

II. WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

Geomagnetische Untersuchungen an Vulkaniten aus dem Bereich Altenmarkt bei Riegersburg (Oststeirisches Neogenbecken)

Von Ingomar FRITZ
mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle im Text

Angenommen am 8. Mai 1992

Zusammenfassung: Gegen Ende der plio/pleistozänen Vulkanaktivität kam es im Tuffareal von Altenmarkt bei Riegersburg in der Oststeiermark zu einer räumlich engen und zeitlich kurzen effusiven Vulkantätigkeit. Mittels geomagnetischer Untersuchungen konnte der zum überwiegenden Teil durch Alluvionen bedeckte Basanitkörper als Zufuhrschlot nachgewiesen und gegen die umgebenden Tuffe abgegrenzt werden.

Abstract: Altenmarkt near Riegersburg is one of about 30 localities in the Styrian Basin with volcanoclastic deposits. This volcanism penetrated tertiary sediments at the end of the Pliocene time. In the working area explosive volcanism is documented among other things through thick interbedding of thin graded tuff layers with bomb sag structures.

High geomagnetic anomalies and hints (like flow structures) for effusive activity indicate a short period of discharge of magma at the end of volcanism in this region.

1. Einleitung

Im Rahmen einer laufenden Dissertation, deren Ziel die Darstellung der Geologie des Vulkangebiets Altenmarkt – Riegersburg ist, wurde versucht, mit Hilfe der Geomagnetik ein im Gelände vermutetes Schlotareal nachzuweisen und die Vulkanoklastika gegen das umgebende prävulkanische Tertiär abzugrenzen. Die magnetischen Messungen wurden im Oktober 1991 durchgeführt. Das dabei verwendete Protonenmagnetometer wurde mir von der Montanuniversität Leoben (Institut für Geophysik) zur Verfügung gestellt, wofür ich mich an dieser Stelle herzlich bedanke. Mein spezieller Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. HOLZER, Prof. Dr. MAURITSCH und Dr. SCHOLGER für wertvolle Diskussionen.

2. Lage und geologische Position:

Das Tuffareal von Altenmarkt – Riegersburg liegt im zentralen Bereich des Oststeirischen Beckens und ist das obertägig anstehende nordwestlichste Vorkommen von Vulkanoklastika des plio-pleistozänen Vulkanismus in der Oststeiermark (Abb. 1). Dieser Na-betonte Basaltvulkanismus entstammt Mantelbereichen mit Tiefen von 50 – 80 km (HERITSCH 1965, 1967, HERITSCH & ROHANI 1973, KURAT et al. 1978). Der großen Zahl mineralogisch-petrologischer Publikationen über den Magmatismus in der Oststeiermark steht eine kleine Gruppe geologischer bzw.

vulkangeologischer Bearbeitungen gegenüber. WINKLER-HERMADEN entwickelte aufgrund seiner ausgedehnten Geländetätigkeit und den daraus resultierenden Erkenntnissen Modelle zum vulkanischen Werdegang in der Oststeiermark, die er in zahlreichen Publikationen veröffentlichte (WINKLER 1927, 1939, 1951, 1957 a,b). Zusammenfassungen und Ergänzungen dazu finden sich in den Arbeiten von EBNER & SACHSENHOFER 1991, FLÜGEL & HERITSCH 1967, FLÜGEL & NEUBAUER 1984, KOLLMANN 1965.

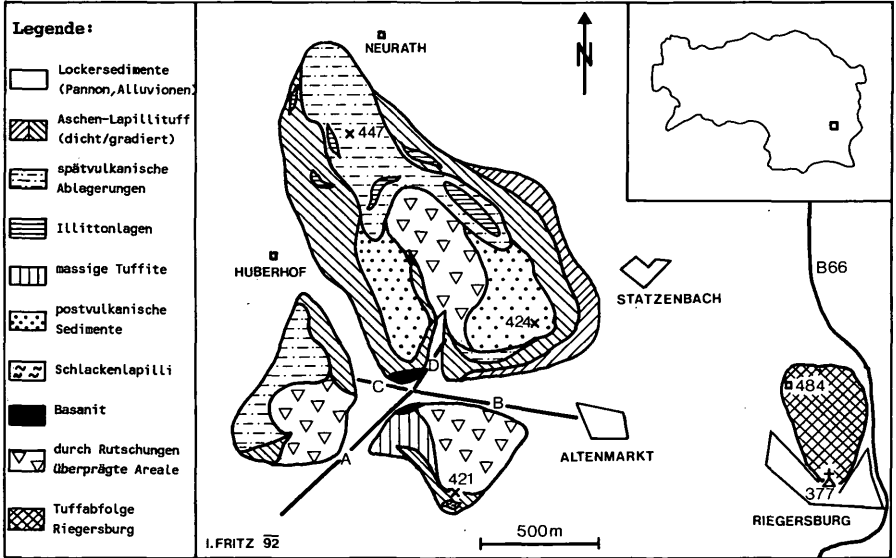


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes mit den Profilinien A, B, C, D.

Die zeitliche Einstufung der prävulkanischen Sedimente (Tone, Fein – Grobsande, Kiese) im Arbeitsgebiet erfolgt aufgrund zahlreicher Vertebratenfunde in verschiedenen Sand-Kieshorizonten in den Zeitraum Pannon C – Pannon D (KOLLMANN 1965; WINKLER-HERMADEN 1957a). Eine Zusammenstellung dieser reichen Vertebratenfauna (zum Beispiel *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris*) findet sich in MOTTL (1970) und ist durch einen Dinotherienzahnfund aus einer Sand/Kiesgrube vom Fuße der Riegersburg aus dem Jahr 1991 zu ergänzen.

Hinzu kommt ein Fund von Pflanzenfossilien im Liegenden der Vulkanoklastika von Altenmarkt, der eine wertvolle Ergänzung für die fazielle Interpretation der prävulkanischen tertiären Ablagerungen im Arbeitsgebiet darstellt (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER 1988, 1990; KRAINER 1986; 1987 a, b).

3. Vulkanogeologischer Rahmen

Die Vulkanoklastika im Gebiet von Altenmarkt bedecken eine Fläche von annähernd drei km² und werden ausschließlich von Sedimenten des Pannon C umgeben und in den Talregionen von Alluvionen bedeckt (siehe Abb. 1).

Im Pliozän/Pleistozän wurden die neogenen Sedimente von basaltischen Magmen durchschlagen. Durch diese Vulkantätigkeit mit überwiegend explosionsartigem Charakter kam es zur Bildung und Ablagerung von verschiedensten Tuff-

typen. Im Arbeitsgebiet gibt es an zahlreichen Aufschlüssen Hinweise auf phreatomagmatische Prozesse. Dabei handelt es sich um Eruptionen, die durch Magma-Wasser-Kontakt ausgelöst werden und oft die Initialphase von vulkanischen Aktivitäten darstellen (CAS & WRIGHT 1987, FISHER & SCHMINCKE 1984, SCHMINCKE 1977, 1986). Eine Klassifizierung der Pyroklastika erfolgt in Anlehnung an eine Nomenklatur der pyroklastischen Ablagerungen von MEYER-MARSIUS (1986).

Nachfolgende lithologische Kurzübersicht bezieht sich auf ein detailliert aufgenommenes Profil im östlichen Tuffkomplex von Altenmarkt. Demnach können die liegenden aufgeschlossenen Tuffe als Asche-Lapillituffe angesprochen werden, die schlecht geschichtet sind und einen überwiegend matrixgestützten Aufbau besitzen. Vereinzelt auftretende Rinnenstrukturen könnten in Zusammenhang mit base surge-(Glutwolken-)Bildungen stehen. Darüber folgt ein mächtiger Stapel von in Wechsellagerung stehenden, gut gradierten, grobkörnigen Aschen- und Lapillituffen. Markant sind zwei feinkörnige Aschentufflagen, in die unzählige basaltische Bomben eingebettet sind. Die hangenden Partien sind stark mit Epiklasten durchmischt und geben vielerorts Hinweise auf sekundäre Umlagerungsprozesse wie zum Beispiel Schlammströme (Lahare). Der zeitweilige Bestand eines Sees wird durch geringmächtige Ablagerungen von Seetonen dokumentiert. Untersuchungen, durchgeführt von den Leca-Werken in Fehring, bestätigten, daß dieses Material mit den im Burgfeld (südlich Fehring) abgebauten Illittonen vergleichbar ist. Die Genese der dortigen Lagerstätte wird nach VINZENZ 1988, WINKLER-HERMANN 1957 als Maarsee-Entwicklung interpretiert.

Gegenüber den vielfältigen vulkanischen Erscheinungen im Gebiet um Altenmarkt stellt der Burgfelsen der Riegersburg eine kontinuierliche Abfolge von übereinander gelagerten Asche-Lapillituffen dar, der sich nicht nur aufgrund seines morphologischen Erscheinungsbildes vom Vulkanareal Altenmarkt unterscheidet.

4. Ergebnisse der Detailkartierung im Raum Talknoten westlich von Altenmarkt als Basis für geomagnetische Untersuchungen

Im Gebiet von Altenmarkt können zahlreiche Eruptions-(Explosions-)Ereignisse unterschieden werden, die einzelnen Ausbruchphasen zuzuordnen sind. Gegen Ende der vulkanischen Aktivität blieb das aufgedrungene Magma im Schlotbereich stecken. An einigen Stellen kam es zu einer räumlich engen und wahrscheinlich auch zeitlich sehr kurzfristigen effusiven Tätigkeit. Im Zuge der Detailkartierung (im Maßstab 1:5.000) ist an zwei Stellen anstehender Basanit nachgewiesen worden, an dem Fließstrukturen erkennbar sind. Gut ausgebildete Wülste an der Oberfläche erinnern an Seilavastrukturen. Auch die deutlich gelängten Blasen im Handstückanschnitt zeigen eine Fließbewegung an (siehe Abb. 2). Die Anreicherung von Bläschen im Randbereich spricht für eine Entgasung noch während des Fließens. In den zahlreichen Blasen kam es sekundär zur Ausbildung verschiedenster Mineralphasen wie zum Beispiel Phillipsit, Chabasit, Hyalit (frdl. Mitt. Dr. POSTL, Landesmuseum Joanneum, Graz).

Die Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H. (RAG) führte in den 60-er Jahren refraktionsseismische Untersuchungen im Arbeitsgebiet durch. Die mir freundlicherweise zur Verfügung gestellten Bohrprofile zeigen an, daß an einigen Stellen Basalte und Schlackenbasalte erbohrt wurden. Da sich die Bohrergebnisse mit den

Geländebeobachtungen decken, ergibt sich ein vermutetes basaltisches Zentrum (Zufuhrschlot) im Raum westlich von Altenmarkt, dessen untertägige Verbreitung und Begrenzung mittels geomagnetischer Feldmessungen eruiert und eingengt werden sollte.



Abb. 2: Basanit mit Fließstrukturen und einer deutlich erkennbaren Anhäufung von Bläschen im Randbereich.



Abb. 3: Schlecht geschichteter Aschen-Lapillituff mit hohem Gehalt an mitgerissenen tertiären Sedimenten.

5. Methodik

Zahlreiche geomagnetische Bearbeitungen von pleistozänen Vulkanbauten der Eifel in Deutschland (BÜCHEL 1987, 1988; CIPA 1958, UTTER & GROTHJOHANN 1976), aber auch im Steirischen Becken (MAURITSCH 1972, 1975, TÖPERCZER 1947, WALACH 1986) ließen eine erfolgreiche Anwendung der Magnetik für die aufgezeigte Problematik erwarten.

Bei der geomagnetischen Messung können Gesteinskörper erfaßt werden, deren Suszeptibilität und remanente Magnetisierung deutlich höher oder niedriger ist, als die der Umgebung. Die Messungen im Gelände wurden am 31. Oktober und 1. November 1991 mit einem Protonenmagnetometer (Firma GEOMETRICS Modell G 816) des Instituts für Geophysik der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Primäres Ziel der geomagnetischen Messungen war es, den basaltischen Zufuhrsschlot als magnetischen Störkörper im Arbeitsgebiet zu erfassen. Darauf aufbauend sollte die horizontale Verbreitung des Festgesteins eruiert werden, um in weiterer Folge die Meßresultate mit den Kartierergebnissen zu korrelieren.

6. Geomagnetische Messungen

Den geomagnetischen Feldmessungen gingen Laboruntersuchungen an einigen Proben voraus. Dazu wurden an vier Aufschlüssen orientierte Bohrproben gezogen, um die Stärke der Magnetisierung, die Magnetisierungsrichtung und die Suszeptibilität festzustellen. Die Messungen wurden im Paläomagnetiklabor Außenstelle Gams des Institutes für Geophysik der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Dazu wurde die Suszeptibilitätsbrücke der Firma DIGICO und ein Kryogenmagnetometer 2G-ENTERPRISE verwendet. Aufgrund dieser vorausgegangenen Messungen konnte eine relativ starke inverse Magnetisierung festgestellt werden (siehe Tab. 1). Deutliche Unterschiede sowohl in der Magnetisierungsstärke

	Suszeptibilität $\times 10^{-6}$ in SI-Einheiten	NRM-Intensität in Ampere/m	Magnetisierungs- richtung (in situ) Dekl Inkl	Vertrauenskegel ¹⁾ für α 95
Tuff 1	4089,83	$2,51 \times 10^{-1}$	162 - 78	29,1°
Tuff 2	3852,4	$2,91 \times 10^{-1}$	173 - 60	6,3°
Tuff 3	3986,22	$3,9 \times 10^{-2}$	133 - 35	39,1°
Basanit	32081,38	6,13	163 - 73	29,9°

Tab. 1: Mittelwerte der Labormessungen ¹⁾ nach FISHER STATISTIK

als auch bei den Suszeptibilitätswerten gibt es zwischen den Tuffen und dem Basanit. Die Differenz ist primär darauf zurückzuführen, daß die Tuffe, im Gegensatz zum relativ dichten, homogenen Basanit, sehr reich an mitgerissenen tertiären Sedimenten sind (Abb. 2, 3). Träger der Magnetisierung in den Basaniten und



Abb. 4: Zonar gewachsener Klinopyroxen als Einsprengling in kryptokristalliner Matrix mit reichlich verteilten Magnetiten (Durchlicht, 1 Pol., wahre Bildlänge = 0,5 mm).

Pyroklasten der Tuffe sind wahrscheinlich Magnetite bzw. Titanomagnetite (HERMANN 1974; ZEDNICEK 1984), die zwar sehr klein ausgebildet sind, aber eine reichliche Verteilung im Gestein haben (Abb. 4.)

An sieben Profilen, die zueinander in etwa sternförmig angeordnet sind, wurde an insgesamt 753 Meßpunkten die Totalintensität ΔT gemessen. Der Abstand zwischen den einzelnen Messungen variiert je nach Änderung von ΔT zwischen 2 und 20 m. Häufige Überprüfungsmessungen am Eichpunkt, die einen konstanten Meßwert (Abweichung von höchstens 10 nT) über den gesamten Meßzeitraum ergaben, spiegeln eine minimalste Tagesschwankung wider.

Bei den vier ausgewählten Profilen (siehe Abb. 1 und 5) wurde ein relatives Nullniveau mit einem Wert von 47.500 nT angenommen, der in etwa dem Eigenpotentialfeld den die Vulkanoklastika umgebenden tertiären Sedimenten dieses Gebietes entspricht. Diesen Durchschnittswert ergaben zahlreiche Messungen im Kartiergebiet. Da die Profillinien annähernd horizontal im Talboden verlaufen, kann die im Profil dargestellte Nulllinie auch als morphologische Linie herangezogen werden.

7. Schlußfolgerungen

Aus den Profilen (Abb. 5) sind eindeutige negative Anomalien im Bereich des Talknotens ersichtlich. In der Profillinie B konnten die stärksten Abweichungen mit bis zu 2500 nT unter relativer Nullbasis gemessen werden. Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen dokumentiert sich eine starke, aber anscheinend in sich noch gegliederte negative Anomalie mit NNW-SSE-Streichen im Raum knapp westlich des Talknotens. Obwohl zwar schon eine große Meßdatenmenge vorliegt, erscheint aufgrund der bisherigen Messungen eine dreidimensionale Störkörpererfassung

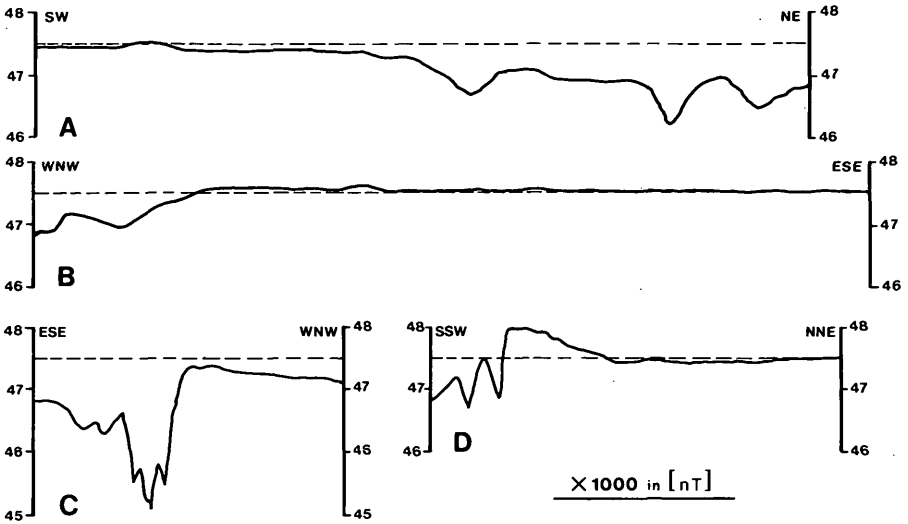


Abb. 5: Magnetik-Profillinien A, B, C, D.

noch nicht sinnvoll. Die an einigen Meßpunkten (Profil C) leicht über Nullniveau liegenden positiven Anomalien sind möglicherweise auf nachträgliche Verkippungen zurückzuführen.

Aufgrund der bisherigen Erfolge mit dem Einsatz der Geomagnetik im Tuffareal von Altenmarkt ist für das Frühjahr 1992 eine zweite Meßreihe geplant. Dabei wird ein kleinmaschiger Raster über den auf 1,5 a eingegengten Schlotbereich gelegt, um dessen interne Gliederung auflösen zu können. Weitere Messungen in den Pyroklastika sollen eine sinnvolle Ergänzung in der Erfassung der Geologie des Vulkangebietes Altenmarkt-Riegersburg darstellen.

Literatur

- BÜCHEL, G. (1987): Geophysik der Eifel-Maare. 1: Erkundung neuer Maare im Vulkanfeld der Eifel mit Hilfe geomagnetischer Untersuchungen.- Mainzer geowiss.Mitt. 16: 227-274.
- BÜCHEL, G. (1988): Geophysik der Eifel-Maare. 2: Geomagnetische Erkundung von Trockenmaaren im Vulkanfeld der Westeifel.- Mainzer geowiss.Mitt. 17: 357-376.
- CAS, R.A.F & WRIGHT, J.V. (1987): Volcanic successions: modern and ancient. 528 S. - Allen & Unwin, London.
- CIPA, W. (1958): Erdmagnetische Vermessung einiger Lavaströme und Tuffschlote in der Vorder-Eifel.- Geol.Jb. 75: 663-698.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens.- Mitt.Abt.Geol.und Paläont.Landesmus.Joanneum 49, 96 S.
- FISHER, R.V. & SCHMINCKE, H.U. (1984): Pyroclastic Rocks. 230 S.- Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H. (1968): Das Steirische Tertiär-Becken.- Sammlung geologischer Führer 47, 196 S.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark.- Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, 126 S., 1 Karte.- GBA, Wien.
- HERITSCH, H. (1965): 4. Das oststeirische Vulkangebiet.- Fortschr.Miner. 42/1:165-169.

- HERITSCH, H. (1967): Über die Magmenentfaltung des steirischen Vulkanbogens.– *Contr. Mineral. and Petrol.*, 15: 330–344.
- HERITSCH, H. & ROHANI, H. (1973): Untersuchungen über Olivin und Klinopyroxen sowie über Auswürflinge des basaltischen Vulkanismus der Oststeiermark.– *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark* 103: 7–22.
- HERMANN, U. (1974): Sekundäre Veränderungen an Lapilli aus Tuffiten des Oststeirischen Vulkangebietes.– *Österr. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., Anzeiger* 110(1973)/Nr.1–13: 96–102.
- KOLLMANN, K. (1964): Jungtertiär im Steirischen Becken.– *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 57/2: 479–632.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1988): Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz (Unterpannonium, Steirisches Becken).– *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* 47: 27–51, Graz.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1990): Faziesentwicklung und Florenabfolge des Aufschlusses Wörth bei Kirchberg/Raab (Pannon, Steirisches Becken).– *Ann. naturhist. Mus. Wien* 97: 7–38.
- KRAINER, B. (1986): Untersuchungen an fluviatilen Sedimenten zur Bewertung von Lockergesteinsvorkommen am Beispiel des Unterpannons im Steirischen Becken.– *Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.* 7: 167–172.
- KRAINER, B. (1987a): Fluviale Faziesentwicklung im Unterpannonien des Steirischen Beckens (Zentrale Paratethys, Österreich).– *Facies* 17: 141–148.
- KRAINER, B. (1987b): Das Tertiär der Weizer Bucht, Steirisches Becken.– 327 S., unveröff. Diss. Univ. Graz.
- KURAT, G., PALME, H. & SPETTEL, B. (1978): Zur Geochemie des Erdmantels unterhalb von Kapfenstein, Steiermark.– *Fortschr. Min.* 55, Beih.1: 170–171.
- MAURITSCH, H. (1972): Paläomagnetische Messungen an west- und oststeirischen Vulkaniten.– *Arch. Lagerst.forsch. Ostalpen* 13: 35–57.
- MAURITSCH, H. (1975): Geophysikalische Untersuchungen an den Vulkaniten im Raum Weizendorf-Wundschuh, Steiermark.– *Mitt. Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum* 42: 13–22.
- MEYER-MARSILIUS, H.J. (1986): Die moderne Nomenklatur der pyroklastischen Ablagerungen.– *Aufschluss* 37: 101–108.
- MOTTL, M. (1970): Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs.– *Mitt. Mus. Bergb., Geol. u. Techn., Landesmus. Joanneum* 31, 92 S.
- SCHMINCKE, H.U. (1977): Phreatomagmatische Phasen in quartären Vulkanen der Oststeier.– *Geol. Jb.* A39: 3–45.
- SCHMINCKE, H.U. (1986): Vulkanismus. 164 S.– *Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.*
- TOPERCZER, M. (1947): Geophysikalische Untersuchungen des Pauliberger bei Landsee (Burgenland).– *Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Kl., Abt. IIa*, 156/7.-8.: 335–353.
- UTTER, T. & GROTHJOHANN, H. (1976): Geologische und geomagnetische Untersuchungen an der Baarlei und Geißhecke, einer quartären Vulkangruppe der Weststeier.– *Decheniana* 129: 180–196.
- VINZENZ, M. (1988): Prospektion auf expandierende Tone im Raum Fehring. 156 S.,– unveröff. Bericht, WALACH, G. (1986): Der Vulkanismus am Westrand des Fürstenfelder Beckens im Lichte magnetischer und gravimetrischer Meßergebnisse.– *LHA Geophys.* 1: 188–199.
- WINKLER, A. (1927): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Gleichenberg (Z.18 Kol.XIV, Nr.5256).– *Geol. B.A.*, Wien, 164 S.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1939): Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des steirischen Beckens.– *Sammlg. geol. Führer XXXVI*, 209 S.– *Gebr. Borntraeger, Berlin.*
- WINKLER-HERMADEN, A. (1951): Über neue Ergebnisse aus dem Tertiärbereich des steirischen Beckens und über das Alter der steirischen Basaltausbrüche.– *Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., I*, 160: 1–15.

- WINKLER-HERMADEN, A. (1957a): Geologisches Kräftespiel und Landformung. 822 S.– Springer, Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1957b): Vulkantektonische Ergebnisse über einige, näher studierte oststeirische Tuff- und Basaltvorkommen.– Sitzungsber.Österr.Akad.Wiss., math.-naturw.Kl., Nr.10: 164–175.
- ZEDNICEK, W. (1984): Auflicht- und rasterelektronenmikroskopische Studien an Erzeinschlüssen in den Basalten des oststeirischen Vulkangebietes (Steinberg bei Feldbach, Straden, Klöch) und im Shoshonit von Weitendorf.– Mitt.Abt.Miner.Landesmus. Joanneum 52: 27–43.

Anschrift des Verfassers: Ingomar FRITZ, Abteilung für Geologie und Paläontologie des Landesmuseums Joanneum, Raubergasse 10, A-8010 Graz.