

Neue radiometrische Alter mittelmiozäner Vulkanite der Steiermark (Österreich), ihre biostratigraphische Korrelation und ihre mögliche Stellung innerhalb der paläomagnetischen Zeitskala*

Radiometric Ages of Middle Miocene Volcanic Rocks of Styria (Austria), their Biostratigraphic Correlation and tentative Assignment to the Paleomagnetic Time Scale*

Von FRITZ F. STEININGER ¹⁾ und G. P. BAGDASARJAN ²⁾

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blätter 190, 192

Schlüsselwörter
Steirisches Becken
Mittelmiozäne Vulkanite
Biostratigraphische Korrelation
Radiometrische Altersbestimmung
Paläomagnetische Zeitskala

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	86
Summary	86
Geologischer Bau, neogene Schichtfolge und Biostratigraphie im Steirischen Becken	87
Radiometrische Altersbestimmung und biostratigraphische Korrelation	92
Diskussion der stratigraphischen Interpretationsmöglichkeiten der magnetischen Daten im Rahmen der Magnetischen Zeitskala	95
Regionale Bedeutung der radiometrischen Alter der Zentralen Paratethys	96
Literatur	97

* International Geological Correlation Programm (IGCP), Projekt 73/I/25: "Stratigraphic Correlation Tethys-Paratethys Neogene."

¹⁾ Doz. Dr. F. STEININGER, Paläontologisches Institut der Universität Wien, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien, Austria.

²⁾ Dr. G. P. BAGDASARJAN, Laboratoire Géochronologique Nucléaire, Rue Barekamutjan 24, Erivan, UdSSR.

Zusammenfassung

Neue radiometrische Kalium-Argon-Gesamtgesteinsalter des Vulkanstockes von Weitendorf (Bruchsohle, 280 m ü. N. N., AVR 1: $16,8 \pm 0,75$ Mill. J. und Obere Etage, 292 m ü. N. N., AVR 2: $16,0 \pm 0,3$ Mill. J.) und Klausen bei Bad Gleichenberg (Bruchsohle, 312 m ü. N. N., AVR 3: $16,3 \pm 0,9$ Mill. J. und Oberste Etage, 427 m ü. N. N., AVR 4: $15,5 \pm 0,1$ Mill. J.) aus der Steiermark, SE Österreich, werden bekannt gemacht. Die regionalen geologischen Verhältnisse und lithologischen Abfolgen werden kurz besprochen, die biostratigraphische Korrelation dargelegt: Weitendorf: tieferes Unter Badenien = N 8 bis N 9 nach BLOW; Klausen: oberstes Karpatien bis höheres Unter Badenien = N 8 bis N 10 nach BLOW. Auf Grund der normalen Magnetisierung beider Vulkanstöcke wird mit Hilfe ihres radiometrischen Alters und ihrer biostratigraphischen Umgrenzung eine Korrelation mit der Paläomagnetischen Zeitskala diskutiert und versucht: Weitendorf: Epoche 16 vermutlich Event „d“ — Anomalie 5 c; Klausen: Epoche 16 vermutlich im Bereich der Events c bis a zwischen Anomalie 5 B und 5 C.

Auf die Bedeutung dieser radiometrischen Alter für die Datierung der Grenze Karpatien/Badenien um 16,8 Mill. J., des Erstauftretens von *Praeorbulina* zwischen 16,8 bis 16,0 Mill. J. und *Orbulina suturalis* zwischen 16,0 bis 15,5 Mill. J. wird ebenso verwiesen, wie auf die Möglichkeit der Datierung und Korrelation der steirischen Wirbeltierfaunen und der weiten regionalen Verbreitung vulkanischer Tätigkeit im Zeitraum Oberes Karpatien/Unteres Badenien in der Zentralen Paratethys.

Summary

Recent Kalium/Argon whole rock ages are given for volcanic rocks from Styria SE Austria (Weitendorf: base of the quarry AVR 1: 16.8 ± 0.75 M. Y. B. P. and upper level AVR 2: 16.0 ± 0.3 M. Y. B. P.; Klausen near Bad Gleichenberg: base of the quarry: AVR 3: 16.3 ± 0.9 M. Y. B. P. and uppermost level AVR 4: 15.5 ± 0.1 M. Y. B. P.). The regional geology and lithostratigraphy is briefly outlined, the biostratigraphic bracketing of these volcanic rocks and their correlation is discussed (Weitendorf: lower Early Badenien = planktonzones upper part of N 8 to N 9 according to BLOW; Klausen: upper Karpatian to upper Early Badenien = planktonzones N 8 to N 10 according to BLOW).

The magnetisation of both volcanic rocks was shown to be normal. Because of their known biostratigraphic bracketing and their radiometric ages a tentative assignment against the paleomagnetic time scale is discussed.

By these radiometric ages the Karpatian/Badenian boundary is dated approximately with 16.8 M. Y. B. P., the first appearance of *Praeorbulina* between 16.8 and 16.0 M. Y. B. P., the first appearance of *Orbulina suturalis* between 16.0 and 15.5 M. Y. B. P. The importance of these radiometric ages with respect to the correlation of the Styrian vertebrate faunas is pointed out.

The significance of these dates in respect of the regional onset of the widespread Middle Miocene volcanic activity within the Central Paratethys and the radiometric ages of these regions published so far is discussed.

Im Rahmen von zwei Exkursionen (1974, 1975) wurden aus den Basaltbrüchen der Firma Gebrüder SCHLARBAUM in der Steiermark, Werk Weitendorf und Werk Klausen bei Bad Gleichenberg, mehrere Proben zur Ermittlung ihres radiometrischen Alters entnommen. Über Vermittlung von Herrn Dr. D. VASS (Bratislava) wurden von Dr. G. P. BAGDASARJAN im Geochronologischen Labor der Universität Erivan die Gesamtgesteinsalter (Kalium/Argon) dieser Proben gemessen. Die erhaltenen radiometrischen Alter finden sich kurz in STEININGER, RÖGL & MARTINI (1976) angeführt, ohne jedoch auf die Analysendaten, die geologische Position der Basalte, ihre biostratigraphische Einstufung und Korrelation sowie regionale

Bedeutung näher einzugehen. Da uns jedoch radiometrische Alter ohne derartige Angaben nicht sehr aussagekräftig erscheinen, sollen diese hier nachgetragen werden.

VON LIPPOLT et al. wurden 1975 ebenfalls Gesamtgesteinsalter aus einer Probe von Weitendorf und aus einem ca. 50 km entfernten basaltischen Andesit aus Kollnitz im Lavanttal publiziert, jedoch ohne biostratigraphisch fundierte Diskussion der erhaltenen radiometrischen Alter.

Die kürzlich publizierten Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen im Raum Weitendorf—Wundschuh (MAURITSCH, 1975) und die von FLÜGEL (1975 a) angestellten Überlegungen zum Alter des Shoshonites von Weitendorf sowie die durch RYAN et al. (1974) erfolgte Interpretation der Korrelation der paläomagnetischen Zeitskala mit den neogenen Stufengrenzen der mediterranen europäischen Stufengliederung und ihrer daraus indirekt abgeleiteten Alter werden durch die hier gemessenen radiometrischen Alter und ihre biostratigraphische Interpretation wesentlich unterstützt.

Mein Dank gilt der Steinbruchfirma Gebrüder SCHLARBAUM, den Damen und Herren, die mich tatkräftig bei der Feldarbeit während der beiden Exkursionen unterstützt haben, Herrn Doz. Dr. J. SENES und Herrn Dr. D. VASS für die Vermittlung des Probenmaterials und den Herren Dr. W. JANOSCHEK, Dir. Dr. K. KOLLMANN, Dr. H. MAURITSCH, Prof. Dr. A. PAPP, Dr. J. POHL, Dr. F. RÖGL, Prof. Dr. H. SOFFEL, Prof. Dr. E. THENIUS und Prof. Dr. E. ZIRKEL für die wertvollen Hinweise in geologischer und biostratigraphischer Hinsicht während der Abfassung und für die Durchsicht des Manuskriptes.

Geologischer Bau, neogene Schichtfolgen und Biostratigraphie im Steirischen Becken

Das „Steirische Becken“ liegt — als westlichster Teil des Pannonischen Beckens — im Randbereich der Ostabdachung der Alpen (Abb. 1). Dementsprechend wird seine Umrahmung und der Beckenuntergrund von paläozoischen und mesozoischen Gesteinsserien verschiedener tektonischer Einheiten des Alpenkörpers aufgebaut (Abb. 1, 2). Gegen Osten bzw. Südosten wird das „Steirische Becken“ durch die „Südburgenländische Schwelle“ vom eigentlichen „Pannonischen Becken“ abgetrennt (Abb. 2).

Das „Becken“ selbst wird durch die „Sausal Schwelle“ in zwei Teilbecken gegliedert. Das relativ seichte „Weststeirische Becken“ mit intensiver Kohlebildung und den durch die miozänen Vertebratenfaunen (MOTTL, 1970 und MOTTL in: FLÜGEL, 1975, RABEDER & STEININGER, 1975) eingestuften Flözfolgen der Buchten von Eibiswald, Stallhof und Köflach-Voitsberg und das gegen Osten anschließende, wesentlich größere und tiefere „Oststeirische Becken“ (Abb. 2).

Der tektonische Bau des „Oststeirischen Beckens“, seine Untergliederung in einzelne Teilbecken und die neogenen Schichtenfolgen sind durch die erdölgeologischen Untersuchungen und eine Anzahl von Tiefbohrungen sehr gut bekannt und wurden durch KOLLMANN (1965) monographisch dargestellt (siehe Abb. 2 und FLÜGEL & HERITSCH, 1968 und FLÜGEL, 1975 b).

Die generelle neogene Schichtenfolge im „Oststeirischen Becken“ (Abb. 3) zeigt an der Basis eine Limnische Serie mit Rotlehmen, Brekzien und Kohlen,

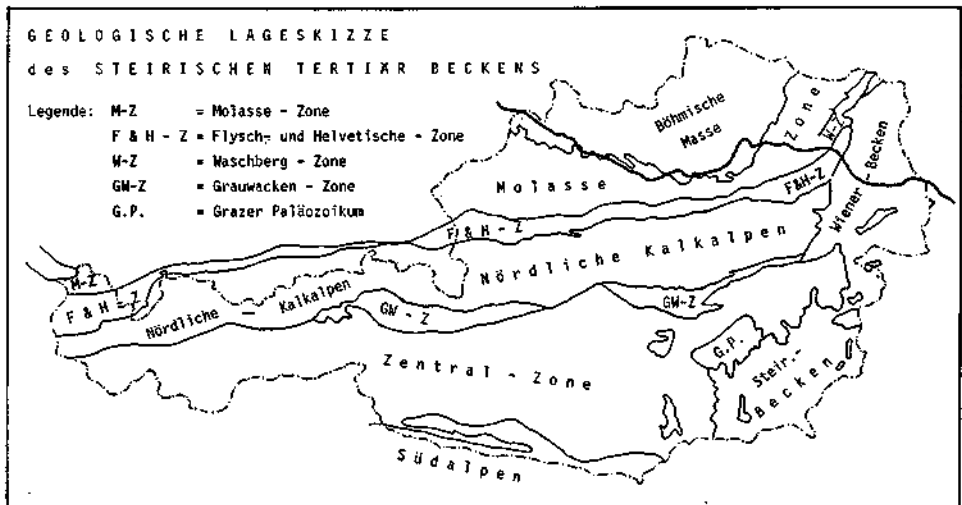


Abb. 1. Geotektonische Einheiten Österreichs.

darüber Mergel mit Kohlespuren und Süßwassergastropoden, Sande und Konglomerate. Darüber die marine Transgression: der „Steirische Schlier“: eine Serie von marinen, harten Tonmergeln, Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten mit oftmaliger Wechsellagerung mit Vulkaniten (Trachyt, Andesit, Dazit und Tuffe) sowie spärlicher Makrofauna und wechselnd reichen Mikrofaunen.

In der Tiefbohrung Perbersdorf 1 (Abb. 2) erbrachte ein tieferes mikrofossilreiches Paket eine über 100 Arten zählende Foraminiferenfauna mit *Uvigerina graciliformis*, es folgt ein mikrofossilarmes Paket und wieder ein mikrofossilreiches Paket mit häufigem Auftreten von *Globigerinoides sicanus* (= *bisphericus*) (KOLLMANN, 1966, S. 511—512).

Der „Steirische Schlier“ wird daher ins höhere Karpatien (s. u.) eingestuft, ein Ergebnis, das durch das kalkige Nannoplankton (MARTINI & MÜLLER, 1975) gestützt wird. Dementsprechend könnte die Linnische Serie an der Basis höheres Ottnangien bis tieferes Karpatien (s. u.) vertreten.

Durch eine meist deutliche Erosionsdiskordanz getrennt, folgt im gesamten „Steirischen Becken“ das marin entwickelte Badenien (s. u. und Abb. 3) mit Tonmergeln, Sanden und Leithakalken mit reichen marinen Faunen. Mit Hilfe der Entwicklung der Foraminiferenfaunen wird es — in Anlehnung an die Gliederung des Badenien im Wiener Becken (PAPP, 1963, JANOSCHEK, 1964; RÖGL, 1975; STEININGER et al., 1976) — in eine Lageniden-, Sandschaler-, Bulminen/Bolivinen- und Rotalien-Zone z. T. mit kontinuierlichem Übergang in das Sarmatien gegliedert (vgl. Abb. 3, KOLLMANN, 1965, FLÜGEL & HERITSCH, 1968 und FLÜGEL, 1975). Die Wechsellagerung von fossilführenden marinen Sedimenten mit vulkanischen Gesteinen hält durch die gesamte Lagenidenzone des Unteren Badenien an (vgl. KOLLMANN, 1965, Taf. 3). In der Sandschalerzone des Mittleren Badenien ist der Vulkanismus im gesamten „Steirischen Becken“ erloschen. In der Bohrung Perlsdorf F 1067 (Abb. 2, KOLLMANN, 1965, Taf. 3, Taf. 5, Profil 4)

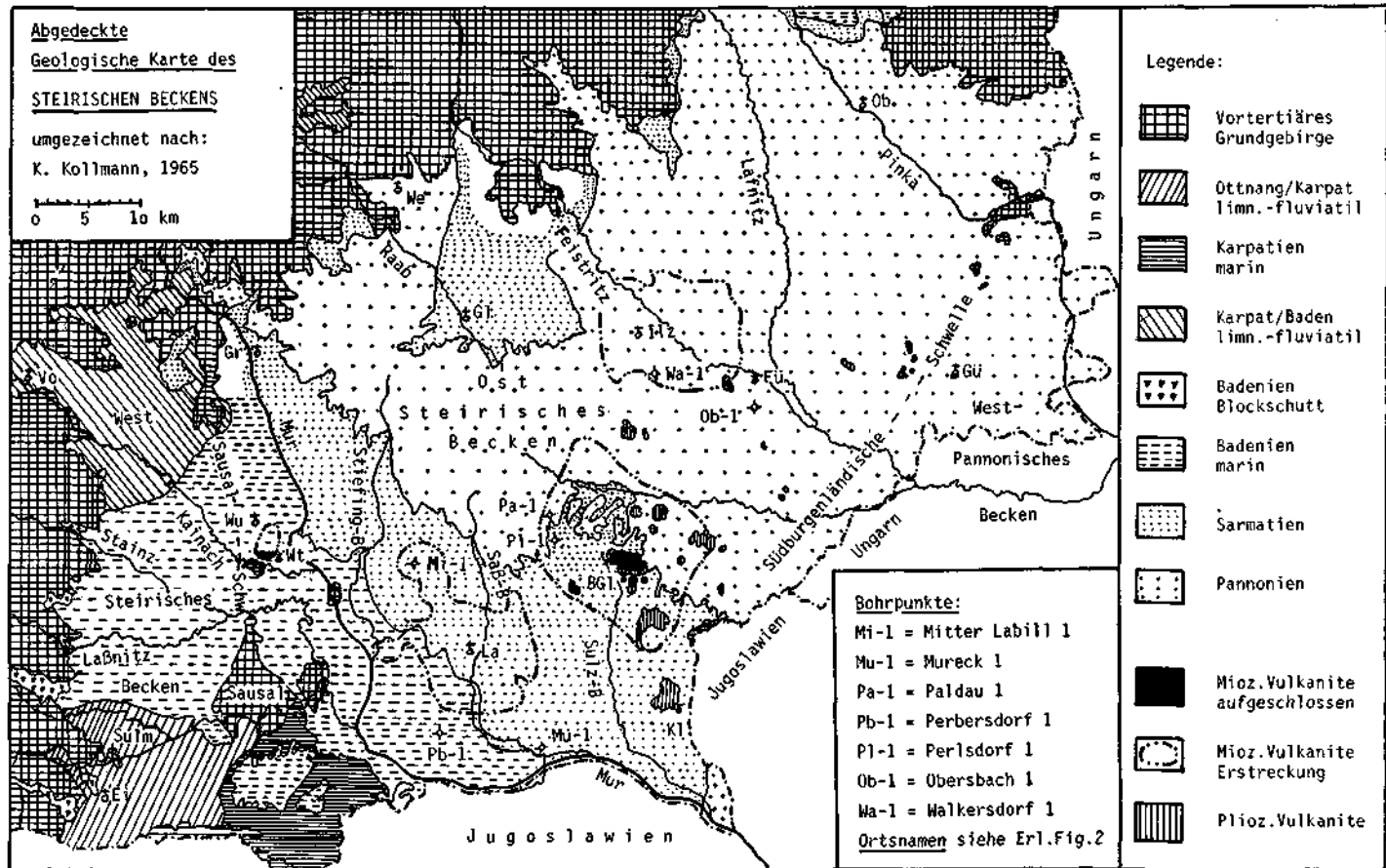


Abb. 2. Abgedeckte geologische Karte des Steirischen Beckens.

Ortsnamenabkürzungen: BGI — Bad Gleichenberg, Ei — Eibiswald, Fü — Fürstenfeld, Gl — Gleisdorf, — Gr — Graz, — Gü — Güssing, Kl — Klöch, La — Landorf, Ob — Oberwart, Vo — Voitsberg, We — Weiz, Wt — Weitendorf, Wu — Wundschuh.

finden sich über den Gleichenberger Vulkaniten Leithakalke der Sandschaler-Zone, auch in den Tiefbohrungen Perbersdorf 1, Mureck 1 und Übersbach 1 (Abb. 2) fehlen in Sedimenten mit Sandschalerfaunen vulkanische Gesteine.

Sarmatien, Pannonien und Pontien (s. u.) sind lithologisch ähnlich entwickelt wie im Wiener Becken (KOLLMANN, 1965), bemerkenswert ist die Entwicklung eines jungen basaltischen Vulkanismus (Abb. 2 und KOLLMANN, 1965, S. 606 ff., HERITSCH, 1967), der auf Grund geomorphologischer Kriterien ins Dazien (= Jungpliozän) gestellt wird.

Im „Weststeirischen Becken“ und seinen Randbuchten (Abb. 2, 3) kommt es an der Basis der miozänen Schichtenfolge ebenfalls zur Bildung von Rotlehmen, es folgen Schotter-, Ton- und Sandfolgen mit geringmächtigen Kohleflözen, die sogenannten Unteren Eibiswalder Schichten; Mittlere (mit den bedeutenden Wirbeltierfaunen aus den Flözfolgen von Eibiswald, Vordersdorf und Wies) und Obere Eibiswalder Schichten (mit den bedeutenden Wirbeltierfaunen aus den Flözfolgen des Raumes von Köflach-Voitsberg) sind charakterisiert durch oft mächtige Tufflagen in den Flözzwischenmitteln und werden transgressiv von marinen Sedimenten des Unteren Badenien (Lagenidenzone) überlagert.

Mittlere und Obere Eibiswalder-Schichten werden auf Grund der Tuffe mit dem marinen Karpatien parallelisiert, die Unteren Eibiswalder Schichten ohne Tuffe als tiefes Karpatien oder Ottnangien betrachtet. Die Tuffzwischenlagen finden sich auch im „Weststeirischen Becken“ nur auf die Sedimente der Lagenidenzone des Unteren Badenien beschränkt. Die weitere Schichtenfolge vgl. KOLLMANN, 1965, und FLÜGEL & HERITSCH, 1968.

Eine Übersicht der regionalen Stufengliederung der „Zentralen Paratethys“ mit den in dieser Arbeit verwendeten Stufenbegriffen (bes. Ottnangien, Karpatien, Badenien usw.), ihrer biostratigraphischen Gliederung samt Indexformen und Korrelation geben CÍCHA et al., 1975, RÖGL, 1975 und STEININGER et al., 1976. Im Rahmen dieser Arbeit sind vor allem die Möglichkeiten der biostratigraphischen Korrelation des oberen Karpatien und der einzelnen Zonen des Unteren und Mittleren Badenien wesentlich (Fig. 3). Das höhere Karpatien läßt sich durch das Erstauftreten von *Globigerinoides sicannus* (= *bisphaericus*) mit dem basalen Bereich der Planktonzone N 8 nach BLOW korrelieren, diese Korrelation wird durch den erst jüngst erfolgten Nachweis von *Helicosphaera ampliaperta*, mit sporadischen untypischen Formen von *Sphenolithus heteromorphus* und damit oberer Bereich der Nannoplanktonzonen NN 4 bis ? basale NN 5 durch MARTINI & MÜLLER, 1975 gestützt. Das höhere Karpatien entspricht daher in der derzeit gebräuchlichen mediterranen europäischen Stufengliederung dem obersten Burdigalien.

Die Unterkante des Badenien und die der unteren Lagenidenzone, werden durch das evolutive Erstauftreten von *Praorbulina* definiert, sowie mit dem markanten Nachweis der Nannoplanktonzone NN 5. Damit ist für das tiefere Untere Badenien und die untere Lagenidenzone eine Korrelation mit dem oberen Bereich der Planktonzone N 8 möglich. Die obere Lagenidenzone des Unteren Badenien wird durch das evolutive Erstauftreten von *Orbulina suturalis* gekenn-

zeichnet, umfaßt damit die Planktonzone N 9 und reicht wahrscheinlich auf Grund des Nannoplanktons und des Vorkommens von *Denticula lauta* (CICHÁ et al., 1975) bis in die Planktonzone N 10.

Das Mittlere Badenien = Sandschalerzone fällt in den obersten Bereich der Nannoplanktonzone NN 5 bis tiefster Bereich der Zone NN 7 und ist daher mit den Planktonzonen N 11 und N 12 pp zu korrelieren.

Im Oberen Badenien = Buliminen-Bolivinenzone und Rotalienzone tritt *Globigerina druryi* auf, charakteristisch für die Planktonzone N 13, mittels Nannoplankton ist eine Korrelation N 12 pp bis N 13 möglich.

Das Untere Badenien mit *Praeorbulina* und *Orbulina suturalis* entspricht in der mediterranen europäischen Stufengliederung dem Langhien, ab der Planktonzone N 10 dem Serravallien.

Radiometrische Altersbestimmung und biostratigraphische Korrelation

Die radiometrisch datierten Proben stammen aus den beiden obertags aufgeschlossenen mittelmiozänen Vulkangebieten Weitendorf—Wundschuh und Bad Gleichenberg. Die Erstreckung dieser Vulkangebiete unterhalb der tertiären und quartären Bedeckung sowie der Nachweis von zwei weiteren obertags nicht anstehenden größeren miozänen Vulkangebieten: Kalsdorf bei Ilz und Landorf ist aus geophysikalischen Messungen und Tiefbohrungen bekannt (vgl. Fig. 2, KOLLMANN, 1965, Taf. 1, MAURITSCH, 1975).

Weitendorf bei Wildon (Abb. 2, 3):

Tiefbruch Fa. Gebr. SCHLARBAUM, Steir. Basalt- und Hartgesteinwerke.

Bruchsohle 278 m ü. N. N. — Probe AVR 1 bei 280 m ü. N. N.

Obere Etage 288 m ü. N. N. — Probe AVR 2 bei 292 m ü. N. N.

Basaltoberkante 320 m ü. N. N.

Der dioritische Basalt von Weitendorf mit allgemein festgestellten Tendenzen zum monzonitischen Magma wird heute generell als Shoshonit angesprochen; eine ausführliche mineralogisch-petrographische Charakterisierung findet sich bei HERITSCH (1967 a, 1967 b, 1975) und HERITSCH & FLÜGEL (1968).

Die radiometrischen Analysen der beiden Proben AVR 1, AVR 2 ergaben folgende Daten bei einer Zerfallskonstanten $\lambda K = 0,585$ (Analyseangaben siehe Tab. 1).

AVR 1: $16,8 \pm 0,75$ Mill. J.

AVR 2: $16,0 \pm 0,3$ Mill. J.

Ein weiteres Datum aus dem Shoshonit von Weitendorf wurde von LIPPOLT et al. (1975) publiziert:

STW 12 B (Weitendorf südl. Graz): $15,2 \pm 0,9$ Mill. J.

Geologische Situation und Biostratigraphie: Der Basaltkörper von Weitendorf überlagert — heute gut aufgeschlossen — im Tiefbruch mit mehr oder weniger ebener Unterfläche makrofossilreiche Sedimente, die am Kontakt leichte Harnischflächen (vgl. FLÜGEL, HAUSER & PAPP, 1952, S. 177 und S. 180, FLÜGEL, 1975) sowie einen „Bleichungsstreifen“ zeigen, der auf geringe thermische Beeinflussung des Sediments durch den Basalt zurückgeführt wird (vgl.

ibidem, 1952, S. 180—181). Eine ähnliche „rostbraune“ Zone am Kontakt mit den unterlagernden Sedimenten konnte von E. ZIRKEL (frdl. mündl. Mitteilung 30. 4. 1976) beobachtet werden. Von PAPP in: FLÜGEL, HAUSER & PAPP (1952, S. 177) werden die nur nahe am Kontakt auftretenden tiefschwarz verfärbten Schalen der Mollusken auf diese thermische Beeinflussung zurückgeführt.

Diese geringe thermische Beeinflussung des unterlagernden Sedimentes spricht für ein submarines Ausfließen des Basaltes, wie rezente Beobachtungen zeigen. Dies wird auch durch die Anordnung der Blasenzüge im Basalt (HERITSCH, 1967 a) und die kugeligen Absonderungen an der Oberfläche des Basaltkörpers, die von FLÜGEL (1975) als vergleichbar mit Pillowlaven gedeutet werden, gestützt.

Auf Grund der paläomagnetischen Untersuchungen von MAURITSCH (1975) muß ferner angenommen werden, daß der Basaltkörper später — vielleicht durch nachschiebendes Magma oder durch Erosion seiner Aufliegefläche — eine bestimmte Rotation und Kippung erfahren hat, worauf auch die oben angeführten Harnischflächen hindeuten.

Der Basaltkörper von Weitendorf wird — heute sichtbar aufgeschlossen — von quartären Schottern und Staublehmen der Kaiserwaldterrasse überlagert. Nach älterer Literatur (DREGER, 1902 und HILBER, 1905) waren im SE des Bruches angelagerte und z. T. auch überlagernde makrofossilführende marine Sedimente festzustellen.

Zu einer ähnlichen Interpretation der An- bzw. Überlagerungen durch marine Sedimente kam auch MAURITSCH (1975, Abb. 2 und 5) auf Grund refraktionsseismischer Messungen im Raum von Weitendorf—Wundschuh.

Zu demselben Ergebnis kommt KOLLMANN (1965, S. 605—606), womit auch die regionalen geologischen Verhältnisse besonders im Gnaser Becken und die Ergebnisse der Tiefbohrungen Perbersdorf 1, Mureck 1 und Perlsdorf F 1067 (KOLLMANN, 1965, Taf. 3) übereinstimmen.

Im Rahmen der durchgeführten paläomagnetischen Untersuchungen MAURITSCH (1975 und frdl. mündl. Mitteilung vom 21. 4. 1976) zeigen sämtliche Proben des Weitendorfer Basaltkörpers eine normale Magnetisierung.

Die reiche Molluskenfauna der Sedimente im Liegenden des Basaltkörpers läßt besonders auf Grund des Vorkommens von *Diloma (Paroxystele) amedei amedei* (BRONG.), *Cerithium (Ptychocerithium) crenatum communicatum* SIEBER, *Turritella (Haustator) partschi partschi* ROLLE, T. (H.) p. *perangulata* (BACH) SIEBER, *Lunatia catena belicina* (BROCC.), *Rostellaria (R.) dentata* GRAT., *Galeodes (G.) cornutus* (AG.), *Clavatulula (C.) louisia* (HOERN. & AUINGER), *C. (C.) styriaca* (H. & A.), *Pecten fuchsi styriacus* (HILB.), *Cardium (Acanthocardium) turonicum grundense* IVOLI-PEYR., *Pitar gigas* LAM., *Mactra cf. bucklandi* DEPR., *Solenocurtus basteroti* DESMOUL. eine Korrelation mit Molluskenfaunen des Typus der Grunder-Schichten zu und damit eine Einstufung in den tieferen Bereich der Lagenidenzone. Dieses Ergebnis wird durch die Ostracodenfauna gestützt (frdl. mündl. Mitteilung von K. KOLLMANN). Zum selben Ergebnis kam PAPP in: FLÜGEL, HAUSER & PAPP (1952). Die in der älteren Literatur (s. o.) zitierte Mollus-

kenfauna der an- bzw. überlagernden Sedimente gehört, soweit dies beurteilt werden kann, demselben stratigraphischen Bereich an.

Die oben angeführten geologischen Argumente begründen eine zeitliche Gleichsetzung der unter-, an- und überlagernden marinen Sedimente mit dem Basaltkörper, womit eine biostratigraphische Einstufung ins Unter Badenien-Lagenidenzone = obere N 8 bis N 9 im Sinn der Planktongliederung als gegeben erscheint.

Klausen bei Bad Gleichenberg (Abb. 2, 3):

Etagenbruch der Fa. Gebr. SCHLARBAUM, Steir. Basalt- und Hartgesteinwerke.

Bruchhauptsohle 310 m ü. N. N. — Probe AVR 3 bei ca. 312 m ü. N. N.

Oberste Etage 400 m ü. N. N. — Probe AVR 4 bei ca. 427 m ü. N. N.

Der derzeit abgebaute Trachyandesit wird allgemein zum normalmonzonitischen bis normalsyenitischen Magmentyp gerechnet und enthält bis zentimetergroße Einsprenglinge von diopsidischen Augit, Olivin, titanreichen Biotit und Plagioklas sowie feinkörnigen Komponenten, wie Labradorit, Pyroxen, Magnetit, Hämatit und Apatit HERITSCH (1963) und HERITSCH & FLÜGEL (1968).

Die radiometrischen Analysen der beiden Proben AVR 3, AVR 4 ergaben bei einer Zerfallskonstanten $\lambda_K = 0,585$ folgende Daten (Analyseangaben siehe Tab. 4):

AVR 3: $16,3 \pm 0,9$ Mill. J.

AVR 4: $15,5 \pm 0,1$ Mill. J.

Ein weiteres als vorläufig bezeichnetes Datum, machte LIPPOLT et al. (1975) bekannt: Bad Gleichenberg — Trachyt-Probe: 14,6 M. Y. B. P.

Geologische Situation und Biostratigraphie: Wie bereits eingangs erläutert (Abb. 2), besitzt der mittelmiozäne Gleichenberger Vulkanstock eine flächenmäßig weite Erstreckung unter der neogenen und quartären Bedekung. Durch die Ergebnisse mehrere Tiefbohrungen (s. o., Abb. 3 und KOLLMANN, 1965, Taf. 1, Taf. 3) ist biostratigraphisch belegbar, daß die vulkanische Tätig-

Proben Nummer	Lokalität	Kalium Gehalt %	K ⁴⁰ 10 ⁻⁶ g/g	% radio-genes Ar ⁴⁰	Ar ⁴⁰ 10 ⁻⁶ cm ³ /g	Ar ⁴⁰ 10 ⁻⁹ g/g	Ar ⁴⁰ K ⁴⁰ 10 ⁻³	Alter Mill. Jahren	Mittelwerte Mill. Jahren $\lambda_{K-0,557}$	Mill. J.	Mittelwerte Mill. Jahren $\lambda_{K-0,585}$
					cm ³ /g	g/g					
AVR-1	Weitendorf Bruchsohle	2,38	2,90	51,5	1,53	2,74	0,94	16,8	17,5 ± 0,6	16,0	16,8 ± 0,75
		2,38	2,90	47,2	1,55	2,77	0,95	17,0		16,1	
		2,38	2,90	19,9	1,65	2,96	1,02	18,2		17,7	
		2,38	2,90	17,4	1,64	2,94	1,01	18,0		17,4	
AVR-2	Weitendorf obere Etage	2,33	2,84	21,3	1,50	2,68	0,94	16,8	17,0 ± 0,4	16,0	16,0 ± 0,3
		2,33	2,84	5,98	1,54	2,76	0,97	17,4		16,5	
		2,33	2,84	11,4	1,45	2,60	0,92	16,5		15,6	
AVR-3	Klausen bei Gleichenberg Bruchsohle	3,69	4,50	25,8	2,26	4,05	0,90	16,1	16,8 ± 0,7	15,4	16,3 ± 0,9
		3,69	4,50	21,6	2,47	4,42	0,98	17,5		17,2	
AVR-4	Klausen bei Gleichenberg obere Etage	4,06	4,95	22,2	2,55	4,56	0,92	16,5	16,3 ± 0,2	15,6	15,5 ± 0,1
		4,06	4,95	23,4	2,49	4,46	0,90	16,1		15,5	

Tab. 1. Radiometrisches Alter: Analysendaten, G. P. BAGDASARJAN, 1975.

keit im Raume Gleichenberg im oberen Karpatien (Bereich mit *Globigerinoides sicannus*, s. o. und Abb. 3) einsetzt und im Unter Badenien (Lagenidenzone) endet und durch das Mittlere Badenien (Sandschalerzone) transgressiv überlagert wird (KOLLMANN, 1965, Taf. 3); darauf weisen auch Trachyandesitgerölle im Nulliporenkalk des Mittleren Badenien hin (WINKLER-HERMADEN, 1927, 1939).

Diese geologische Situation läßt die berechnete Annahme zu, daß die im Bruch Klause aufgeschlossenen Anteile des Gleichenberger Vulkanstockes den jüngeren Anteilen angehören und dementsprechend mit dem höheren Unter Badenien zu parallelisieren sind.

In jüngster Zeit wurden von Dr. J. POHL und Dr. H. SOFFEL (München) paläomagnetische Messungen durchgeführt, die eine normale Polarisierung des Gleichenberger Trachyandesitstockes zeigen (frdl. Mitteilung von Dr. J. POHL, München, Publikation in Vorbereitung).

Auf Grund der biostratigraphischen Daten (s. o. und Abb. 3) kann eine relativ exakte biostratigraphische Korrelation der beiden Vulkankörper mit der derzeitigen Standardstufengliederung des mediterranen Raumes (BERGGREN & V. COUVERING, 1974; MEULENKAMP et al., 1975 und RYAN et al., 1974) gegeben werden. Sie fallen in den Zeitraum oberstes Burdigalien, Langhien und tiefstes Serravallien.

Dieser Zeitraum entspricht auf Grund jüngster radiometrischer Daten (vgl. VASS, 1975, S. 114—117, McDougall & PAGE, 1975) der Zeitspanne zwischen 17 und 15 Mill. J., womit die Ergebnisse der oben angeführten Altersbestimmungen an den beiden Vulkankörpern (16,8 bis 15,5 Mill. J.) gut übereinstimmen.

Diskussion der stratigraphischen Interpretationsmöglichkeiten der magnetischen Daten im Rahmen der Magnetischen Zeitskala

Die Fortschritte in der biostratigraphischen Korrelation der neogenen paläomagnetischen Epochen und ihrer Korrelation mit den magnetischen Anomalien besonders durch BLAKELY (1974), NAKAGAWA et al. (1975), OPDYKE et al. (1974), RYAN et al. (1974) und THEYER & HAMMOND (1974) (vgl. Abb. 3) geben die Möglichkeit, auch eine eventuelle Interpretation der paläomagnetischen Daten der Basaltkörper von Weitendorf und Klause bei Bad Gleichenberg zu diskutieren.

Auf Grund der paläomagnetischen Bearbeitung der italienischen Stratotypus-Profile durch NAKAGAWA et al. (1974) liegt das Erstauftreten von *Orbulina suturalis* in einem normal magnetisierten Abschnitt des Cessole-Profiles, der unter Bezugnahme auf die Arbeit von OPDYKE et al. (1974) mit dem basalen normalen Event der Epoche 15 korreliert wurde.

Nach THEYER & HAMMOND (1974) fällt die Grenze der Radiolarienzone *Calycocycletta costata/Dorcadospyrus alta* in den oberen Teil der Epoche 16 in einen Bereich, der wahrscheinlich mit dem Event „c“ dieser Epoche zu korrelieren ist (Abb. 3). Da das Erstauftreten von *Orbulina suturalis* unmittelbar über dieser Radiolarienzone-Grenze liegt, interpretieren THEYER & HAMMOND das Orbulinen-Datum in den oberen Teil der Epoche 16, zwischen ca. 15,0 bis 15,5 Mill. J., bei einer Dauer der Epoche 16 von 14,8 bis 17,6 Mill. J. Ihre Interpretation wird auch von BERGGREN & V. COUVERING (1974, Abb. 15) übernommen.

Durch eine Überarbeitung der Korrelation der Abfolge der paläomagnetischen Epochen mit den paläomagnetischen Anomalien unter Einbeziehung und Reinterpretation der oben angeführten Daten und Arbeiten, setzten RYAN et al. (1974, Abb. 3—6, Tab. 7) das Orbulinen-Datum mit 16,0 M. Y. in den obersten reversen Abschnitt der Epoche 16 (Dauer: 15,6 bis 17,9 M. Y.) und das Erstauftreten von *Globigerinoides bisphericus* (= *sicanus*) mit 16,8 M. J. im mittleren Bereich der Epoche 16 an (Abb. 3).

Diese Ergebnisse von THEYER & HAMMOND und RYAN et al. legen für die steirischen Vulkanite nachfolgende Interpretation nahe (vgl. Abb. 3): Auf Grund der normalen Magnetisation der beiden radiometrischen Alter mit einem Mittelwert um 16,4 Mill. J. und der Unter-, An- bzw. Überlagerung des Weitendorfer Vulkanstockes durch Unteres Badenien, ist die Genese dieses Basaltkörpers am ehesten in dem normalen Event „d“ der Epoche 16 (= oberster Bereich der Anomalie 5 c) anzusetzen.

Der ebenfalls normal magnetisierte Vulkanstock des Bruches Klause bei Bad Gleichenberg erbrachte zwei relativ jüngere radiometrische Alter (Mittelwert um 15,9 Mill. J.). Das Gleichenberger Vulkanmassiv wird durch Mittleres Badenien (s. o.) überlagert. Es ist daher durchaus möglich, daß der obertags im Bruch Klause aufgeschlossene und als normal magnetisiert vermessene Anteil des Gleichenberger Vulkanmassives einem höheren normalen Event (c—b- oder a) der Epoche 16 zuzuordnen ist, die auf Grund der Arbeiten von THEYER & HAMMOND zwischen den Anomalien 5 B und 5 C einzufügen sein müßten.

Während bei der Zugrundelegung der oben zitierten Arbeiten biostratigraphische, radiometrische und paläomagnetische Ergebnisse noch relativ gut in Einklang zu bringen sind, ist dies bei einem Interpretationsversuch nach der durch die "Polarity Subcommittee" 1976 publizierten Tabelle (WATKINS, 1976) nicht möglich. In dieser Tabelle wird nur die Abgrenzung der ersten 13 Epochen festgelegt; biostratigraphisch würden demnach die steirischen Vulkanite in den Bereich der normalen Abschnitte zwischen der Anomalie 5 a und 5 b um ca. 13,3 bis 15,8 Mill. J. fallen. Auf Grund der radiometrischen Daten jedoch dem normalen Abschnitt der Anomalie 5 b und dem nächst jüngeren normalen Abschnitt entsprechen.

Diese Diskussion zeigt, daß es fragwürdig ist und außerordentlich unsicher bleibt, mehr oder weniger isolierte, d. h. nicht auf längeren Profilen beruhende paläomagnetische Ergebnisse, trotz guter biostratigraphischer und radiometrischer Daten, mit der paläomagnetischen Zeitskala korrelieren zu wollen.

Regionale Bedeutung der radiometrischen Alter der Zentralen Paratethys

Die radiometrischen Alter von Weitendorf datieren den tieferen Anteil des Unteren Badeniens und damit wahrscheinlich den engeren Grenzbereich Karpatien und Badenien. Der Präorbulinen-Bereich ist damit zwischen 16,8 und 16,0 Mill. J. anzusetzen. Die etwas jüngeren Alter von Klause bei Bad Gleichenberg datieren, wie oben dargelegt, den höheren Anteil des Unteren Badenien mit dem Orbulinen-Bereich und unterstützen die Ansicht von RYAN et al. (1974) des Erstauftretens von *Orbulina suturalis* zwischen 16,0 und 15,5 Mill. J.

Bedeutend sind diese radiometrischen Alter und ihre Korrelation ferner hinsichtlich der damit möglichen Datierung der steirischen Wirbeltierfaunen des Karpatien und Badenien, die in letzter Zeit für die einzelnen Flözhorizonte von MOTTL (1970) und MOTTL in: FLÜGEL (1975) zusammenfassend dargestellt wurden, sowie für die von KLAUS (1954) durchgeführten sporensynchronologischen Gliederungen der einzelnen Flöz-niveaus.

Diese radiometrischen Alter bzw. die mittelmiozänen Vulkanite der Steiermark stehen im Zusammenhang mit dem Beginn einer in der Zentralen Paratethys in diesem Zeitraum weit verbreiteten vulkanischen Tätigkeit. Diese ist im slowenischen Anteil des Pannonischen Beckens im Oberen Karpatien bis zum Unteren Badenien, ab dem Oberen Karpatien entlang des Innenrandes des Karpatenbogens in der West-, Süd- und Ostslowakei sowie in Nord- und Nordostungarn und der Karpatoukraine, dem Transsylvanischen Becken und dem westlichen Apusen- und Banatischen Sedimentationsräumen in Rumänien deutlich ausgeprägt. Zeitlich treten die vulkanischen Zyklen hier besonders im Bereich des Unteren und Oberen Badenien und Sarmatiens auf. Aus diesem Raum liegen innerhalb des Bereiches der Planktonzonen N 9 bis N 10 (= Obere Lagenidenzone des Unter Badenien) radiometrische Alter von Andesiten vor: $15,4 \pm 0,7$ Mill. J. und $17,8 \pm 0,8$ Mill. J. (VASS, 1975, S. 115).

Ebenso findet sich ein zeitäquivalenter Zyklus vulkanischer Tätigkeit in der Vortiefe der Karpaten vom westlichen Anteil in der CSSR über Polen, der UdSSR bis Rumänien. Am weitesten verbreitet sind hier Vulkanite im oberen Karpatien und dem Unteren Badenien, sie fehlen größtenteils im Mittleren Badenien und beginnen wieder im Oberen Badenien und Sarmatien. Aus diesem Raum liegen im Bereich der Planktonzonen N 9 bis N 10 (= Obere Lagenidenzone des Unteren Badenien) radiometrische Alter von Rhyodazit-Tuffen vor: $15,1 \pm 0,5$ Mill. J. und $15,7 \pm 0,5$ Mill. J. (VASS, 1975, S. 115).

Literatur

- BERGGREN, W. A., & v. COUVERING, J. A.: The Late Neogene. Biostratigraphy, geochronology and paleoclimatology of the last 15 million years in marine and continental sequences. — *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 16 (Spec. Iss.), 1—216, Amsterdam (Elsevier) 1974.
- BLAKELEY, R. J.: Geomagnetic Reversals and Crustal Spreading Rates during the Miocene. — *J. Geophys. Res.*, 79, 2979—2985, 1974.
- CICHA, I., MARINESCU, F., & SÉNES, J. et al.: Correlation du Néogène de la Paratéthys Centrale. — *Geol. Surv. Prague*, 1—33, Prag 1975.
- CICHA, I. et al.: Die Biozonen jungtertiärer Becken der Westkarpaten. — *Proc. 6th Congr. Reg. Comm. Med. Neog. Stratigr. Bratislava*, 1, 99—110, Bratislava 1975.
- DREGER, J.: Alter des Weitendorfer Basaltes. — *Verh. Geol. Reichsanst.*, 218, Wien 1902.
- FLÜGEL, H. W.: Das Alter des Shoshonites von Weitendorf, Steiermark. — *Joanneum, Mitteilbl.*, 42/1975, 279—280, Graz 1975 a.
- FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes. — 2. Aufl., Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergbau, Landesmus. Joanneum, Sdh. 1, 288, Graz 1975 b.
- FLÜGEL, H., & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär Becken. — 2. Aufl., Samml. Geol. Führer, 47, 196, Berlin-Stuttgart (Borntraeger) 1968.

- FLÜGEL, H., HAUSER, A., & PAPP, A.: Neue Beobachtungen am Basaltvorkommen von Weitendorf bei Graz. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 161, 173—184, Wien 1952.
- HERITSCH, H.: Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93, 206—226, Graz 1963.
- HERITSCH, H.: Eine chemische Analyse des Basaltes (Shoshonites) von Weitendorf, südlich von Graz, Steiermark. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Jg. 1967, 223—226, Wien 1967 a.
- HERITSCH, H.: Über die Magmenentfaltung des Steirischen Vulkanbogens. — Contr. Min. Petrol., 15, 330—344, Berlin 1967 b.
- HERITSCH, H.: Untersuchungen an dem vulkanischen Gestein der Bohrung Ponigl bei Weitendorf, südlich von Graz. — Joanneum, Min. Mitteilbl., 42/1975, 259—268, Graz 1975.
- HILBER, U.: Basaltlakkolith bei Weitendorf, Steiermark. — Zbl. Min. Geol. & Paläont., Jg. 1905, 397—402, Stuttgart 1905.
- JANOSCHEK, R.: Das Tertiär in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, 319—360, Wien 1963.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 479—632, Wien 1965.
- LIPPOLT, J., BARANYI, I., & TODT, W.: Das Kalium-Argon-Alter des Basaltes vom Lavant-Tal in Kärnten. — Aufschluß, 26/6, 238—242, Heidelberg 1975.
- MAURITSCH, H.: Geophysikalische Untersuchungen an den Vulkaniten im Raum Weitendorf-Wundschuh, Steiermark. — Joanneum, Min. Mitteilbl., 42/1975, 269—278, Graz 1975.
- MCDougALL, I., & PAGE, R. W.: Toward a physical time-scale for the Neogene-Data from the Australian Region. — ex: SAITO, T., & BURCKLE, L. H. (ed.s): Late Neogene Epoch Boundaries. — Micropaleont. Spec. Publ., 1, 75—84 New York 1975.
- MEULENKAMP, J. E.: Report of the Working Group on Micropaleontology. — Rep. Activity R. C. M. N. S. Working Group (1971—1975), 10—29, Bratislava (SAV) 1975.
- MOTTL, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark Südost-Österreichs. — Mitt. Geol. Paläont. Bergb., Landesmus. Joanneum, 31, 79—168, Graz 1970.
- MOTTL, M.: VI/4. Die jungtertiären Säugetierfaunen des Grazer Berglandes. — 130—152 in: FLÜGEL, H. W., 1975 b: Die Geologie des Grazer Berglandes. — 2. Aufl., Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, Sdh., 1, Graz 1975.
- NAKAGAWA, H., NIITSUMA, N., KITAMURA, N., MATOBA, Y., TAKAYAMA, T., & ASANO, K.: Preliminary results on magnetostratigraphy of Neogene stage stratotype sections in Italy. — Riv. Ital. Paleont., 80, 615—630, Milano 1974.
- NAKAGAWA, H., NIITSUMA, N., KIMURA, K., & SAKAI, T.: Magnetic stratigraphy of Late Cenozoic stages in Italy and their correlatives in Japan. — ex: SAITO, T., & BURCKLE, L. H. (ed.s): Late Neogene Epoch Boundaries. — Micropaleont. Spec. Publ., 1, 64—70, New York 1975.
- OPDYKE, N. D., BURCKLE, L. H., & TODD, A.: The extension of the magnetic time scale in sediments of the Central Pacific ocean. — Earth. Planet. Sci. Lett., 22, 300—306, Amsterdam 1974.
- PAPP, A.: Die biostratigraphische Gliederung des Neogens im Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, 255—317, Wien 1963.
- RABEDER, G., & STEININGER, F.: Die direkten biostratigraphischen Korrelationsmöglichkeiten von Säugetierfaunen aus dem Oligo/Miozän der Zentralen Paratethys. — Proc. 6th Congr. Reg. Comm. Med. Neog. Stratigr. Bratislava, 1, 177—183, Bratislava 1975.
- RÖGL, F.: Die planktonischen Foraminiferen der Zentralen Paratethys. — Proc. 6th Congr. Reg. Med. Neog. Stratigr. Bratislava, 1, 113—120 Bratislava 1975.
- RYAN, W. B. F., CITA, M. B., DREYFUS-RAWSON, M., BURCKLE, L. H., & SAITO, T.: A Paleomagnetic Assignment of Neogene Stage Boundaries and the Development of Isochronous Datum Planes Between The Mediterranean, The Pacific and Indian Oceans. In Order to Investigate The Response of The World Ocean to The Mediterranean "Salinity Crisis". — Riv. Ital. Paleont., 80, 631—688, Milano 1974.

- STEININGER, F., RÖGL, F., & MARTINI, E.: Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — *Newsl. Stratigr.*, 4, 174—202, Berlin-Stuttgart 1976.
- THEYER, F., & HAMMOND, S. R.: Paleomagnetic Polarity Sequence and Radiolarian Zones, Brunhes to Polarity Epoch 20. — *Earth Planet. Sc. Lett.*, 22, 307—319, Amsterdam 1974.
- VASS, D.: Report of the Working Group on Radiometric Age and Paleomagnetism. — *Rep. Activity R. C. M. N. S. Working Group (1971—1975)*, 103—117, Bratislava (SAV) 1975.
- WATKINS, N. D.: Polarity Subcommittee sets up some guidelines. — *Geotimes*, April 1976.
- v. WINKLER-HERMADEN, A.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Gleichenberg (Z. 18, Kol. XIV, Nr. 5256). — *Geol. Bundesanst.*, 1—164, Wien 1927.
- v. WINKLER-HERMADEN, A.: Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des Steirischen Beckens. — *Sammlg. Geol. Führer, R. Ost-Alpenführer*, 36, 209, Berlin (Borntraeger) 1939.

Manuskript eingereicht im Mai 1976.