

Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXXI

Physiographische und petrochemische Untersuchungen an zwei braunen Quarzporphyren aus Sarmat- und Pannon-Schotter- komplexen der Oststeiermark

Von Josef HANSELMAYER

Mit 7 Abbildungen und 4 Tabellen (im Text)

Eingelangt am 25. Juli 1971

1. Einleitung

Im Steirischen Tertiärbecken findet man in mehreren Schotterkomplexen (Sarmat und Pannon) immer wieder Gerölle quarzporphyrischer Natur, welche besonders durch ihre dunklere Färbung und durch ihr Oberflächenaussehen (glatt, wachstartig-glänzend, kleinblatternartig durch An- oder Auswitterung der Feldspateinsprenglinge) auffallen. Man erkennt zwar eine Anzahl von Struktur- und Farbvarietäten, gewinnt aber doch den Eindruck enger petrographischer Zusammengehörigkeit. Beachtlich ist auch des öfteren die Geröllgröße (größte ϕ bis 115 mm, Gewicht bis über $\frac{1}{2}$ kg).

Bisher wurden vom Verfasser beschrieben: Dunkelbrauner Quarzporphyr von der Platte-Graz und gelbbrauner, schwarzbrauner, violettstichig-brauner und dunkelgrauvioletter Quarzporphyr von Lassnitzhöhe (dieselb. Beiträge X, 1958). — Gelblichrotvioletter Quarzporphyr von Hönigthal (Beiträge XV, 1961). — Grauvioletter Quarzporphyr von Pöllauberg (Beiträge XXVII, 1967). — Brauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf (Beiträge XXVIII, 1968). — Dunkelbrauner Quarzporphyr von Kapfenstein (Beiträge XXIX, 1971).

Ergänzend sei noch vermerkt, daß in diesen Schotterkomplexen auch sehr helle (gelblichweiß, hellgrauweiß, kreidig-weiß) quarzporphyrische Gerölle (Rhyolithe) vorkommen, ebenfalls in einigen Fällen von beachtlicher Größe, wie z. B. ein weißer Rhyolith von Holzmannsdorf mit ϕ von 131 mm und 112 dkg schwer (siehe HANSELMAYER, Beiträge XXVII, 1967; XXVIII, 1968 mit Handstückabbildung; weiters XXIX, 1971; XXX, 1969 b und bes. XXV, 1969 a: Kreidig-weißer Natronrhyolith von Trössing mit chemischer Analyse).

In Österreich sind solche Quarzporphyre als Anstehendes nicht bekannt.

2. Graubrauner Quarzporphyr

von Holzmannsdorf bei St. Marein a. P., Oststeiermark (Pannon)

Gerölle: 65x56x44 mm, 275 g. Grundmasse dicht, graubraun, darin hellbräunlichgelbe Feldspateinsprenglinge (ϕ bis 3,5x2,2 mm) und hellgraue Quarzeinsprenglinge (ϕ bis 2,8 mm). Mafite sind nicht zu sehen. Gerölloberfläche wie eingangs beschrieben. Siehe Abb. 1.

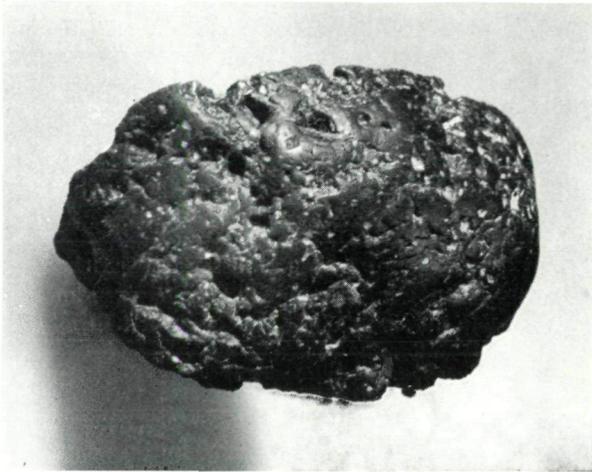


Abb. 1: Graubrauner Quarzporphyr (Gerölle) von Holzmannsdorf, Oststeiermark, Pannon. — Nat. Größe.

U. d. M.:

Porphyrquarze meist nicht zersprungen, Kristallkanten nur teilweise erhalten, Korrosionsschläuche im Korninneren und Korrosionsbuchten mit Grundmasse erfüllt, auch bizarre Formen. Hie und da angenäherte Dihexaeder. Siehe ANGEL 1927, Tafel 1, Fig. 3, 4, 5, 6.

Sanidine korrodiert und häufig in Stücke zersprungen. Alle mehr oder minder kaolinisiert (dadurch rauchig-trüb) und / oder serizitisiert, auch fein verteilter Limonit. Die Serizitisierung greift entweder am Rande an oder folgt einem System von Spaltrissen, in einigen Fällen ergreift sie größere Teile eines Sanidinkorns. Karlsbaderzwillinge.

U-T.: $AE \perp (010)$ $2V \sim 20^\circ$ max $r \rangle v$

Anorthoklas nur wenige Körner, ϕ bis 2,8 mm, lamellar gebaut, mit charakteristisch kurzen Einzellamellen, merklich weniger kaolinisiert als der Sanidin. Wahrscheinlich anorthoklasierter Sanidin, wohl zu unterscheiden von Perthisierung.

U-T.: $AE \perp (010)$ $2V =$ klein bis mittel (größer als bei Sanidin)
 $r \rangle v$ $X \wedge (010) = 13-17^\circ$

Erkennbare Pseudomorphosen nach Biotit oder nach einem anderen Mafit sind nicht wahrzunehmen. Goethitkrümelchen, um kleinste Poren gruppiert, lassen eventuell auf ehemaligen Biotit schließen, wobei die Poren durch Entweichen des Biotit-H₂O entstanden sein könnten. Selten Zirkon, ϕ bis 0,08 mm.

Grundmasse mikrogranitisch, Korn um 0,025 mm und darunter, feinst durchstäubt mit Hämatit. Ferner sehr locker verteilt Körnchen von Magnetit (ϕ bis 0,4 mm), und Limonit auf zarten Lassen und in Flecken konzentriert. Diese Mineralien verursachen die Braunfärbung. Serizit ange-reichert auf einem Lassennetz, auch auffallend schlierige Felder mit pneumatholithischer Serizitisierung. In kleinen Gruppen Poren mit ϕ bis 0,4 mm.

Verwiesen sei noch auf die Bildbeschreibungen zu Abb. 2 und Abb. 3.

Wenige Einschlußbröckelchen (ϕ bis 0,7 mm, aus Quarz, KNa-Feldspat und Serizit) sind vermutlich eruptiv aufgearbeitete Quarzporphyre derselben Art.

In Anlehnung an STRECKEISEN 1967 wurde die Gesteinsbezeichnung „Quarzporphyr“ gewählt. Heute ist doch die Auffassung vorherrschend, daß die neo-typen und die paläo-typen Gesteinsnamen nicht nach dem geologischen Alter, sondern nach dem entsprechenden Erhaltungszustand unterschieden werden sollen.

3. Rotbrauner Quarzporphyr (Ignimbrit)

von Trössing bei Gnas, Oststeiermark (Sarmat)

Gerölle: 112x64x55 mm, 445 g. Massig, Oberfläche glatt, wachstartig glänzend, blatternarbig. In der rotbraunen dichten Grundmasse liegen: Glasklare Quarzeinsprenglinge mit ϕ bis 3,1 mm und sehr hellgelbbraune Feldspateinsprenglinge mit ϕ bis 3,6 mm. Mafite nicht zu sehen.

U. d. M.:

Porphy Quarze wie beim vorigen Gestein, sparsam erdzurchstäubt. Auch Porphy Quarzsplitter (ϕ um 0,1 bis 0,4 mm) einzeln in sehr lockerer Verteilung in der Grundmasse.

Sanidineinsprenglinge, Karlsbader Zwillinge, korrodiert, teilweise leicht kaolinsiert, Serizitisierung entweder fleckenweise; es gibt aber auch Gesteinsbereiche, in denen ganze Gruppen von Sanidinen total serizitisiert sind. U-T.: Sanidinoptik.

Anorthoklase mit ϕ bis 1,8 mm, mit feinen, kurzen und oft abgesetzten Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, klar, nur fleckenweise serizitisiert. Das ist dieselbe Anorthoklasausbildung wie im vorigen Muster, wie aber auch schon in einigen anderen Quarzporphyrischen Geröllen beobachtet. U-T.: Einwandfreie Anorthoklasoptik.

Plagioklase fehlen, ebenso wie im vorigen Quarzporphyr.

Pseudomorphosen: Ehemalige Biotitkörper sind in eine Masse aus Magnetit, Hämatit und verschlackten, fast isotropen Partien, graubraun bis dunkelbraun durchscheinend, umgewandelt, Spaltbarkeit des Biotites noch gut erkennbar, ϕ bis 0,96x0,40 mm. — Eine sechsseitige Pseudomorphose nach Biotit besteht derzeit aus einem Körnchenaggregat von Feldspat und Quarz und einem Körnchenschleier von Magnetit und Hämatit, sowie einer kleinen Gruppe von Hypersthenkriställchen auf der einen Sechseckseite. — Z. T. sind kleinere Biotite durch Hypersthen ersetzt, welcher aber auch nicht mehr intakt erhalten ist, sondern aufgelöst in einem feinschuppigem Aggregat. Man erkennt aber noch einen leichten Pleochroismus ($n\alpha$ = rötlichgelb, $n\beta$ = grünlichgelb) und die stengelige Kristallform. — Einige wenige Pseudomorphosen sind Opazite. — Im Verlauf der Opazitisierung kommt es zu einem Stadium, wo das opazitische Erz in die Grundmasse diffundiert, so daß vom Biotit nur mehr ein lockerer roter Schleier übrigbleibt, dafür aber die angrenzende Grundmasse stärker durchfärbt wird.

Die ignimbritische Grundmasse (siehe Abb. 6) besteht aus Glasfäden, in denen man die ersten Kristallkeime der Erstarrung (Quarz- und Feldspatkörnchen, Korn- ϕ um 0,016—0,03 mm) sieht. Die Glasmasse und die körnigen Ausbildungsteile sind mit Schleiern winzigster Magnetit- und Hämatitkörnchen imprägniert. Siehe MITTEMPERGER 1958, der ähnliche Strukturen aus Ignimbriten Südtirols beschrieben hat (bes. Tafel VIII, Fig. 2 und Tafel X, Fig. 1 und 2). Diese Grundmasse ist somit von der Grundmasse des erst beschriebenen Quarzporphyrs von Holzmannsdorf wesentlich unterschieden.

Zu den Abbildungen 2—6

Die Strukturen, welche hier beschrieben und in Bildern dargeboten werden, sind in meiner recht breiten Erfahrung an österreichischen Quarzporphyren und Verwandten doch ungewöhnlich. MAUS verzeichnete 1967 von permischen Quarzporphyren des Mittleren Schwarzwaldes eine größere Anzahl neuer Erfahrungen, die in der Literatur bisher noch nicht bekannt gemacht worden sind. Man kann daher feststellen, daß die physiographischen Mannigfaltigkeiten von Quarzporphyren und Rhyolithen größer sind als bisher dargestellt. Das veranlaßte mich, darauf näher einzugehen, auch mit Bildern, um der vergleichenden Quarzporphyrforschung neues Material zu liefern.

Abb. 2 u. 3: Graubrauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf. — Pannon.

Abb. 2: In der Grundmasse sieht man Folgendes: Um einen kleinen Serizitgewebeteil, der von einem kurzen Sanidinsäulchenbewuchs umsäumt ist, schließt sich ein elliptisch abgeflachter, von Quarz (allerdings nur wenige Individuen, im Bilde zwei) ausgefüllter Hohlraum. Dieser Kern mit dem Quarzhof ist nun neuerdings mit meist kräftigen Sanidinstengeln radial bewachsen. Nach oben ragen die Sanidine mit Kristallköpfen in einen Hohlraum ($\phi = 0,48$ mm), der von einigen größeren Quarzkörnern ausgefüllt ist. Unterhalb befindet sich ein Serizitgewebefeld. Der Sanidinkranz läßt in dieser Richtung gut ausgebildete Kristallköpfe vermischen. Solche physiographischen Motive wiederholen sich an mehreren Stellen des Dünnschliffes. — Vergr. = 120 x. Nic. +.

Abb. 3: schließt sich an Abb. 2 an. Die vom Rand in den von einigen Quarzkörnern ausgefüllten Hohlraum hineingewachsenen Sanidinkristalle sind in einigen Fällen besonders kräftig. Dieses Bild zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit der Abb. 1, HANSELMAYER 1958, in der ebenfalls KNa-Feldspatstengel in kleine von Quarz erfüllte ehemalige Hohlräume einsproßen (Violettbrauner, mikrogranitischer Quarzporphyr von Lassnitzhöhe, Oststeiermark). — Vergr. 120 x. Nic. +.

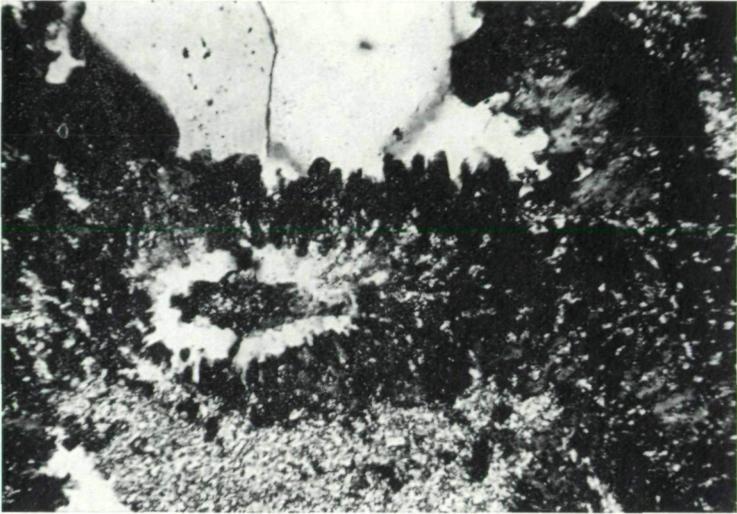


Abb. 2: Text nebenstehend.



Abb. 3: Text nebenstehend.

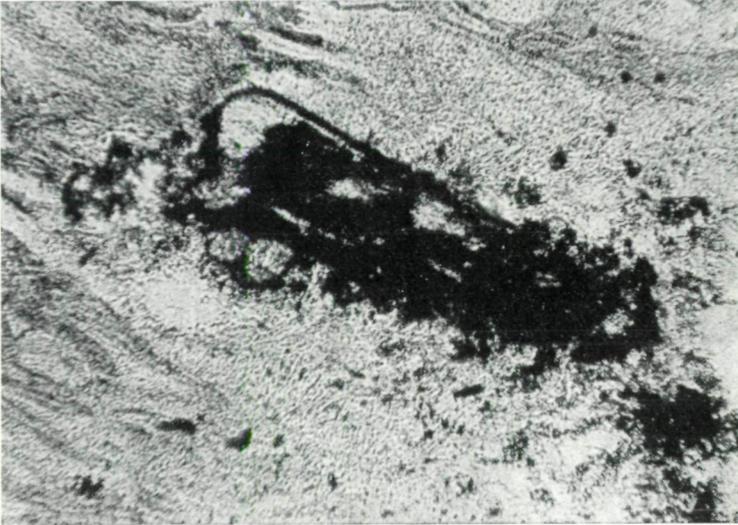


Abb. 4

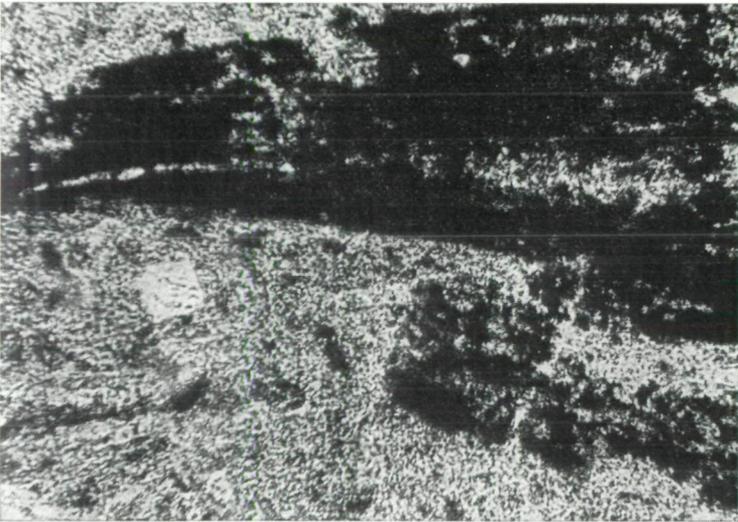


Abb. 5

Abb. 4 u. 5: Rotbrauner Quarzporphyr von Trössing.

Abb. 4: Das Bild zeigt eines der durchaus nicht seltenen Hypersthensäulchen ($L = 0,48$ mm. Kristallumriß gut ausgebildet) mit opazitischer Erzausscheidung. Umgebende Grundmasse mit überaus feiner Erzdurchstäubung. — Ohne Pol.

Abb. 5: Pseudomorphose ($L = 0,8$ mm, bestehend aus Glas, Magnetit und Hämatit) nach Biotit, dessen ehemalige Spaltung noch zu erkennen ist. In der einbettenden Grundmasse tritt auch hier die feine Erzdurchstäubung deutlich hervor. Links von der Bildmitte ein kleiner, modellartig ausgebildeter Quarzkristall. — Ohne Pol.

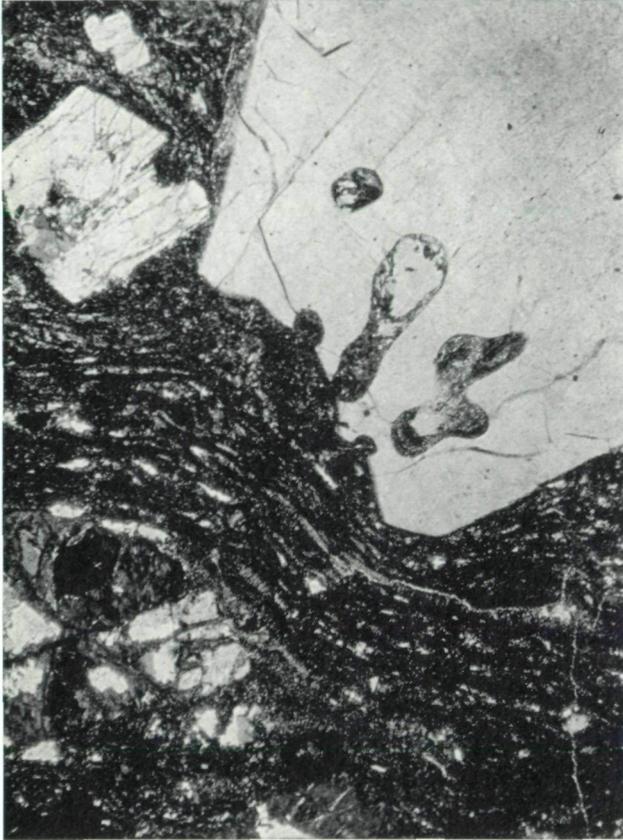


Abb. 6: Rotbrauner Quarzporphyr (Ignimbrit) von Trössing, Oststeiermark. Sarmat. — In der infolge Imprägnierung mit Magnetit- und Hämatitkörnchen gefärbten Grundmasse mit deutlichem „Fließen“ befindet sich ein relativ großer ($\varnothing = 2,7$ mm) Porphyrquarz mit Korrosionsschläuchen und kleinen Korrosionsbuchten. Die kleineren Einsprenglinge (links oben und unten) sind Sanidine. — Weiteres siehe Text. — Nic. +.

Serizitischer Alkaliglimmer auf Lassen, Goethitfahnen, selten Zirkon und Apatit. Wieder gibt es kleine Porenhäufen, auch Hohlraumausfüllungen mit Quarz mit den hineinspießenden Sanidinsäulchen (aber bedeutend seltener wie im Quarzporphyr von Holzmannsdorf).

Vereinzelt in der Grundmasse Sphäroide (die aber häufig nicht vollständig sind) mit sektorenweiser Auslöschung, ϕ um 0,2 mm. An einigen Schliffstellen sieht man langegezogene Felder, (z. B.: 4,3x0,56 mm), zu beiden Seiten gegenüber der Grundmasse scharf abgesetzt, da sie quer zur Längsrichtung mit einem kurzen Sanidinstengelrasen bewachsen sind. Im Inneren enthalten sie eine größere Anzahl von Sphäroiden ($\phi = 0,1$ bis 0,3 mm), ferner mit Quarz ausgefüllte kleine Hohlräume, in die kleine Sanidinstengel hineinsprießen (ähnlich Abb. 3). Die Sphäroide sind weitaus überwiegend feinfaserige, reine Feldspatsphäroide.

4. Der Chemismus

4. 1. Ergebnisse der Analysen

Die chemischen Analysen wurden in der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal in Wien durchgeführt, wofür Herrn Univ.-Prof. Dr. SCHROELL und Frau Dr. JANDA herzlichst gedankt sei.

Analysenmethode: Sämtliche angegebenen Werte wurden auf das bei 110 ° getrocknete Material bezogen. — SiO_2 , R_2O_3 gravimetrisch als Oxide, — FeO , Fe_2O_3 titrimetrisch, — TiO_2 spektralphotometrisch, — CaO , MgO emissionsspektrographisch, — Na_2O , K_2O flammenphotometrisch, — Glühverlust bei 1000 ° C. — Die Spurenelemente wurden emissionsspektrographisch nach einer im spektrographischen Labor entwickelten Methode bestimmt.

T a b. 1: Chemische Analysen:

| | Graubrauner Quarzporphyr Holzmannsdorf Gew.-% | Rotbrauner Quarzporphyr Trössing Gew.-% |
|--------------------------|--|--|
| SiO_2 | 75,48 | 76,75 |
| Al_2O_3 | 11,88 | 12,24 |
| TiO_2 | 0,10 | 0,13 |
| Fe_2O_3 | 2,36 | 0,88 |
| FeO | 0,81 | 1,51 |
| CaO | 0,03 | 0,06 |
| MgO | 0,47 | 0,26 |
| Na_2O | 0,16 | 0,35 |
| K_2O | 7,65 | 7,80 |
| CO_2 | 0,21 | 0,02 |
| Glühverlust 1000 ° C | 0,67 | 0,47 |
| Summe ohne CO_2 | 99,61 | 100,45 |

Um die petrochemische Stellung unserer Quarzporphyre zu charakterisieren, betrachten wir u. a. die Na_2O - und K_2O -Werte näher und vergleichen sie in der Höhe und im Verhältnis zueinander mit verfügbaren chemischen Analysen, wobei die Höhe von SiO_2 mitberücksichtigt werden muß.

WASHINGTON 1903 veröffentlichte 60 Rhyolith- und 50 Quarzporphyranalysen. Hohe K_2O -Werte (über 7,0 Gew.-%) sind selten, nur 8 in insges. 110, niedere Na_2O -Werte (unter 1,0 Gew.-%) gar nur 4 in 110 Analysen. Beides, hohes K_2O und niederes Na_2O , und somit mit unseren Quarzporphyranalysen streng vergleichbar, gibt es nur bei einem Quarzporphyr (WEISS & GREBE, 1889, Himmelberg, Preußen: $\text{Na}_2\text{O} = 0,61 \%$, $\text{K}_2\text{O} = 10,54 \%$), der aber 68,13 % SiO_2 aufweist.

Lassen wir alle Analysen mit SiO_2 -Werten unter 70,0 % unberücksichtigt, dann ergibt der Durchschnitt bei den restlichen 82 Analysen von WASHINGTON 74,67 % SiO_2 (bei uns 76,11 %). Die Eintragung der Alkalienwerte dieser 82 Vergleichsobjekte in ein Diagramm liefert sehr interessante Ergebnisse: Man sieht eine starke Streuung, denn das Verhältnis der Na_2O - und der K_2O -Werte variiert breiter, als zunächst angenommen worden war, wenn man die Basis für den Vergleich nicht ausgedehnt genug wählt.

In 25 Fällen (von 82), wovon 14 zu den Rhyolithen und 11 zu den Quarzporphyren gehören, sind die Werte für die Alkalien beinahe gleich. In weiteren 15 Fällen liegen die Na_2O -Werte über den K_2O -Werten (Rhyolithe = 13, Quarzporphyre = 2). Diese ganze Gruppe kann daher mit unseren Quarzporphyren nicht in Beziehung gestellt werden.

Hingegen ist bei 42 Gesteinen K_2O wesentlich höher als Na_2O . Aber in dieser eventuell vergleichbaren Gruppe gibt es erstaunlich wenige (nur 2) Beispiele mit Na_2O -Werten unter 0,5 %. Nur diese sind mit unseren Fällen vergleichbar:

| | <u>Na_2O</u> | <u>K_2O</u> | <u>SiO_2</u> |
|--|---|--|----------------------------------|
| | in Prozenten | | |
| HARKER A. 1889, Rhyolith von Cwm-Silyn-Wales | 0,3 | 5,8 | 77,5 |
| MÜGGE O. 1896. Quarzporphyr, Bruchhauser Steine, Westfalen | 0,21 | 5,23 | 72,08 |

Die Durchsicht von 165 neueren Analysen quarzporphyrischer Gesteine (Quarzporphyre, Rhyolithe, Felsitporphyre, Gangporphyre, Porphyre, Granophyre, Ignimbrite, Porphyroide), siehe ANDREATTA 1949 a, b, 1950 a, b, 1957, 1962, ANGEL 1924, ANGEL, HANSELMAYER & LASKOVIC 1966, BALCONI 1961, FAGNI & ORSENIGO 1950, FIALA 1959, GUIDICINI 1956, 1958 etc. (siehe Literaturverzeichnis), ergab ein ähnliches Bild:

In 9 Fällen sind die Alkalienwerte beinahe gleich, in 13 Analysen ist Na_2O größer als K_2O . Sie wurden daher bei einem Vergleich außer acht gelassen. Alle Analysen mit SiO_2 -Werten unter 70 Gew.-% und über 80 Gew.-% (26 Gesteine) wurden mit Ausnahme einiger Grenzfälle, die für uns von Interesse sind (siehe weiter unten), nur bedingt berücksichtigt.

Wie bei den Analysen von WASHINGTON 1903 zeigte es sich auch bei den neueren Analysen, daß Gesteine mit K_2O -Werten von 7 % und darüber relativ selten sind (nur 13 Fälle von 165), desgleichen Gesteine mit Na_2O -Werten von 0,5 % und darunter (18 Fälle). Aber beides, sowohl Na_2O unter 0,5 % als auch K_2O über 7 % und somit in dieser Beziehung mit unseren beiden Quarzporphyren von Trössing und Holzmannsdorf streng vergleichbar, tritt nur ganz vereinzelt auf, in allen Analysen nur dreimal (siehe Tab. 2, a—c).

Größere Differenzen zwischen Na_2O und K_2O , allerdings nicht so groß wie bei unseren Gesteinsmustern sind in Tab. 2, d—h gegenübergestellt.

T a b. 2: Vergleichende Gegenüberstellung von Na₂O- und K₂O-Gehalten:

| | <u>Na₂O</u> | <u>K₂O</u> | <u>SiO₂</u> |
|--|------------------------|-----------------------|------------------------|
| a) HANSELMAYER 1965, Porphyroid | 0,10 | 7,00 | 70,50 |
| b) PÄLCHEN 1969, Quarzporphyr (Nr. 62) | 0,4 | 8,2 | 75,7 |
| c) SCHNEIDER 1963, Gangporphyr | 0,22 | 8,00 | 76,48 |
| d) ZORKOVSKY 1959, Felsitporphyr | 0,75 | 7,70 | 72,80 |
| e) SCHNEIDER 1963, Felsitporphyr | 0,82 | 7,53 | 75,22 |
| Felsitporphyr | 0,58 | 6,88 | 76,70 |
| Felsitporphyr | 0,73 | 6,97 | 77,43 |
| f) WEYL 1938, Porphyr | 0,81 | 7,04 | 76,58 |
| Phorphyr | 0,30 | 6,65 | 73,84 |
| g) MACHUKINA 1959, Quarzporphyrgang | 0,25 | 6,08 | 81,16 |
| h) MITTEMPERGER 1958, Porphyr-Derivat | 0,46 | 6,48 | 68,82 |

Als Ergebnis ist zu sehen, daß die relativ und absolut genommenen hohen K₂O-Werte neben den extrem niederen Na₂O-Gehalten ein systematisches Kriterium für die Sonderstellung der hier erörterten beiden Quarzporphyre (Gerölle aus der Oststeiermark) sind.

Hingewiesen sei noch auf die Tatsache, daß eine hypomagmatische Umwandlung des orthomagmatischen Quarzporphyrstadiums bei unseren beiden Gesteinen nicht stattgefunden hat, wie die extrem niederen CaO-Werte (0,03 bzw. 0,06 Gew.-%) zeigen, welche erfahrungsgemäß mit zunehmender „Porphyroidisierung“ (ANGEL, HANSELMAYER & LASKOVIC 1966:25—26) ansteigen. Es konnte bei unseren beiden Quarzporphyren nicht einmal der Beginn einer „Vergrünung“ i. S. ANGELS konstatiert werden.

4. 2. Spurenelemente

Angaben über Spurenelemente in Quarzporphyren und Verwandten sind relativ selten. Ausführlichere Untersuchungen sind mir nur bekannt von PÄLCHEN 1969, welcher acht Durchschnittsgehalte (von Ba, Be, Cu, Ga, Li, Mn, Nb, Pb, Rb, Sn, Ti, V, Zr) der osterzgebirgischen Quarzporphyre (Sachsen) von 91 Proben mitgeteilt hat. Bezügliche Daten von quarzporphyrischen Gesteinen Österreichs sind nur aus HANSELMAYER 1965, 1966, 1969 zu ersehen.

Ba, Pb und Sr entstammen sicher den Feldspäten. Mn muß auf die ehemaligen Mafite bezogen werden, von denen aber intakte Spuren im Quarzporphyr von Holzmannsdorf nicht mehr zu sehen sind. Zr weist auf immerhin schon merkliche Zirkonmengen hin. Für die übrigen Spurenelemente lassen sich keine begründbaren Angaben bezüglich ihrer mineralischen Quellen machen.

Die Spurenelemente der hier bearbeiteten beiden Quarzporphyre entsprechen derart geringen Oxidmengen, daß sie in der Gesamtanalyse keine Rolle spielen; ebenso wirken sie sich nicht in der Mineralbestandsberechnung aus.

T a b. 3: Spurenelemente in Quarzporphyren und verwandten Gesteinen (in ppm).

| Spuren- elemente | HANSELMAYER J. | | | | |
|---------------------|--|--|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Graubrauner Quarzporphyr Holzmannsdorf | Rotbrauner Quarzporphyr Trössing | Torfberg- Porphyroid 1965 | Füllerkreuz- Porphyroid 1966 | Natronrhyolith Trössing 1969 |
| V | 8 | 15 | 50 | 80 | 9 |
| Cu | 30 | 10 | 1 | 24 | 5,5 |
| Y | 72 | | | 28 | 34 |
| Yb | 8,3 | | | 1 | 2,4 |
| La | 58 | | | | 10 |
| Sc | 3,2 | | | 14 | 6,5 |
| Ni | 21,5 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| Co | 1 | | 3 | 10 | 1,2 |
| Cr | 16 | 8 | 80 | 75 | 12 |
| Ga | 28 | 18 | | | 18 |
| Ba | 85 | 1750 | | | 450 |
| Be | 3 | | 3 | | 3 |
| Pb | 1 | 10 | 10 | | 1 |
| Sn | 10 | | 30 | | 10 |
| Zr | 330 | 115 | 200 | 185 | 260 |
| Sr | 6,4 | 150 | 60 | | 44 |
| Mn | 43 | 100 | 20 | 20 | 50 |
| B | | | 30 | | |
| Ag | | | | 1 | |

4. 3. Die systematische Einreihung nach den Niggli-Parametern

Vergleicht man die berechneten NIGGLI-Werte mit dem Register von BURRI & NIGGLI, 1959, S. 94 ff., so ergibt sich, daß die beiden Quarzporphyre in die Magmen der Kalireihe gehören. Dort gilt die Charakteristik salisch, sauer, alkalireich und c-arm für die leukosyenitgranitischen Magmen, für welche angeführt sind: rapakiwitisch und granosyenitisch. Beide Fälle liegen zwar nahe, entsprechen aber dennoch nicht, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Magmen der Kalireihe (BURRI & NIGGLI)

a) Leukosyenitgranitische Magmen (salisch, sauer, alkalireich, c-arm)

| | si | al | fm | c | alk | k | mg |
|--------------------|-------|------|------|-----|------|------|------|
| 1. rapakiwitisch | 350 | 41 | 18 | 9 | 32 | 0,45 | 0,3 |
| 2. granosyenitisch | 260 | 39 | 18 | 11 | 32 | 0,45 | 0,3 |
| Quarzporphyre von | | | | | | | |
| Holzmannsdorf | 497,3 | 46,1 | 20,7 | 0,2 | 33,0 | 0,97 | 0,22 |
| Trössing | 515,3 | 48,4 | 15,5 | 0,4 | 35,7 | 0,94 | 0,17 |

Das si ist in den hier untersuchten steirischen Quarzporphyren um sehr bedeutende Beträge höher, auch al ist größer. Dagegen würde sich fm im Rahmen halten, ebenso alk, das nicht so extrem über den Vergleichswerten liegt. Nur bei

c ist geradezu ein Sturz zu niederen Werten zu verzeichnen. Der mg-Wert hält sich wieder nahezu an den Rahmen. Hingegen sind die k-Werte mehr als doppelt so hoch.

Will man in der leukosyenitgranitischen Magmengruppe die Spitzengruppe der Kalireihe erblicken, dann wird dieselbe durch die von mir dargestellten Fälle bedeutend überschritten. Man müßte sie als neue Magmengruppe voranstellen. Dies wäre auch in Anbetracht der ausgefallenen hohen k-Werte notwendig.

$$\text{Tonerdeüberschuß: } t = \text{al} - (\text{alk} + \text{c})$$

$$\text{Graubrauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf: } t = 12,9$$

$$\text{Rotbrauner Quarzporphyr von Trössing: } t = 12,3$$

Da bei Quarzporphyren mit orthomagnatischer Entwicklung $t = 0$ wird, weisen unsere relativ kleinen Überschüsse auf Tonmineralien hin. Andererseits kann man aus den kleinen t-Werten ersehen, daß noch keine Entwicklung in Richtung Porphyroid eingetreten ist. In steirischen Porphyroiden sind die Tonerdeüberschüsse 20,3 bis 44,4 (siehe ANGEL, HANSELMAYER & LASKOVIC 1966 und HANSELMAYER 1965, 1966).

4. 4. Berechnung normativer Mineralbestände

nach BURRI-NIGGLI

4. 4. 1. Graubrauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf

Basis:

| Cc | Sid | Sp | Ilm | Mt | Hm | Kp | Ne | C | Q |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| 0,03 | 0,25 | 2,04 | 0,14 | 1,10 | 1,05 | 28,11 | 0,91 | 2,56 | 63,81 |

Standard-Katanorm:

| Cc | Sid | Sp | Ilm | Mt | Hm | Or | Ab | C | Q |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| 0,03 | 0,25 | 2,04 | 0,14 | 1,10 | 1,05 | 46,85 | 1,51 | 2,56 | 44,47 |

Muskowit-Variante (A):

| Cc | Sid | Sp | Ilm | Mt | Hm | Or | Ab | Ms | Q |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| 0,03 | 0,25 | 2,04 | 0,14 | 1,10 | 1,05 | 40,45 | 1,51 | 8,96 | 44,47 |

Kaolin-Variante (B):

| Cc | Sid | Sp | Ilm | Mt | Hm | Or | Ab | Kaol | Q |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| 0,03 | 0,25 | 2,04 | 0,14 | 1,10 | 1,05 | 46,85 | 1,51 | 5,12 | 41,91 |

Summe der lichten Mineralien = 95,39 %

Quarz ist 46,6 % (A) oder 43,9 % (B) der lichten Mineralien.

Summe der farbigen Mineralien = 4,61 %

Nach STRECKEISEN 1967:195 soll der Quarzgehalt 20—60 % der lichten Mineralien betragen, damit die Einreihung in die Familien 2 bis 5 berechtigt ist. Diese Bedingung ist bei beiden Quarzporphyren erfüllt. Um in die Kolonne 2 einrücken zu können, muß der Plagioklasgehalt zwischen 0 und 10 % liegen. Diese Bedingung ist selbst dann erfüllt, wenn man das normmäßig ausgerechnete Ab als selbständigen Plagioklas berechnet. Ferner führen auch die farbigen Mineralien, wenn sie 10 % nicht überschreiten (was hier der Fall ist), in das Feld „Alkalirhyolithe“. Damit wäre die petrochemische und systematische Stellung der zwei oststeirischen Quarzporphyre bestimmt.

Alles, was zu den Resten farbiger Gemengteile zu zählen ist, steckt in der Summe Cc+Sid+Sp+Ilm+Mt+Hm. Feldspäte und Quarz betreffend ist zu berücksichtigen, daß erstens die eigentlichen Plagioklase fehlen und die KNa-Feldspäte, sowie die jeweilige Grundmasse Kaolin und Serizit enthalten, deren gegenseitiges Mengenverhältnis mikroskopisch wegen der Feinheit der Teilchen nicht erschließbar ist. Daher wurden zwei Normvarianten durchgerechnet, beide auf Grund des normativen C-Restes (Al_2O_3). Die eine Normvariante unter der Grenzbedingung, daß nur Serizit gebildet wurde, und die andere, daß nur Kaolin gebildet wurde. Damit erhält man die oben angeführten normativen Mineralbestände, von denen sich sagen läßt, daß der Wert für modalen Serizit und Kaolin zwischen den Normativwerten 8,96 bzw. 5,12 liegen muß; der Schätzung aus der Dünnschliffbeobachtung nach etwas näher am Kaolin-Wert, als am Serizit-Wert. Das bedingt auch, daß der KNa-Feldspatgehalt zwischen 40,45 und 46,85 liegen muß und der Quarzgehalt zwischen 44,47 und 41,91. Damit ist der modale Mineralbestand umgrenzt.

4. 4. 2. Rotbrauner Quarzporphyr von Trössing

Basis:

| Cc+Ap | Sp | Ilm | Mt | H _z | Kp | Ne | C | Q |
|-------|-----|-----|-----|----------------|------|-----|-----|------|
| 0,1 | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 2,4 | 28,7 | 2,0 | 1,2 | 63,4 |

Standard-Katanorm:

| Cc+Ap | Sp | Ilm | Mt | H _z | Or | Ab | C | Q |
|-------|-----|-----|-----|----------------|------|-----|-----|------|
| 0,1 | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 2,4 | 47,8 | 3,3 | 1,2 | 43,0 |

Muskowit-Variante (A):

| Cc+Ap | Sp | Ilm | Mt | H _z | Or | Ab | Ms | Q |
|-------|-----|-----|-----|----------------|------|-----|-----|------|
| 0,1 | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 2,4 | 44,8 | 3,3 | 4,2 | 43,0 |

Kaolin-Variante (B):

| Cc+Ap | Sp | Ilm | Mt | H _z | Or | Ab | Kaol | Q |
|-------|-----|-----|-----|----------------|------|-----|------|------|
| 0,1 | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 2,4 | 47,8 | 3,3 | 2,4 | 41,8 |

Summe der lichten Mineralien = 95,3 %

Quarz ist 45,1 % (A) oder 43,9 % (B) der lichten Mineralien

Summe der farbigen Mineralien = 4,7 %

Zunächst ergab sich wieder eine Katanorm, variiert entweder mit Muskowit oder mit Kaolin. Dabei erschienen die Reste der dunklen Gemengteile oder deren Pseudomorphosen als Cc, Ap, Sp, Ilm, Mt und H_z. Je nachdem man den gesamten Tongerdeüberschuß, welcher noch verblieb, als Muskowit oder Kaolin verrechnet, erhält man 44,8 (A) bis 47,8 (B) Or, 3,3 Ab und 43,0 (A) bis 41,8 (B) Q, sowie entweder 2,4 Kaol oder 4,2 Ms (siehe Tabellen).

Nun ergibt aber eine Durchsicht des Dünnschliffes, daß in den Opazitisierungspseudomorphosen nach dunklen Gemengteilen erstens sicher ist, daß primärer Biotit vorhanden war und zweitens, daß aus ihm u. a. bei der Opazitisierung auch Hypersthen gebildet wurde. Stellt man die Norm daraufhin um, so gehen jetzt unter Quarzverzehr und C-Bildung Sp und H_z in Hypersthen plus Enstatit über, zusammen 2,4 % der Norm, siehe unten. Daneben bleiben nun 42,0 Or, 3,3 Ab, 2,4 Kaol, 8,1 Ms und 40,6 Q. Dies ist die am meisten dem modalen Bestand angenäherte Normvariante.

Hypersthen-Variante:

| Cc+Ap | En | Ilm | Mt | Hy | Or | Ab | Ms | Kaol | Q |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|
| 0,1 | 0,8 | 0,2 | 0,9 | 1,6 | 42,0 | 3,3 | 8,1 | 2,4 | 40,6 |

4. 5. Streckeisen-Dreieck

Rechnet man mit der Katanorm, so erhält man Projektionspunkte im Feld der Alkalirhyolithe, sehr nahe dem Natronrhyolith von Trössing (HANSELMAYER 1969), nur daß in den hier bearbeiteten Quarzporphyren der Alkalifeldspat gegenüber der Na-Vormacht beim Natronrhyolith eine erdrückende K-Vormacht hat.

Die Tatsache, daß in unseren beiden Quarzporphyren doch merkliche Quantitäten von Serizit und Kaolin mitspielen, macht es notwendig, diese Kornsorten auf Alkalifeldspat rückzurechnen, wobei noch das Problem auftritt, ob tatsächlich der Serizit auf Anorthoklas zu beziehen ist und der Kaolin auf Sanidin, wie es im Dünnschliff aussieht. Rechnet man nun auf Grund dieser Annahme, so erhält man folgende Werte:

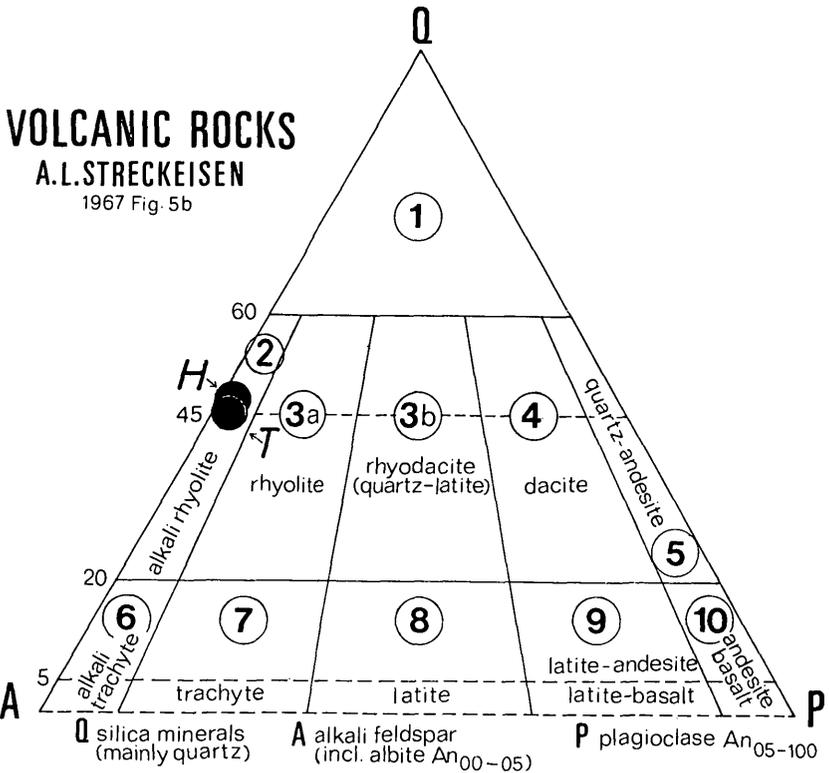


Abb. 7: Obere Hälfte des Doppeldreiecks Q—A—P—F nach STRECKEISEN 1967. Schwarze Kreise = Projektionspunkte der Quarzporphyre von Holzmannsdorf (H) und von Trössing (T), Oststeiermark.

| Graubrauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf (Pannon) | Rotbrauner Quarzporphyr von Trössing (Sarmat) |
|--|--|
| Q = 48,0 | Q = 45,7 |
| A = 50,4 | A = 50,8 |
| P = 1,6 | P = 3,5 |

Die darnach eingetragenen Pojektionspunkte liegen im STRECKEISEN-Dreieck auffallend nahe beisammen. Das Feld wird dabei natürlich nicht gewechselt, wie die Eintragung in das Dreieck zeigt. So erhält man Orte, die auf einer kleinen Strecke liegen, die den modalen Bestand abgrenzt.

5. Gesteinsfarbe

Es ist von breiterem Interesse, sich ein Bild davon zu machen, wie sich die makroskopisch beobachtete Gesteinsfarbe zu den Mengen der färbenden Oxide verhält. In beiden Quarzporphyren ist die Farbe intensiv, graubraun bzw. rotbraun. Die Summen der betreffenden Oxidmengen aus den chemischen Analysen ergeben 3,27 bzw. 2,52 Gew.-%. Daraus ist zu ersehen, daß schon diese geringen Prozentsätze genügen, um die so kräftige Gesteinsfarbe zu erzeugen.

Rechnet man aus den Analysenanteilen von TiO_2 , Fe_2O_3 und FeO die normativen färbenden Mineralien, so ergibt sich, daß im Quarzporphyr von Holzmannsdorf der Ilm mit 5,8 Norm-%, der Hm mit 21,2 % und im besonderen Maße der Mt mit 73,0 % färbend wirken.

Im Falle Trössing kann man aus den Oxidmengen sofort Ilm und Mt errechnen. Hingegen bleibt FeO im beträchtlichen Maße übrig und muß als Hy abgebunden werden. Ergebnis: 6,7 % Ilm, 34,8 % Mt und 58,5 % Hy. Daher wird beim Quarzporphyr von Trössing die rotbraune Farbe in bedeutendem Ausmaß durch Hy verursacht.

Diese aus den chemischen Analysen gelieferten bzw. errechneten Zahlenangaben bezeugen, daß schon relativ geringe Oxidmengen und geringe Katanorm-Mineralmengen intensive Farben hervorrufen, wofür auch schon von ANGEL & CAMERITH 1934 Belege erbracht worden sind.

6. Dünnschliffauszählung

T a b. 4: Mineralbestand

| | Graubrauner Quarzporphyr von Holzmannsdorf (Pannon) Vol.-% | Rotbrauner Quarzporphyr von Trössing (Sarmat) Vol.-% |
|---------------------------------------|--|--|
| Grundmasse mit Ser, Ilm, Mt, Hm . . . | 75,4 | 67,9 |
| Quarzeinsprenglinge | 10,4 | 15,2 |
| Sanidineinsprenglinge | 8,2 | 12,3 |
| Anorthoklaseinsprenglinge | 2,3 | 2,7 |
| Pseudomorphosen nach Bio | 0,8 | 1,2 |
| Pseudomorphosen nach Hy | — | 0,6 |
| Einschlußbröckelchen | 2,7 | — |
| Poren | 0,2 | 0,1 |
| | 100,0 | 100,0 |

7. Schlußbemerkung

Da in den oststeirischen tertiären Schottern immer wieder rhyolitische (frische unveränderte Ergußgesteine) und quarzporphyrische (leicht umgewandelte) Gerölle gefunden wurden, untersuchte der Verfasser eingehend zwei brauntönige (rotbraun, graubraun) Quarzporphyre aus verschiedenen alten Schotter-

komplexen (Pannon und Sarmat), um einerseits den Gesteinscharakter näher zu präzisieren und andererseits eine Klärung von Herkunftsfragen herbeiführen zu können.

Es gibt eine Reihe von **a n s t e h e n d e n** Vorkommen von Quarzporphyr-
abkömmlingen zwischen Brenner und Semmering. Es handelt sich fast durch-
wegs um Quarzporphyre in hypomagmatischer Fazies. Quarzporphyre in ortho-
magmatischer Fazies in den hier beschriebenen Variationen sind aus Österreich
literarisch nicht bekannt gemacht worden.

Die Annahme einer Herkunft aus südlichen Porphyrbereichen, wie z. B. aus
Südtirol oder aus dem Trentino, eventuell aus Oberkrain stößt auf große Schwie-
rigkeiten, denn von dorthier könnten unsere Quarzporphyrgerölle nur durch
weite und durchaus nicht leicht eruierbare Transporte gekommen sein, bzw.
mittels mehrmaliger Umlagerungen.

Es wäre aber außerdem noch durchaus möglich, daß das Porphyrmaterial in
Decken transportiert worden ist oder dünne bezügliche Decken bestanden haben,
die aber wieder abgetragen worden sind. Zeugen hievon sind noch heute in den
oststeirischen Schottern enthalten.

8. Literatur

- ANDREATTA C. 1949a. Rapporti fra colate laviche e coperture di tufi in una zona
meridionale del sistema dei porfidi atesini (altopiano di Pinè). — Rend.
Acc. Naz. Lincei, 6.
- 1949b. Le coltri di tufi del sistema porfirico dell'altopiano meridionale di
Pinè. — Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., 7.
- 1950a. Il complesso dei porfidi quarziferi atesini. — I. Congr. Int. porfido,
Trento.
- 1950b. Notizie sulla costituzione del complesso effusivo permiano del Tren-
tino-Alto Adige. — Rend. Soc. Miner. Ital., 6.
- 1957. La regione Trentino-Alto Adige e le sue risorse minerarie. — Guida
Reg. cura S. G. I., 1, Trento.
- 1962. Successione del attività magmatiche nella grande piatta-forma porfirica
atesina. — Act. Geol. Alpina (ANDREATTA-Gedenkband), 8:25-92.
- ANGEL F. 1924. Gesteine der Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark,
60:1-302.
- 1927. Über Quarz in porphyrischen Gesteinen. — N. Jb. Miner. Petr.,
Beil.-Bd., 56:1-22.
- 1970. Probleme und Programme einer modernen Petrographie. — Act. Mi-
ner. Petrogr., 19 (2):115-128.
- & GAMERITH H. 1934. Über die Ursache der Rotfärbung saurer Larven. —
Tschermarks miner. petrogr. Mitt., 45:355-358.
- , HANSELMAYER J. & LASKOVIC F. 1966. Drei Sonderfälle aus der Porphyroid-
masse des Lamingtales bei Bruck/Mur, Obersteiermark. — Mitt.-Bl. Abt.
Miner. Landesmus. Joanneum, 1966 (1/2):1-57.
- BALCONI M. 1961. Der Chemismus der Porphy-Formation zwischen Sesia und
dem Bereich von Biella. — C. R. Soc. Miner. Ital., 17.
- BURRI C. 1959. Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grund-
lage (Methoden von P. NIGGLI), 1-334, Birkhäuser, Basel.
- COOK E. F. 1955. Nomenclature and recognitions of ignimbrites. — Abstr. Geol.
Soc. Amer., Nov. meet. New Orleans.

- DIVLJAN M. & MIČIČ L. 1960. Petrographic Characteristics of Rhyolite (Paleorhyolite) from Southern and Central Parts of Mountains Kucajske Planine (East Serbia). — *Vesn. Zavoda geol. geof., istraž. A.*, 18.
- FAGNI G. & ORSENIGO L. 1950. Il granofiro di Boarezzo e le manifestazioni metallifere che lo accompagnano. — *Soc. Ital. Sci. Natur.*, 89:21-32.
- FIALA F. 1959. Teplitzer Quarzporphyr zwischen Krupka, Cinovec, Dubi und Mikulov und die benachbarten Gesteine. — *Sbornik Ústř. ústavu geol.* 16, geol. Abt. 1:445-494.
- GUIDICINI B. 1956. Petrographische Untersuchungen der Effusiva und zugehörigen Tuffe der Monte-Alba-Gruppe (Vicentinische Alpen). — *Rend. Soc. Miner. Ital.*, 12:150-164.
- 1958. Studio petrographico del tufo di porfidi della parete franata a Campodazzo (Alto Adige). — *Rend. Soc. Miner. Ital.*, 14:240-247.
- GUIDICINI B. & ZOCCA B. 1962. Studio petrografico die alcune vulcaniti atesine dell'altopiano del Monte Calisio (Trento). — *Act. Geol. Alpina (ANDREATTAGedenkband)*, 8:475-486.
- HANSELMAYER J. 1958. Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung X. Quarzporphyre aus den pannonischen Schottern von der Platte und von Laßnitzhöhe-Schemmerl. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, 167:461-482.
- 1959. Dieselb. Beiträge XII. Zur Petrographie pannonischer Schotter von der Platte. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 89:35-56.
- 1961a. Dieselb. Beiträge XV. Petrographie der pannonischen Schotter von Hönigthal. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, 170:179-202.
- 1961b. Porphyroidische Serizitschiefer vom Mandlkogel im Sausal, Steiermark. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 91:37-48.
- 1965. Petrochemische Studien an den Porphyroiden des Lamingtales-Torfborg-Porphyr. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 95:89-99.
- 1966. Der Porphyroid vom „Füllerkreuz“ bei Vordernberg. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, 175:91-105.
- 1967. Dieselb. Beiträge XXVII. Die Sarmat-Schotter von Pöllauberg. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 97:17-27.
- 1968. Dieselb. Beiträge XXVIII. Zur Kenntnis der Karnerbergschotter des steirischen Tertiär-Beckens. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 98:27-46.
- 1969a. Dieselb. Beiträge XXV. Der Chemismus eines Natronrhyolithes aus den Sarmatschottern des Steirischen Beckens. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, 177:187-194.
- 1969 b. Dieselb. Beiträge XXX. Erster Einblick in die Petrographie oststeirischer Sarmat-Schotter, spez. Trössing bei Gnas. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, 178:295-321.
- 1971. Dieselb. Beiträge XXIX. Zur Kenntnis der Kapfensteiner Schotter. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 100:39-56.
- HERMANN M. & EMSZT K. 1948. Beitrag zur Kenntnis der Gesteine von Szárazvölgy in der Nähe von Rézbánya. — *Földtani Közlöny*, 78:169-185.
- JANTZKY B. 1957. Quarzporphyr von Alsvörs-káfejtyö. — *Geol. Hung.*, 10.
- JUHASZ A. 1964. Examen comparatif des roches de porphyre quartzifere de la montagne de Rudabanya. — *Földtani Közlöny*, 94:321-326.

- KARAMATA S. & MAYER V. 1958. Die Rhyolithe (Quarzporphyre) von Berim und der saure Trachyt (Porphy) von Pustenik. — *Vesnik Zavoda geol. geof. istraživanja NRS*, 233-248.
- KELCH H. 1963. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen am Rhyolith vom Typ Hohnsdorf, nördlich Halle (Saale). — *Geologie*, 12:401-438.
- KOCH R. A. 1967. Zur Petrographie und Mineralogie des Petersberger Quarzporphyrs. — *Ber. dt. Ges. Geol. Wiss.*, 12:267-278.
- KOLLMANN K. 1965. Jungtertiär im Steirischen Becken. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 57:479-632.
- KORMILIZYN W. S. & MANUJLOWA M. M. 1957. Rhythmisch gebänderte Quarzporphyre vom Berge Bugdaja (Südosttransbaikalien). — *Sapiski Wsesojuzn. Miner. Obschtsch.*, 86:355-364.
- KRAMER W. 1963. Petrographische und geochemische Untersuchung der Porphyrgänge des Freiburger Raumes. — *Geologie*, 12 (9) 1115.
- LEITMEIER H. 1908. Zur Geologie des Sausalgebirges in Steiermark. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 45:184-218.
- LEONARDI F. & ROSSI D. 1956. I porfidi quarziferi di S. Leonardi nell Alto Adige sud-orientale. — *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 75:1-9.
- LEONARDI F., ROSSI D. & SACERDOTI M. 1961. Geologisch-petrographische Untersuchungen über die Vulkanite des südöstlichen Trentino. — *Rend. Soc. Miner. Ital.*, 17:379-391.
- MAKUCHINA G. O. 1959. Devonische Quarzporphyre und ihre Tuffe. — *Geol. Shurn. Akad. Nauk. Ukraine*, 19 (1):90-99.
- MAUS H. 1967. Spät- und postmagmatische Strukturen in Quarzporphyren des Mittleren Schwarzwaldes. — *N. Jb. Miner. Mh.*, 1967 (2/3):61-70.
- MITTEMPERGER M. 1958a. Die permotriadische Serie des Monte Besimauda. — *Com. Naz. Ric. Nucleari. Studie e Ric. di Divisione Geomineraria*, 1:3-59.
- 1958b. Die paläozoische Effusivserie des Trentino-Oberetsch. I. Beitrag. — *Com. Naz. Ric. Nucleari. Studie e Ric. di Divisione Geomineraria*, 1: Roma, 61-145.
- 1959. Über eine porphyrische, von den Ignimbriten des Val di Nova (Welschnofen) eingeschlossenen Masse. — *Com. Naz. Ric. Nucleari*, 2:21-36.
- 1960. Untersuchungen einiger Vitrophyre des Etschländer vulkanischen Komplexes. — *Com. Naz. Ric. Nucleari*, 3:257-297.
- 1961. Studien an einigen Vitrophyren des Etschländer vulkanischen Komplexes. — *Rend. Soc. Miner. Ital.* 1961:633-634.
- PÄLCHEN W. 1969. Zur Geochemie und Petrologie der postorogenen varistischen Magmatite des Sächsischen Osterzgebirges. — *Bergakademie Freiberg*, unveröffentl. Diss.
- PUTMANN, GEORGE W., BURNHAM & WAYNE S. 1960. Distribution of miner elements in some igneous rocks of central and northwestern Arizona. — *Geol. Soc. Amer. Progr. Annu. Meet*, 182.
- SAUCIER H., MILLOT G. & JOST R. 1955. Les Ignimbrites permienes de la region du Nideck (Vosges, Alsace). — *Bull. Serv. Carte Geol. Als. Lorr. Straßbourg*, 12:33-48.
- SCHNEIDER A. 1963. Rhyolithischer Vulkanismus des Südhärzer Rotliegenden. — *Beitr. Miner. Petr.* 9:148-174.
- SOLOVJEV S. P. 1950. Die Hauptzüge der jungen sauren Effusiven und Ignimbriten des südlichen Sichote-Alinij und die petrographisch-chemische Charakteristik derselben. — *Zapiski Wsesojuzn Miner. Obs. Ber. UdSSR*, 79:211-222.

- STINY J. 1917. Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur. — Cbl. Miner. etc., 19/20:407-414.
- STRECKEISEN A. 1965. Die Klassifikation der Eruptivgesteine. — Geol. Rundschau, 55:478-491.
- 1967. Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. — N. Jb. Miner. Abh., 107:144-240.
- SZENTPÉTERY S. 1931. Quarzporphyr des Bagolyberges bei Lillafüred. — Act. chem. miner. physica Szeged, 2:109-150.
- THIERCÄRTNER H. 1963. Petrographie und Geochemie der Quarzporphyrgänge im Raume Sayda-Berggiesshübel. — Geologie, 12:1114-1115.
- TOŠIČ M. 1962. Porphyres quartzifères schisteuses aux environs du village Judovo (Macedoine occidentale). — Bull. Inst. Geol. Macedonienne, 9:127-134.
- TRÖGER E. W. 1935. Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. — Dt. miner. Ges. Berlin, 1-360.
- 1938. Eruptivgesteinsnamen. 1. Nachtr. — Fortschr. Miner. etc., 23:41-90.
- VARIČAK D. 1956. Quarzporphyre des Prosara Gebirges (Bosnien). — Bull. geol. Soc. geol. Crna Gora., 1:199-206.
- WASHINGTON H. St. 1903. Chemical analyses of igneous rocks. — Unites States Geol. Surv., 1-495.
- ZORKOVÝ B. 1959. Bericht über ein petrographisches und chemisches Studium der „Melaphyre“ aus dem Werfen nördlich von Šmernovo, Mittelslovakei. — Geol. Práce, Zprávy, 16:199-203.
- ZYKIN N. V. & STARKOV N. P. 1950. Quarz-Porphyre des Gebirges Kvarkusch (im Ural). — C. R. (Doklady) Acad. Sci. U. R. S. S. 72:385-388.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Josef HANSELMAYER, Rechbauerstraße 54,
A-8010 G r a z.