

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Ein Latit aus der Tiefbohrung von Paldau, westlich Feldbach, Steiermark

Von Haymo Heritsch

Eingelangt am 11. März 1966.

Inhalt: In der Tiefbohrung von Paldau wurde eine Serie von sekundär stark veränderten Vulkaniten erbohrt. Ein möglichst wenig sekundär beeinflusstes Gestein wird im folgenden optisch, röntgenographisch und chemisch untersucht und als Latit erkannt. Die sekundären Veränderungen wurden vor allem röntgenographisch verfolgt. Es werden Vergleiche mit schon bekannten Gesteinen des Gleichenberger Gebietes gezogen.

In der von der Rohöl-A. G. im Jahre 1964 niedergebrachten Tiefbohrung von Paldau, einem kleinen Ort etwa 7 km westlich von Feldbach, wurde ein Vulkanit angefahren. K. KOLLMANN (1964) berichtet über die geologischen Verhältnisse und gibt als Tiefenlage der geschlossenen Masse von Eruptivgesteinen und ihren Abkömmlingen, nämlich breckziösen Massen und Tuffen, 1087 bis 1440 m an, wobei die Bohrung die Eruptivgesteine nicht durchteuft. Ferner bringt K. KOLLMANN (1964) auch schon den Vergleich der erbohrten Gesteine mit den Gesteinen des Gleichenberger Gebietes und erwähnt die weitgehende tonige Umwandlung und Opalisierung der Eruptivgesteine.

Im Rahmen von petrographischen Untersuchungen an Vulkaniten aus oststeirischen Tiefbohrungen habe ich, H. HERITSCH (1965c), über optische und röntgenographische Studien berichtet, die vor allem das Ziel hatten, einen von sekundären Veränderungen möglichst unverändertes Gestein zu finden. Als solches möglichst unverändertes Gestein wurde eine Probe aus einer Tiefe von 1275—1280 m gewählt.

Handstückbeschreibung

Am frischen Bruch macht das durchaus feste Gestein einen einheitlich sehr dunklen Eindruck, der besonders dadurch zustande kommt, daß die großen Feldspateinsprenglinge etwa dieselbe Farbe haben, wie die Grundmasse und nur im Einspiegeln kenntlich werden; auch die Pyroxeneinsprenglinge sind nur mit Mühe zu sehen. Der gesamte Farbeindruck ist nach ROCK-COLOR-CHART (1951) grayish black N 2 bis brownish black 5 YR 2/1.

Ziemlich weit voneinander abliegende etwa 1 mm weite Sprünge zerlegen das Gestein, jedoch sind die Sprünge durch weißen Aragonit, identifiziert durch Diffraktometer-Aufnahmen wieder verheilt. Das Gestein bleibt dadurch fest. Die dunklen Plagioklaseinsprenglinge erreichen Größen von 5×5 mm.

Die Mineralien des Gesteins

Bei ausgezeichnet porphyrischer Struktur ist in der Grundmasse durch kleine Plagioklasleisten eine Fließtextur festzustellen.

Einsprenglinge: Der Plagioklas ist idiomorph und hat einen plattigen bis leistenförmigen Habitus; die Korngrößen liegen zwischen $0,1 \times 0,4 \times 0,4$ mm bis $0,6 \times 1,5 \times 2,5$ mm. In komplizierten Zwillingen und Kristallstöcken kommt es zu Größen bis zu 5×5 mm. Die meist auftretende normale Zonari-

tät ist nur gering und geht von 65 bis 70 % An im Kern bis etwa 50 bis 55 % An im Rand mit Andeutungen von Rekurrenzen. Als Brechungsquotient wurde bestimmt $n_{\beta} = 1,559$, was einem Gehalt von etwa 55 % An nach F. CHAYES (1952) und S. SCHWARZMANN (1956) entspricht.

Als Einschluß kommt langprismatischer Apatit neben sehr feinkörnigen optisch nicht auflösbaren und zu unregelmäßigen Flecken vereinigten dunklen Körnchen vor. Diese Einschlüsse sind an manchen Individuen auch zonar angeordnet. Albit- und Karlsbadergesetz konnten an Verwilligungen bestimmt werden. Eine Untersuchung über die Verwilligung der Plagioklase folgt.

Monokliner Pyroxen ist in kurzprismatischen idiomorphen Kristallen mit den Formen $\{100\}$, $\{010\}$ und $\{110\}$ in der Prismenzone entwickelt. Die Korngrößen bewegen sich zwischen $0,2 \times 0,2 \times 0,4$ mm und $0,6 \times 0,6 \times 1,5$ mm, gelegentlich bis $0,8 \times 0,8 \times 2,0$ mm. Verwilligungen nach (100) sind sehr häufig, ebenso die Bildung von Kornaggregaten. Die Farbe im Dünnschliff ist lichtgraugelb, ein Pleochroismus ist nicht zu bemerken. Die Auslöschungsschiefe n_{γ}/Z beträgt $36-40^{\circ}$, gelegentlich bis 46° ; fallweise ist leichte Zonarität zu beobachten; die Doppelbrechung $n_{\gamma}-n_{\alpha} = 0,021$. Diese Angaben stimmen durchaus mit den Werten für diopsidischen Augit in den Trachyandesiten des Gleichenberger Gebietes überein, A. MARCHET (1931). Einschlüsse von Apatit kommen im Pyroxen vor.

Der Biotit erscheint meist nur ganz vereinzelt als Einsprengling mit opazitischem Rand. Der Pleochroismus ist $n_{\gamma} = n_{\beta}$ sehr dunkelbraun und n_{α} hellgelb; neben opaken, sagenartig angeordneten Nadelchen findet sich auch Apatit und Plagioklas als Einschluß. Es gibt aber auch in anderen Tiefen Gesteine mit reichlich Biotit. Hier haben die Biotitkristalle Größen von $0,1 \times 0,6 \times 0,6$ mm bis $0,8 \times 1,5 \times 1,5$ mm; dabei sind die sechsseitigen Blättchen bis dicken Tafeln gut idiomorph erhalten und kaum korrodiert. Jedoch ist ihr Umriß oft durch Verwachsung mit Pyroxen oder Plagioklas unregelmäßig.

Formrelikte kommen auch reichlich als Einsprenglinge vor. Von der ursprünglichen Substanz ist nichts mehr erhalten, die oft scharfen Kristallumrisse sind nun von einem braungrünen feinstschuppigen Mineral, das auch eine etwas kräftigere Doppelbrechung zeigt, erfüllt. Diffraktometeraufnahmen, auch an Gesteinstypen, die dieses Mineral sehr reichlich enthalten, zeigen, daß es sich um ein Montmorinmineral handelt; dabei ist für nicht vorbehandeltes Material $d(001)$ etwa $12,6 \text{ \AA}$; nach Behandlung mit Glykol steigt der Wert auf $d(001) = 16,4 \text{ \AA}$. Aus der chemischen Analyse läßt sich Saponit, Nontronit und auch Montmorillonit errechnen.

Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich um Formrelikte nach Olivin. Die Umrisse der Formrelikte nämlich, deren Größe zwischen etwa $0,2 \times 0,4$ mm und $0,6 \times 1,5$ mm liegt, weisen auf Olivin. In der Literatur wird mehrfach Saponit und Nontronit als Umwandlungsprodukt („Iddingsit“) von Olivin beschrieben, vgl. z. B. W. W. SMITH (1961) und besonders E. BOLTER (1961).

Grundmasse: In der sehr feinkörnigen Grundmasse ist leistenförmiger Feldspat mit den Abmessungen $0,005 \times 0,05$ mm bis $0,01 \times 0,08$ mm enthalten. Die niedrige Lichtbrechung mit einem durchschnittlichen Brechungsquotienten unter 1,53 läßt erkennen, daß der größte Teil der Feldspäte in der Grundmasse Sanidin ist. Eine eingehende optische Bestimmung ist wegen der Kleinheit der Feldspatleisten nicht möglich. Auch nach den Diffraktometeraufnahmen muß in der Grundmasse viel Sanidin enthalten sein. Der Sanidin hat auf Grund der Auswertung des Reflexes $(20\bar{1})$ nach P. M. ORVILLE (1963) einen Gehalt von

40 % Ab und stimmt mithin in seinem Ab-Gehalt durchaus mit Sanidinen des Gleichenberger Gebietes, H. HERITSCH (1965b) oder mit Sanidinen im Quarzlatit der Tiefbohrung Mitterlabill bzw. im Latit der Tiefbohrung Walkersdorf, H. HERITSCH, J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ (1965) überein. Daß in der Grundmasse Sanidin als weitaus überwiegender Feldspat auftritt, ist nach denselben Autoren auch in dem Quarzlatit von der Tiefbohrung Mitterlabill beschrieben worden. (Zum Vergleich kann auch angegeben werden, daß im Basalt von Weitendorf Sanidin mit 43 % Ab, ebenfalls bestimmt nach P. M. ORVILLE (1963) röntgenographisch festzustellen ist.) Die zwischen den Feldspatkriställchen befindliche Masse ist weitgehend in das schon erwähnte Montmorinmineral umgewandelt; daneben enthält die Grundmasse noch feinste opake Substanz.

Nach den Beobachtungen von E. BOLTER (1961) zeigen bei der Zersetzung von Olivin-Feldspatbasalt die Olivine zuerst Umwandlungserscheinungen und zwar Bildung von Montmorinmineralien. Bei fortschreitender Zersetzung wird das Glas der Grundmasse ebenfalls zu Mg- und Fe-reichen Montmorinmineralien umgesetzt. Gleichzeitig beginnen die Feldspäte am Rand und von Rissen aus Umwandlung in die gleichen Montmorinmineralien zu zeigen. Erst wenn ein Teil der Plagioklasse schon umgesetzt ist, beginnen die Pyroxene sich zu zersetzen und aufzulösen.

Im vorliegenden Fall ist ein Zustand erreicht, in dem der Olivin schon völlig in Montmorinmineralien, die sehr feinkörnigen oder vielleicht ehemals wirklich glasigen Partien der Grundmasse zwischen den Feldspatleistchen ebenfalls in dieselben Montmorinmineralien umgewandelt worden sind. Ebenso zeigt sich, allerdings nicht sehr häufig, eine Umsetzung der Plagioklasseinsprenglinge am Rand in Montmorinmineralien. Der Pyroxen ist hingegen vollkommen erhalten.

Weitere Untersuchungen über die Zersetzung von Olivin, besonders auch von experimenteller Seite, werden zur Zeit von H. HÖLLER am hiesigen Institut durchgeführt, H. HÖLLER (1966).

Der intermediacy index des Plagioklasses läßt sich an Gesteinstypen bestimmen, bei denen die Grundmasse noch stärker in Montmorinmineralien umgesetzt

Tabelle 1

Chemische Analyse und Niggli'sche Projektionswerte des Latites aus der Tiefbohrung Paldau, Tiefe 1275 m.

Analytiker I. JANDA		Projektionswerte nach NIGGLI	
SiO ₂	54,70	al	29,5
TiO ₂	1,18	fm	33,5
Al ₂ O ₃	16,62	c	21,5
Fe ₂ O ₃	3,49	alk	15,5
FeO	2,47	si	165
MnO	0,08	k	0,48
MgO	4,33	mg	0,57
CaO	6,60	qz	+3
Na ₂ O	2,70		
K ₂ O	3,85		
P ₂ O ₅	0,52		
H ₂ O+	2,60		
H ₂ O—	0,96		
	100,10		

$$d = 2,65 \text{ g. cm}^{-3}$$

ist. Dann ist der Sanidin weitgehend umgewandelt und es treten die Reflexe der Plagioklaseinsprenglinge besonders deutlich hervor. In solchen Fällen wurde für eine durchschnittliche Zusammensetzung von 50 % An ein I. I. von etwa 60 bestimmt, D. B. SLEMMONS (1962).

Chemische Analyse

Die chemische Analyse, ausgeführt von Frau Dr. I. JANDA, verdanke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. E. SCHROLL, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt in Wien.

Die üblichen Methoden der Silikatanalyse wurden angewendet, TiO_2 ist spektralphotometrisch, die Alkalien sind flammenphotometrisch und H_2O^+ ist als Glühverlust bestimmt. Die Tabelle 1 enthält die Analysenresultate sowie die Berechnung der Niggli'schen Projektionswerte.

Obwohl ganz ohne Zweifel auch an diesem Gestein, das besonders nach dem Gesichtspunkt möglichst geringer sekundärer Veränderungen ausgesucht wurde, Umsetzungen stattgefunden haben, kann man versuchsweise die Annahme machen, daß trotz dieser sekundären Veränderungen der Magmentyp noch erkannt werden kann und Vergleiche zu ähnlichen magmatischen Gesteinen gezogen werden können. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung ist in Tabelle 2 enthalten. Danach ist der Magmentyp monzonitisch bis sommitmonzonitisch bzw. si-monzonitisch, C. BURRI (1959).

Tabelle 2

Vergleich der Niggli'schen Projektionswerte des Latites aus der Tiefbohrung Paldau, Tiefe 1275 m, mit dem Latit von Santa Croce, Nr. 270 bei W. E. TRÖGER (1935), mit monzonitischen Magmentypen nach C. BURRI (1959) und mit Gesteinen des oststeirischen Vulkangebotes.

	si	al	fm	c	alk	k	mg
Latit, Paldau	165	29,5	33,5	21,5	15,5	0,48	0,57
Latit, nach W. E. TRÖGER Nr. 270	162	30,5	31,5	21,5	16,5	0,50	0,47
si-monzonitisch	170	30	30	20	20	0,45	0,45
monzonitisch	140	29	31	21	19	0,5	0,45
sommitmonzonitisch	140	28	33,5	24,5	14	0,6	0,55
Latit, Walkersdorf, H. HERITSCH et. al. (1965)	194	33	27	19	21	0,49	0,41
Biotit-Augit-Trachyandesit, Gleichenberg, MARCHET (1931)	200	31,8	25	20,9	22,3	0,46	0,34

Eine gute Vergleichsmöglichkeit gibt der Latit Nr. 270 nach W. E. TRÖGER (1935), schon weniger gut und mit Vorbehalt ist der Latit aus der Tiefbohrung Walkersdorf, H. HERITSCH, J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ (1965) vergleichbar sowie die im Gleichenberger Raum anstehenden Trachyandesite und Trachyte, A. MARCHET (1931), die sich dem Typus des Quarzlatites bzw. dem leukomonzonitischen Magmentyp nähern. Es ist immerhin bemerkenswert, daß in einem Niggli'schen Differentiationsdiagramm der Latit von Paldau eine vermittelnde Stellung zwischen den Gesteinen des Gleichenberger Gebietes und dem Basalt (Shoshonit) von Weitendorf einnimmt.

Nach K. KOLLMANN (1964) liegt die Tiefbohrung an der Westflanke des Gleichenberger Vulkangebotes und fuhr auch die Vulkanite dieses Gebietes an. Bei aller Vergleichbarkeit der erbohrten vulkanischen Gesteine mit den über

Tag anstehenden Gleichenberger Vulkaniten K. KOLLMANN (1964), H. HERITSCH (1965c), muß doch festgehalten werden, daß der hier bearbeitete erhobte Vulkanit deutlich basischer ist und eine Differentiation nach dieser Richtung hin andeutet. Über Fragen dieser Art wird nach Abschluß der Einzeluntersuchungen noch zu berichten sein.

Ein modaler Mineralbestand läßt sich in folgenderweise berechnen: Das gesamte K_2O wird auf Kalifeldspat, ebenso das gesamte Na_2O auf Albit verrechnet. Ein Teil des CaO wird zur Bildung von Anorthit und der Rest zur Bildung von einem, etwas FeO -haltigen Diopsid genommen. Dabei kann ein entsprechender Sanidin mit rund 68 % Or und ein Plagioklas mit 58 % An berechnet werden. Apatit, Ilmenit und Magnetit werden in der üblichen Weise in Rechnung gestellt, der Rest von MgO , Fe_2O_3 und Al_2O_3 gestattet die Berechnung von Saponit, Nontronit und Montmorillonit; es verbleibt ein ganz kleiner Rest an SiO_2 für Quarz.

Tabelle 3

Latit aus der Tiefbohrung Paldau, Tiefe 1275 m, Vergleich des aus der chemischen Analyse berechneten Mineralbestandes mit dem durch Integration gewonnenen Mineralbestand.

	Latit, Paldau		Beobachteter Mineralbestand in Vol.-%	
	Berechneter Mineralbestand in Vol.-%			
Einsprenglinge	Pyroxen	6,3	6,3	8
Einsprenglinge	Plagioklas	29,0	29,0	29
Formrelikte	Saponit	5,2	9,0	9
	Nontronit	2,0		
	Montmorillonit	1,8		
Grundmasse	Sanidin	33,1	52,1	50
	Plagioklas	2,9		
	Saponit	9,0		
	Nontronit	3,3		
	Montmorillonit	3,1		
	Quarz	0,7		
Access.	Apatit	1,0	3,6	4
	Ilmenit	1,2		
	Magnetit	1,4		
		100,0		100

Die Tabelle 3 weist das Ergebnis einer solchen Berechnung aus und bringt den Vergleich mit dem integrierten Mineralbestand. Die Übereinstimmung des berechneten modalen und des beobachteten Mineralbestandes ist sehr gut. Möglicherweise könnte noch etwas Plagioklas von den Einsprenglingen in die Grundmasse gerechnet werden. Auf alle Fälle ist aber hier die Grundmasse sehr reich an Alkalifeldspäten und etwas größere Plagioklaskristalle sind bei der Integration mit dem Integrationstisch schon zu den Einsprenglingen gerechnet worden, vgl. hierzu etwa F. L. RANSOME bzw. F. MILLOSEVICH in H. ROSENBUSCH (1908). Auch der Quarzlatit von Mitterlabill, H. HERITSCH, J. BORSCHUTZKY und

H. SCHUCHLENZ (1965), führt Sanidin in der Grundmasse als weit überwiegen- den Feldspat. Ferner ist angenommen, daß die Verteilung der Montmorin- mineralien in den Formrelikten und in der Grundmasse dieselbe ist.

Sekundäre Veränderungen.

Es war ein Ziel der vorliegenden Studie, ein Gestein zu bearbeiten, das noch möglichst geringe sekundäre Veränderungen aufweist. Wie aber aus den Ausführungen oben zu ersehen ist, hat auch dieses Gestein schon recht beacht- liche sekundäre Beeinflussung erfahren. Diese können sich jedoch, vgl. K. KOLL- MANN (1964) und H. HERITSCH (1965c) noch bedeutend steigern, wie im folgen- den auseinander gesetzt werden soll.

Die *Bildung von Montmorinmineralien* kann soweit fortschreiten, daß die gesamte feinkörnige Grundmasse praktisch davon erfaßt wird. Nur die größeren aber auch kleinen Plagioklaskristalle und die Pyroxenkristalle bleiben davon verschont. Es handelt sich offenbar dabei nicht nur um die chemische Zusam- mensetzung, die für die Anfälligkeit zur Umwandlung der Mineralien maß- gebend ist, sondern auch um die Korngröße: die kleinsten Kristalle der Grund- masse werden am leichtesten zu Montmorinmineralien umgesetzt. Es werden also zuerst die wahrscheinlich vorhanden gewesenen Olivinkristalle, dann die feinkörnigen Teile der Grundmasse, hier wohl auch Sanidin, von der Umwand- lung zu Montmorinmineralien erfaßt, vgl. E. BOLTER (1961). Rein äußerlich ist diese Umsetzung gut in einem „tonigen“ Aussehen zu beobachten. *SiO₂-Modi- fikationen* beteiligen sich vor allem durch Ausfüllung von Hohlräumen mit faserigem Chalcedon. Viele von den Hohlräumen enthalten dann in der Mitte um einen Saum von Chalcedon grobkristallinen Quarz. Gelegentlich kommt es zur reichlichen Entwicklung von Christobalit und es geht die Umwandlung so weit, so daß das Gestein aus Montmorinmineral und Cristobalit besteht, wobei die Plagioklaseinsprenglinge erhalten geblieben, die Pyroxeneinspreng- linge jedoch karbonatisiert sind. In solchen Cristobalit-führenden Gesteinen wäre in Analogie zu den über Tag anstehenden Gesteinen des Gleichenberger Vulkangebietes, z. B. in Gossendorf, vgl. H. HERITSCH (1965a), E. KRAJICEK (1965), Alunit zu erwarten, der jedoch nicht gefunden werden konnte, H. HERITSCH (1965c).

Die Bildung von *Siderit* ist ganz besonders auffallend. Große Teile des Gesteins sind in Siderit umgesetzt. Der — manchmal nicht leicht zu inter- pretierende — Eindruck ist der, daß es sich um eine Metasomatose der Vulkani- te handelt. Dabei sind merkwürdigerweise die Grenzen zwischen Siderit und Vulkanit scharf, es bleiben auch in der Sideritmasse Brocken des Vulkanites erhalten. An zahlreichen Röntgenaufnahmen konnte bestimmt werden, daß der Siderit etwa 10 % MgCO₃ enthält, vgl. z. B. D. L. GRAF (1961), P. E. ROSEN- BERG (1963).

Neben dem Siderit kommt reichlich *Kalkspat* vor, der auch in Klüften erscheint. Hier ergaben ebenfalls zahlreiche Diffraktometeraufnahmen keinen reinen Kalkspat. Nimmt man an, daß es sich um Mg-hältigen Kalkspat handelt, so ergeben sich im Durchschnitt Werte von etwa 6—7 % MgCO₃, J. R. GOLD- SMITH, D. L. GRAF und O. I. JOENSUU (1955), J. R. GOLDSMITH und D. L. GRAF (1958). Auf schmale Klüfte, die mit Aragonit verheilt sind, ist oben schon hin- gewiesen worden.

Heulandit erscheint im stark in Montmorinmineralien umgesetzten Gestein zusammen mit Siderit, Kalkspat und Cristobalit. In diesem Zusammenhang sei auf die von H. HÖLLER (1965) in dieser Richtung geführte Arbeit hingewiesen.

Besonders in großer Tiefe erscheinen Gesteine, die wohl als Eruptivbreccien zu deuten sind. Sie bestehen aus kleinen und größeren Brocken, etwa 1 bis 10 cm Durchmesser. Diese Brocken können nun relativ frisch sein, zeigen aber auch alle Übergänge bis zur starken Montmorinbildung. Die Zwischenmasse ist ebenfalls sehr reich an Montmorinmineralien. Gänzlich ausgeschlossen ist natürlich eine, in kleinem Bereich stark wechselnde Umbildung zu Montmorinmineralien nicht.

In einer Tiefe von 1094—1098 m konnte eine Vermengung mit Sedimentmaterial festgestellt werden. Hier stößt ein Brocken von mehreren Zentimetern Größe unmittelbar an den Vulkanit mit einer scharfen Grenze. Eine Kontaktwirkung ist nicht zu bemerken. Das Sediment enthält Kalkspat, Quarz und Siderit; im Sediment sind Mikrofossilien zu erkennen. Es handelt sich, wie mir Prof. H. FLÜGEL freundlicherweise mitteilte, um Foraminiferen und zwar u. a. um *Elfidium* sp. und *Globigerina* sp.

Die sekundären Veränderungen sind durchaus mit jenen zu vergleichen, die an den ober Tag anstehenden Gesteinen des Gleichenberger Vulkangebietes zu beobachten sind, vgl. H. HERITSCH (1965a), E. KRAJICEK (1965). Eine weitere Parallele besteht etwa zu den sekundären Veränderungen an Latiten und Trachyten des Siebengebirges, J. FRECHEN (1962).

ZUSAMMENFASSUNG

Aus den durch die Tiefbohrung von Paldau erbohrten Vulkaniten und deren Abkömmlingen wurde ein Gesteinstypus, der möglichst von den, die Gesteinsmassen in unterschiedlicher Intensität erfassenden sekundären Veränderungen, verschont geblieben war, bearbeitet.

Denkt man sich diese Veränderungen rückgängig gemacht, so handelt es sich um einen Latit mit Einsprenglingen von leicht zonarem Labrador mit Gehalt um 60 % An, monoklinem Pyroxen, selten Biotit und wahrscheinlich Olivin sowie mit einer Grundmasse, bestehend vorwiegend aus Alkalifeldspat mit etwas Quarz und vielleicht Glas. Das Gestein ist mit den Latiten (Trachyandesit, Trachyt) des Gleichenberger Gebietes durchaus vergleichbar, wenn es auch SiO_2 -ärmer ist und gegen den Shoshonit tendiert. Es ist ja zu erwarten, daß das große, in weiten Teilen durch Sediment bedeckte Vulkangebiet von Gleichenberg Variationen durch Differentiation aufweist, die über Tag nicht ausgeschlossen sind. Sekundäre Beeinflussungen haben auch dieses noch am besten erhaltene Gestein verändert und zwar wurde der erschlossene Olivin völlig in Montmorinmineralien umgewandelt, so daß nur mehr Formrelikte vorliegen; aber auch Teile der Grundmasse sind in dieselben Montmorinmineralien umgewandelt worden, vgl. E. BOLTER (1961).

Massive sekundäre Beeinflussungen führen zu Gesteinen, deren Grundmasse völlig aus Montmorinmineralien besteht, während die Plagioklas- und Pyroxeneinsprenglinge erhalten bleiben. Weitere solche sekundäre Wirkungen sind: Sideritbildung, die die Vulkanite in Sideritmassen umsetzt, tiefgreifende Cristobalit- und Kalkspatbildung. Starke Heulanditbildung ergänzt das Bild der Veränderungen. Die Arbeiten werden fortgesetzt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dir. Dr. R. JANOSCHEK von der Rohöl-A. G. dafür, daß er mir schon seit Jahren die in steirischen Tiefbohrungen anfallenden Vulkanite zur Bearbeitung überläßt.

Herrn Prof. Dr. E. SCHROLL bzw. Frau Dr. I. JANDA danke ich für die Ausführung der chemischen Analyse.

Literatur:

- BOLTER, E. 1961. Über Zersetzungsprodukte von Olivin-Feldspatbasalten. Beitr. Min. u. Petr., 8, 111.
- BURRI, C. 1959. Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. Basel und Stuttgart.
- CHAYES, F. 1952. Relations between composition and indices of refraction in natural plagioclase. Am. Journ. of Science, Bowen Vol., 85.
- FRECHEN, J. 1962. Führer zu vulkanologisch-petrographischen Exkursionen im Siebengebirge etc. Stuttgart.
- GOLDSMITH, J. R., GRAF, D. L. und JOENSUU, O. I. 1955. The occurrence of magnesian calcites in nature. Geochim. Cosmochim. Acta, 7, 212.
- GOLDSMITH, J. R. und GRAF, D. L. 1958. Relation between lattice constants and composition of the Ca — Mg carbonates. Am. Min. 43, 84.
- GRAF, D. L. 1961. Cristallographic tables for the rhombohedral carbonates. Am. Min. 46, 1283.
- HERITSCH, H. 1965a. Das oststeirische Vulkangebiet. Fortschr. Miner., 42, 165.
- 1965b. Kurzbericht über Untersuchungen von Ordnungs-Zuständen an Feldspäten aus dem Bereich der östlichen Ostalpen. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 135.
- 1965c. Mitteilung über den Fortschritt von Untersuchungen an Vulkaniten aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill und Paldau, Steiermark. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 316.
- , J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ, 1965. Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, östlich von Wildon, und von Walkersdorf südlich von Ilz (Stmk.) Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 95, 104.
- HÖLLER, H. 1965. Über Zeolithbildung in zersetzten vulkanischen Gesteinen und Tuffen der Steiermark. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 320.
- 1966. Bericht über eine experimentelle Zersetzung an Olivin. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. (im Druck).
- KOLLMANN, K. 1964. Jungtertiär im steirischen Becken. Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 479.
- KRAJICEK, E. 1965. Das oststeirische Vulkangebiet; wirtschaftlich genutzte post-vulkanische Einwirkungen. Fortschr. Miner. 42, 170.
- MARCHET, A. 1931. Zur Petrographie der vorsarmatischen Ergußgesteine bei Gleichenberg in der Oststeiermark. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. Abt. I, 140, 461.
- ORVILLE, P. M. 1963. Alkali ion exchange between vapor and feldspar phases. Am. Journ. Science, 261, 201.
- ROCK-COLOR CHART 1951. Geol. Soc. of Am. New York.
- ROSENBERG, P. E. 1963. Synthetic solid solution in the systems $MgCO_3$ - $FeCO_3$ etc. Am. Min. 48, 1396.
- ROSENBUSCH, H. 1908. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, II, 2. Hälfte, 1112 und 1520.
- SCHWARZMANN, S. 1956. Über die Lichtbrechung und die Achsenwinkel von Hochtemperaturplagioklasen und ihre Entstehungsbedingungen. Heidelberger Beitr. Min. u. Petr. 5, 105.

- SLEMMONS, D. B. 1962. Observation on order-disorder relations of natural plagioclase. Norsk Geol. Tidsskrift, 42/2, 533.
- SMITH, W. W. 1961. Structural relationships within pseudomorphs after olivine. Min. Mag. 32, 823.
- TRÖGER, W. E. 1935. Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. H. HERITSCH,
Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz.