

Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXIX

ZUR KENNNTNIS DER KAPFENSTEINER SCHOTTER

(Speziell Kapfenstein, Oststeiermark)

Von Josef HANSELMAYER

Mit 6 Abbildungen

Eingelangt am 18. Dezember 1969

I. Einleitung

WINKLER-HERMADEN erwähnte schon 1921 einen Schotterzug („mittlere pontische Abteilung“), welchen er in der Gegend von Paldau über Feldbach, Gleichenberg und Kapfenstein bis unterhalb Neustift (ungarische Grenze) verfolgen konnte. 1927a:426 und 1927b:39 bezeichnete er ihn als „Kapfensteiner Schotterzug“. Er berichtete auch kurz von einem Aufschluß in Kapfenstein (8 m mächtige Schotterlage, Gerölle bis Kindesfaustgröße), ohne jedoch auf den petrographischen Inhalt dieser Schotter einzugehen.

KOLLMANN 1964:588 nimmt auf Grund seiner eingehenden Kartierung an, daß die Kapfensteiner Schotter „eine fast durchgehende, das Unterpannon B bedeckende Schotterplatte darstellen, die randlich flächenhaft auch über ältere Schichten übergreift.“

KOLLMANN 1964: Geologische Karte der zentralen Teile des Steirischen Tertiärbeckens:

Hangendserie (m. Schotterlagen)

Schemerlschotter

Karnerbergschotter

Höheres

Unterpannon,

Zwischenserie (Sande, Tone)

Zone C

Kirchberger Schotter

Zwischenserie (Sande, Tone, Kohleschmitzen)

Kapfensteiner Schotter (Liegend)

Weiters schrieb KOLLMANN 1964 über die Kapfensteiner Schotter im allgemeinen:

S. 588: „Der Geröllbestand setzt sich hauptsächlich aus Quarz und Kristallin (darunter Gneise, Pegmatite und amphibolitähnliche Gesteine) aber auch aus Sandsteinen, Porphyren und in Ausnahmefällen untergeordnet aus Kalken und Dolomiten zusammen.“ „... Die Gerölle können selbst in randfernen Aufschlüssen Faustgröße erreichen. Die Bindung ist sandig.“

Die vom Verfasser studierte Schottergrube (siehe Abb. 1) befindet sich 800 m SSW vom Schlosse Kapfenstein im Ortsbereich von Kapfenstein und ist schon seit einigen Jahrzehnten in Betrieb. Wandlänge bis 34 m, Wandhöhe bis 9 m. Derzeitige Besitzer: HEBENSTREIT und GASPAR.

Eine petrographische Bearbeitung dieses Schotterkomplexes fehlte bisher.

II. Siebanalyse mit petrographischer Auswertung

Entnahme von 43,57 kg Schotter ohne jedwede Auslese aus 1 m² der Wandfläche der Schottergruben-Mitte in 1,5 m Höhe. Trockensiebung.



Abb. 1: Dieses Bild der Schottergrube in Kapfenstein (Schottergrubenwand Ost) läßt eine klare Gliederung erkennen. Im Liegenden sandige Kleinschotter mit feineren Lagen, markiert durch intensivere Limonitinfiltration. Die darin liegenden Gerölle haben häufig schwarzbraune Überzüge (Goethit), entweder äußerlich oder entlang Lassen ins Gestein vordringend, wodurch die dunklere Färbung solcher Lagen mitbedingt wird. Die fast waagrecht oder nur wenig geneigt liegenden Bänke werden gegen das Hangende von flachschüsselig gelagertem Silt abgelöst, welcher nach Osten zu erosiv abgeschnitten ist. Darüber liegt ein System in ihrer Mächtigkeit wechselnder Lagen zunächst von Schotter führenden Sanden, dann von Tonen mit starker Limonitinfiltration und darüber eine dickere Sandlage mit undeutlicher Schrägschichtung. Die Humusdecke im Hangenden erreicht nur 10 bis 20 cm Dicke. — Aufnahme: Rudolf HANSELMAYER.

Körnungsverteilung

Sedimente aus der Schottergrube Kapfenstein

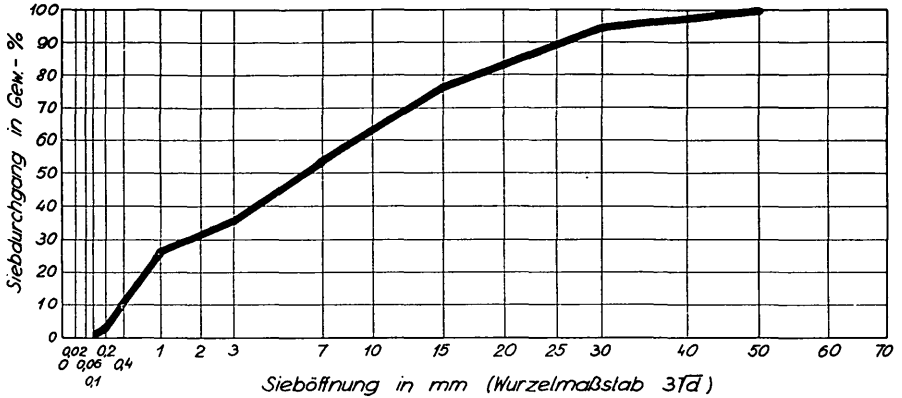


Abb. 2: Sieblichenschaubild des gesamten Materials nach ROTHFUCHS (Techn. Versuchs- und Forschungsanstalt der Techn. Hochschule Graz).

Sieböffnung in mm	Durchgang durch die Siebe Gew.-%	Sieböffnung in mm	Durchg. d. d. Siebe Gew.-%
30	95,5	1	27,1
15	76,4	0,2	2,8
7	53,9	0,09	1,0
3	36,2		

1. Größte Fraktion: Gerölle mit ϕ von 30 bis 50 mm

	Stück:	Gew. in g:
Quarzfelse	24	1230
Granite, Korn- ϕ bis 3 mm, stark zersetzt	3	150
Gneise, glimmerarm, hellfärbig	4	240
Quarzite, hellbräunlich, Altkristallin	4	120
Lyditische Feinbresche	1	50
Kieselschiefer, schwarz	1	40
Hornstein, hellbraun	1	30
Konglomerat (Geröllchen mit 1—2 mm ϕ , meist Quarz und Quarzit, Kittmasse stark limonitisch durchfärbt)	1	50
Sandstein, hellgrau, limonitisch durchfärbt, stark zersetzt	1	60
	<u>40</u>	<u>1970</u>

2. Zweite Fraktion: Gerölle mit ϕ von 15 bis 30 mm

	Stück:	Gew. in g:
Quarzfelse, meist glasklar, hellgelb, weiß, grau, teils grö- berkörnig (Korn bis 2—6 mm), teils Korn unter 1 mm	641	5750
Granitoide, viele aplitisch	46	595
Pegmatite, selten Schörl-führend, z. T. undeutlich schrift- granitisch	34	310
Gneise, hellfärbig, feinkörnig, glimmerarm, alle feinschiefr.	51	480
Hellglimmerschiefer, einer mit höherem Muskowitgehalt und grobschuppiger	3	45

Quarzite, weiß, hellgrau, ausnahmsweise dunkelgrau, hellbraun. Relativ viele Geschiebe	59	560
Lydite, Kieselschiefer, selten mit Feinfaltung, grau bis schwarzgrau, z. T. mit weißen Quarzeinfaltungen	25	230
Sandsteine, sehr feinkörnig, hellgrau, hellgelblich, hellbraun, glimmerarm, meist deutlich schichtig	24	270
Konglomerate (Geröllchen- $\phi = 2-5$ mm, ausnahmsweise bis 10 mm), Kittmasse fein, unauflösbar	2	40
Geschiebeleichen, infolge Zersetzung nicht mehr petrogra- phisch bestimmbar; zweifellos von ähnlichen hellen Gesteinen herstammend, wie oben beschrieben	4	40
	<u>889</u>	<u>8320</u>

Die weitaus größte Zahl dieser kleinen Gerölle wäre ohne Aufschlagen weder lithologisch noch petrographisch bestimmbar gewesen, da der Zersetzungsgrad (teils mechanischer, teils chemischer Natur) und/oder der Infiltrationsgrad (bes. Limonitinfiltration) der Gerölloberfläche dies nicht zugelassen hätte.

Hellockergelber Sand

Fraktion: 0,2 bis 1,0 mm. Auszählung von 600 Körnern.

	Kornzahl-%:		Kornzahl-%:
Quarz	75,50	Staurolith	0,33
Komplexe Quarzkörner	3,00	Disthen	0,17
KNa-Feldspat	0,83	Goethit	6,50
Plagioklase	1,67	Grobquarzit	0,33
Muskowit	1,00	Feinquarzit	0,83
Biotit	0,83	Serizitquarzit	0,67
Gemeiner Mischgranat	4,17	Kieselschiefer	0,33
Turmalin	0,17	Graphitquarzit	0,33
Epidot	0,50	Porphygrundmasse	0,17
Orthitepidot	0,17	Serizitschiefer	1,00
Klinozoisit	0,33	Tonschiefer	0,33
Hornblende	0,83		
		Insgesamt	99,99

Die beobachteten Feldspäte stammen aus Graniten und/oder aus Pegmatiten und Gneisen. Keine Vulkanitfeldspäte, keine basischen Plagioklase. Albit (feinlamelliert nach dem Albitgesetz) und unlamellierter Albit mit lockerer Fülle (Serizit und Klinozoisit). Gefüllter Oligoklas mit 18—20 % An, klarer Oligoklas mit 26—30 % An. Muskowit, auch aufgeschuppte Blätter. Biotit teils intakt, teils ausgebleicht. Hornblende schmutziggriin. Gemeiner Mischgranat, hellrosa, mehrere mit dicker Goethitrinde.

Diese Ergebnisse zeigen Ähnlichkeiten mit den von SKALA 1968 untersuchten darüberliegenden Sanden aus der Kirchberger-Karnerberger-Zwischenserie, Pannon C. Ein näherer Vergleich mit seinen Befunden ist nicht begründet, da der Verfasser keine Schwermineralienfraktionierung vorgenommen hat, außerdem andere Fraktion (125—250 Mikron) und anderes Niveau. Es sei aber vermerkt, daß in den Kapfensteiner Sanden Pyroxene, Olivin, Chloritoid, Korund, Rutil, Titanit und Zirkon nicht gefunden wurden. Die vier erstgenannten Mineralien fand SKALA selten, er hat sie auch in seine Tabellen nicht aufgenommen.

Der Mineralbestand des Kapfensteiner Sandes könnte aus Hochkristallin bezogen werden und aus N, NW bis W stammen.

III. Aufsammlung lose herumliegender Gerölle

Um zu sehen, welche Längen die größten Gerölle erreichen und um Einblick in ihre petrographische Zugehörigkeit zu bekommen, wurden alle am Fuße

der Grubenwand lose herumliegenden Gerölle mit ϕ über 50 mm — zusammen 328 Stücke — aufgelesen. Dies stellt eine notwendige Ergänzung zu den Ergebnissen der Siebanalyse dar, weil in der 43 kg-Probe kein Geröll enthalten war, dessen kürzester ϕ 50 mm überschritt.

Diese größeren Gerölle sind nicht in einer Lage konzentriert, sondern in allen Schotterlagen vereinzelt und unregelmäßig eingestreut.

a) Gerölle mit ϕ über 50 mm, Gewicht über 175 g:

Gew. in g: Längster ϕ , mm: Stück:

Pegmatit, grob schriftgranitisch, dreikantige Walze	445	135	1
Quarzfelse, glasig durchscheinend, Körnung unter 1 mm, weiß. Hellgraue (2) mit Korn bis 2—6 mm	430, 360, 330	110, 108, 82	3
Hornsteinbresche, Hornstein hellgelbbraun und hellgrau, ungleichkörnig, Bröckelch. bis 20 mm	320	103	1
Quarzit, hellbräunlich	310	102	1
Muskowitpegmatit, angedeutet grob schriftgranitisch	305	88	1
Quarzfels hellgrau, weiß	305, 300	105, 94	2
Quarzfelse, mm-körnig, glasig, weiß. Einer gröber, Korn bis 4—6 mm, mit Phyllitresten	290, 270, 265	95, 92, 78	3
Phäno-Rhyolith	280	87	1
Pegmatit, verwischt schriftgranitisch	260	80	1
Quarzit, hellgrau, ebenschiefrig, mm-Rhythmik	245	108	1
Quarzfels, glasig, farblos, Lassen mit Muskowitbesiedlung, Korn um 1 mm	240	83	1
Quarzit, weiß, Korn um 1 mm, massig. Hellbräunlichgrau	235, 230	87, 80	2
Pegmatit, gröberkörnig, muskowitführend	230	90	1
Quarzit, hellgrauweiß, massig, Korn unter 1 mm	225	96	1
Quarzfelse: Hellgrau, weiß, Korn nur Zehntel mm. Hellgrau, kataklastisch, mit einer Schar von feinkörnigen, verheilenden Muskowitblätterdurchgängen	225, 220, 215	85, 78, 77	3
Quarzfelse, weiß, glashell (2)	210, 210, 200	82, 80, 75	3
Paragneis, schiefrig mit gelängten (wahrscheinlich ausgewalzten) Quarzgeröllchen in Augenform (L bis 6 mm), graugelb	205	68	1
Quarzfelse, massig, Körner glashell und klar, Korn um 1 mm, einer sehr hellgrau, vereinzelt kleine, weiße Feldspatkornguppen	200, 200, 195	98, 84, 81	3
Quarzit, weiß, Körnung unter 1 mm, glasig-durchscheinend, deutlich lagig	200	88	1
Glimmerquarzit, hellgrau	195	81	1
Sandstein, grau, Korn unter 1 mm	190	78	1
Mikroklingerölle mit spärlichen Einwachsungen von glasig-rauchgrauem Quarz	185	75	1
	<u>8725</u>		<u>34</u>

Gerölle

b) Gerölle mit ϕ über 50 mm, Gewicht unter 175 g:

	Gew. in g:	Stück:
Quarzfelse	14985	125
Aplite. Aplitischer Granit	490	4
Gneisgranite (3 = 475 g), Biotitgranite (2)	685	5
Pegmatite, 5 mit Schörl	1410	15
Gneise	4670	43
Phäno-Rhyolithe	340	3
Granatglimmerschiefer, hornblendeführend	70	1
Quarzite	5160	49
Glimmerquarzit, grau (95 g), Gneisquarzit	255	2
Glimmerquarzit, hellbräunlich, granatführend	90	1
Serizitquarzite, weiß, grau, hellgelbbraun, feinschiefrig	240	3
Konglomeratquarzit	150	1
Konglomerate	230	2
Sandsteine, grau, Konglomeratsandstein (105 g)	2575	25
Lydite, grau	640	9
Kieselschiefer, dunkelgrau bis schwarz	315	5
Hornstein, grau	70	1
	<hr/>	
	32375	294
		Gerölle

IV. Physiographie ausgewählter Gerölle

Im Verlaufe der petrographischen Bearbeitung des größeren Geröllbestandes (ϕ über 15 mm) konnte ein Großteil desselben schon mit einfachen Mitteln (Auge, Lupe, Pulverpräparat) bestimmt werden. Von Belegstücken, bei denen wegen der Frage des Vergleiches und der Herkunft die Kenntnis petrographischer Details dem Verfasser notwendig erschien, insbesondere von Gesteinstypen, welche in den möglichen Herkunftsräumen als Anstehendes unbekannt sind, wurden Dünnschliffe bearbeitet. Die folgenden Ergebnisse sollen auch einem späteren Bearbeiter Vorarbeit und eingehendere Vergleichsmöglichkeiten bieten.

1. Gelblichweißer blastomylonitischer Granit
2. Grauer blastomylonitischer Gneis
3. Kreidigweißer Phäno-Rhyolith
4. Gelblichweißer Phäno-Rhyolith
5. Hellgrauer rhyolithischer Ignimbrit
6. Weißer rhyolithischer Schweißstoff
7. Dunkelbrauner Quarzporphyr
8. Polymikter Plagioklasquarzit
9. Grauer Granatglimmerquarzit
10. Feinstkörniger hellgelbgrauer Tonsandstein
11. Feinkörniger hellgelblichgrauer Tonsandstein
12. Dunkelgrauer graphitischer Sandstein
13. Polymiktes Konglomerat

1. Gelblichweißer blastomylonitischer Granit

Gerölle: $98 \times 52 \times 38$ mm. Gewebe sehr feinkörnig, mit freiem Auge keine Kornsorten erkennbar.

U. d. M.:

Im heterokörnigen pflasterigen Quarzgewebe, Korn- ϕ um 0,016 bis 0,32 mm liegen: Albite, 10 % An, scharf lamelliert, gefüllt (Serizit und wenig Klinozoisit), Körner klastisch begrenzt, aber häufig mit blastischen einschlußfreien Ausheilungsrändern, Korn- ϕ bis 0,45, selten bis 0,96 mm. Orthoklasen, klar, ϕ bis 0,6 mm, gegenüber Albit stark zurücktretend. Biotit, kleinste zerrissene Schüppchen, wenig Chlorit, Haufen (ϕ bis 0,3 mm) von zerrissenen Muskowiten, Kleinstkorngruppen von Titanit, spärlich Körner von Magnetit (ϕ bis 0,18 mm), wenig Goethit. In den sehr feinen mylonitischen Gewebepartien kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden, inwieweit vielleicht auch eine Feldspatbeteiligung vorhanden ist. — Albit = 23,6 Vol.-%.

Ein ehemaliger Granit vom Tauerntypus, mylonitisiert und rekristallisiert. Herkunft möglicherweise aus dem Wechselgebiet.

2. Grauer blastomylonitischer Gneis

(B-Tektonit. Altkristallin)

Gerölle: 72 × 50 × 48 mm, relativ feinkörnig. Oberfläche gelbbraun, am frischen Querbruch hellgrau und dunkelgrau fleckig und ebenschiefrig, am Längsbruch deutlich schiefrig.

U. d. M. (Querschnitt):

Zahnquarz undulös oder mylonitisch zerlegt, ungleichkörnig, ϕ bis 0,6 mm. Orthoklasen klar, Karlsbader Zwillinge, vorherrschend gegenüber flauem Mikroklin, Oligoklasen, 20 % An, mit Myrmekit. Feldspäte ungleichkörnig, ϕ bis 0,4—0,6 mm, ein Oligoklaskataklast = 1,2 × 1,6 mm. Muskowit vereinzelt, ϕ bis 0,24 × 0,1 mm, stets zu Biotit gesellt. Biotit: X = hellgraugelb, YZ = tiefschwarzbraun, kleinschuppig, ϕ bis 0,24 × 0,17 mm. Epidot eisenarm, zonar, außen Fe-reicher als im Innern, ϕ bis 0,13 × 0,45 mm. Vereinzelt Turmalin, X = hellgelb, Z = dunkelgrünbraun. Magnetit mit ϕ bis 0,16 mm, häufig modellscharfe Kriställchen. Apatit, Zirkon. Nur ein in Plagioklas eingeschlossenes Relikt von Almandin, ϕ = 0,1 mm. — Biotit = 4,3 Vol.-%.

Feldspäte locker im Zahnquarzgewebe verteilt, Epidot enger mit Biotit in Gesellschaft als mit anderen Kornsorten. Biotit, Muskowit und Epidot in s (Schieferung). Wenig Magnetit.

Manche Fe-arme Epidote zeigen eine etwas ausgefallene Färbung (lichtgrauviolett). Das Verhalten des Epidotminerals im Verein mit dem feinkörnigen Orthoklasen und den eigenartigen Biotiten und ihrer Färbung, welche gelegentlich in ein stumpfes Braungrau übergeht, sind Merkmale, an denen dieses Gestein im Anstehenden identifiziert werden könnte.

Ein hellgrauer Gneis, 82 × 48 × 42 mm, erwies sich u. d. M. in vielen Einzelheiten als derselbe Gesteinstypus, nur weniger Biotit, weniger Epidot, etwas Titanit. — Biotit = 1,8 Vol.-%.

Herkunft unbekannt, nicht aus dem Gleinalpengebiet, kein Tauernkristallin. Auch aus der O- und NO-Steiermark wurden solche Gesteine mit ungefüllten Feldspäten nicht beschrieben.

3. Kreidig-weißer Phäno-Rhyolith

Gerölle walzenförmig, 62 × 33 × 30 mm. Grundmasse dicht mit grau durchscheinenden Quarzeinsprenglingen (ϕ bis 3 mm), die Feldspateinsprenglinge (ϕ bis 2,5 mm) heben sich von der Grundmasse fast nicht ab.

U. d. M.:	Vol.-%
Porphyrquarze feinst durchstäubt, Korrosionsbuchten auffallend selten. Auch Bruchstücke mit ϕ um 0,2—0,7 mm	12,5
Sanidineinsprenglinge sehr wenig kaolinisch getrübt, korrodiert	6,7
Albiteinsprenglinge, bis 10 % An, scharfe Zwillingslamellierung, oft gut ausgeprägte Kristallumrisse	2,3
Pseudomorphosen nach Biotit: Feinstkörniger Feldspat mit fein verteiltem Goethit oder Serizit und Feldspatkörnchen, Leukoxen entlang ehemaliger Spaltung, wenig Magnetit, Zirkon. ϕ bis $0,9 \times 0,4$ mm	0,4
Grundmasse mikrogranitisch, Korn- ϕ um 0,005—0,015 mm, Fließtextur, welche besonders durch eingewirkten Serizit deutlich wird. Vereinzelt Apatit	78,1
	100,0

4. Gelblichweißer Phäno-Rhyolith (Natronrhyolith)

Gerölle walzenförmig, $40 \times 34 \times 28$ mm. Grundmasse dicht, gelblichweiß mit relativ zahlreichen grau durchscheinenden Quarzeinsprenglingen (ϕ bis 4,5 mm) und sehr hellbräunlichen Feldspateinsprenglingen (ϕ bis 4,2 mm). Mafite am Gerölle nicht zu sehen.

U. d. M.:	Vol.-%
Porphyrquarze feinst durchstäubt, häufig zersprungen, Risse mit Grundmasse erfüllt, Teilstücke oft gegeneinander verschwenkt	25,6
Albiteinsprenglinge glasklar, unzersetzt, ohne Neubildungen, mit komplexer Verzwilligung nach dem Albitgesetz (selten auch nach anderen Gesetzen), siehe Abb. 3, wie man solche an Plagioklaseinsprenglingen in Vulkaniten sonst nicht beobachtet. Teils mit gut ausgeprägten Kristallumrissen, teils mit unvollkommener Begrenzung, gelegentlich zertrümmert mit Ausheilung an den Trennungsflächen. Auch Kristallstöcke mit wenigen Individuen. Einige mit Quarzeinwachsungen	14,5
Pseudomorphosen nach Biotit mit Biotitresten und viel Serizit, Leukoxen und Goethit bilden die ehemalige Spaltung ab. Zirkoneinschlüsse. Auch schlierig zerflöbte, etwas zersetzte Biotite mit ϕ um 0,08 mm, in einzelnen Fällen bis 0,4 mm	2,8
Grundmasse mikrogranitisch, Korn- $\phi = 0,03$ —0,08 mm, haupt- sächlich Alkalifeldspäte neben Quarz, schwache Serizitdurch- wirkung, einige Limonitfahnen	57,1
	100,0

Die Ausbildung der Feldspateinsprenglinge, für die Sanidin und Mikroklin nicht in Frage kommen, war sehr auffallend. Daher wurde Doz. Dr. E. ZIRKL gebeten, eine exakte Kontrollbestimmung durchzuführen, wofür herzlichst gedankt wird.

Ergebnis: Es handelt sich um Tieftemperatur-Albite mit Anorthitgehalten zwischen 3 und 5 %. Achsenwinkel $2V_Z = 79$ — 86° . Nach Herrn Dozent ZIRKL handelt es sich zweifellos um Paramorphosen nach einer anderen Feldspatphase.

Erhärtet wurden diese Befunde auch durch eine Diffraktometer-Aufnahme von Herrn Dr. Tivadar KORSIS, Budapest, dem der Verfasser zu Dank verpflichtet ist. Apparatur: Philips PW 1060/00, Cu/Ni $40/20$ 2×10^2

8/0 20/1. Darnach wurden identifiziert: Quarz, Albit, Illit (serizitähnliches Mineral in der Grundmasse). Kein Hinweis auf KNa-Feldspat.

Auf Grund obiger Bestimmungen und der eigenartigen Ausbildung kommt der Verfasser zu dem Schlusse, daß dieses Gestein primär Anorthoklas geführt hat, welcher aber sekundär, vielleicht in der Endphase der Kristallisation, autometasomatisch in Albit umgewandelt wurde.

Schon bei der Untersuchung eines Natronrhyolithes aus den Trörsinger Sarmatschotter (HANSELMAYER 1969) wurde ein analoges Problem angeschnitten und mit Hilfe einer chemischen Analyse näher erörtert. Der Verfasser hat damals auf S. 190 darauf hingewiesen, daß zwischen Optik und chemischer Analyse Übereinstimmung gefunden werden konnte, wenn die Anorthoklas albitisiert wurden.

5. Hellgrauer rhyolithischer Ignimbrit

Gerölle: $83 \times 48 \times 40$ mm, massig, Grundmasse dicht, hellgrau mit graudurchscheinenden Quarzeinsprenglingen, weißen Feldspateinsprenglingen und 1—5 mm langen „Schollen“, einorientiert in ein s (Fließtextur). Keine Mafite zu sehen.

U. d. M.: Porphy Quarze kaum merklich feinst durchstäubt, Kristallformen in manchen Fällen erhalten, häufig nur an Teilen des Kornumfanges, meist Splitterformen. Risse mit serizitreicher Grundmasse erfüllt.

Sanidineinsprenglinge leicht kaolinisiert. Albiteinsprenglinge (5—6 % An, scharfe Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz) klar oder mit wenig Einschluß-Serizit. Überwiegend Splitter, manche Feldspatformen gut erhalten, wenig zersprungen.

Pseudomorphose nach Biotit, $0,32 \times 1,12$ mm (nur eine in 3 Dünnschliffen), aus Muskowit, Opazit und Zirkon. Die Verteilung des Opazites zeigt die Herkunft von Biotit (einziges mafisches Mineral).

Ein Perlitkörperchen, $\phi = 0,8$ mm; Perlitkörner rundlich mit trübem Rand, auf den Fugen schwache Serizitbeläge.

Pseudogrundmasse bestehend aus einem Serizitfilz, in dessen Maschen sich tröpfchengestaltig meist Einkörner aus Quarz und überwiegend Feldspat, sowie wenige halb- oder ganz entglaste ehemals glasige Körner befinden. Serizit z. B.: $0,002 \times 0,015$ mm. — Porenschwärme.

	Vol.-%
Quarzeinsprenglinge, ϕ bis 3 mm	15,6
Sanidineinsprenglinge, ϕ bis 2,3 mm	3,3
Albiteinsprenglinge, ϕ bis 1,9 mm	2,5
Pseudomorphosen nach Biotit	0,2
Pseudogrundmasse m. Serizitmaschenwerk	58,3
Darin eingelagerte „Schollen“	18,6
Poren, ϕ bis 1,2 mm	1,5
	100,0

Ignimbritstruktur, siehe Abb. 6. Keine Schichtung, keine Kornklassierung, Einsprenglinge meist Körner von Quarz, Sanidin und Albit, daneben jetzt mikrogranitische Körperchen („Schollen“) von oft Tropfengestalt (bis zu Größen der erwähnten Einsprenglinge), umflossen von einer Pseudogrundmasse aus primär kleinen Tröpfchen (jetzt auch aus beiderlei Feldspäten, Quarz und Glas bestehend) und Serizitmaschenwerk, das wahrscheinlich einer hochhydrothermalen bis pneumatolytischen Schlußphase seine Bildung verdankt. Vergleiche

Einige Feldspateinsprenglinge sind derart serizitisiert, so daß sie nicht bestimmbar sind, wahrscheinlich ehemalige Plagioklasse, Korn- ϕ bis 2,2 mm	2,9
Quarzgewebefelder (Quarzkorn- ϕ bis 0,2 mm) unregelmäßig geformt, auch langgezogene (L bis wenige mm); einige mit Sanidinleistchen (ϕ bis $0,32 \times 0,07$ mm) und etwas Apatit	14,2
Pyrometamorpher Schieferfetzen, $\phi = 4$ mm, als Einschluß	0,5
Porenschwärme mit wenigen Poren, Poren- ϕ bis 0,5 mm	1,1
	100,0

Mafite oder deren Pseudomorphosen fehlen. Der Azidität nach ein Quarzporphyr, aber von besonderer Art: Die Porphy Quarze sind durch Quarzgewebefelder vertreten.

Anstehendes aus Österreich nicht literarisch bekanntgemacht. Herkunft unbekannt.

8. Polymikter Plagioklas Quarzit

(Granat-, Epidot-, Hornblende-, Biotit-führend)

Gerölle: $58 \times 40 \times 29$ mm, hellgelbgrau und grau gestreift durch rhythmisch wiederholte Lagen. Diese sind reich an Mafiten, von denen man nur den Granat mit freiem Auge erkennen kann.

U. d. M. (Querschliff):	Vol.-%
Zahnquarz, ungleichkörnig, Korn- ϕ bis 0,8 mm	64,5
Oligoklas um 20 % An, feinlamelliert, klar, hie und da unlamelliert m. Klinoisiteinschlüssen, Körner flach-buchtig begrenzt, ϕ bis 0,5 mm	17,4
Almandin, Rundlinge oder noch erkennbare (110) mit Einschluß von Quarz, Hornblende, Biotit, Chlorit, selten Epidot, ϕ bis 1,2 mm	8,5
Gemeine grüne Hornblende, X = graugelb, Y = braungrün, Z = tief blaugrün, stengelig, meist zerrissen, ϕ bis $0,32 \times 0,24$ mm	2,1
Biotit, X = hellgelb, YZ = schwarzbraun, z. T. die Form dicker Blätter noch erkennbar, z. T. unregelmäßig begrenzte Fetzen, häufig im Verband mit Klinochlor, ϕ bis 0,3 mm	1,9
Epidot in 2 Generationen, klinoisitisch und Fe-ärmer Epidot ϕ bis 0,3 mm	4,7
Magnetit mit unvollkommener Kristallumgrenzung, ϕ bis 0,1 mm, selten bis 0,3 mm. Vereinzelt Apatit, brauner Turmalin	0,9
	100,0

Gewebe porphyroblastisch (Granat, Biotit, Epidot, Hornblende) und granoblastisch (Grundgewebe). Im herrschenden Zahnquarzgewebe sind Oligoklaskörner eingestreut, Granat und Epidot sind in lockerer Besetzung in Lagen eingeordnet (Lagung = Schieferung). Hornblende und Biotit folgen einer mehrscharigen Regelung. Die porphyroblastische Generation ist kataklastisch deformiert.

Mögliche Herkunft: Mittelsteirisches bis burgenländisches Kristallin.

9. Grauer Granatglimmer Quarzit

Gerölle: $78 \times 50 \times 46$ mm, 185 g, grau, deutlich schiefrig mit relativ reichlich feinschuppigem Muskowit und mit Granateinstreu.

U. d. M. (Querschliff):

Quarzplaster ungleichkörnig und mylonitisch, Korn- ϕ bis $0,6 \times 0,4$ mm, ausnahmsweise bis 0,9 mm, häufig undulös. Sporadisch saurer Oligoklas bis Albit, ϕ bis 0,6 mm. Muskowit einzeln oder in Schuppengrup-

pen. **Biotit**: X = hellgelb, YZ = kaffeebraun, häufig chloritisiert, manchmal als Einschuß Zirkon mit pleochroitischem Hof. **Pennin**: X = fast farblos, YZ = grasgrün; fast optisch einachsig, mehrere mit Zirkon mit pleochroitischem Hof und mit Rutilnadelchen. **Granat**: Rundlinge (siehe Abb. 4) bis annähernde (110), poikiloblastisch ausgebildet, mechanisch zerkörnt, z. T. regeneriert und chloritisiert. **Turmalin** braun (X = fast farblos, Z = sepiabraun), häufig mit zonarem Aufbau: Schörlfarben im Kristallkern und braune Rinden. Die Schörlkerne sind deformiert. Das deutet auf eine zeitliche Beziehung mit der Granatzertrümmerung. Die Umwachsung der Schörlkerne durch braunen Turmalin liefert unverletzte Kristalle (häufig sieht man ditrigonale Querschnitte). Und das korrespondiert mit der Chloritisierung der Granaten. — **Graphit**, vereinzelt **Apatit**.

	Vol.-%
Muskowit (ϕ bis $0,4 \times 0,1$ mm)	14,2
Almandin (ϕ bis $1,3 \times 0,8$ mm)	11,4
Biotit (ϕ bis $0,9 \times 0,3$ mm)	3,7
Pennin (ϕ bis $0,9 \times 0,3$ mm)	3,2
Turmalin (ϕ bis 0,25 mm)	0,3
Quarzgewebe mit sporadisch Plagioklas	67,2
	100,0

Gewebe primär porphyroblastisch (durch Granat und Turmalin) mit wesentlich granoblastischem Grundgewebe. Die Blattspalter, teils einzeln, teils in kleinen Gruppen und in Schuppenzügen folgen einer mehrscharigen Regelung. In Bezug auf Granat und Biotit nachkristallin kataklasiert, gefolgt von einer **diaphthoritischen** Rekristallisation und Regeneration. In dieser Phase wurden Turmalin in reichlichem Ausmaße und etwas Apatit auskristallisiert.

Herkunft: Im Hochkristallin der Umrahmung der Steirischen Bucht gibt es zahlreiche vergleichbare Gesteinstypen. Die Geröllheimat könnte in der Oststeiermark, aber auch im mittelsteirischen Gebirgsbogen liegen. Siehe z. B. ANGEL 1923, S. 73: Granatglimmerquarzit, marmorreiche Serie, im Kleintal und bei Übelbach.

Anmerkung zum Turmalin:

Nach Mitteilung von Prof. H. MEIXNER, dem hiefür herzlichst gedankt sei, sind **Dra-vite** und **Uvite** infolge ihres geringen Fe-Gehaltes im Splitterpräparat und im Dünnschliff praktisch farblos und dann fast oder ganz ohne Pleochroismus. Da der in dieser Studie beschriebene Turmalin doch deutliche Farbe und Pleochroismus zeigt (siehe oben), wäre er dem gemeinen braunen Turmalin zuzuordnen.

Es sei in diesem Zusammenhange vermerkt, daß HORN & SCHULZ 1968 chemisch und mit röntgenographischen Spezialmethoden makroskopisch braune Turmaline von Hüttenberg in Kärnten untersucht haben und **Uvit**komponenten von 45 bis 63 % feststellen konnten. Der Verfasser ist der Meinung, daß auch im grauen Granatglimmerquarzit von Kapfenstein **Mischturmaline** mit einer möglichen **Uvit-Beteiligung** vorliegen. Es wäre von Interesse, die Höhe derselben festzustellen. Aber mit Hilfe der Farbe bzw. der Optik allein kann man eine Diagnostizierung der braunen Turmaline und ihre Klassifizierung nicht durchführen.

10. Feinstkörniger hellgelbgrauer Tonsandstein

Dickes **Geschiebe**: $82 \times 53 \times 34$ mm, feinlagig.

U. d. M.:

Quarz splittrig, ϕ häufig um 0,08 mm, auch bis 0,24 mm. In geringen Mengen klarer Albit und Spindelperthit, beide splittrig mit ϕ bis 0,16 mm. Wenig klastischer Biotit, Schörl, brauner Turmalin, Zirkon (schwach und stark gerundete Körner), selten metamikter Orthit.

Kitt: 38 Vol.-%, aus überwiegend Serizit und feinsten Quarzkörnchen (ϕ um 0,01 mm). Schichtungs-*s* mit stärkerer Konzentration von Serizit mit Goethit.

11. Feinkörniger hellgelblichgrauer Tonsandstein

Geschiebe: $54 \times 42 \times 25$ mm, mit schwach ausgeprägtem *s*.

U. d. M.:

Quarz splittrig, ϕ häufig um 0,2—0,5 mm, auch bis 1,2 mm. Vereinzelt klarer Orthoklas, in geringen Mengen Albit (8—10 % An) und Oligoklas (20 % An), ungefüllt. Feldspäte splittrig mit ϕ bis 0,7 mm. Brauner und grüner Biotit, brauner Turmalin, selten Titanit, Epidot, Orthit, Zirkon, alle klastisch. Weiters Gruppen von Ankerit- oder Sideritrhoedern (ϕ um 0,03 mm). Zwischen der Sandkörnung und der Kittkörnung gibt es keine Übergänge.

Kitt: 49 Vol.-%, aus Feinstquarz und Serizit, etwas Limonit. Serizit besonders auf Schichtfugen mit Goethit und Biotitfetzchen.

12. Dunkelgrauer graphitischer Sandstein

Dickes Geschiebe: $68 \times 45 \times 32$ mm.

U. d. M.:

Quarz splittrig, oft auch gezähnt, häufig mit ϕ von 0,24—0,48 mm, auch bis 0,7 mm. Sehr wenig splittriger Albit, feinlamelliert, ϕ bis 0,2 mm, abgerollter brauner Turmalin mit ϕ bis 0,3 mm, Schörl splittrig, Bauerit nach Biotit, Chlorit zerschnitten, selten Granat, Zirkon (sehr gut gerundet, ϕ bis 0,14 mm), Orthit, Titanit (Leukoxen). Einige Tonschieferfetzen, ein Trachytbröckelchen.

Kitt: 32 Vol.-%, fast nur Feinstquarz ($\phi = 0,01$ —0,03 mm) mit wenig Serizit und Graphit. Welliges *s* stark mit Graphit belegt.

13. Polymiktes Konglomerat

Gerölle: $74 \times 42 \times 39$ mm, gelbgrau mit weißen, hellgrauen, grünlichgrauen und bräunlichen Geröllen. Komponenten dicht gepackt mit ϕ bis 20 mm. Gerölloberfläche braun, limonitdurchtränkt.

U. d. M.:

Geröllchen: Granit (Tauergranittypus). — Albitbröckelchen, fein lamelliert, $\phi = 0,8$ mm. — Rhyolith, farblos, wenige Porphy Quarze, vorherrschend Albiteinsprenglinge, keine Mafite, Grundmasse mikrogranitisch. — Einzelquarzkörner, ϕ bis 1,4 mm. — Quarzkornaggregate aus Quarzfels. — Fein-quarzit mit wenig in *s* eingeregelter Biotit. — Quarzit mit Zahnquarzgefüge, Korn- ϕ um 0,05 mm. — Faltenstück aus einem Chloritquarzit mit gefaltetem Quarzgang. — Feinsandstein, Quarzkorn um 0,03 mm, mit wenig tonig-serizitischem Grundkitt. — Sandstein mit wenig Zement, Korn- ϕ bis 0,25 mm. — Tonsandsteine. — Tonschieferfetzen mit sehr feinem Korn, einer mit welliger Fäلتung. — Chloritfels, rutilreich. — Epidotkornaggregat. — Climmerschiefer. — Antigorit, feinstschuppig, eckiges Bruchstück. — Gangart aus einer sulfidischen oder oxidischen Lagerstätte (Quarz, Epidot, Stilpnomelan (?), Rutil, Klinoisit, oxidisches Erz). — Karbonatische Geröllchen fehlen.

Zwickelfüllung: Feinstquarziger bis toniger Zement, darin auch Mineralsand aus Klinoisitsäulchen, Titanit, Rutil, Epidot und Chlorit. Fugen häufig durch Limonit markiert.

Herkunft unbekannt. Der Verfasser hat in der Kainacher Gosau solche Konglomerate nicht angetroffen.

V. Zusammenfassung — ergänzende Bemerkungen zum Gesteinsbestand — Herkunftsfragen

Mit dieser Studie wird der erste Einblick in die Petrographie aller oststeirischen Schotterniveaus des Höheren Unterpannons, Zone C, vervollständigt und beendet. Siehe dazu auch HANSELMAYER 1968 (Tabelle 2: Kircherberger-, Karnerberger- und Schemerl Schotter). Allerdings wurden bisher nur einzelne Fundorte (Schottergruben) bearbeitet. Daher ist als nächstes Ziel die Feststellung der qualitativen und quantitativen petrographischen Variationen in den einzelnen Schotterkomplexen in Aussicht genommen.

Kapfensteiner Schotter:

Fraktionen ab 15 mm Φ
929 Gerölle mit 10,29 kg
aus Probe für Siebanalyse.

	Stück-%:	Gew.-%:
Quarzfelse	71,6	67,9
Granitoide	5,3	7,2
Pegmatite	3,6	3,0
Gneise	5,9	7,0
Quarzite	6,8	6,6
Sandsteine, Konglomerate	3,0	4,0
Lydite, Kieselschiefer .	2,9	3,1
Komplexer Rest . . .	0,9	1,2
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>

Aus nebenstehender Übersicht ersieht man den großen Anteil an Quarzfelsen. Die Summe der Granitoide, Gneise und Quarzite beträgt immerhin auch noch 18,0 Stück-% und 20,8 Gew.-%. Alles übrige tritt zurück.

Auch hier zeigt sich die Tatsache, daß mit abnehmender Geröllgröße der Quarzfelsenanteil zunimmt; bei den 328 aufgelesenen Geröllen (alle mit Φ über 50 mm) sind die bezüglichen Zahlen: 43,6 Stück-% und 48,0 Gew.-%.

Seite 41 ff. wurden die Ergebnisse der petrographischen Bearbeitung der Schottergrube in Kapfenstein in etwas ausführlicheren Übersichten dargeboten und damit schon ein guter Einblick in den Gesteinsbestand gegeben, so daß nur mehr kurze Ergänzungen notwendig sind.

Quarzfelsgerölle: Nur eines mit phyllitischen Schieferfetzen. Durchaus nicht selten sind Quarzfelse mit kanalförmigen, langgezogenen oder rundlich löcherigen Hohlräumen. (Φ bis mehrere mm, L bis mehrere cm). Stammen solche Gerölle aus Phylliten, wo sie Segregationen bilden, so erscheint die Erklärung der Hohlräume als Resthohlräume von der Kristallisation dieser Quarzfelse wahrscheinlich. Es gibt keine Andeutungen hiefür, daß andere Mineralien ausgelaugt worden wären.

Quarzite: Massive, auch lagig-schiefrige. — Hellgelbgrauer Serizitquarzit. — Schneeweiß, feinkörniger, schiefriger Serizitquarzit. — Hellbräunlicher, granatführender Glimmerquarzit.

Konglomeratquarzit mit Quarzfelsen als Gerölle (Φ bis 30 mm); der verbindende Kitt (limonitisch durchfärbt) ist feinstkörniger Quarz.

Quarzfelse und **Quarzite** stammen wahrscheinlich aus einem Gebirge mit Grauwackencharakter, in dem Phyllite und phyllitische Tonschiefer verschiedener Art vorherrschen. Auffallend war, daß Hinweise auf Grünsteine fehlen.

Granite: Die mittels Dünnschliff untersuchten waren durchwegs Tauerngranittypen, wie z. B.: Gelber blastomylonitischer Granit, heller Zweiglimmergranit und feinkörniger blastomylonitischer Aplitgranit.

Feldspatgerölle: Grober Faserperthit, $67 \times 35 \times 34$ mm, zart hellgrau, Oberfläche limonitisch blaßgelb. Perthitstruktur schon mit freiem Auge an der Gerölloberfläche zu sehen. U. d. M.: Albitfasern (17,3 Vol.-%, Dicken

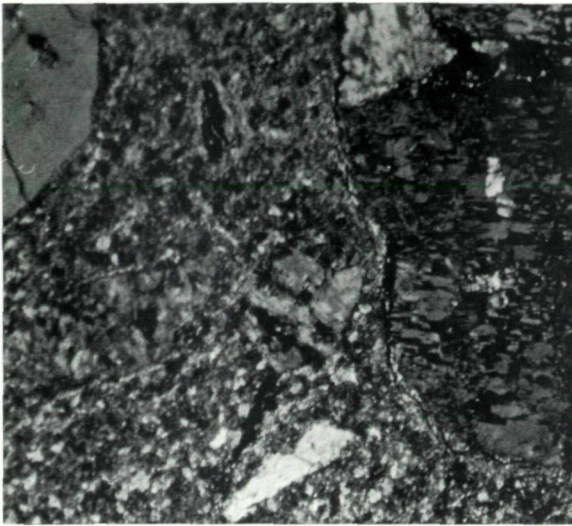


Abb. 3: Gelblichweißer Phäno-Rhyolith (Gerölle), Kapfenstein, Oststeiermark. Pannon. — Das Bild zeigt neben einem Quarzeinsprengling (oben links) den Teil eines Albiteinsprenglings mit kurzen und oft abgesetzten Zwillingslamellen (rechts, ϕ im Bilde = $2,2 \times 1,0$ mm. ϕ des ganzen Einsprenglings = $4,2 \times 3,6$ mm) in der mikrogranitischen Grundmasse. Zwischen den beiden Einsprenglingen (oben) eine kleine Pseudomorphose nach Biotit. — Nic. +

bis 0,32 mm. Albit um 10 % An). Vereinzelt eingestreuter Muskowit (ϕ bis $0,64 \times 0,38$ mm) und Apatit (ϕ bis 0,2 mm).

Gneise: Biotitreicher, hellgraubrauner, sehr feinlagiger Gneis. — Kleinaugiger Glimmergneis. — Heller Flasergneis. — Gneise häufig stärker zersetzt, auch Geschiebeleichen.

Quarzporphyrische bzw. rhyolithische Gesteine sind zwar selten, aber man findet sie bei aufmerksamer Suche immer wieder. Herkunft völlig offen.

Dolomitsandsteine, wie sie im Grazer Paläozoikum vorkommen, fehlen.

Werfener Sandsteine: Nur ein einziges rotviolettes Geröllchen, $\phi = 32$ mm. Bei den Konglomeraten (vereinzelt vorkommend) war eine Suche nach Geröllchen mit Granat, Hornblende oder Pyroxen vergebens.

Keine Karbonatgerölle in der Schottergrubenwand, auch keine in den Schotterproben. Auf der Schotterbruchsohle wurde zwar ein (einziges) frei herumliegendes Kalkgerölle (hellgrau, dicht, $60 \times 38 \times 32$ mm, sehr gut gerundet) gefunden; es ist aber fraglich, ob es nicht durch den Fuhrwerksbetrieb eingeschleppt worden ist.

Übereinstimmend mit den Untersuchungen an den Geröllbeständen der Schemerl-, Karnerberger- und Kirchberger Schotter ergab sich die Tatsache, daß auch in den Kapfensteiner Schottern Amphibolite, Eklogite, Peridotite und Pyroxenite fehlen, desgleichen Mürztaler Grobgranite bzw. Grobgneise, grüne Porphyroide (wie z. B. in der Obersteiermark), Diabase, Serpentine, Antigoritite und Epidosite. Keine Vulkanite von der Beschaffenheit der Gleichenberger Trachyandesite und Verwandten.

Bemerkenswert ist es auch, daß in Kapfenstein doch relativ viele Gesteinsarten auftauchen, welche im heute Anstehenden des Steirischen Randgebirges und im Grazer Paläozoikum unbekannt sind. Die Erklärung könnte in der Annahme liegen, daß diese Gesteine aus einem Deckgebirge stammen, das früher über dem Steirischen Randgebirge lag.

Es wurden keine Anzeichen hierfür gefunden, daß die Kapfensteiner Gerölle nicht aus dem N, NW bis W hergekommen sein könnten. In diesem Zusammenhange sei darauf verwiesen, daß SKALA 1968 eine Schüttung der Sande (der über den Kapfensteiner Schottern liegenden Kirchnerberger-Karnerberger-Zwischenserie, Pannon C) aus der NW-Umrahmung des Steirischen Beckens in südöstliche Richtung hin, annahm.

Die petrographischen Unterschiede gegenüber den vom Verfasser schon untersuchten Würm-Schottern (Friesach bei Gratkorn, Graz Don-Bosko, Stocking bei Wildon) und den Sarmat-Schottern (Trössing, Pöllauberg bei Jagerberg) sind beachtlich, wie schon in den Veröffentlichungen über die Sarmat-Schotter von Pöllauberg und über die Karnerberger Schotter verzeichnet wurde (siehe HANSELMAYER 1967 und 1968).

Zum Schlusse sei nochmals den Herren Dr. Tivadar KOTSIS, Budapest, ferner Herrn Prof. Dr. H. MEIXNER und Herrn Doz. Dr. E. ZIRKL herzlichst gedankt, desgleichen Herrn Prof. O. M. FRIEDRICH und Doz. Dr. J. G. HADITSCH für die Dünnschliffaufnahmen.

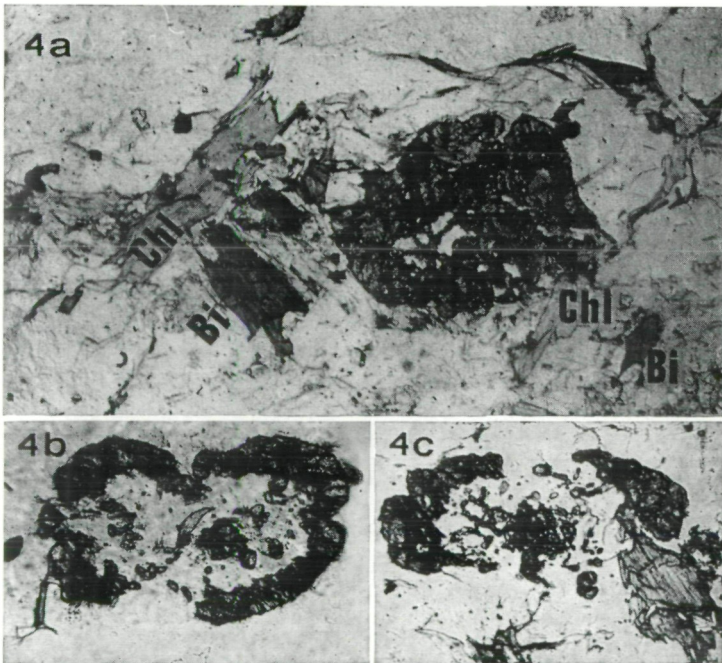


Abb. 4: Grauer Granatglimmerquarzit (Gerölle), Kapfenstein, Pannon. — Alle Bilder ohne Analysator. — 4a: Almandin (L = 0,9 mm) mit unregelmäßiger, etwas gerundeter Form, mit Quarz-si (weiß), sowie mit relativ vielen Chloritflecken (grau) im Innern. Bi = Biotit. Chl = Chlorit (mit Zirkon mit pleochroitischem Hof). — 4b: Schaliger Almandin, L = 0,72 mm. — 4c: Unvollständig-schaliger Almandin. L = 1,12 mm.

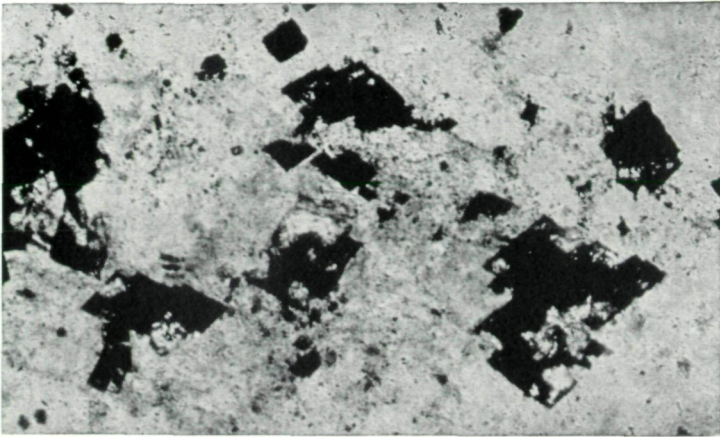


Abb. 5: Weißer rhyolithischer Schweisstuff (Gerölle), Kapfenstein, Pannon. — Rhomboedrische Pseudomorphosen und -gruppen von Goethit nach Siderit in der Tuffmasse. Gruppe rechts unten = $0,48 \times 0,40$ mm. — Ohne Analysator.

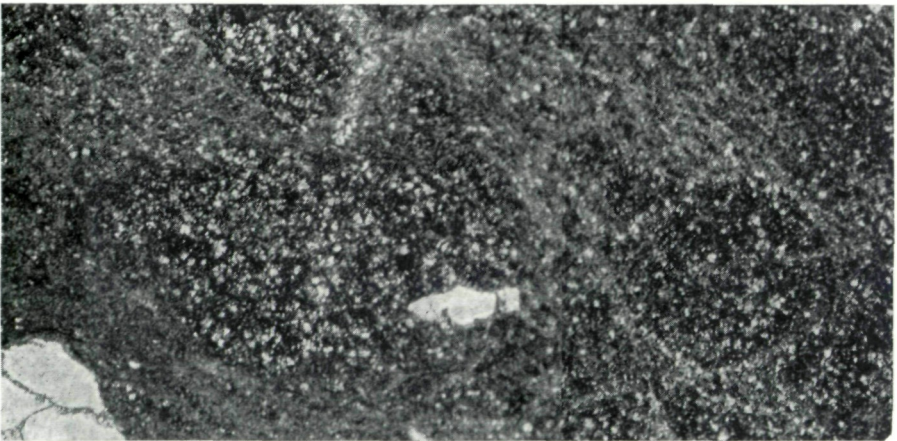


Abb. 6: Hellgrauer rhyolithischer Ignimbrit (Gerölle). Kapfenstein, Oststeiermark, Pannon. — Im Bilde Reste von Quarzeinsprenglingen (weiß), ferner mikrogranitische Körperchen (rechts mit deutlicher Tropfengestalt, $\phi = 1,1$ mm) in der Pseudogrundmasse mit aderigem Serizitzwischengewebe. — Nic. +

Literatur

- ANGEL F. 1923: Petrographisch-geologische Studien im Gebiete der Gleinalpe. Jb. geol. B. A. Wien, 73:63-98.
— 1924: Gesteine der Steiermark. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 60:1-302.
HANSELMAYER J. 1962: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XVIII: Erster Einblick in die petrographische Zusammensetzung steirischer Würmglazialschotter. S. B. Akad. Wiss. Wien, 171:41-78.

- 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.
 - 1969: Dieselb. Beiträge XXV: Der Chemismus eines Natronrhyolithes aus den Sarmatschottern des Steirischen Beckens. S. B. Akad. Wiss. Wien, 177:187-194.
 - 1969: Dieselb. Beiträge XXX: Erster Einblick in die Petrographie oststeirischer Sarmat-Schotter, spez. Trössing bei Gnas. S. B. Akad. Wiss. Wien, 178:295-321.
- HORN E. E. & SCHULZ H. 1968: Bestimmung des Turmalin-Chemismus auf röntgenographischem Wege. N. Jb. Abh., 108:20-35.
- KOLLMANN K. 1964: Jungtertiär im Steirischen Becken. Mitt. geol. Ges. Wien, 57:479-632.
- MITTEMPERGER M. 1958: La serie effusiva paleozoica del Trentino-Alto Adige, Com. Naz. Ric. Nucleari-Studie e Ric. di Divisione Geomineraria I. Roma: 61-145.
- SKALA W. 1967: Lithologische Untersuchungen an den Sanden der Kirchberger-Karnerberger-Zwischenreihe (Pannon C, Steirisches Becken). Mitt. geol. Ges. Wien, 60:69-95.
- STRECKEISEN A. 1967: Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. N. Jb. Miner. Abh., 107:144-240.
- WINKLER-HERMADEN A. 1927a: Über die sarmatischen und pontischen Ablagerungen im Südostteil des steirischen Beckens. Jb. geol. B. A. Wien, 77:393-456.
- 1927b: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Gleichenberg. Geol. B. A. Wien, 1-164.
 - 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. SPRINGER-Wien, 1-822.
- Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Josef HANSELMAYER, Rechbauerstraße 54, A-8010 Graz.