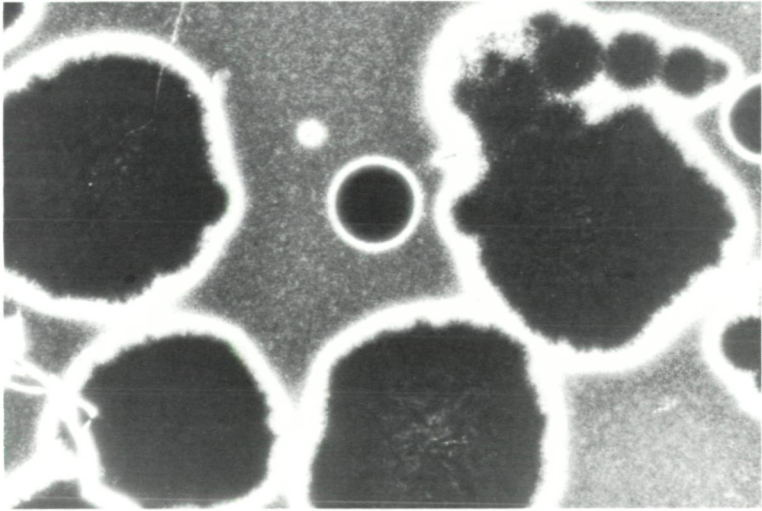


Abb. 1: Lichtmikroskopische Aufnahme, einfach polarisiertes Licht, eines basaltischen Glases vom Steinberg bei Feldbach, Oststeiermark. In einer durch feinste hellbraune Farbkörner gefärbten Matrix (röntgenographisch amorph) liegen dunkle Kugeln, die mit feinsten Rhönitkristalliten erfüllt sind. Zwischen den Rhönitkristalliten ist ebenfalls basaltisches Glas. Länge der unteren Bildkante 3,5 mm.

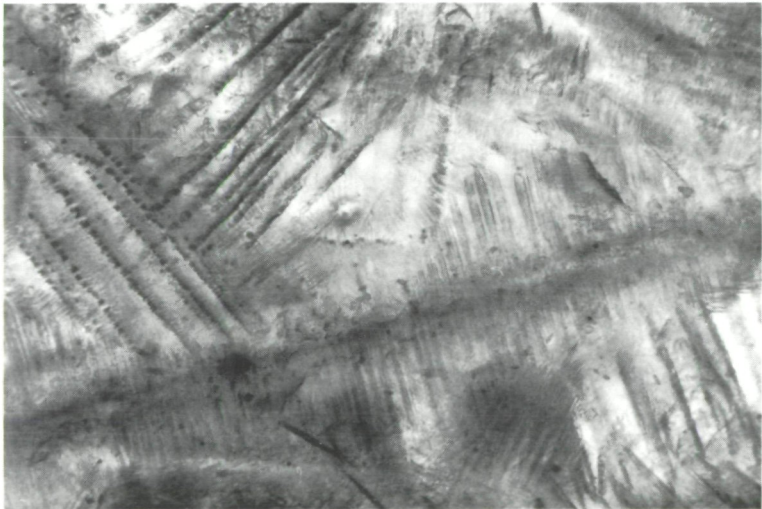


Abb. 2: Lichtmikroskopische Aufnahme, einfach polarisiertes Licht, von Rhönitkristalliten in einer dunklen Kugel der Abb. 1. Zur Interpretation der geometrischen Ausbildung vgl. Text. Länge der unteren Bildkante 0,25 mm.

dem Magnetseparator zu trennen, HERITSCH & HÜLLER 1975. Zahlreiche Diffraktometeraufnahmen der hellbraunen Matrix zeigen wenige schwache Reflexe von Klinopyroxen. Diese stammen wohl von seltenen Klinopyroxeneinsprenglingen im Glas. Solche Diffraktometeraufnahmen erweisen sich als sehr brauchbar für den Vergleich mit den Diffraktometeraufnahmen der dunklen Kugeln. Die Diffraktome-

teraufnahmen der dunklen Kugeln enthalten nämlich dieselben Klinopyroxenreflexe wie sie in der Tab. 3, Spalte 3, ausgewiesen sind. Außer den Klinopyroxen-Reflexen liefern aber die Kristallite in den dunklen Kugeln auch Reflexe von einem Mineral der Aenigmatit-Rhönit-Gruppe. Die beste Vergleichsmöglichkeit bietet im vorliegenden Fall die Rhönit-Pulveraufnahme bei WALENTA 1969. Der in Klammern gesetzte Reflex  $d = 3,73 \text{ \AA}$  ist von CAMERON et al. 1970 übernommen. Von einer Zuordnung von Indices in der Tab. 3 wurde abgesehen. Da die streuenden Kristallite von Klinopyroxen und die Kristallite im mengenmäßig überwiegenden Glas eingelagert sind, eignet sich die Qualität der Reflexe der Diffraktometeraufnahmen nicht zu einer so exakten Bestimmung der d-Werte, daß eine Entscheidung, ob Aenigmatit oder Rhönit vorliegt, zu treffen ist. Daher wurden Elektronenstrahlmikroanalysen zur Klärung dieser Fragen eingesetzt.

### Elektronenstrahlmikroanalysen

Jede Interpretation von Elektronenstrahlmikroanalysen der Kristallite hat ihre Größe und ihre besondere Ausbildungsform zu berücksichtigen. Aus der lichtmikroskopischen Aufnahme Abb. 2 und aus der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahme Abb. 3 ist ersichtlich, daß von einer gemeinsamen Achse Nadeln mit einem

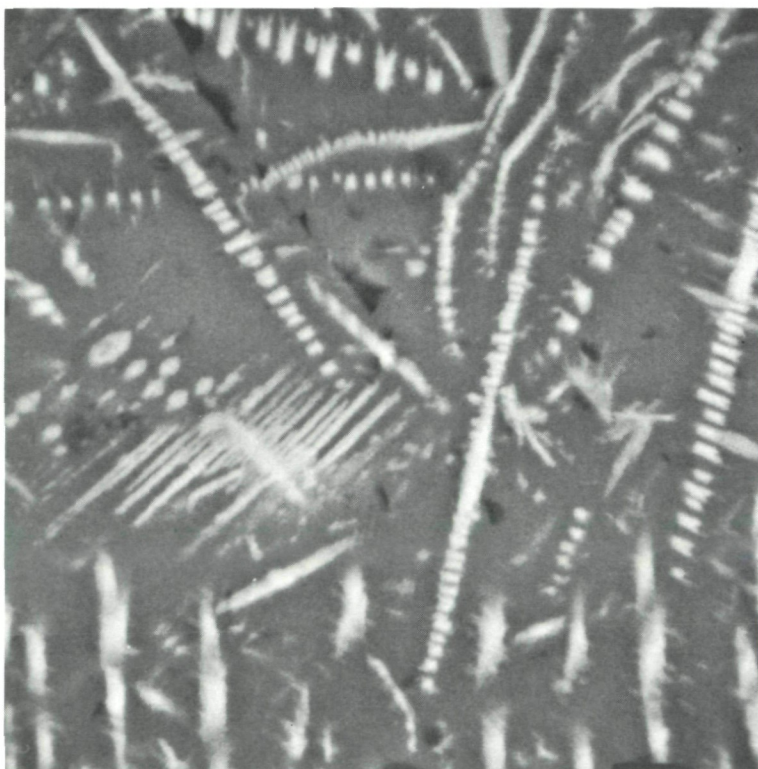


Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Rhönitkristalliten im basaltischen Glas vom Steinberg bei Feldbach, Oststeiermark. Zur Interpretation der geometrischen Ausbildung vgl. Text. Länge der unteren Bildkante 0,05 mm.

Tab. 1: Mittel der chemischen Zusammensetzung von hellbrauner Matrix und von darin enthaltenen kugeligen Ausscheidungen; vgl. hierzu das basaltische Glas der Abb. 1. Fundpunkt: Steinberg, Oststeiermark, HERITSCH & HÜLLER 1975.

SiO <sub>2</sub>	47,01
TiO <sub>2</sub>	1,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,57
FeO	4,40
MnO	0,20
MgO	2,61
CaO	5,92
Na <sub>2</sub> O	9,12
K <sub>2</sub> O	4,55
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,91
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,83
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,08

Querschnitt von etwa 0,001 × 0,002 mm und mit einer Länge von etwa 0,01 bis 0,03 mm ausgehen. Es liegen immer zahlreiche Nadeln in einer Ebene, von der gemeinsamen Achse gehen aber manchmal mehrere Ebenen von Nadeln aus. Besonders charakteristische Bilder erscheinen daher in folgenden Fällen:

1. Eine Reihe paralleler Nadeln steht senkrecht auf der Schliffebene (Abb. 2, links oben) bzw. auf der Anschliffebene (mehrfach im oberen und rechten Teil der Abb. 3). Es entstehen geldrollenähnliche Zeilen, wohl auch mit einer Andeutung von Zwillingsbildung in den Nadeln (einspringender Winkel).

2. Die Achse, von der die Nadeln ausgehen, liegt in der Schliffebene (im unteren Teil der Abb. 2 vom linken zum rechten Bildrand) bzw. in der Anschliffebene (links von der Mitte der Abb. 3). Solche Bilder sind im Anschliff selten, in Dünnschliffen jedoch häufig zu sehen, weil im Anschliff die Wahrscheinlichkeit für diese Lage viel geringer ist als in den doch endlich dicken Dünnschliffen, da hier auch noch wenig schiefe Lagen innerhalb des Dünnschliffes bleiben.

3. Senkrecht zur Achse der Nadeln können sternförmige Gebilde erscheinen (andeutungsweise rechts von der Mitte der Abb. 3).

Ähnliche Ausbildungsformen findet man bei LEHMANN 1926, allerdings als magmatische Reaktion mit Hornblende.

Tab. 2: Mengenmäßiger Vergleich chemischer Hauptelemente in Rhönitkristalliten und im umgebenden Glas (vgl. Abb. 2 und 3), abgeleitet aus Elektronenstrahlmikroanalysen basaltischer Gläser vom Steinberg, Oststeiermark.

	Rhönit	umgebendes Glas
Si	verarmt	angereichert
Ti	angereichert	verarmt
Al	verarmt	angereichert
Fe	stark angereichert	stark verarmt
Mg	stark angereichert	nicht nachweisbar
Ca	stark angereichert	verarmt
Na	stark verarmt	stark angereichert
K	nicht nachweisbar oder stark verarmt	angereichert
Cl	nicht nachweisbar	vorhanden

Tab. 3: Interpretation der Röntgendiffraktometeraufnahme der dunklen Kugeln im basaltischen Glas von Steinberg, Oststeiermark.

1. Diffraktometeraufnahme der dunklen Kugeln im basaltischen Glas mit Rhönitkristalliten und mit etwas Klinopyroxen.
2. Pulverdiagramm von Rhönit nach WALENTA 1969; der eingeklammerte Reflex ist CAMERON et al. 1970 entnommen.
3. Diffraktometeraufnahme der hellbraunen Matrix des basaltischen Glases vom Steinberg, Oststeiermark. Hier ist etwas Klinopyroxen enthalten.

1		2		3	
d [Å]	I	d [Å]	I	d [Å]	I
8,07	3	8,15	3		
		4,79	4		
3,69	1	(3,73	2)		
3,446	2	3,44	5		
3,121	3	3,13	5		
2,983	9			2,983	10
2,931	6	2,93	9	2,937	3
2,889	3			2,893	2
2,768	2	2,77	5		
2,685	4	2,69	9		
2,543	10	2,54	10	2,543	8
2,517	4			2,512	4
		2,47	3		
2,419	2	2,42	2		
2,327	1	2,32	1		

Es wurden zahlreiche Elektronenstrahlmikroanalysen von den Kristallitnadeln (spot, 10 kV) in verschiedenen Schnittlagen gemacht. Alle diese Aufnahmen sind ganz ähnlich oder überhaupt ident. Trotzdem kann wegen der Kleinheit der Kristallite eine gewisse Beteiligung des umgebenden Glases nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Daher mußte von quantitativen Elektronenstrahlmikroanalysen abgesehen werden. Eine halb-quantitative Überlegung führt jedoch trotzdem zu einem eindeutigen Ergebnis. Die Durchschnittszusammensetzung von vulkanischen Gläsern vom Steinberg (Glas + Kristallite) enthält die Tab. 1. In der Tab. 2 sind für die Hauptelemente die Veränderungen, Anreicherung oder Verarmung, in den Kristalliten bzw. im Glas gegenüber der Durchschnittszusammensetzung festgehalten. Daraus folgt: Die Hauptelemente der Kristallite sind Si, Al, Ca, Mg, Fe, Ti und etwas Na. Besonders für Mg fällt jeder Beitrag durch Überstrahlung aus dem umgebenden Glas weg, und für Ca und Fe kann dieser Beitrag nur sehr geringfügig sein. Für Si und Al ist ein solcher Beitrag aus der Umgebung nicht abzuschätzen. Zur weiteren Interpretation folgt aus den hohen Werten für Magnesium und Kalzium ein eindeutiger Hinweis auf Rhönit. Außerdem deutet in dieselbe Richtung die starke Verarmung im Natrium-Gehalt, der ja mit dem hohen Kalzium-Gehalt gekoppelt ist. Zum Vergleich dienen etwa die chemischen Analysen bei DEER et al. 1978 bzw. JOHNSTON & STOUT 1985 oder die chemischen Formeln für Aenigmatit  $\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{TiO}_2 [\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  und für Rhönit  $\text{Ca} (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3\text{TiO}_2 [(\text{Si}, \text{Al})_6\text{O}_{18}]$ .

## Optische Daten

Wegen der überaus starken Absorption sind optische Daten nur schwer zu erfassen, WALENTA 1969. Im vorliegenden Fall kommt noch hinzu, daß die Kristallitnadeln extrem dünn sind. Die auf einer gemeinsamen Achse senkrecht stehenden Rhönit-Nadeln haben in der Lage, wie sie die Abb. 2 darstellt, unter dem Lichtmikroskop eine deutliche Doppelbrechung und zeigen gerade Auslöschung oder höchstens ganz geringe Auslöschungsschiefe. Dabei liegt  $n'_y$  in der Längserstreckung der Nadeln, d. h.  $n'_y : Z \approx 0^\circ$ . Ein deutlicher Pleochroismus mit  $n'_y =$  dunkelbraun und senkrecht dazu hellbraun ist zu beobachten. Kristallitnadeln, die auch in der Schliffebene liegen, aber normal zur gerade beschriebenen Lage beobachtet werden, d. h. also Schnittlage normal zur gemeinsamen Achse der Kristallitnadeln, haben eine Auslöschungsschiefe von etwa  $n'_y : Z \approx 30^\circ$  und einen Pleochroismus  $n'_y =$  dunkelbraun und senkrecht dazu hellbraun. Nach Z nadelförmiger Rhönit gibt tatsächlich diese optische Orientierung, wenn man für die erst beschriebene Schnittlage etwa (100) und für die zweitbeschriebene Schnittlage etwa (010) annimmt, vgl. hiezu WALENTA 1969 und BAMBAUER et al. 1971, aber auch TRÖGER 1959.

Daneben kommen auch seltener Nadeln mit viel geringerer Absorption und mit einer Auslöschungsschiefe von  $n'_y : Z \approx 40^\circ - 45^\circ$  vor. Hier handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um Klinopyroxen, wie aus den Diffraktometeraufnahmen zu erschließen ist.

## Genetische Deutung

Das Vorkommen von Rhönit in basischen, alkali-betonten Laven und Gläsern ist durchaus verbreitet, wie z. B. auch aus der Übersicht und aus den Literaturangaben bei DEER et al. 1978 hervorgeht. Im Falle der basaltischen Gläser vom Steinberg ist ihre Mindesttemperatur für den flüssigen Zustand durch HERITSCH & HÜLLER 1973 mit  $1010 - 1100^\circ \text{C}$  bestimmt worden. Beim Aufdringen wurden so hoch oder noch höher temperierte Laven magmatektonisch von den schon ausgeschiedenen Kristallen abgequetscht und müssen sich bei rascher Abkühlung als Glas verfestigen. Offenbar war aber an manchen Stellen die Abkühlung doch so langsam, daß sich aus der  $\text{SiO}_2$ -armen, alkali-betonten Lava Rhönit ausscheiden konnte, allerdings mit einer doch so raschen Abkühlungsrate, daß nur Kristallite von Rhönit entstanden. Dabei muß eine Diffusion von Fe-Ionen gegen ein Kristallisationszentrum mit vielen Rhönitkristallen stattgefunden haben. Dies erklärt die hellen Fe-armen oder Fe-freien Säume und die dunklen mit Rhönitkristalliten erfüllten Kugeln.

Die hellbraune Matrix erhält ihre Farbe eben durch hellbraune dünne Ansammlungen von Farbkörnern, Durchmesser bis  $0,005 \text{ mm}$ . Aus der chemischen Analyse des gesamten Glases ist zu ersehen, daß es sich um Eisenverbindungen handelt. In Röntgendiffraktometeraufnahmen ergeben die Farbkörner keinen Effekt, ebenso wenig konnte wegen des lockeren Aufbaues in Elektronenstrahlmikroanalysen ein Unterschied gegenüber dem umgebenden Glas nachgewiesen werden. Es sei hier vorsichtig darauf hingewiesen, daß in Gläsern „amorphous clusters“ von durch Sauerstoff tetraedrisch und oktaedrisch koordinierten Fe-Ionen nachgewiesen worden sind, YODER 1984 mit reichlicher Literaturangabe.

Bemerkenswert ist auch der in allen untersuchten Gläsern bzw. Glasanteilen vorkommende geringe Chlor-Gehalt, eine Tatsache, die möglicherweise für die Genese des Hauyn-Nephelinites des Hochstraden einen Hinweis gibt.

Wie zu erwarten, findet sich auch Rhönit in der glasigen Grundmasse der Nephelinbasanite und Nephelinite des Vorkommens vom Steinberg; entsprechende Untersuchungen werden zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht.

### Dank

Zur Ausführung der Arbeit standen mir die Mittel des Institutes für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität (Vorstand Univ.-Prof. Dr. E. M. WALITZI) dankenswerterweise zur Verfügung. Mein besonderer Dank gilt weiterhin Herrn Dr. P. GOLLOB und Herrn P. BAHR am Institut für Elektronenmikroskopie (Direktor Hofrat Dr. H. HORN) für die Herstellung der notwendigen Aufnahmen sowie Herrn Univ.-Prof. Dr. H. HÖLLER, Vorstand des Institutes für Technische Geologie, Petrographie und Mineralogie der Technischen Universität Graz, für die Herstellung einer größeren Anzahl von Diffraktometeraufnahmen.

### Literatur

- BAMBAUER, H. U., TABORSZKY, F. & TROCHIM, H. D. (1971): W. E. Tröger, Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. – 4., neu bearbeitete Aufl. Schweizerbart, Stuttgart.
- CAMERON, K. L., CARMAN, M. F. & BUTLER, J. C. (1970): Rhönite from Big Bend National Park, Texas. – *American Mineralogist*, **55**: 864–874.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1978): Rock-forming Minerals, Single-Chain Silicates, Vol. 2A, 2<sup>nd</sup> ed. – Longman, London.
- HERITSCH, H. & HÜLLER, H. J. (1973): Über die Entstehung von Basaltgläsern in basaltischen Gesteinen des Steinberges bei Feldbach (Steiermark, Österreich). – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, **20**: 73–80.
- HERITSCH, H. & 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*, **105**: 43–52.
- JOHNSTON, A. D. & STOUT, J. H. (1985): Compositional variation of naturally occurring rhoenite. *American Mineralogist*, **70**: 1211–1216.
- LEHMANN, E. (1926): Über magmatische Reaktionen. – *Neues Jahrb. Min. Geol. Paläont., Beilage-Band* **54**: 165–204.
- TRÖGER, W. E. (1959): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. – Teil 1, 3. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart.
- WALENTA, K. (1969): Zur Kristallographie des Rhönits. – *Zeitschr. für Kristallogr.*, **130**: 214–230.
- YODER, H. S. (1984): Structure of liquids and glasses. – *Carnegie Institution of Washington, Year Book* **83**: 86–89.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz, Österreich.