

**Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 9. April 1976**

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1976, Nr. 6

(Seite 52 bis 61)

Das wirkl. Mitglied W. E. Petrascheck hat dem Anzeiger folgende Arbeit übersandt:

„Gesteinsphysikalische Untersuchungen an Vulkaniten der Tiefbohrungen Walkersdorf, Mitterlabill und Paldau (Steirisches Becken).“ Von G. Walach. (Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. mont. Georg Walach, Institut für Erdölgeologie und Angewandte Geophysik, Montanuniversität, 8700 Leoben).

Summary

Rock-physical Measurements on Volcanites of Walkersdorf, Mitterlabill and Paldau (Styrian Basin).

On Volcanites, found by the deep-drillings of Walkersdorf, Mitterlabill and Paldau, the physical parameters: grain density, bulk density (dry and saturated), effective porosity, magnetic susceptibility and P-wave velocity were measured. The results are shown in tables. The fact, that the Quartzlatite of Mitterlabill is very uniform in its gravimetric and elastic parameters, but shows significant changes in the magnetic susceptibility, could be an indication, that the 550 m thick volcanic body was built up by more than one eruption phase. To clear this question it will be necessary to complete the magnetic results by measurements of inclination and remanent magnetization.

Zusammenfassung

An Vulkaniten der Tiefbohrungen Walkersdorf, Mitterlabill und Paldau wurden die gesteinsphysikalischen Parameter Rein-

dichte, Trockenrohdichte, Feuchtrohdichte, effektive Porosität, magnetische Suszeptibilität und Longitudinalwellengeschwindigkeit bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabellen zusammengestellt. Die mit der Teufe beträchtlich variierende magnetische Suszeptibilität des in seinen gravimetrischen und elastischen Parametern sehr einheitlichen Quarzlatites von Mitterlabill erweckt den Verdacht, daß der etwa 550 m mächtige Vulkanitkörper durch mehrere Eruptionsschübe entstanden sein könnte. Diese Frage soll durch weitere magnetische Untersuchungen (Inklination, Remanenz) geklärt werden.

1. Einleitung.

Seit den Anfängen der Erdölexploration im Steirischen Becken hat die Angewandte Geophysik wesentliche Beiträge zur Erkundung der Morphologie des Beckenuntergrundes und der Ausdehnung der teilweise begrabenen Vulkankörper des miozänen Eruptionsszyklus geleistet. Von den frühen Arbeiten sind hier vor allem die magnetischen Messungen von K. Forberger und K. Metz (1939) sowie M. Toperczer (1947), durch die ein großer Teil des Steirischen Beckens erfaßt wurde, und die gravimetrische Karte von G. Siemens (1943), der ein noch heute gültiges Bild der gravimetrischen Verhältnisse entworfen hat, zu nennen.

Die Aussagen dieser Arbeiten stützen sich im wesentlichen auf eine qualitative Interpretation der Isanomalkarten und -profile, da eine gezielte quantitative Interpretation nicht möglich war. Dazu fehlte die Kenntnis der gesteinsphysikalischen Parameter aller nicht an der Oberfläche anstehenden Gesteine.

Die im Jahre 1951 einsetzende und bis heute andauernde Explorationstätigkeit der RAG, die vor allem reflexionsseismische, oberflächengeologische und paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen umfaßte, ergab schließlich ein erstes geschlossenes Bild dieses großen Sedimentationsraumes. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden von K. Kollmann (1960, 1964) publiziert.

Die im Zuge der Aufschlußtätigkeit angesetzten Tiefbohrungen lieferten nun auch das nötige Probenmaterial für petrographische und gesteinsphysikalische Untersuchungen der nicht an der Oberfläche anstehenden Gesteine. Die petrographische Bearbeitung der dabei erbohrten Vulkanite wurde von H. Heritsch (1964, 1965) und seinen Mitarbeitern durchgeführt.

In letzter Zeit wurden im Labor des Instituts für Angewandte Geophysik an der Montanuniversität Leoben gesteinsphysikalische

Untersuchungen an mehreren Vulkaniten durchgeführt, die von den Tiefbohrungen Walkersdorf, Mitterlabill und Paldau in verschiedenen Teufen angefahren wurden. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in dieser Arbeit präsentiert.

2. Die Messungen.

Insgesamt wurden neun Gesteinskerne bearbeitet, die sich — wie in Tabelle 1 dargestellt — auf die einzelnen Tiefbohrungen verteilen:

Tabelle 1.

Lokation	Probe-Nr.	Teufenintervall
Walkersdorf	1	1051 — 1057 <i>m</i>
Walkersdorf	2	1125 — 1131 <i>m</i>
Mitterlabill	3	417,3 — 423 <i>m</i>
Mitterlabill	4	537 — 546 <i>m</i>
Mitterlabill	5	605 — 614 <i>m</i>
Mitterlabill	6	724 — 733 <i>m</i>
Mitterlabill	7	804 — 810 <i>m</i>
Paldau	8	1275 — 1280 <i>m</i>
Paldau	9	1437 — 1439 <i>m</i>

Folgende gesteinsphysikalische Kenngrößen wurden bestimmt:

Reindichte	ρ_s ($g.cm^{-3}$)
Trockenrohdichte	ρ_p ($g.cm^{-3}$)
Feuchtrohdichte	ρ_l ($g.cm^{-3}$)
effektive Porosität	ϕ_{eff} (%)
magnetische Suszeptilität	κ (cgs-Einheiten)
Longitudinalwellen- geschwindigkeit	v_L ($m. sec^{-1}$)
Reflektionskoeffizient	r (—)

Die Dichte- und Porositätsmessungen wurden mittels einer Sättigungs-Tauchwägungsmethode durchgeführt, wobei eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse von ungefähr $\pm 0,005 g.cm^{-3}$

erreicht wurde. Als Sättigungsflüssigkeiten dienten $C\ Cl_4$ und Wasser. Die in den Tabellen angegebenen Werte sind jeweils Mittelwerte von mindestens drei Teilprobenmessungen, wobei das Durchschnittsgewicht der Teilproben etwa 50 g betrug. Die Feuchtrohdichte wurde für ein $\rho_w = 1,0\ g.cm^{-3}$ berechnet.

Die magnetische Suszeptibilität wurde an Granulat mittels einer Meßbrücke (Modell „MS 3“, GISCO Geophysical Instruments and Supply Co.) bestimmt. Das Gerät hat eine Meßgenauigkeit von $\pm 5\%$. Inklinationsmessungen konnten vorerst nur versuchsweise vorgenommen werden, da für das vorliegende Probenmaterial die Orientierung (oben und unten) nicht bekannt war.

Die Laufzeitmessungen schließlich wurden mit einem Ultraschallgerät SHB 8000 der Firma KRETZTECHNIK unter Verwendung von 1-MHz-Prüfköpfen sowohl nach dem Durchschallungswie auch nach dem Impulsecho-Verfahren durchgeführt. Bei einer Ablesegenauigkeit von 0,1 Mikrosekunden ergab sich für die errechneten Geschwindigkeiten eine Genauigkeit von durchschnittlich $\pm 15\ m.sec^{-1}$.

Für die Tiefbohrung Walkersdorf wurden zur Kontrolle die Parameter „effektive Porosität“ und „Longitudinalwellengeschwindigkeit“ auch aus dem Sonic-Log bestimmt.

3. Meßergebnisse.

Da bei den Dichte- und Suszeptibilitätsmessungen stets mehrere Teilproben untersucht wurden, sind in den Tabellen 2 und 3 die arithmetischen Mittelwerte und deren Standardabweichung sowie die Anzahl der Teilproben angegeben. Bei den Laufzeitmessungen hingegen waren immer nur zwei oder drei Messungen möglich, die Angabe beschränkt sich in diesem Fall auf den Mittelwert und gegebenenfalls die Variationsbreite.

4. Diskussion der Ergebnisse.

4.1. Walkersdorf.

Nach Heritsch et al. (1965) handelt es sich bei diesem Gestein um einen Latit, der starke sekundäre Veränderung erfahren hat. Dünnschliffuntersuchungen zeigen die Einheitlichkeit des etwa 110 m mächtigen Vulkanites.

Auch die gesteinsphysikalischen Parameter der beiden Proben aus den Teufenintervallen 1051—1057 bzw. 1125—1131 m ergeben ein ziemlich einheitliches Bild. Die Reindichte ist mit

Tabelle 2.
Dichte- und Porositätswerte

Lokation Probe-Nr.	$\rho_s \pm S$ $g \cdot cm^{-3}$		$\rho_p \pm S$ $g \cdot cm^{-3}$		$\rho_f \pm S$ $g \cdot cm^{-3}$		$\phi_{eff} \pm S$ %		Anzahl der Teilproben
Walkersdorf									
1	2,655	0,010	2,475	0,010	2,545	0,005	6,70	0,4	3
2	2,660	0,015	2,405	0,030	2,500	0,025	9,60	0,9	3
MW	2,660	0,010	2,440	0,040	2,525	0,030	8,20	1,7	6
Mitterlabill									
3	2,635	0,015	2,455	0,005	2,525	0,005	6,80	0,7	6
4	2,635	0,015	2,445	0,005	2,520	0,005	7,10	0,8	6
5	2,625	0,005	2,410	0,020	2,490	0,010	8,20	0,8	5
6	2,640	0,020	2,505	0,010	2,555	0,005	5,10	1,1	6
7	2,610	0,030	2,465	0,030	2,515	0,020	5,30	1,4	5
MW	2,630	0,010	2,455	0,035	2,525	0,025	6,50	1,3	28
Paldau									
8	2,600	0,005	2,580	0,005	2,585	0,005	0,70	0,2	4
9	2,660	0,005	2,405	0,015	2,500	0,010	9,70	0,6	5

Tabelle 3.

Magnetische Suszeptibilität und Longitudinalwellengeschwindigkeiten

Lokation Probe-Nr.	$\kappa \pm S$ 10^{-6} cgs-E.		Anzahl der Teilproben	V_L aus US $m. sec^{-1}$	Variationsbreite $m. sec^{-1}$	V_L aus $SL \pm S$ $m. sec^{-1}$	
Walkersdorf							
1	100	10	4	4.160	4.100—4.228	4.610	140
2	140	25	3	4.645	4.529—4.763	4.535	160
MW	120	15	7	—	—	4.575	150
Mitterlabill							
3	2.430	40	4	4.440	4.435—4.449		
4	2.390	30	4	4.435	—		
5	215	20	4	4.455	4.450—4.461		
6	1.200	35	4	4.950	4.929—4.970		
7	105	15	4	4.570	—		
MW	—	—	—	4.570	4.435—4.970		
Paldau							
8	950	15	3	5.170	—		
9	585	10	4	4.265	4.134—4.391		

2,655 bzw. 2,660 $g.cm^{-3}$ nahezu gleich und liegt etwas höher als der von Heritsch auf Grund von chemischen Analysen errechnete Wert von 2,64 $g.cm^{-3}$. Trocken- und Feuchtrohdichte streuen etwas stärker, was auf die verschiedenen Porositätswerte von 6,7 bzw. 9,6% (Mittelwert $8,2 \pm 1,7\%$) zurückzuführen ist. Zur Kontrolle wurden auch aus dem Sonic-Log die Porositäten bestimmt. Diese zeigen für die beiden Intervalle keine signifikanten Unterschiede und liegen jeweils zwischen 4,5 und 11,5%, bei einem Mittelwert von 8%, womit eine gute Übereinstimmung mit den Labormessungen besteht.

Die gemessenen Suszeptibilitätswerte von 100 bzw. $140 \cdot 10^{-6}$ cgs-Einheiten sind überraschend niedrig. Modellrechnungen für die großen magnetischen Anomalien in Raum Walkersdorf—Ilz (G. Walach und F. Weber, 1973) und östlich Großsteinbach (G. Walach, 1973) ließen Suszeptibilitätswerte von 500 bis $1000 \cdot 10^{-6}$ cgs-Einheiten erwarten. Wie aber aus den später besprochenen Ergebnissen von Mitterlabill zu ersehen ist, können an sich petrographisch sehr einheitliche Vulkanite in ihren magnetischen Parametern stark variieren. Diese Erfahrung hat der Verfasser (1975) auch an den an der Oberfläche anstehenden Trachyandesiten im Raum Gossendorf—Gleichenberger Klause gewonnen. Nach Möglichkeit sollen zu einem späteren Zeitpunkt Proben aus dem Intervall 1073—1085 m untersucht werden, da in diesem Abschnitt laut Sonic-Log die dichtesten Partien des Vulkanitkörpers anstehen.

Die aus Ultraschallmessungen bestimmten Geschwindigkeitswerte der beiden Proben sind mit 4160 bzw. $4645 m.sec^{-1}$ sehr unterschiedlich, wobei der Wert von $4160 m.sec^{-1}$ sicher ein lokales Minimum markiert, da er sogar niedriger als der niedrigste aus dem Sonic-Log bestimmte Wert ($4310 m.sec^{-1}$) liegt. Normalerweise sind die Werte aus Ultraschallmessungen gleich oder etwas höher als jene aus dem Sonic-Log. Der Wert aus dem Teufenintervall 1125—1131 m mit $4645 m.sec^{-1}$ (Variationsbreite $4529—4763 m.sec^{-1}$) korreliert hingegen mit jenem aus der Sonic-Logmessung, $4535 \pm 160 m.sec^{-1}$ (Variationsbreite $4310—4762 m.sec^{-1}$), ausgezeichnet. Für den errechneten Mittelwert aus beiden Sonic-Logauswertungen wurde der Reflexionskoeffizient berechnet. Mit den Annahmen

$$\text{Vulkanit: } \rho_f = 2,52 g.cm^{-3}, v_L = 4575 m.sec^{-1}$$

$$\text{Tertiär: } \rho_f = 2,20 g.cm^{-3}, v_L = 3350 m.sec^{-1}$$

ergab sich ein Reflexionskoeffizient von 0,22.

4.2. Mitterlabill.

Auch in Mitterlabill ist nach Heritsch et al. (1965) der Vulkanit, ein Quarzlatit, petrographisch sehr einheitlich, was durch die Dichte-, Porositäts- und Geschwindigkeitsmessungen bestätigt wird. Die Suszeptibilität hingegen schwankt, wie schon erwähnt, in sehr weiten Grenzen.

Der Mittelwert der Reindichte von $2,63 \pm 0,01 \text{ g.cm}^{-3}$ liegt wieder etwas höher als der Wert von Heritsch mit $2,61 \text{ g.cm}^{-3}$. Ein signifikanter Unterschied besteht allerdings nicht, da die Werte der fünf untersuchten Proben zwischen 2,610 und 2,640 variieren. Der Durchschnittswert der Porosität mit $6,50 \pm 1,30\%$ entspricht in der Größenordnung etwa den Werten von Walkersdorf.

Die Suszeptibilität schwankt beträchtlich. Für die beiden obersten Intervalle (417,3—423 bzw. 537—546 m) sind die Werte mit 2430 und $2390 \cdot 10^{-6}$ cgs-Einheiten etwa gleich. Der Wert für das nächste Intervall (605—614 m) ist mit $215 \cdot 10^{-6}$ um eine Zehnerpotenz kleiner, dann steigt die Suszeptibilität wieder auf $1200 \cdot 10^{-6}$ an und fällt im tiefsten untersuchten Intervall (804—810 m) auf $105 \cdot 10^{-6}$ cgs-Einheiten ab. Diese starken Variationen erwecken den Verdacht, daß die ansich petrographisch sehr homogene Schichtfolge doch durch mehrere Eruptionsschübe entstanden sein könnte. Weitere magnetische Untersuchungen (Suszeptibilität, Remanenz und Inklination) sollen diese Frage klären.

Die Ultraschallmessungen zeichnen wieder ein sehr einheitliches Bild. Sieht man von Probe 5 (Intervall 724—733 m) ab, die mit 4950 m.sec^{-1} einen hohen Wert ergeben hat, dann liegen die Geschwindigkeitswerte der anderen vier Proben in dem engen Bereich von 4435 bis 4570 m.sec^{-1} . Der Mittelwert über alle Intervalle deckt sich mit 4570 m.sec^{-1} fast genau mit dem aus dem Sonic-Log der Bohrung Walkersdorf ermittelten Wert (4575 m.sec^{-1}).

4.3. Paldau.

Die Vulkanite aus der Tiefbohrung Paldau gehören petrographisch zur Familie der Trachyandesite des Gleichenberger Vulkangebietes. Die beiden untersuchten Proben sind, schon megaskopisch betrachtet, sehr unterschiedlich. Dies drückt sich auch in den gesteinsphysikalischen Parametern aus.

Probe 8 (Intervall 1275—1280 m) hat mit $2,60 \text{ g.cm}^{-3}$ eine relativ geringe Reindichte, eine sehr kleine Porosität ($0,7 \pm 0,2\%$)

und mit $5170 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ einen hohen Geschwindigkeitswert. Probe 9 (Intervall 1437—1439 m) hat eine höhere Reindichte ($2,66 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), aber auch eine wesentlich höhere Porosität ($9,7 \pm 0,6\%$). Die geringe Geschwindigkeit von $4265 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ und auch der hohe Porositätswert sind wahrscheinlich auf die zahlreichen, teilweise nur unvollkommen verheilten Haarrisse zurückzuführen.

Die Suszeptibilitätswerte von 950 bzw. $585 \cdot 10^{-3}$ cgs-Einheiten entsprechen durchaus den von Messungen an Gleichenberger Trachyandesiten (rötlichbrauner Typ) bekannten Ergebnissen (W. Pongratz und G. Walach, 1975).

5. Schlußbetrachtungen.

Die Ergebnisse der gesteinsphysikalischen Untersuchungen an Vulkaniten der Tiefbohrungen Walkersdorf, Mitterlabill und Paldau vermitteln eine erste Übersicht über die gesteinsphysikalischen Eigenschaften dieser Gesteine. Sie werfen aber auch einige Fragen auf, die nur durch weitere Untersuchungen beantwortet werden können. Wie im Text bereits angedeutet, lassen sich die großen magnetischen Anomalien im Raum Walkersdorf—Ilz und östlich Großsteinbach mit den nun bekannten Suszeptibilitätswerten aus Walkersdorf nicht erklären. Auch die starken Variationen der Suszeptibilität in der Tiefbohrung Mitterlabill sollten näher untersucht werden.

Der Verfasser dankt der Rohoel-Aufsuchungs Ges. m. b. H., im besonderen aber Herrn Direktor Dr. K. Kollmann für die Bereitstellung des Probenmaterials und die Publikationserlaubnis.

Literaturverzeichnis

Forberger, K. und Metz, K.: Magnetische Bodenforschungen des geologischen Institutes der Montanistischen Hochschule, Leoben. III. Magnetische Bodenforschungen im Gebiete zwischen Leibnitz und Radkersburg. — Berg- und Hüttenmänn. Monatsh., Bd. 87, H. 3, S. 61—66, Wien 1939.

Heritsch, H.: Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Vulkaniten aus den neuen Tiefbohrungen von Mitterlabill und Walkersdorf, Steiermark. — Anz. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Nr. 14, Wien 1964.

Heritsch, H., Borschutzky, J. und Schuchlenz, H.: Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, östlich von Wildon, und von Walkersdorf, südlich von Ilz (Stmk.). — Mitt. Naturw. Ver. Stmk., Bd. 95, S. 104—114, Graz 1965.

Heritsch, H.: Mitteilung über den Fortschritt von Untersuchungen an Vulkaniten aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill und Paldau, Stmk. — Anz. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Wien 1965.

Kollmann, K.: Das Neogen der Steiermark (mit besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Gliederung). — Mitt. Geol. Ges., Bd. 52, S. 159—167, Wien 1959.

Kollmann, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. — Mitt. Geol. Ges., Bd. 57, H. 2, S. 479—632, Wien 1964.

Pongratz, W. und Walach, G.: Geophysikalische Prospektionsarbeiten auf Traß im Gleichenberger Vulkangebiet. — Archiv f. Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 16. Bd., Leoben 1975.

Siemens, G.: Die Auswertung der geophysikalischen Messungen im Steirischen Becken unter Berücksichtigung der Nachbargebiete. — Unveröff. Bericht 1943.

Toperczer, M.: Erdmagnetische Bodenuntersuchungen in der Südoststeiermark. — Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., Bd. 92, H. 10/11, S. 157—165, Wien 1947.

Walach, G. und Weber, F.: Karte der magnetischen Vertikalintensität im Gebiet von Gleisdorf (Stmk.). — Leoben 1973 (unveröff.).

Walach, G.: Karte der magnetischen Vertikalintensität im Gebiet Waltersdorf (Stmk.). — Leoben 1973 (unveröff.).
