

# Beitrag zur Lithostratigraphie des Oststeirischen Beckens (Neogen/Pannonium; Österreich)

Martin GROSS

GROSS, M., 2003: Beitrag zur Lithostratigraphie des Oststeirischen Beckens (Neogen/Pannonium; Österreich). – In: PILLER, W. E. (Ed.): *Stratigraphia Austriaca*. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm. 16: 11–62, 18 Fig., 2 Tab., 1 Beil., Wien.

**Zusammenfassung:** Im zentralen Oststeirischen Becken werden zwei Formationen, die Feldbach-Fm. und die Paldau-Fm., gemäß den derzeit gültigen lithostratigraphischen Richtlinien definiert. Die in zwei Subformationen gegliederte, 30–50 m mächtige Feldbach-Fm. (Unteres Pannonium; *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z. bis ?*C. hoernesii*-B.Z.) überlagert mit Congerien-führenden, massigen Mergeln und Silten/Tonen mit Feinsandlagen (Eisengraben-SbFm.) die Gleisdorf-Fm. (Oberes Sarmatium bis Unteres Pannonium; „N.“ *granosum*-B.Z. bis *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z.). Der Hangendanteil (Sieglegg-SbFm.) besteht aus Sand-Silt-Wechselfolgen. Vereinzelt treten dm-mächtige Braunkohlenflöze auf.

Hangend der Feldbach-Fm. folgt die 100–160 m mächtige Paldau-Fm. (Unteres Pannonium; ?*C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z. bis *C. hoernesii*-B.Z.). Innerhalb dieser Formation werden fluviatile (Kapfenstein-SbFm., Kirchberg-SbFm., Karnerberg-SbFm.) und limnische-?deltatische Subformationen (Mayerhanselberg-SbFm.) beschrieben. Sandige Kiese, Sande, Wechselfolgen von Feinsand/Silt und Silt/Ton bilden das lithologische Inventar der fluviatilen Subformationen. Die Mayerhanselberg-SbFm. wird von Sanden, Silten/Feinsanden aufgebaut, in die dm-mächtige Braunkohlen und eine fossilreiche Mergelbank (Münzengraben-Bk.) eingeschaltet sind. Die Liegendgrenze der Paldau-Fm. wird mit dem erosiven Einsetzen grobklastischer Sedimente (an der Basis der Kapfenstein-SbFm.) bzw. mit dem Auftreten mächtigerer Sande (an der Basis der Mayerhanselberg-SbFm.) über den vorwiegend feinklastischen Ablagerungen der Feldbach-Fm. gezogen.

Im Hangenden der Paldau-Fm. folgen die „Schichten von Loipersdorf und Unterlamm“ (Mittleres Pannonium; ?*C. partschi*- bis ?*C. subglobosa*-B.Z.) und der erosiv auflagernde „Taborer Schotter“ (Oberes Pannonium; ?*Viviparus*-B.Z.). Die lithostratigraphische Bewertung dieser aus Wechsellaagerungen von Sanden, Silten/Tonen und untergeordneten Kieslagen bzw. vorwiegend aus Kiesen/Sanden aufgebauten Schichtfolgen, bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten.

**Abstract:** Two formations, the Feldbach Fm. and the Paldau Fm., are described based on the present valid rules of lithostratigraphy in the central East Styrian Basin.

The 30–50 m thick Feldbach Fm. (Lower Pannonian; *C. ornithopsis/M. impressa*- to ?*C. hoernesii*-Biozone), which is divided into two members, overlies with Congerian-rich, massive marls and silts/clays with finesand-layers (Eisengraben Mb.) the Gleisdorf Fm. (Upper Sarmatian to Lower Panno-

nian; "N." *granosum*- to *C. ornithopsis*/*M. impressa*-Biozone). The upper part (Sieglegg Mb.) consists of sand-silt-alternations with coal seams tens of cm thick.

Above the Feldbach Fm. follows the 100–160 m thick Paldau Fm. (Lower Pannonian; ?*C. ornithopsis*/*M. impressa*- to *C. hoernesii*-Biozone). Within this formation, fluvial (Kapfenstein Mb., Kirchberg Mb., Karnerberg Mb.; lithology: sandy gravels, sands, fine sand/silt interbeddings and silts/clays) and possibly limnic-deltaic members (Mayerhanselberg Mb.) are described. The Mayerhanselberg Mb. consists of sands and silts/fine sands with interbedded coal seams tens of cm thick and a fossil-rich marl-layer (Münzengraben Bed). The lower boundary of the Paldau Fm. is formed either by the occurrence of coarse clastic sediments (at the erosive base of the Kapfenstein Mb.) or thicker sand beds (at the base of the Mayerhanselberg Mb.).

Above the Paldau Fm. follow the "Schichten von Loipersdorf und Unterlamm" (Middle Pannonian; ?*C. partschi*- to ?*C. subglobosa*-B.Z.) and the erosive "Taborer Schotter" (Upper Pannonian; ?*Viviparus*-B.Z.). The exact lithostratigraphic arrangement of these sands, silts/clays and gravels or mainly gravelly/sandy sediments remains unclear.

**Key words:** East Styrian Basin, lithostratigraphy, Lower Pannonian, *Congeria ornithopsis*- to *Congeria hoernesii*-Biozone, limnic-fluviatile sediments

## Inhalt

1. Einleitung . . . . .	12
2. Chrono- und Biostratigraphie des Pannonium . . . . .	14
3. Definition der lithostratigraphischen Einheiten . . . . .	16
3.1. Feldbach-Formation . . . . .	17
3.1.1. Eisengraben-Subformation . . . . .	23
3.1.2. Sieglegg-Subformation . . . . .	25
3.2. Paldau-Formation . . . . .	29
3.2.1. Kapfenstein-Subformation . . . . .	35
3.2.2. Mayerhanselberg-Subformation . . . . .	39
3.2.2.1. Münzengraben-Bank . . . . .	42
3.2.3. Kirchberg-Subformation . . . . .	44
3.2.4. Karnerberg-Subformation . . . . .	47
4. Erläuterungen zur geologischen Karte des zentralen Oststeirischen Beckens . . . . .	51
Literatur . . . . .	56

## 1. EINLEITUNG

Das Steirische Becken (Fig. 1) ist Teil des durch miozäne Dehnungstektonik angelegten Pannonischen Beckensystems (vgl. NEUBAUER & GENSER, 1990). Seine bis zu 4000 m mächtige Beckenfüllung ist durch Trans- und Regressionen der Zentralen Paratethys und vulkanische Aktivitäten geprägt. Durch die Mittelsteirische Schwelle wird es in ein Weststeirisches und ein Oststeirisches Becken gegliedert. Die Abgrenzung des Oststeirischen Beckens zum Westpannonischen Raum übernimmt die NE-SW-streichende Südburgenländische Schwelle. Intern erfolgt durch die Auersbacher Schwelle eine weitere Differenzierung in das Gnaser und das Fürstenfelder Becken. Der N-Rand ist durch Grundgebirgsvorsprünge in Buchten (z.B. Bucht von Weiz) gegliedert (KRÖLL et al., 1988).

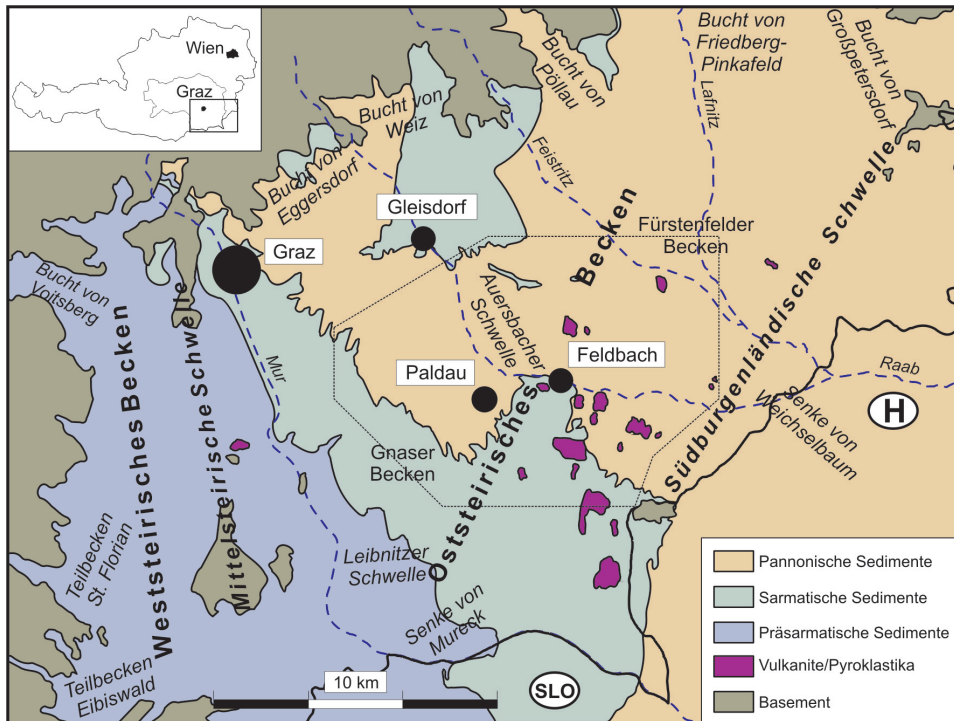


Fig. 1: Geologische Übersichtsskizze des Steirischen Beckens. Der in Beilage 1 dargestellte Kartenausschnitt ist durch das Polygon markiert.

Den größten Teil der im Oststeirischen Becken aufgeschlossenen Sedimente bilden die wenige hundert Meter mächtigen, limnisch-fluviatilen Ablagerungen des Pannonium (vgl. Beil. 1). Obwohl seit rund 150 Jahren Daten zur Lithologie gesammelt werden – geologische Karten dieses Gebietes erstellt werden (GRÄF & FRITZ, 1999) – existieren für die pannonische Schichtfolge keine validen lithostratigraphischen Einheiten (sensu SALVADOR, 1994; STEININGER & PILLER, 1999). Ausgehend von Kartierungen des Autors im zentralen Becken (GROSS, 1997) wird mit der lithostratigraphischen Gliederung begonnen. Eine wesentliche Grundlage ist die detaillierte Arbeit von KOLLMANN (1965). Die dort vorgestellten Kartierungsergebnisse bilden die Basis der graphischen Darstellung der neuen Formationen (Kapitel 4, Beil. 1).

Neben Sedimentgesteinen sind im Untersuchungsgebiet vulkanogene Gesteine aufgeschlossen, die zwei, zeitlich voneinander getrennten Eruptionsphasen zuzuordnen sind (vgl. Kapitel 4). Meist lagern die pannonischen Ablagerungen älteren Sedimenten auf. Nur lokal wurden von WINKLER (1927 a) Erosionserscheinungen an den kalkalkalischen Vulkaniten der karpatisch/badenischen Phase beschrieben („Brandungsterrassen“; vgl. auch WINKLER-HERMADEN, 1957). Der plio-/pleistozäne, Na-betonte Vulkanismus bildet basaltische Lavadecken und zahlreiche pyroklastisch gefüllte Durchschlagsröhren („Pipes“). Bis auf lokale Frittionen beschränkt sich die Beziehung dieser vulkanogenen

Gesteine zu den sedimentären Formationen auf diskordantes „Durchschlagen“ (vgl. PÖSCHL, 1991; FRITZ, 1996 a, b; EBNER & SACHSENHOFER, 1991: Inkohlungswerte!). Die hierarchische Position der Vulkanite und ihre Eingliederung in ein lithostratigraphisches Gesamtkonzept wird diskutiert (FRITZ, 2000).

Die Einbindung der Vielzahl von Tiefenaufschlüssen (Thermal- und Kohlenwasserstoffbohrungen, artesische Brunnen, etc.) und seismischen Daten bleibt (vorerst) weitgehend ausgespart (vgl. z.B. ZETINIGG, 1982; EBNER et al., 1986; EBNER, 1988; GOLDBRUNNER, 1988, 2000; KRÖLL et al., 1988; EBNER & SACHSENHOFER, 1991; FRIEBE & POLTNIG, 1991; SCHEIFINGER et al., 1999). Ergebnisse, die in den letzten Jahren durchgeführten seismischen Untersuchungen im Raum Fürstenfeld-Ilz und deren sequenzstratigraphische Interpretation finden sich in KOSI et al. (2003).

Informationen zur Erforschungsgeschichte dieses Gebietes und zur Beckenentwicklung liefern z.B. STUR (1871), WINKLER (1913, 1927 b), WINKLER-HERMADEN (1939, 1951, 1957; vgl. auch KOLLMANN, 1965, 1980; FLÜGEL, 1975; EBNER & SACHSENHOFER, 1991; HOLZER, 1994; SACHSENHOFER, 1996; FRITZ, 2000; GROSS, 2000 b).

## 2. CHRONO- UND BIOSTRATIGRAPHIE DES PANNONIUM

In der Stufen-Gliederung der Zentralen Paratethys umfaßt die Stufe des Pannonium den Zeitraum zwischen Sarmatium und Pontium (Tab. 1). Die Grenzen sind biostratigraphisch definiert (PAPP, 1985 c).

Die im Sarmatium bestehenden Verbindungen zwischen Zentraler und Östlicher Paratethys (z.B. über die Südkarpaten in der Nähe des Eisernen Tores) werden zu Beginn des Pannonium unterbrochen (tektonisch und/oder eustatisch bedingt?, vgl. MAGYAR et al., 1999 b). Während sich die reduzierte marine Sedimentation mit „sarmatotypen“ Faunen in der Östlichen Paratethys fortsetzt, kommt es durch verstärktes Aussüßen der Zentralen Paratethys (= Pannonischer See) zu einem markanten Faunenwandel – hin zur charakteristischen „Congerien-Melanopsiden-Fazies“ (STEININGER & RÖGL, 1985).

Diese Faziesdifferenzierung bedingt eine unterschiedliche Auffassung des zeitlichen Umfanges des Sarmatium in Zentraler und Östlicher Paratethys (vgl. Sarmatium s. str. versus Sarmatium s. l.; Tab. 1) und erschwert die biostratigraphische Korrelation (vgl. RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996). Vor allem durch das Erscheinen des dreizehigen Pferdes „*Hipparion*“ im Unteren Pannonium des Wiener (und Steirischen) Beckens und im Oberen Bessarabium des Dazischen Beckens scheint die Korrelation dieser Stufen gesichert (RÖGL, 1998).

Traditionell basiert die biostratigraphische Zonierung des Pannonium auf Molluskenfaunen (v. a. Congerien) und deren Evolution (vgl. MAGYAR et al., 1999 a). Im Oststeirischen Becken wird die von PAPP (1951) für das Wiener Becken entwickelte Gliederung („PAPP-Zonen“) verwendet (vgl. KOLLMANN, 1965; PAPP, 1985 e; Tab. 1). Diese Biozonen sind stark faziesgebunden und zum Teil heterochron. Es ist nicht möglich eine einheitliche (Bio-)Zonierung für den Pannonischen Raum zu erstellen (TRUNKO, 1996; MAGYAR et al., 1999 a, b).

Die Abgrenzung des Pannonium gegen das Pontium und die Korrelation zwischen den verschiedenen Becken ist unklar (vgl. MAGYAR et al., 1999 a). Seit der erstmaligen Verwendung der Bezeichnung „pannonische Stufe“ für eine Schichtfolge im Hangenden

RÖGL & DAXNER-HÖCK (1996), DAXNER-HÖCK (2001)							MAGYAR et al. (1999 a)						
Absolutes Alter in Ma.	Serie	Stufe			Mollusken-Biozonen im Wiener Becken	"PAPP-Zonen" ELMMZ MN-Zonen	Mollusken-Biozonen im Pannonischen Becken						
		Mediterran	Paratethys				litoral	sublitoral	Tiefwasser				
			Zentrale	Östliche									
4	Pliozän	Zancleum	Dazium	Kimmerium	?	Ruscinium	"Paludina Schichten" (Süßwasser)						
5		Messinimum	Pontium				Pontium	<i>P. vodopici</i> -B.Z.	<i>C. rhomboidea</i> -B.Z.	<i>C. prae-rhomboidea</i> -B.Z.	<i>C. digitifera</i> -B.Z.		
6	Oberes Miozän	Tortonium	Oberes Pannonium	Maeotium	?	Turollum	<i>P. vutskitsi</i> -B.Z.	<i>C. rhomboidea</i> -B.Z.				<i>C. prae-rhomboidea</i> -B.Z.	<i>C. digitifera</i> -B.Z.
7							<i>P. dainellii</i> -B.Z.						
8							<i>P. carbonifera</i> -B.Z. <i>L. serbicum</i> -B.Z.						
9	Mittleres Miozän	Sarmatium s.l.	Mittleres Pannonium	Maeotium	?	Vallesium	<i>L. decorum</i> -B.Z.	<i>C. prae-rhomboidea</i> -B.Z.				<i>C. prae-rhomboidea</i> -B.Z.	<i>C. digitifera</i> -B.Z.
10							<i>L. ponticum</i> -B.Z.						
11	Unteres Miozän	Sarmatium s.l.	Unteres Pannonium	Maeotium	?	Astaracium	<i>L. conjugens</i> -B.Z.	<i>C. rhomboidea</i> -B.Z.				<i>C. prae-rhomboidea</i> -B.Z.	<i>C. digitifera</i> -B.Z.
12							<i>C. hoernesii</i> -B.Z.						
13							<i>C. ornithopsis</i> -B.Z.						
							<i>L. schedelianum</i> -B.Z.	<i>C. banatica</i> -B.Z.				<i>C. banatica</i> -B.Z.	<i>C. banatica</i> -B.Z.
							<i>C. ornithopsis</i> -B.Z.		<i>"L". prae-ponticum</i> -B.Z.				

Tab. 1: Stratigraphische Korrelationstabelle (nach RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996; MAGYAR et al., 1999 a; DAXNER-HÖCK, 2001). Ma. = Millionen Jahre, ELMMZ = European Land Mammal Mega-Zone, MN = Neogene Mammal Zone, B.Z. = Biozone, C. = *Congeria*, L. = *Lymnocardium*, M. = *Melanopsis*, P. = *Prosodacnomya*.

des Sarmatium und im Liegenden des Quartärs durch ROTH v. TELEGD (1879) wurde der Umfang dieser Stufe sehr unterschiedlich bewertet (vgl. WINKLER-HERMADEN, 1957; PAPP, 1985 a; STEVANOVIC, 1989; RÖGL et al., 1993; RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996).

Vorliegende Arbeit folgt RÖGL & DAXNER-HÖCK (1996, vgl. RÖGL et al., 1993; DAXNER-HÖCK, 2001). Nach der Korrelationstabelle dieser Autoren werden die *C. ornithopsis/M. impressa*- und die *C. hoernesii*-B.Z. ( $\cong$  „Zonen“ A/B und C) zum Unteren Pannonium, die *C. partschi*- und *C. subglobosa*-B.Z. ( $\cong$  „Zonen“ D/E) zum Mittleren Pannonium und die *C. neumayri/C. zahalkai*- und *Viviparus*-B.Z. ( $\cong$  „Zonen“ F, G/H) zum Oberen Pannonium gerechnet (vgl. PAPP, 1951; KOLLMANN, 1965; RÖGL & STEININGER, 1989).

Moderne biostratigraphische Arbeiten existieren für das Pannonium des Oststeirischen Beckens nicht. Die wichtigsten Hinweise liefern WINKLER-HERMADEN (1957, cum Lit.), SAUERZOPF (1950, 1952: Mollusken, Ostracoden) und KOLLMANN (1960 a: Ostracoden, 1965). Ältere Arbeiten über Makrovertebraten (MOTTL, 1970, cum Lit.) geben nur begrenzt biostratigraphische Anhaltspunkte.

Die Einstufung der Formationen im Pannonium des Oststeirischen Becken beruht fast ausschließlich auf dem Auftreten von *Congeria ornithopsis* BRUSINA (an der Basis der Feldbach-Fm.), *Congeria hoernesii* BRUSINA (im Grenzbereich Feldbach-Fm. und Paldau-Fm.) und „*Hipparion*“ (Karnerberg-SbFm. der Paldau-Fm.; vgl. Kapitel 3). Der biostratigraphische Wert der Ostracodenfaunen (KOLLMANN, 1960 a; GROSS, 1997, 2000 a) und ihre Einbindung in bestehende Zonierungen (JIRICEK, 1985; JIRICEK & RIHA, 1991) muß durch künftige Arbeiten überprüft werden.

Geochronologische Daten ergeben für die Unterkante des Pannonium ein Alter von 11,5 Ma. ( $\pm$  0,5 Ma.). Für die Obergrenze sensu RÖGL & DAXNER-HÖCK (1996) ca. 7,1 Ma. (vgl. PAPP et al., 1985; RÖGL et al., 1993; MAGYAR et al., 1999 a; DAXNER-HÖCK, 2001).

### 3. DEFINITION DER LITHOSTRATIGRAPHISCHEN EINHEITEN

Die Definition der lithostratigraphischen Einheiten folgt den Empfehlungen (Richtlinien) von STEININGER & PILLER (1999), die auf dem „International Stratigraphic Guide“ von SALVADOR (1994) und Arbeiten der deutschen und österreichischen Stratigraphischen Kommissionen basieren.

Die Synonymie umfaßt Zitate, die eine ausreichende Kontrolle ermöglichen (geologische Karten, Profile), wichtig für die weitere Benennung der Einheit sind oder wesentliche Angaben zur Fossilführung oder Beckenentwicklung beinhalten. Vor allem bei Begriffen aus dem vorigen Jahrhundert ist die Synonymisierung oft unklar.

Bei den Synonymen werden folgende Begriffe gemäß dem von der Geologischen Bundesanstalt herausgegebenen Erhebungsbogen zum Projekt LITHSTRAT (vgl. ZORN, 1999) verwendet:

partim – Nur Teile der synonymen Einheit entsprechen der neu definierten Einheit.

(partim) – Die synonyme Einheit entspricht nur Teilen der neu definierten Einheit.

Eine umfassende Auflistung des Fossilinhaltes kann in diesem Rahmen nicht erfolgen. Um das Faunen- und Floreninventar sinnvoll darzustellen, wäre von den verschiedensten Gruppen eine Bestandsaufnahme und/oder Revision des vorhandenen (Beleg-)Materialies notwendig. Eine Bearbeitung fossiler Floren und Ostracodenfaunen dieses Gebietes erfolgt zur Zeit durch den Verfasser (vgl. GROSS, 1998 c, 2000 a, b).

Die Beschreibungen der lithostratigraphischen Einheiten (Fm.= Formation, SbFm. = Subformation, Bk.= Bank) beziehen sich auf die Merkmale innerhalb der Typus-Gebiete.

Die Bezeichnungen der Profile (z.B. GR 24), die aus GROSS (1997) übernommen werden (Fig. 4–8, 10–12), leiten sich von geographischen Begriffen (z.B. Grabenhof) der Österreichischen Karte 1:50.000 ab. Folgende Abkürzungen werden verwendet: BE = Berghanselberg, ED = Edelsbrunngraben, GR = Grabenhof, HÜ = Hühnergraben, KO = Kogelwald, KOH = Kohlbergbach, MA = Mayerhanselberg, MÜ = Münzengraben, PÖ = Pöllau, RO = Rohrgraben.

Die in den Aufschußprofilen (Fig. 3–8, 10–13, 16–18) dargestellten Lithologien beruhen auf feldgeologischer Gesteinsansprache (z.B. Korngrößen visuell über Vergleichspräparate abgeschätzt).

Im Hinblick auf eine beckenweite lithostratigraphische Neugliederung wird mit Figur 2 versucht die Beziehungen der neu formulierten Formationen mit benachbarten (v.a. synchronen) Gesteinsfolgen zu erläutern. Eine vereinfachte Gegenüberstellung von traditioneller und hier präsentierter Gliederung zeigt Tabelle 2. Detailliertere Angaben liefern die Synonymielisten.

### 3.1. Feldbach-Formation (Fig. 2–9, 11; Tab. 2; Beil. 1)

#### Synonyme

- 1863 *Inzersdorfer Schichten*. – STOLICZKA: 5, 9–18, 24–25; W Kalch. [partim; gilt nur für den Bereich W Kalch]
- 1878 *Congerienschichten*. – HOERNES: 304; SW Feldbach.
- ? 1871 *Congerien-Tegel*. – STUR: 527, 610–611, 613, 634, 1 Tab.; Oststeiermark. [vgl. STUR 1865]
- 1883 *Congerien-Stufe, Tegel*. – STUR: 373–380, 2 Fig.; Raum Fürstenfeld.
- 1893 *Pontische Schichten (Congerienschichten)*. – HILBER: 333–338, 364; Pöllau/Gleisdorf, Markt Hartmannsdorf. [partim; nur für den Bereich Pöllau und Markt Hartmannsdorf gültig]
- ? 1906 *Pontische Stufe oder Kongerienschichten*. – FABIAN: 18, Geol. Kt.; Raum W Empersdorf. [?partim; nur teilweise für den Raum W Empersdorf gültig]
- 1913 *Untere Congerienschichten*. – WINKLER: 462–463, Fig. 3; Taf. 15; Taf. 16, Profil 1, 3; Taf. 17, Profil 4; N-Abfall des Stradner Kogels.
- 1921 *Tiefpontikum*. – WINKLER: 7–8, Fig. 1, Profil 1 c, d, Profil 2, Profil 4; Fig. 2, Profil 5, 7; Neustift, Reiting, Gniebing, Altenmarkt/Fürstenfeld. [partim; exklusive „fossilleere Sande“ an der Basis]
- 1921 *Congerienschichten*. – HERITSCH: 56, Geol. Kt.; Oststeirisches Becken. [partim]
- 1924 *Pontische Stufe*. – STINY: 78–85, 95, 96; Feldbach.
- 1927 a *Unterpontikum*. – WINKLER: 422–425; Raum Gleichenberg, Feldbach, Fürstenfeld, St. Stefan/Rosental, Obergnas. [partim; exklusive basale „Sande mit Melanopsiden“]
- 1939 *Unterpontische Schichten*. – MURBAN: 5, Profil 1, 3, 5; Geol. Kt.; Umgebung von Feldbach. [partim; exklusive „Grenztonschicht“, „Sand mit Kreuzschichtung“ und „Kapfensteiner Schotterzug“]
- 1949 *Horizont der Congeria ornithopsis*. – WINKLER-HERMADEN & RITTLER: 68; Raum Gleichenberg, Kirchbach, Hartberg, Weiz, Gleisdorf.

- ? 1950 *Ablagerungen der Zone B.* – SAUERZOPF: 12; Feldbach, Gleichenberg.  
 1950 *Schichten von Feldbach.* – SAUERZOPF: 59; Feldbach.  
 1951 *Unterpannon im steirischen Becken.* – WINKLER-HERMADEN: 461–462; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive „Schicht mit *Melanopsis impressa*“ = „Übergangsschichten“]
- ? 1952 *Ablagerungen des tieferen Unterpannons.* – SAUERZOPF: 2.  
 1957 *Tieferer Teil des Hor. d. Cong. ornithopsis.* – WINKLER-HERMADEN: 113–116, Abb. 19–21; Tab. 4; Stradner Kogel.
- 1960 a *Unterpannon, B.* – KOLLMANN: 103–105, Lokalität 22, 24–29, 32–37; Beil. 1, 2; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive basale, sandige Sedimente, t.w. mit *Melanopsis impressa* bei den Lokalitäten 26, 27, 36]  
 1960 b *Tieferes Unterpannon, Zone B und C.* – KOLLMANN: 165–166, Beil. 2; Oststeirisches Becken.
- 1960 b *Graue Serie.* – KOLLMANN: Beil. 2; Tiefbohrung Übersbach 1. [partim; nur bis Basis des „Kapfensteiner Schotters“]  
 1964 *Unterpannon, Zone B.* – FLÜGEL et al.: 374–376, Taf. 2; Gniebing, Markt Hartmannsdorf, Walkersdorf, Frösauberg. [partim; exklusive „gelbe Sande mit *Melanopsis impressa*“]  
 1965 *Zone B des Unterpannons.* – KOLLMANN: 579–587, Taf. 2–5; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive basales „Sandpaket mit *Melanopsis impressa*“]  
 1968 *Congerien-Schichten – Ostrakoden-Mergel.* – FLÜGEL & HERITSCH: 49–50, Abb. 16, 17, 19, 21, 22, 26; Oststeirisches Becken.
- 1983 *Pannon B.* – EBNER: 117, 118, 120; Geol. Kt.; N Empersdorf.  
 1984 *Congerien-schichten.* – FLÜGEL & NEUBAUER: 24, Geol. Kt.; Oststeirisches Becken.
- ? 1985 *Unterpannonien.* – NEBERT: 54–59, Abb. 20, 21, 25, 26, 29, 30, 31; Tab. 7; Bucht von Pöllau, Hartberger Sarmatsporn, Bucht von Friedberg-Pinkafeld.  
 1986 *Pannonzone B.* – EBNER et al.: 9; Oststeirisches Becken.  
 1989 *Tieferes Unterpannon, Zone B.* – UNTERSWEIG: 19, Abb. 10; Beil. 1; Bezirk Feldbach.  
 1991 *Pannon B.* – EBNER & SACHSENHOFER: 216–217, Abb. 20; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive basale „Sande mit *Melanopsis impressa*“]
- ? 1994 *Pannone Sedimente.* – FRIEBE: 266–268, Abb. 33–39; Bucht von Pöllau.  
 1997 *Congerien-Schichten.* – GROSS: 33–40, Abb. 4.7–4.9; Taf. 4.1, 4.2; Geol. Kt.; Raum S Paldau.  
 1998 a *Congerien-Schichten.* – GROSS: 133, Abb. 1, 2; Raum S Paldau.  
 1999 *Feldbach-Formation.* – GROSS: 8; Gnaser Becken.  
 1999 *Feldbach-Fm.* – SCHEIFINGER et al.: 18–19; Thermalwasserbohrung Ilz 1.  
 2000 b *Feldbach-Formation.* – GROSS: 52, 57–65, 68–70, 82, Abb. 2, 8–9, 13–14; Tab. 2; Taf. 1, Fig. a–c; Geol. Kt.; Region S Feldbach und Paldau.

**Ableitung des Namens:** Nach der Stadt Feldbach, 30 km SE Graz, ÖK 192 Feldbach (Fig. 1; Beil. 1).

**Beschreibung:**

*Interne Gliederung:* Gegliedert in die liegende Eisengraben-SbFm. und die hangende Sielegg-SbFm. (vgl. unten, Fig. 2; Tab. 2).

*Lithologie:* Eisengraben-SbFm.: Dunkelgrauer bis olivgrauer, massiger oder undeutlich laminiertes Silt/Ton bis Mergel, oft mit reichem Vorkommen an Congerien, Melanopsiden, Lymnocardien und Ostracoden. Gegen das Hangende zunehmende Einschaltung von grauen Feinsandlagen. Sielegg-SbFm.: Hellgrauer, dünn laminiertes Feinsand bis Silt, der im dm-Bereich mit gelborangem Feinsand wechsellagert. Gegen das Hangende zunehmende Mächtigkeit der Schichten, die aus gelblichem, rippel-, kreuz- oder hori-

zontalgeschichtetem Feinsand und grauem, massigem bis laminiertem Silt/Feinsand bestehen. Häufig inkohlte Pflanzenreste, vereinzelt Stubbenhorizonte (GROSS, 1998 b).  
*Mächtigkeit:* 30–50 m.

*Liegendgrenze:* Die Feldbach-Fm. setzt mit Congerien-führenden Silten/Tonen bis Mergeln ein, die siliziklastische Sedimente (feinsandige Silte, im Typus-Profil massiger Mittel-Grobsand) der Gleisdorf-Fm. überlagern.

*Hangendgrenze:* Basis der Paldau-Fm. (Kiese der Kapfenstein-SbFm. bzw. Sande der Mayerhanselberg-SbFm.; siehe Paldau-Fm.).

*Fossilführung:* siehe HOERNES (1878), HILBER (1893), STINY (1924), WINKLER (1927 a, b), SAUERZOPF (1950, 1952), KOLLMANN (1960 a, 1965), FLÜGEL & HERITSCH (1968), MOTTL (1970), NEBERT (1985), FRIEBE (1994), GROSS (1994, 1997, 2000 b).

Gastropoda: Thiaridae (*Melanopsis impressa* KRAUSS, 1852), Neritidae, Hydrobiidae; Bivalvia: Dreissenidae (*Congeria ornithopsis* BRUSINA, 1892), Lymnocytheridae; Ostracoda: Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytherideidae, Loxoconchidae; Vertebrata: Fischreste, Reptilia (Emydidae), Mammalia (div. fam.); Pflanzenreste.

*Genese:* limnisch bis limnisch-deltaisch, schwach brackisch (GROSS, 1997).

**Typus-Gebiet:** Region S Feldbach und Paldau, ÖK 191 Kirchbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil Eisengraben (Fig. 3): 2,3 km SW Feldbach (ÖK 192 Feldbach, BMN 7709, R: 714 400, H: 200 430); im Typus-Profil ist nur die Liegendgrenze zur Gleisdorf-Fm. aufgeschlossen.

**Grenzstratotypus-Profil (Hangendgrenze):** Profil GR 24 (Fig. 7): 1,6 km SE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 530, H: 199 380).

**Biostratigraphie:** *Congeria ornithopsis/Melanopsis impressa*-Biozone bis ?*Congeria hoernesi*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, Oberes Mittelmiozän (nach der Korrelations-tabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** Für die Sedimente der Feldbach-Fm. waren bisher nur Begriffe verfügbar, die eng mit der charakteristischen Fossilführung verknüpft sind (*Congerienschichten*) oder chrono- und/oder biostratigraphische Termini beinhalten (*Zone B des Unterpan-nons*; Tab. 2). Die zuletzt auch von GROSS (1997, 1998 a) benutzte Bezeichnung „Congerien-Schichten“ ist aufgrund ihrer historischen Belastung und weiten Verwendung in Gebieten außerhalb des Steirischen Beckens als lithostratigraphischer Begriff ungeeignet (WINKLER-HERMADEN, 1957; PAPP 1985 a). In Anlehnung an die „Schichten von Feldbach“ von SAUERZOPF (1950) wird diese Formation nach der im Typus-Gebiet liegenden Stadt Feldbach benannt.

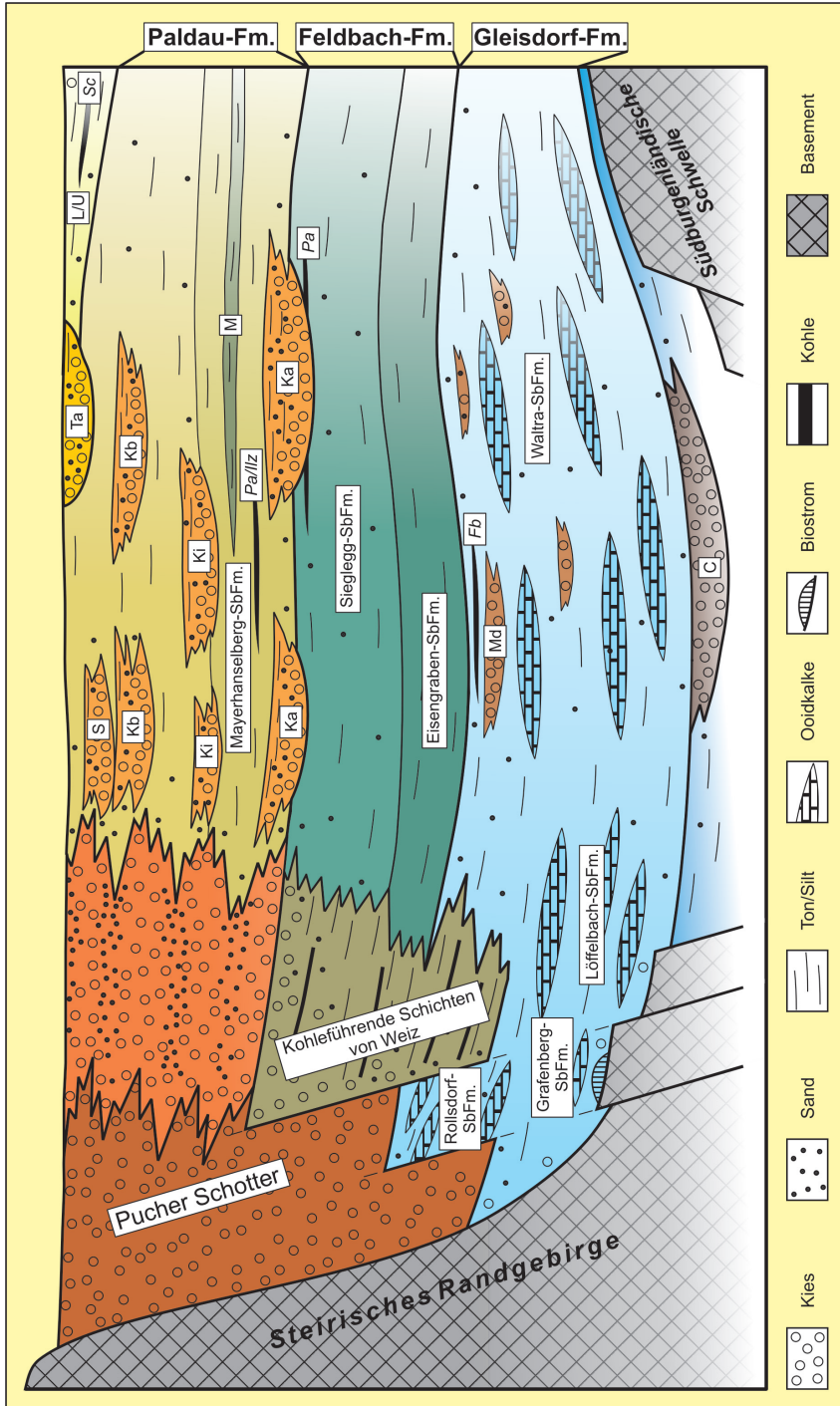
Als Typus-Gebiet wird die Region südlich von Feldbach gewählt. Hier existieren bereits eingehende Kartierungen bzw. Fundortbeschreibungen (STINY, 1924; WINKLER, 1927 a, b; SAUERZOPF, 1950; KOLLMANN, 1965) und das Typus-Profil, das die Grenze zur unterlagernden Gleisdorf-Fm. aufschließt, befindet sich wenige hundert Meter SW von Feldbach (Fig. 3). Die Gesteine dieser Formation scheinen im gesamten Oststeirischen Becken homogen entwickelt zu sein (vgl. NEBERT, 1985; FRIEBE, 1994). Es ist daher eine Integration der entsprechenden Ablagerungen in der Pöllauer und Friedberg-Pinkafelder Bucht in die Feldbach-Fm. zu diskutieren. Eine ausführliche Darstellung der Verbreitung dieser Sedimente gibt KOLLMANN (1965).

Die Angabe eines Typus-Profiles im Sinne eines „Unit“-Stratotyps (SALVADOR, 1994) ist aufgrund der Aufschlußsituation nicht möglich. Im Typus-Profil Eisengraben ist nur die Grenze zur Gleisdorf-Fm. aufgeschlossen. Das Grenzstratotypus-Profil GR 24 definiert die Abgrenzung zur hangenden Paldau-Fm. Weitere Informationen zum lithologischen Inhalt der Feldbach-Fm. liefern die bei der Beschreibung der Subformationen angeführten Profile.

In den basalen Anteilen dieser Formation (Eisengraben-SbFm.) tritt *C. ornithopsis* auf. Nach der Pannonium-Gliederung von PAPP (1985 b, d) können diese Gesteine der „Zone“ B zugewiesen werden, die durch das Vorkommen von *C. ornithopsis* und *Melanopsis impressa posterior* PAPP charakterisiert ist. RÖGL & DAXNER-HÖCK (1996; vgl. RÖGL et al., 1993) fassen „Zone“ A und „Zone“ B als *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z. zusammen. Für den hangenden Anteil (Sieglegg-SbFm.) liegen aus dem Typus-Gebiet keine gesicherten biostratigraphischen Daten vor. WINKLER-HERMADEN (1957) gibt aus dem Raum von Neustift das Auftreten von *C. hoernesii* im Liegenden des „Kapfensteiner Schotter“ (= Teil der hangenden Paldau-Fm., vgl. unten) an. Demnach würde die Feldbach-Fm. auch noch die *C. hoernesii*-B.Z. (= „Zone“ C nach PAPP, 1985 b) erreichen (vgl. KOLLMANN, 1960 b; Tab. 2). Allerdings sind diese Funde zu überprüfen, da WINKLER 1921 das Vorkommen dieser Bivalve bei Neustift im Hangenden der Grobklastika angibt!

Die Feldbach-Fm. umfaßt den Sedimentstapel von der Basis der Congerien-Bänke (= Hangendgrenze der Gleisdorf-Fm.; FRIEBE, 1994) bis zur Basis der Kiese/Sande der Paldau-Fm. (Fig. 2). Die Ablagerungen im Typus-Gebiet, liegend der Feldbach-Fm., werden der Gleisdorf-Fm. zugewiesen (Fig. 3). Die „Lignite von Feldbach“ (STINY, 1918) und „Mühldorfer Schotter“ (WINKLER-HERMADEN & RITTLER, 1949) könnten innerhalb dieser Formation als Bänke beschrieben werden (Fig. 2). Aus dem Liegenden der Congerien-Bänke wird immer wieder „ein wenige Meter mächtiges Sandpaket mit *Melanopsis impressa* KRAUSS“ beschrieben (siehe Synonymie). Dieses Sandpaket muß nach der Formationsdefinition von FRIEBE (1994) der Gleisdorf-Fm. zugewiesen werden. Biostratigraphisch ist dieses Sedimentpaket in die *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z. einzustufen. Damit umfaßt die Gleisdorf-Fm. nicht nur übersarmatische Anteile, sondern auch Ablagerungen des Unteren Pannonium (Tab. 2). Gegen das Grundgebirge ist die Feldbach-Fm. vermutlich mit den „Kohleführenden Schichten von Weiz“ (Oberes Sarmatium bis Unteres Pannonium, *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z., KRAINER, 1987 a; KOVAR-EDER & KRAINER, 1988) verzahnt (Fig. 2). Die lateralen Beziehungen zu lithostratigraphischen Einheiten im Westpannonischen Becken werden hier nicht behandelt (vgl. NEBERT, 1979).

Fig. 2: Schematische Darstellung der Beziehungen der Feldbach- und Paldau-Fm. mit benachbarten (v.a. synchronen) Gesteinsfolgen in einem NW-SE-Schnitt durch das Steirische Becken (neogene Vulkanite, präarmatische und postpannonische Sedimente nicht dargestellt). C= „Carinthischer Schotter“, Md= „Mühldorfer Schotter“, Ka= Kapfenstein-SbFm., M= Münzengraben-Bk., Ki= Kirchberg-SbFm., Kb= Karnerberg-SbFm., S= „Schemmerl-Schotter“, Ta= „Taborer Schotter“, L/U= „Schichten von Loipersdorf und Unterlamm“, Fb= Kohle von Feldbach, Pa= Kohle von Paldau, Ilz= Kohle von Ilz, Sc= Kohle von Schiefer. →



Serie	Stufe	Biozone	Lithostratigraphische Gliederungen					
			STUR (1871)	WINKLER (1927 a)	KOLLMANN (1965)	diese Arbeit		
Oberes Miozän	Pannonium	<i>Congeria hoernesii</i> -B.Z.	Belvedere-Schotter und Sand	Sedimente des Mittelpontikums	Unterpannon Zone C	Paldau-Formation	Schichten von Loipersdorf und Unterlamm	Schichten von Loipersdorf und Unterlamm
Mittleres Miozän	Pannonium	<i>Congeria ornithopsis</i> / <i>Melanopsis impressa</i> -B.Z.	Congerien-Tegel	Unterpontikum	Zone B des Unterpannons	Feldbach-Formation	Höheres Schicht-paket der Zone B	Sieglegg-SbFm.
Sarmatium	"Nonion"	<i>granosum</i> -B.Z.	Cerithienkalk und Sandstein Hernalser Tegel	Obersarmat	Obersarmat	Gleisdorf-Formation	Obersarmat	Gleisdorf-Formation

Tab. 2: Vereinfachte Gegenüberstellung einiger älterer Gliederungen mit den hier formulierten lithostratigraphischen Einheiten und chrono- bzw. biostratigraphischer Zuordnung. B.Z.= Biozone.

### 3.1.1. Eisengraben-Subformation (Fig. 2–3; Tab. 2)

#### Synonyme

- 1913 *Congerientegel*. – WINKLER: 462, Fig. 3; Taf. 15; Taf. 16, Profil 1, 3; Taf. 17, Profil 4; Beil., Profil 19, 20, 24; N-Abfall des Stradner Kogels.
- 1939 *Unterpannonischer Congerientegel*. – WINKLER-HERMADEN: 142, 143, 185, Abb. 13; Taf. 3; Teufelmühle/Stradner Kogel.
- 1951 *Congerien- und Ostracodenmergel*. – WINKLER-HERMADEN: 461–462; Oststeirisches Becken.
- 1957 *Schiefrieger Ostracodenmergel*. – WINKLER-HERMADEN: 113–115, Abb. 19, 21; Windische Bühel, Gleichenberg, Kirchbach.
- 1965 *Tieferes Schichtpaket der Zone B*. – KOLLMANN: 579–587, Taf. 2–5; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive basales „Sandpaket mit *Melanopsis impressa*“]
- 1980 *Tieferes Schichtpaket*. – FUCHS: 469, 470, Abb. 134; Gnaser Becken. [partim; exklusive basale „Sande mit *Melanopsis impressa* KRAUSS“]
- 1989 *Tieferes Schichtpaket*. – UNTERSWEIG: 19, Abb. 10; Beil. 1; Bezirk Feldbach.
- ? 1994 *Congeria-Bank*. – FRIEBE: 260, 262, 266, 268, Abb. 8; Löffelbach, Grafenberg.
- 1994 *Silt-Bank mit Congeria sp.* – FRIEBE: 249, 269, Abb. 2; Waltra.
- 1997 *Tieferer Anteil der Congerien-Schichten*. – GROSS: 33–40, Abb. 4.7–4.9; Taf. 4.1, 4.2; Geol. Kt.; Raum S Paldau.
- 1999 *Eisengraben-Subformation*. – GROSS: 8; Gnaser Becken.
- 1999 *Eisengraben-SbFm*. – SCHEIFINGER et al.: 19; Thermalwasserbohrung Ilz 1.
- 2000 b *Eisengraben-Subformation*. – GROSS: 52, 57–61, 68–69, 82, Abb. 8–9, 13; Tab. 2; Taf. 1, Fig. a–c; Geol. Kt.; Region S Paldau und Feldbach.

**Ableitung des Namens:** Nach dem Eisengraben, 2 km SW Feldbach, ÖK 192 (Beil. 1).

#### Beschreibung:

**Lithologie:** Dunkelgrauer bis olivgrauer, massiger oder undeutlich dünn laminiertes Silt/Ton bis Mergel, oft mit *C. ornithopsis* BRUSINA; im Hangenden zunehmend graue Feinsandlagen.

**Mächtigkeit:** 10–20 m.

**Liegendgrenze:** Die Eisengraben-SbFm. setzt mit Congerien-führenden Silten/Tonen bis Mergeln ein, die siliziklastische Sedimente (feinsandige Silte, im Typus-Profil massiger Mittel-Grobsand) der Gleisdorf-Fm. überlagern.

**Hangendgrenze:** Unschärf. Ist bei hohem Sandanteil an der Schichtfolge zu ziehen; kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

**Fossilführung:** siehe STINY (1924), WINKLER (1927 a, b), SAUERZOPF (1950, 1952), KOLLMANN (1960 a, 1965), FLÜGEL & HERITSCH (1968), NEBERT (1985), FRIEBE (1994), GROSS (1997).

**Gastropoda:** Thiaridae (*Melanopsis impressa* KRAUSS, 1852), Neritidae, Hydrobiidae; **Bivalvia:** Dreissenidae (*Congeria ornithopsis* BRUSINA, 1892), Lymnocypridae; **Ostracoda:** Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytherideidae, Loxoconchidae; **Vertebrata:** Fischreste; Pflanzenreste.

**Genese:** limnisch, schwach brackisch.

**Typus-Gebiet:** Region S Feldbach und Paldau, ÖK 191 Kirchbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil Eisengraben (Fig. 3): 2,3 km SW Feldbach (ÖK 192 Feldbach, BMN 7709, R: 714 400, H: 200 430); im Typus-Profil ist nur die Liegendgrenze zur Gleisdorf-

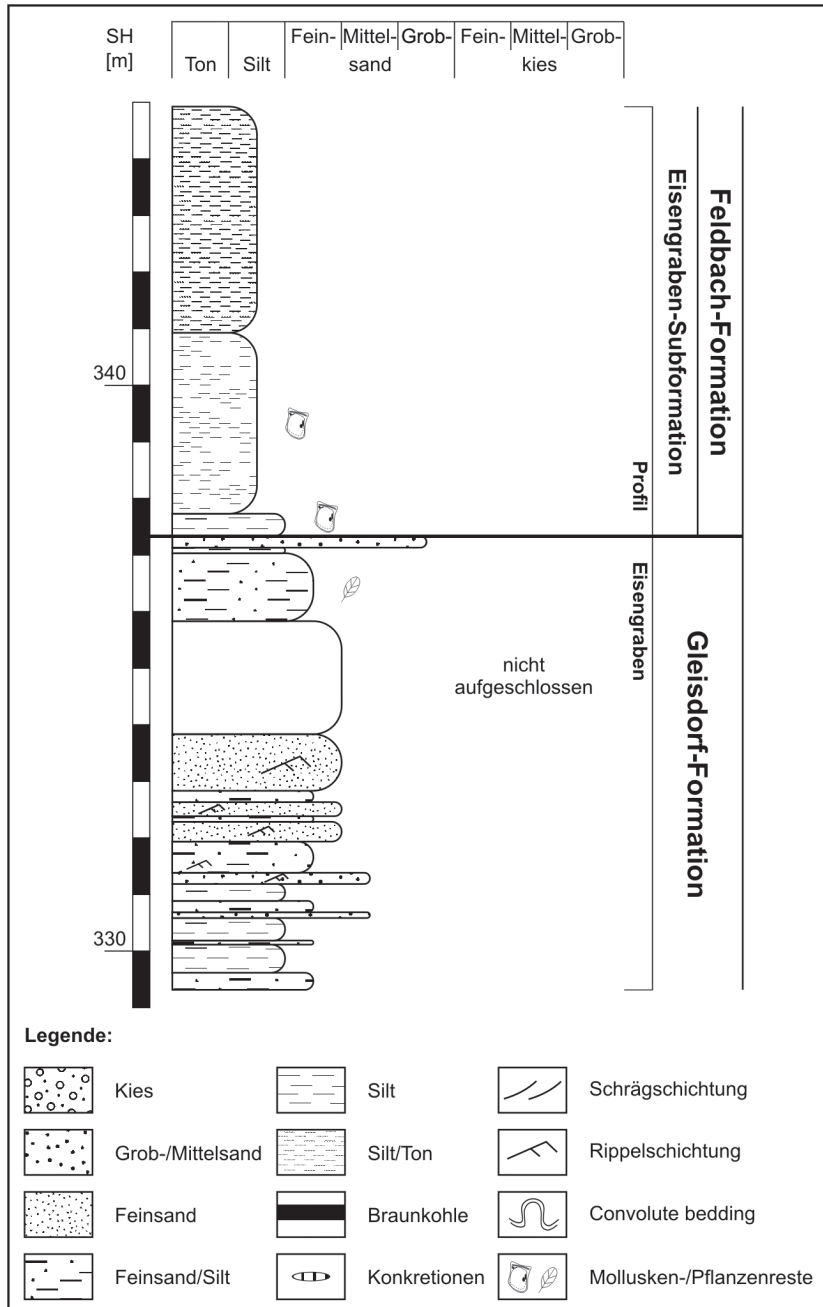


Fig. 3: Profil Eisengraben (= Typus-Profil der Feldbach-Fm. und der Eisengraben-SbFm.), 2,3 km SW Feldbach (ÖK 192 Feldbach, BMN 7709, R: 714 400, H: 200 430) und Legende für alle Profile (außer Fig. 9, 14, 15).

Fm. aufgeschlossen; die Hangendgrenze ist zur Zeit nicht durch ein Grenzstratotypus-Profil darstellbar.

**Biostratigraphie:** *Congeria ornithopsis/Melanopsis impressa*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, Oberes Mittelmiozän (nach der Korrelations-tabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** Ein Grenzstratotypus-Profil zur überlagernden Sielegg-SbFm. ist nicht bekannt. Die Grenze zwischen beiden Subformationen wird mit dem ersten Auftreten mächtiger Sandeinschaltungen gezogen. Eine getrennte kartographische Darstellung ist (noch) nicht möglich (vgl. KOLLMANN, 1965). Durch die reiche Fossilführung bilden die Congerien-Bänke der Eisengraben-SbFm. einen ausgezeichneten Biohorizont (vgl. KOLLMANN, 1965), der in weiten Teilen des Oststeirischen Beckens nachgewiesen wurde (vgl. Feldbach-Fm.). Einige Profile sollen die lithologische Ausbildung dieser Subformation näher erläutern:

Profile S Paldau aus GROSS (1997): KO 15, GR 14, 26, RO 11, 16 und Profile aus der Literatur (vgl. auch Synonymie): F 780, F 777 (= Schußbohrungen der RAG, KOLLMANN, 1965; GROSS, 1997); Profile am N-Abfall des Stradner Kogels (WINKLER, 1913; WINKLER-HERMADEN, 1957; FRIEBE, 1994); Ziegelei Gniebing (WINKLER, 1921, 1927 a; KOLLMANN, 1960 a); Profil Untergiem (MURBAN, 1939).

### 3.1.2. Sielegg-Subformation (Fig. 2, 4–9, 11; Tab. 2)

#### Synonyme

- 1867 *Congerien-Stufe, Inzersdorfer Tegel*. – STUR: 101, Tab.; Ilz.  
1939 *Tegel von Kalsdorf*. – KOLLMANN: 55; Kalsdorf/Ilz.  
1965 *Höheres Schichtpaket der Zone B*. – KOLLMANN: 580–587, Taf. 2, 3, 5; Oststeirisches Becken.  
1980 *Höheres Schichtpaket*. – FUCHS: 469–470, Abb. 134; Gnaser Becken.  
1985 *Kalsdorfer Schichten*. – TOLLMANN: 569; Kalsdorf/Ilz.  
1988 *Schichten des Unterpannonien*. – NEBERT: 75–78, Abb. 1–5, 8; Tab. 1; Raum Ilz.  
1989 *Höheres Paket*. – UNTERSWEIG: 19, Abb. 10; Beil. 1; Bezirk Feldbach.  
1997 *Höherer Anteil der Congerien-Schichten*. – GROSS: 33–40, Abb. 4.7–4.9; Taf. 4.1, 4.2; Geol. Kt.; Raum S Paldau.  
1999 *Sielegg-Subformation*. – GROSS: 8; Gnaser Becken.  
1999 *Sielegg-SbFm*. – SCHEIFINGER et al.: 19; Thermalwasserbohrung Ilz 1.  
2000 b *Sielegg-Subformation*. – GROSS: 52, 57–62, 69–70, Abb. 8–9, 14; Tab. 2; Geol. Kt.; Region S Paldau und Feldbach.

**Ableitung des Namens:** Nach der Gebietsbezeichnung Sielegg, 2,3 km S Paldau, 7,5 km SW Feldbach, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

#### Beschreibung:

**Lithologie:** Hellgrauer, dünn laminiertes Feinsand bis Silt, der im dm-Bereich mit gelborangem Feinsand wechsellagert. Gegen das Hangende zunehmende Mächtigkeit der Schichten, die aus gelblichem, rippel-, kreuz- oder horizontalgeschichtetem Feinsand und grauem, massigem bis laminiertem Silt/Feinsand bestehen. Häufig inkohlte Pflanzenreste, vereinzelt Stubbenhorizonte und dm-mächtige Braunkohleflöze (vor allem im

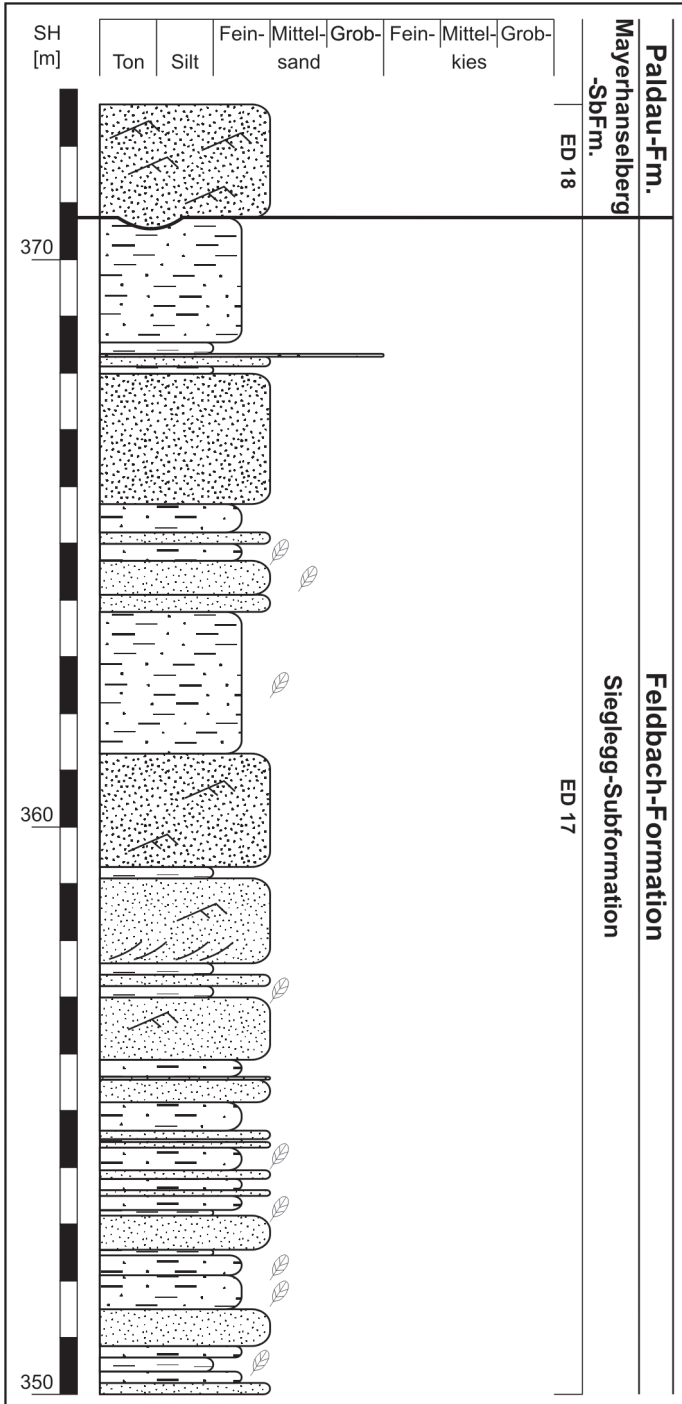


Fig. 4:  
 Profil ED 17-18 (= Typus-Profil der Sieglegg-SbFm. und Grenzstratotypus-Profil der Mayerhanselberg-SbFm.), 2,3 km S Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 570, H: 198 110).  
 Legende siehe Fig. 3.

Hangendanteil, z.B. „Hanna-Stollen“, GROSS, 1998 b).

**Mächtigkeit:** 20–30 m.

**Liegendgrenze:** Graue Silte/Tone bis Mergel der Eisengraben-SbFm., kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden (vgl. oben).

**Hangendgrenze:** Basis der Paldau-Fm. (Kiese der Kapfenstein-SbFm. bzw. Sande der Mayerhanselberg-SbFm.).

**Fossilführung:** allgemein spärlich, nur Pflanzenreste häufig; siehe STINY (1924), WINKLER (1927 a, b), SAUERZOPF (1950, 1952), KOLLMANN (1939, 1960 a, 1965), FLÜGEL & HERITSCH (1968), MOTTL (1970), NEBERT (1988), DRAXLER et al. (1994), GROSS (1994, 1997).

Gastropoda: Thiaridae (*Melanopsis* sp.), Neritidae, Hydrobiidae; Bivalvia: Dreissenidae (*Congeria* sp.), Lymnycardiidae; Ostracoda: Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytherideidae, Loxoconchidae; Vertebrata: Fischreste, Reptilia (Emydidae), Mammalia (div. fam.).

**Genese:** limnisch-deltaisch, schwach brackisch (GROSS, 1997).

**Typus-Gebiet:** Region S Feldbach und Paldau, ÖK 191 Kirchbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil ED 17–18 (Fig. 4): 2,3 km S Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 570, H: 198 110); im Typus-Profil ist nur die Hangendgrenze zur Paldau-Fm. aufgeschlossen; die Liegendgrenze ist zur Zeit nicht durch ein Grenzstratotypus-Profil darstellbar.

**Biostratigraphie:** *Congeria ornithopsis/Melanopsis impressa*-Biozone bis ?*Congeria hoernesi*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001; vgl. Feldbach-Fm.).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, Oberes Mittelmiozän (nach der Korrelations-tabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** Die Sieglegg-SbFm. ist gegenüber der unterlagernden Eisengraben-SbFm. durch ihre wechselvolle Lithologie und Fossilarmut gekennzeichnet (Fig. 4).

Durch Flußverbauungen sind die von KOLLMANN (1939) erwähnten „Tegel von Kalsdorf“ (ohne nähere Beschreibung) heute kaum zugänglich. Große Aufschlüsse, die dieser Subformation zugerechnet werden, befinden sich an den Prallhängen der Feistritz bei Altenmarkt/Fürstenfeld (WINKLER, 1921; vgl. STUR, 1883) und in den Tongruben von Dörfla/Kirchbach und Mataschen/Kapfenstein (DRAXLER et al., 1994; GROSS, 1994; FRITZ & GROSS, 2000). Diese Aufschlüsse könnten nach einer detaillierten Bearbeitung weitere, instruktive Profile – wie die im Folgenden angeführten – für die Sieglegg-SbFm. liefern.

Profile S Paldau aus GROSS (1997): BE 1–2 (Fig. 5), KO 4–5 (Fig. 6), GR 24 (Fig. 7), KOH 8 (Fig. 11); GR 7–9 (Fig. 8), GR 2–4, 6, 10, MA 34 (= Biomasseheizwerk; vgl. GROSS, 1998 b) und Profile aus der Literatur (vgl. auch Synonymie): Prallhänge der Feistritz bei Altenmarkt (WINKLER, 1921); Aufschluß Nr. 3, Weg Walkersdorf-Rosenberg, Aufschluß Nr. 51, Autobahnaufschluß zwischen Hohenegg und Pernau (NEBERT, 1988).

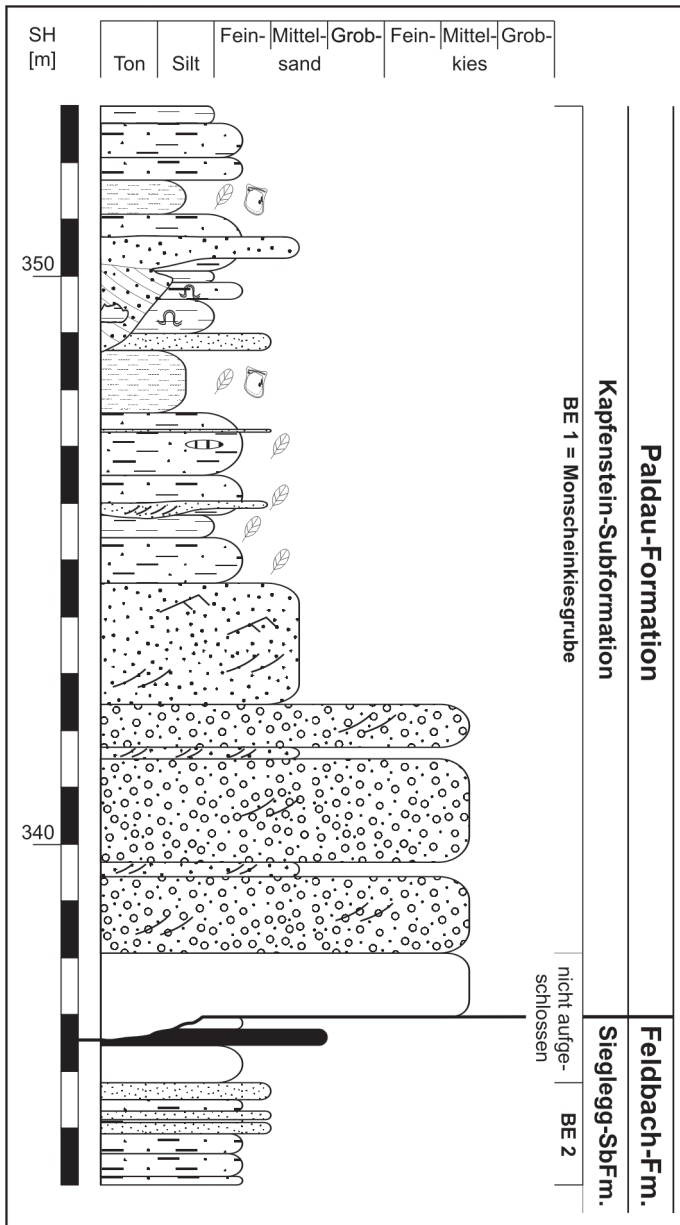


Fig. 5: Profil BE 1-2 (= Typus-Profil der Paldau-Fm. und der Kapfenstein-SbFm.), 1 km ESE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 320, H: 200 000). Legende siehe Fig. 3.

### 3.2. Paldau-Formation

(Fig. 2, 4–18; Tab. 2; Beil. 1)

#### Synonyme

- ? 1863 *Belvedere-Schichten*. – STOLICZKA: 9, 11, 25; Oststeirisches Becken.
- ? 1871 *Belvedere-Schotter und Sand*. – STUR: 527, 612, 613, 634, 635, 1 Tab.; Oststeirisches Becken. [?partim; umfaßt wesentlich mehr als die Paldau-Fm.; vgl. STUR 1865]
- 1893 *Thracische Schichten (Belvedereschichten) & Pontische Schichten (Congerienschichten)*. – HILBER: 333–348, 364; Raum St. Marein/Pickelbach, St. Margarethen/Raab, Pöllau/Gleisdorf, Nestelbach/Graz. [partim; nur für die angeführten Gebiete gültig]
- ? 1906 *Thrazische Stufe oder Belvedereschotter*. – FABIAN: 9, 18, Geol. Kt.; Raum W Empersdorf. [?partim; nur teilweise für den Raum W Empersdorf gültig]

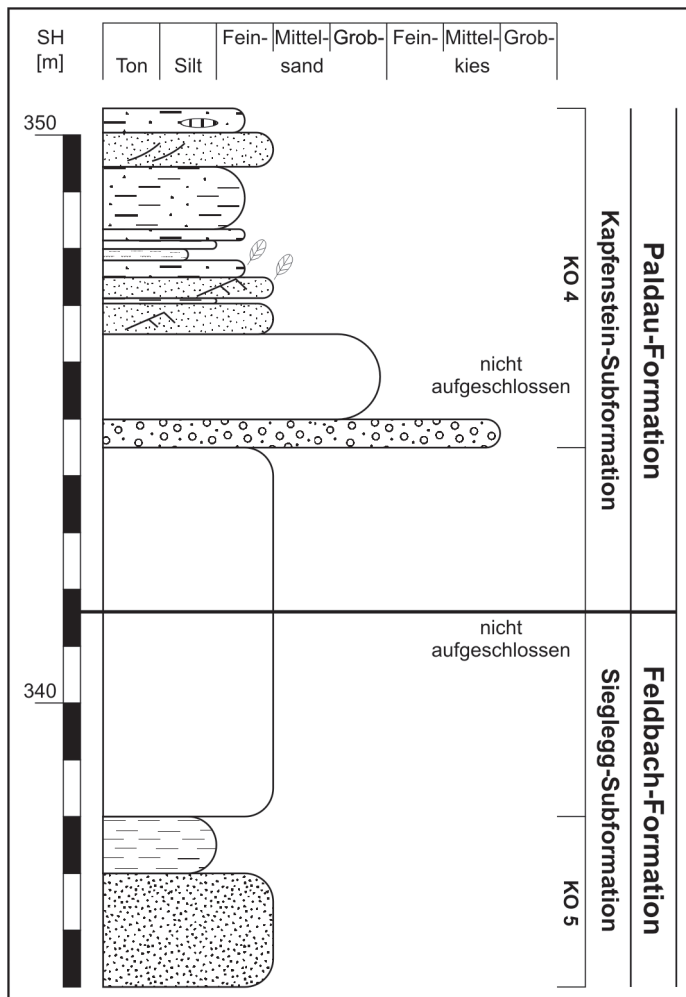


Fig. 6:  
 Profil KO 4–5, 1,8 km E  
 Paldau (ÖK 191 Kirch-  
 bach, BMN 6712, R: 711  
 050, H: 200 510). Legen-  
 de siehe Fig. 3.

- 1921 *Belvedereschichten oder thrazische Stufe*. – HERITSCH: 56–57, Geol. Kt.; Oststeirisches Becken. [partim]
- 1921 *Die mittleren Lagen des oststeirischen Pontikums*. – WINKLER: 8–11, Fig. 1, Profil 1 a, c, d, Profil 4; Fig. 2, Profil 1–4, 8, 9; Neustift, Reiting, Kapfenstein, Pichla, Hatzendorf, Petersdorf/Mühldorf, Raabau, Riegersburg.
- 1927 a *Kapfensteiner Schotterzug & Sedimente des Mittelpontikums*. – WINKLER: 426–435, Fig. 11–14; Kirchbach, Paldau, Feldbach, Kapfenstein.
- 1939 *Kapfensteiner Schotterzug & Mittelpontische Schichten*. – MURBAN: 5–6, Geol. Kt.; Umgebung von Feldbach. [(partim); ist nur der liegende Anteil der Paldau-Fm.]
- 1949 *Kapfensteiner Schotter & Horizont der Congeria partschi*. – WINKLER-HERMADEN & RITTLER: 68–80, Abb. 1–3; Oststeirisches Becken.
- 1951 *Kapfensteiner Flußschotter & Mittelpannon*. – WINKLER-HERMADEN: 446–447, 463–467, Abb. 9; Oststeirisches Becken. [partim; nur die Anteile des „Mittelpannon“ aus dem zentralen Oststeirischen Becken]
- 1957 *Kapfensteiner Serie & mittlere Schotter-(Sand-Tegel-)Serie*. – WINKLER-HERMADEN: 133–136, Abb. 23, 24, 27 b; Tab. 4; Taf. 3, Profil 2; Oststeirisches Becken.
- 1960 b *Höheres Unterpannon, Zone C*. – KOLLMANN: 166, Beil. 2; Oststeirisches Becken.
- 1960 b *Graue Serie & Grüngl. Serie*. – KOLLMANN: Beil. 2; Tiefbohrung Übersbach 1. [partim; exklusive Sedimente liegend des „Kapfensteiner Schotters“]
- 1964 *Unterpannon, Zone C*. – FLÜGEL et al.: 375, Taf. 2; Markt Hartmannsdorf, Walkersdorf. [(partim); umfaßt nur liegende Anteile der Paldau-Fm.]
- 1965 *Unterpannon Zone C*. – KOLLMANN: 587–597, Taf. 2, 3, 5; Oststeirisches Becken.
- 1968 *Pannon C*. – FLÜGEL & HERITSCH: 50–51, Abb. 16, 17; Taf. 1, 8; Oststeirisches Becken.
- 1968 *Zone C des Unterpannons*. – SKALA: 69–95, Abb. 3, 5–12; Tab. 1; Taf. 1; Zentrales Oststeirisches Becken.
- 1983 *Pannon C*. – EBNER: 117, 118, 120, Geol. Kt.; Gebiet E Graz.
- 1985 *Höheres Unterpannon, Zone C*. – TOLLMANN: 569; Oststeirisches Becken.
- 1986 *Pannon C*. – EBNER et al.: 9; Oststeirisches Becken.
- 1989 *Schichten des höheren Unterpannon, Zone C*. – UNTERSWEIG: 13–18, Abb. 5–8; Beil. 1; Bezirk Feldbach.
- 1991 *Pannon C*. – EBNER & SACHSENHOFER: 216–218; Steirisches Becken.
- 1996 a *Prävolkanische Sedimente des Pannonium C*. – FRITZ: 24–57, Abb. 11, 12, 15, 17, 18, 20–22, 24, 25; Tab. 1; Geol. Kt.; Raum Riegersburg. [(partim); umfaßt nur hangende Anteile der Paldau-Fm.]
- 1999 *Paldau-Formation*. – GROSS: 8–9; Gnaser Becken.
- 2000 a *Paldau-Formation*. – GROSS: 67; Raum Paldau.
- 2000 b *Paldau-Formation*. – GROSS: 52, 57, 59–67, 70–74, 82, 84, Abb. 2, 8–12, 14–17; Tab. 2–3; Taf. 1, Fig. d–k; Taf. 2, Fig. a–e; Geol. Kt.; zentrales Gnaser und südliches Fürstenfelder Becken.

**Ableitung des Namens:** Nach der Ortschaft Paldau, 7 km WSW Feldbach, ÖK 191 Kirchbach (Fig. 1; Beil. 1).

**Beschreibung:**

*Interne Gliederung:* Teilweise gegliedert in fluviatile (Kapfenstein-SbFm., Kirchberg-SbFm., Karnerberg-SbFm.) und limnische-?deltatische (Mayerhanselberg-SbFm.) Subformationen (vgl. Fig. 2; Tab. 2).

*Lithologie:* Sehr variabel, vgl. Subformationen; grauer bis gelblicher, Quarz-dominierter, gut gerundeter, massiger oder trogförmig kreuzgeschichteter oder horizontalgeschichteter, sandiger Kies; grauer oder gelblichoranger, kreuz-, rippel- oder horizontalgeschichteter.

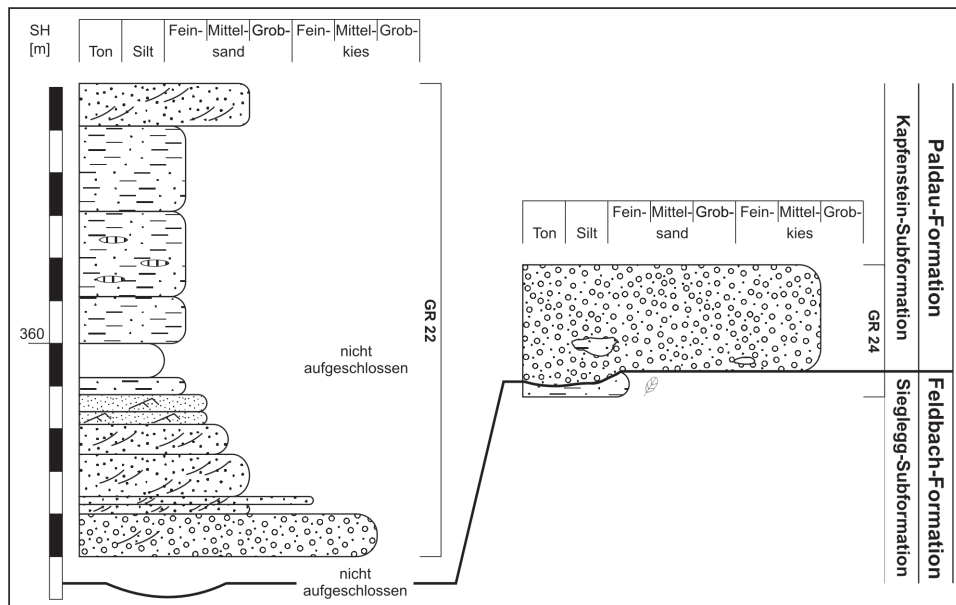


Fig. 7: Profil GR 24 (= Grenzstratotypus-Profil der Feldbach-Fm., Paldau-Fm., und Kapfenstein-SbFm.), 1,6 km SE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 530, H: 199 380) und Profil GR 22, 1,5 km SE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 430, H: 199 290). Legende siehe Fig. 3.

teter Sand; Wechselfolgen von gelblichem oder grauem, kreuz-, rippel- oder horizontalgeschichtetem oder massigem (siltigem) Sand und grünlichgrauem oder gelblichem, laminiertem (sandigem) Silt; gelblicher bis grauer, massiger oder dünn laminiertes Silt/Ton, oft reich an Pflanzenresten; blaugrauer, massiger, reichlich Bivalven-, Gastropoden- und Ostracoden-führender Mergel (Münzengraben-Bk.); dm-mächtige Braunkohlenflöze (z.B.: Paldau, Ilz; ANDRAE, 1854; WEBER & WEISS, 1983; NEBERT, 1988; GROSS, 1998 b). Weitere Angaben zum Schwermineralinhalt in NEBERT (1985, 1988), zur Geröllpetrographie in HANSELMAYER (1966, 1968, 1971; vgl. 1958, 1959, 1960), zu Sedimentstrukturen, Strömungs- und Faziesanalysen in SKALA (1968), KOVAR-EDER & KRAINER (1990, 1991), GROSS (1998 a, c). Daten zum Gammastrahlungshaushalt liefern GROSS et al. (2000).

*Mächtigkeit:* 100–160 m.

*Liegendgrenze:* Wird durch das erosive Einsetzen grobklastischer Sedimente (Kapfenstein-SbFm.) bzw. durch das Auftreten strömungsgeschichteter Sande (Mayerhanselberg-SbFm.) über den vorwiegend feinklastischen Ablagerungen der Feldbach-Fm. markiert (vgl. Bemerkungen).

*Hangendgrenze:* Basis der „Schichten von Unterlamm“ (KOLLMANN, 1965) bzw. Basis des „Taborer Schotters“ (WINKLER, 1927 a); kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

*Fossilführung:* siehe HILBER (1893), WINKLER (1921, 1927 a), SAUERZOPF (1950, 1952), KOLLMANN (1960 a, b, 1965), MOTTL (1954 a, b, 1966 a, b, 1969, 1970), NEBERT (1985,

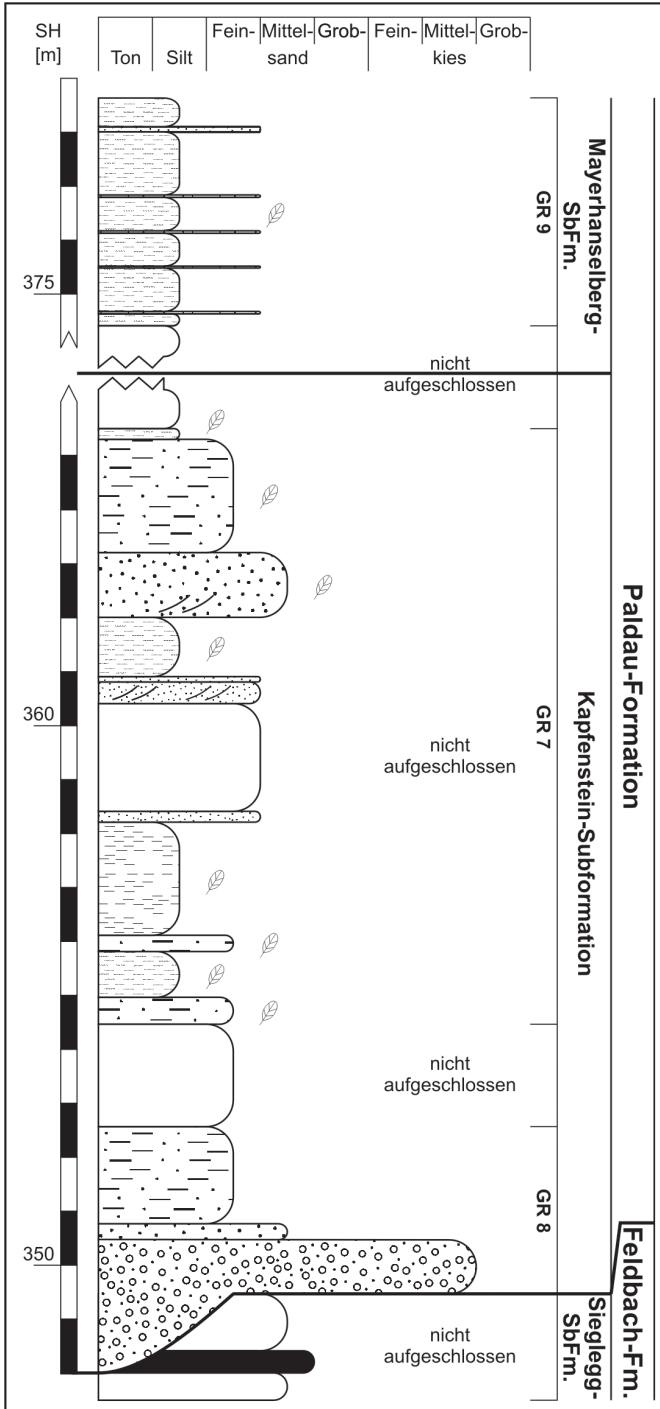


Fig. 8:  
 Profil GR 7–9, 1,0 km SE  
 Paldau (ÖK 191 Kirchbach,  
 BMN 6712, R: 710 100, H:  
 199 770). Legende siehe  
 Fig. 3.

1988), KOVAR-EDER & KRÄINER (1990, 1991), FRITZ (1996 a), GROSS (1997, 1998 c, 2000 b), KRENN (1998).

Gastropoda: Neritidae (*Theodoxus* sp.), Thiaridae (*Brotia (Tinnyea) escheri* BRONGNIART, 1822, *Melanopsis fossilis fossilis* MARTINI-GMELIN, 1790, *M. cf. impressa posterior* PAPP, 1953, *M. bouei multicostata* HANDMANN, 1887), Planorbidae (*Planorbarius* sp., *Orygoceras* sp.), Helicidae (*Galactochilus* sp., *Cepaea sylvestrina leobersdorfensis* WENZ, 1927); Bivalvia: Dreissenidae (?*Congeria hoernesii* BRUSINA, 1892, *Congeria* sp., *Dreissena* sp.), Lymnocypridae; Ostracoda: Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytheridae, Loxoconchidae; Insecta; Vertebrata: Fischreste, Reptilia (Trionychidae, Testudinidae), Mammalia (div. fam.); Pflanzenreste: Blatt-, Frucht- und Wurzelreste, Pollen, *Chara*-Oogonien.

Genese: fluviatil (kiesreiche bis kies-sandreiche Mäanderflüsse) und limnisch-?deltaisch, teilweise schwach brackisch (GROSS, 1997, 1998 a, c).

**Typus-Gebiet:** Zentrales Gnaser und südliches Fürstenfelder Becken, ÖK 165 Weiz, ÖK 166 Fürstenfeld, ÖK 191 Kirchbach, ÖK 192 Feldbach (Fig. 1; Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil BE 1(= Monscheinkiesgrube; vgl. GROSS, 1998 a)-2 (Fig. 5): 1 km ESE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 320, H: 200 000); im Typus-Profil sind weder Liegend- noch Hangendgrenze aufgeschlossen; Liegendgrenze vgl. unten; für die Hangendgrenze kann zur Zeit kein Grenzstratotypus-Profil definiert werden.

**Grenzstratotypus-Profil (Liegendgrenze):** Profil GR 24 (Fig. 7): 1,6 km SE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 530, H: 199 380).

**Biostratigraphie:** ?*Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, oberstes Mittelmiozän bis unterstes Obermiozän (nach der Korrelationstabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** Die Gesteine der Paldau-Fm. wurden unter Bezeichnungen wie „*Belvedere-Schichten*“ (vgl. Diskussion in WINKLER, 1921) oder „*Pannon C*“ zusammengefaßt (Tab. 2). Diese Termini sind als lithostratigraphische Begriffe ungeeignet (vgl. Feldbach-Fm.). Die Ortschaft Paldau wurde als „derivatio nominis“ gewählt, da in diesem Gebiet für den liegenden Anteil der Formation eine geschlossene Neubearbeitung vorliegt (GROSS, 1997).

Die kartographische Darstellung von KOLLMANN (1965) ermöglicht es, ausgehend vom Gebiet südlich von Paldau, als Typus-Gebiet Teile des zentralen Gnaser und des südlichen Fürstenfelder Beckens zu definieren (Beil. 1).

Die Aufschlußverhältnisse erlauben es nicht einen „Unit“-Stratotyp für die Paldau-Fm. anzugeben. Im Typus-Profil BE 1–2 ist nur der liegendste Anteil dieser Formation aufgeschlossen. Das Grenzstratotypus-Profil GR 24 definiert die Abtrennung zur liegenden Feldbach-Fm. Für die Hangendgrenze kann derzeit kein entsprechendes Profil angegeben werden. Weitere Aufschlüsse werden zur eingehenderen, lithologischen Charakterisierung bei der Beschreibung der Subformationen angeführt.

WINKLER-HERMADEN (1957) führt *C. hoernesii* aus dem Liegenden des „Kapfensteiner Schotter“ an, dessen Basis teilweise die Liegendgrenze der Paldau-Fm. bildet (vgl. dagegen WINKLER, 1921; WINKLER-HERMADEN & RITTLER, 1949; siehe auch Feldbach-Fm.).

Demnach würde die *C. ornithopsis/M. impressa*-B.Z. nicht mehr die Paldau-Fm. erreichen (Tab. 2). Weitere Hinweise zur Biostratigraphie liefert KOLLMANN (1965). Er verzeichnet aus dem Hangenden des „Kapfensteiner Schotter“ in der Region von Ilz (Hocheneegg, Krennach, Sachsenberg) *Melanopsis fossilis fossilis* MARTINI-GMELIN. Diese Fundpunkte sind der *C. hoernesii*-B.Z. zuzuordnen. Die von SAUERZOPF (1950, 1952) in „Zone“ D (nach PAPP, 1951) gestellte Fauna vom Unterbuchberg bei Fürstenfeld ordnet KOLLMANN (1965) aufgrund der Ostracodenassoziation und den Lagerungsverhältnissen (hangend des „Kapfensteiner Schotter“) „Zone“ C (= *C. hoernesii*-B.Z.) zu. „*Hipparion*“ tritt erst in Sedimenten der Karnerberg-SbFm. auf (vgl. MOTTL, 1970 cum Lit.), die damit in die *C. hoernesii*-B.Z. eingestuft werden kann. In wie weit die höheren Anteile der Paldau-Fm. schon in der *C. partschi*-B.Z. liegen, ist unklar. KOLLMANN (1965) ordnet aufgrund von Ostracoden die im Hangenden der Paldau-Fm. auftretenden „Schichten von Unterlamm“ in die „Zonen“ D/E ein (= *C. partschi* bis *C. subglobosa*-B.Z.; Tab. 2). Die erosiv auflagernden „Taborer Schotter“ (WINKLER, 1927 a) und die hangenden „Schichten von Jennersdorf“ (KOLLMANN, 1965; vgl. WINKLER, 1927 a) stellt dieser Autor „vorläufig“ in „Zone“ G der Pannonium-Gliederung von PAPP (1951).

Die Paldau-Fm. grenzt mit den basalen Kiesen (= „Kapfensteiner Schotter“) der Kapfenstein-SbFm. erosiv an die liegende Feldbach-Fm. (vgl. KOLLMANN, 1965). Strömungsgeschichtete Sande der Mayerhanselberg-SbFm. markieren die Liegendgrenze in Bereichen in denen diese Grobklastika fehlen (Fig. 4, 11; vgl. „Kapfensteiner Sandfazies“, NEBERT, 1985). Hier ist die Grenzziehung schwierig und bleibt oftmals eine geologische Interpolation (vgl. WINKLER, 1927 a; MURBAN, 1939). Vereinzelt können an der Grenze zur Feldbach-Fm. eine cm-mächtige, lateritische Lage (SKALA, 1968; NEBERT, 1988) und pelitische Klasten (z.B. Aufschluß GR 24, Fig. 7) als Aufarbeitungsprodukte beobachtet werden (vgl. „intrapannonische Trockenlegungsphase“, WINKLER, 1927 a). Teilweise – vor allem gegen den Beckenrand – kann die Feldbach-Fm. fehlen (?erodiert) und grobklastische Sedimente der Paldau-Fm. lagern direkt auf oberarmatischen Ablagerungen (z.B.: NW Vasoldsberg, NE Gleichenberger Kogel, WINKLER, 1927 a; KOLLMANN, 1965). Hangend der Paldau-Fm. folgen die „Schichten von Unterlamm“, die KOLLMANN (1965) mit den „Schichten von Loipersdorf“ zusammenfaßt und der „Taborer Schotter“ (Fig. 2). Die Abgrenzung zu diesen aus Wechselfolgen von Sand, Silt/Ton, untergeordneten Kies- und Kohlelagen (z.B.: Schiefer/Fehring) bzw. vorwiegend aus grobklastischem Material aufgebauten Sedimenten wird aus KOLLMANN (1965) übernommen. Die Eingliederung dieser „Schichten“ in das lithostratigraphische Konzept bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten (vgl. GROSS, 2000 b).

Innerhalb der Paldau-Fm. werden fluviatile und limnische-?deltatische Subformationen unterschieden. Nach GROSS (1998 a, c) handelt es sich bei den Sedimenten der Kapfenstein-SbFm. um Ablagerungen kiesreicher bis kies-sandreicher Mäanderflüsse. Eng mit den Aulandschaften dieser, auf longitudinale Mäandergürtel konzentrierten Flüsse (vgl. Aussetzen des „Kapfensteiner Schotter“!) sind limnische-?deltatische Faziesräume verzahnt. WINKLER (1927 a) vermutet an der Südburgenländischen Schwelle (im Bereich Neustift) den Übergang zu deltaischem Milieu. Eine Ingression der stark ausgesüßten Paratethys unterbricht diese Situation (Münzengraben-Bk.). Erst ein abermaliger Rückzug dieses „Pannonischen Sees“ ermöglicht ein erneutes Vorgehen fluviatiler Environments (Kirchberg-SbFm.). Für die übrigen Ablagerungen der Paldau-Fm. wird ein ähnlicher (tektonisch gesteuerter?) Sedimentationsablauf angenommen.

Gegen den Beckenrand nimmt der grobklastische Anteil innerhalb der Paldau-Fm. zu. Eine Trennung, der im distalen Bereich differenzierbaren Subformationen, ist nicht mehr bzw. nur schwer möglich (z.B.: Gebiet NW Markt Hartmannsdorf). Diese Sedimente interpretiert KRAINER (1987 a, b) als Ablagerungen eines mäandrierenden Systems, in dem der Kiesanteil für einen „klassischen Mäanderfluß“ allerdings zu hoch ist. Die limnischen-?deltatischen Sedimente werden von Ablagerungen fluviatiler Überschwemmungsebenen abgelöst. In Grundgebirgsnähe schließen vermutlich die „Pucher Schotter“ (?Oberes Sarmatium bis Unteres Pannonium, C. *hoernesii*-B.Z., KRAINER, 1987 a) an. Diese zeigen deutlich Charakteristika eines proximal (mit debris-flows) – distal (mit verzweigten Flußsystemen) gegliederten Alluvialfächers (KRAINER, 1987 a, b; vgl. Fig. 2). Bei einer Fortsetzung der lithostratigraphischen Arbeiten könnten in diesen randlichen Gebieten weitere Formationen (z.B. ?Puch-Fm.) und Subformationen („Schemmerl-Schotter“, innerhalb der Paldau-Fm.) definiert werden.

Die Sedimente der Paldau-Fm. werden östlich der Südburgenländischen Schwelle von jüngeren Sedimenten bedeckt (vgl. Feldbach-Fm.). Eine Korrelation mit lithostratigraphischen Einheiten im Westpannonischen Becken ist derzeit nicht möglich.

### 3.2.1. Kapfenstein-Subformation (Fig. 2, 5–9; Tab. 2)

#### Synonyme

- 1878 *Belvedere-Schotter*. – HOERNES: 304; SW Feldbach. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.?)
- 1921 *Mittelpontischer Schotter*. – WINKLER: 8–10, Fig. 1, Profil 1 a, c, d, Profil 4; Fig. 2, Profil 1, 2, 4; Neustift, Reiting, Kapfenstein, Pichla, Petersdorf/Mühldorf.
- 1927 a *Kapfensteiner Schotterzug*. – WINKLER: 426–431, Fig. 11, 14; Paldau, Petersdorf/Mühldorf, Pichla, Satzwipfel/Obergiem, Kapfenstein, Neustift.
- 1939 *Kapfensteiner Schotterzug*. – MURBAN: 5, Geol. Kt.; Umgebung von Feldbach. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.?)
- 1939 *Kapfensteiner Schotter*. – WINKLER-HERMADEN: 42, 157, 158, 161, Abb. 18; Taf. 3; Pichla, Kapfenstein. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.]
- 1949 *Kapfensteiner Schotter*. – WINKLER-HERMADEN & RITTLER: 68, 70–80, Abb. 2; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.]
- 1951 *Kapfensteiner Flußschotter*. – WINKLER-HERMADEN: 463–465, Abb. 9; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.?)
- 1957 *Kapfensteiner Serie*. – WINKLER-HERMADEN: 133; Oststeirisches Becken.
- 1960 b *Kapfensteiner Schotter*. – KOLLMANN: 166, Beil. 2; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.]
- 1965 *Kapfensteiner Schotter & Zwischenserie zwischen Kapfensteiner und Kirchberger Schotter*. – KOLLMANN: 587–592, Taf. 2, 3; Taf. 5, Profil 3–5; Oststeirisches Becken. [partim; nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Zwischenserie“]
- 1971 *Kapfensteiner Schotter*. – HANSELMAYER: 39–56, Abb. 1–6; Kapfenstein.
- 1980 *Kapfensteiner Schotter & Erste Limnische Zwischenserie*. – FUCHS: 470, Abb. 134; Zentrales Oststeirisches Becken. [partim; nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Ersten Limnischen Zwischenserie“]
- ? 1985 *Mittelpannonien, Kapfensteiner Schotter*. – NEBERT: 59–71, Abb. 20–22, 29, 31–34,

- 37–40; Tab. 8; Bucht von Pöllau, Hartberger Sarmatosporn, Bucht von Friedberg-Pinkafeld. [auf geol. Karten partim; exklusive „Kapfensteiner Sandfazies“ und den darüber liegenden Sedimenten bis zur „Hangendfolge“]
- 1988 *Liegendfolge des Ilzer Sedimentationszykluses*. – NEBERT: 78–81, Abb. 1–4, 8–10; Tab. 2; Raum Ilz. [partim; exklusive der Anteile, die mit der „Sandfazies“ einsetzen; vgl. Mayerhanselberg-SbFm.]
- 1994 *Kapfensteiner Sch.* – HOLZER: 80, 1 Tab.; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kapfenstein-SbFm.]
- 1997 *Kapfensteiner Schichten*. – GROSS: 40–55, 60–97, Abb. 4.10–15, 4.19, 5.1–24; Tab. 5.5; Taf. 4.1–2, 5.1; Geol. Kt.; Raum südlich Paldau. [partim; exklusive der limnischen-?deltatischen Anteile]
- 1998 a *Kapfensteiner Schichten*. – GROSS: 131–160, 367–371, Abb. 1–5; Taf. 1–4; Beil. 1, 2; Raum Paldau. [partim; exklusive der limnischen-?deltatischen Anteile]
- 1999 *Kapfenstein-Subformation*. – GROSS: 8; Gnaser Becken.
- 2000 *Kapfenstein-Subformation*. – GROSS et al.: 80–88, Abb. 2–4; Tab. 1–3; Taf. 1; Raum S Paldau.
- 2000 b *Kapfenstein-Subformation*. – GROSS: 52, 59–60, 62–66, 70–71, 82, Abb. 8–9, 15–16; Tab. 2–3; Taf. 1, Fig. d–e; Taf. 2, Fig. a–e; Geol. Kt.; Region S Paldau, Feldbach, Kapfenstein.

**Ableitung des Namens:** Nach der Ortschaft Kapfenstein, 10 km SE Feldbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Beschreibung:**

*Lithologie:* Lateral und vertikal sehr variabel; grauer oder gelblicher, Quarz-dominierter, gut gerundeter, massiger, trogförmig kreuzgeschichteter oder horizontalgeschichteter, sandiger Fein- bis Mittelkies; gelblichoranger oder grauer kreuz-, rippel- oder horizontalgeschichteter Fein- bis Mittelsand; Wechselfolgen von gelblichem, rippelgeschichtetem oder massigem (siltigem) Feinsand und grünlichgrauem oder gelblichem, laminiertem (sandigem) Silt; gelblicher bis grauer, massiger oder dünn laminiertes Silt/Ton, oft reich an Pflanzenresten. Angaben zum Schwermineralinhalt in NEBERT (1988), zur Geröllpetrographie in HANSELMAYER (1971), zur Fazies GROSS (1998 a, c). Mit der Gammastrahlungscharakteristik beschäftigen sich GROSS et al. (2000).

*Mächtigkeit:* Durch erosive Basis stark schwankend, 20–40 m.

*Liegendgrenze:* Wird durch das erosive Einsetzen von sandigen Kiesen über den vorwiegend feinklastischen Sedimenten der Feldbach-Fm. markiert.

*Hangendgrenze:* Feinklastische, limnische-?deltatische Sedimente der Mayerhanselberg-SbFm.; kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

*Fossilführung:* siehe WINKLER (1927 a), MOTTLE (1970), GROSS (1997, 1998 c, 2000 b), KRENN (1998).

Gastropoda: Planorbidae; Bivalvia: Unionidae, ?Dreissenidae; Insecta; Vertebrata: Fischreste, Mammalia (div. fam.); vorwiegend Pflanzenreste: Blatt-, Frucht- und Wurzelreste. *Genese:* fluviatil, kiesreiche bis kies-sandreiche Mäanderflüsse (GROSS, 1998 a).

**Typus-Gebiet:** Region S Paldau, Feldbach, Kapfenstein, ÖK 191 Kirchbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil BE 1(= Monscheinkiesgrube; vgl. GROSS, 1998 a)-2 (Fig. 5): 1 km ESE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 320, H: 200 000); im Typus-Profil sind weder Liegend- noch Hangendgrenze aufgeschlossen; Liegendgrenze vgl. unten; die Hangendgrenze ist zur Zeit nicht durch Grenzstratotypus-Profile darstellbar.

**Grenzstratotypus-Profil (Liegendgrenze):** Profil GR 24 (Fig. 7): 1,6 km SE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 530, H: 199 380).

**Biostratigraphie:** ?*Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, oberstes Mittelmiozän bis unterstes Obermiozän (nach der Korrelationstabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** WINKLER prägte 1927 den Begriff „Kapfensteiner Schotterzug“. Er bezeichnet damit einen „Zug Grobschotter, den er aus der Gegend von Paldau, über den Nordabfall der Gleichenberger Kogel, über Kapfenstein bis Neustift verfolgen konnte“ (WINKLER, 1927 a: 426). Zur Charakterisierung dieser „Schotter“ beschreibt er einige Aufschlüsse aus dieser Region - inklusive der assoziierten feinklastischen Sedimente! Die „Typus-Profile“ westlich von Feldbach sind allerdings bis auf einen Aufschluß (Talschluß N Perlsdorf, WINKLER, 1927 a: 429 = ?GR 24 aus GROSS, 1997, Fig. 7) der Kirchberg-SbFm. zuzuordnen (vgl. KOLLMANN, 1965: Taf. 2). Das in vorliegender Arbeit definierte Typus-Profil liegt nicht in unmittelbarer Umgebung der Ortschaft Kapfenstein, doch befindet es sich innerhalb des von WINKLER (1927 a) umrissenen „Typus-Gebietes“. Nachstehende Aufschlüsse dienen zur näheren Darstellung der Lithologie dieser Subformation:

Profile S Paldau aus GROSS (1997): KO 4–5 (Fig. 6; vgl. GROSS, 1998 c), GR 22 (Fig. 7), GR 7–9 (Fig. 8), PÖ 2 (vgl. GROSS, 1998 c), GR 2–4, 7–8 und Profile aus der Literatur (vgl. auch Synonymie): Profile im Raum Neustift, Profil Pichla (WINKLER, 1921), Profil Kapfenstein (WINKLER, 1921; HANSELMAYER, 1971), Aufschluß Nr. 3, Weg Walkersdorf-Rosenberg, Aufschluß Nr. 51, Autobahnaufschluß zwischen Hochenegg und Pernau (NEBERT, 1988)].

Die Kapfenstein-SbFm. umfaßt die fluviatilen Anteile der Paldau-Fm., die die Feldbach-Fm. überlagern. Als („geländegängige“) Untergrenze wird das Einsetzen von sandigen Kiesen definiert (entspricht „Kapfensteiner Schotter“). Die Hangendgrenze kann zur Zeit nicht anhand von Profilen dargestellt werden. Sie wird jedoch mit dem Übergang von fluviatiler (Ablagerungen kiesreicher bis kies-sandreicher Mäanderflüsse) zu limnischer-?deltaischer Fazies festgelegt. Eine ähnliche Abgrenzung nimmt NEBERT (1985) vor (Ende der Granat-Phase; Fig. 9).

Auf der Geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000 ist eine „Kapfenstein-Formation“ ausgeschieden (Nr. 62). Damit werden unterpannonische, fluviatile Sande und Kiese im Raum Hartberg bezeichnet (vgl. NEBERT, 1985). In den zugehörigen Erläuterungen von HEINRICH et al. (2000) wird diese Formation nicht näher erläutert. Aus diesem Grund wird diese „Kapfenstein-Formation“ als invalid betrachtet.

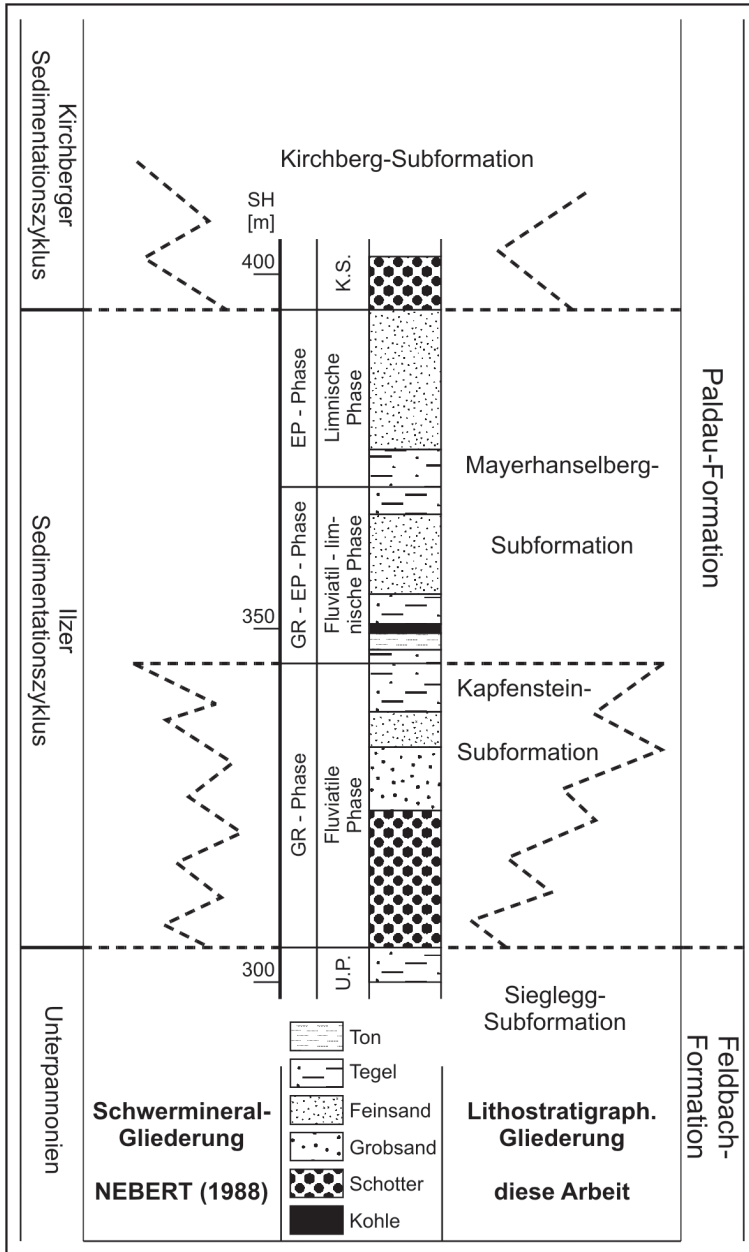


Fig. 9: Vergleich der Gliederung anhand des Schwermineralspektrums durch NEBERT (1988; linke Seite; z.B. GR-Phase= Granat-dominierte Phase= fluviatile Phase des „Ilzer Sedimentationszyklusses“) und der hier vorgestellten lithostratigraphischen Grenzziehung (rechte Seite; strichlierte Linien). U.P.= „Unterpannonien“, GR= Granat, EP= Epidot, K.S.= „Kirchberger Sedimentationszyklus“.

### 3.2.2. Mayerhanselberg-Subformation (Fig. 2, 4, 8–12; Tab. 2)

#### Synonyme

- 1867 *Congerien-Stufe, Belvederesand*. – STUR: 101, Tab.; Ilz. [(partim); umfaßt nur den basalen Anteil dieser SbFm.]
- 1927 a *Sedimente des Mittelpontikums*. – WINKLER: 432; Paldau. [partim; nur für die liegendsten Anteile des „Mittelpontikums“ gültig]
- 1939 *Mittelpontische Schichten*. – MURBAN: 6, Geol. Kt.; Umgebung von Feldbach. [partim; exklusive der fluviatilen Anteile]
- 1965 *Zwischenserie zwischen Kapfensteiner und Kirchberger Schotter*. – KOLLMANN: 590–592, Taf. 2, 3; Taf. 5, Profil 3–5; Oststeirisches Becken. [partim; exklusive der fluviatilen Anteile]
- 1980 *Erste Limnische Zwischenserie*. – FUCHS: 470, Abb. 134; Zentrales Oststeirisches Becken. [partim; exklusive der fluviatilen Anteile]
- ? 1985 *Mittelpannonien, Kapfensteiner Sandfazies & Hangendfolge*. – NEBERT: 59–71, Abb. 20–22, 28, 29, 35?, 36, 39, 40; Tab. 9, 10, 11?, 12; Bucht von Pöllau, Hartberger Sarmatosporn, Bucht von Friedberg-Pinkafeld. [auf den geol. Karten partim; exklusive „Kapfensteiner Schotter“]
- 1988 *Ilzer Sedimentationszyklus*. – NEBERT: 78–85, 91–93, Abb. 1, 6–10, 14, 18, 19; Tab. 2, 3, 6; Raum Ilz. [partim; exklusive der Anteile der „Liegendfolge“, die mit dem „Kapfensteiner Schotter“ einsetzt]
- 1997 *Kapfensteiner Schichten*. – GROSS: 40–55, 101–108, Abb. 4.10–12, 4.16, 4.19, 6.2, 7.1–2; Taf. 4.1–2; Geol. Kt.; Raum südlich von Paldau [partim; exklusive der fluviatilen Anteile]
- 1999 *Mayerhanselberg-Subformation*. – GROSS: 8; Gnaser Becken.
- 2000 b *Mayerhanselberg-Subformation*. – GROSS: 52, 60, 62–66, 69–71, 82, Abb. 8, 11, 14, 17; Tab. 2; Taf. 1, Fig. f–k; Geol. Kt.; Region S Paldau.

**Ableitung des Namens:** Nach der Gebietsbezeichnung Mayerhanselberg, 0,7 km S Paldau, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

#### Beschreibung:

*Interne Gliederung:* Innerhalb dieser Subformation wird die Münzengraben-Bk. ausgetrennt.

*Lithologie:* Basal gelblicher oder grauer, kreuz-, rippel- oder horizontalgeschichteter Fein- bis Mittelsand (untergeordnet auch Grobsand); gelblicher, kreuz-, rippel- oder horizontalgeschichteter (siltiger) Fein- bis Mittelsand und grauer, laminiertes oder massiger Silt bis Feinsand wechsellagern im dm- und m-Bereich; Einschaltungen dm-mächtiger Braunkohlenflöze (GROSS, 1998 b) und blaugrauer, massiger, reichlich Bivalven-, Gastropoden- und Ostracoden-führender Mergel (Münzengraben-Bk.; GROSS, 1997). Angaben zum Schwermineralinhalt liefert NEBERT (1988).

*Mächtigkeit:* 40–50 m.

*Liegendgrenze:* Wird durch das Auftreten strömungsgeschichteter Sande über den vorwiegend feinklastischen Ablagerungen der Feldbach-Fm. markiert (vgl. Paldau-Fm.).

*Hangendgrenze:* Erosiv eingreifende Kiese der Kirchberg-SbFm. bzw. Sande einer weiteren, noch unbenannten Subformation; kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

*Fossilführung:* siehe WINKLER (1921, 1927 a), SAUERZOPF (1950, 1952), KOLLMANN (1960 a, b, 1965), NEBERT (1988), GROSS (1997, 1998 c).

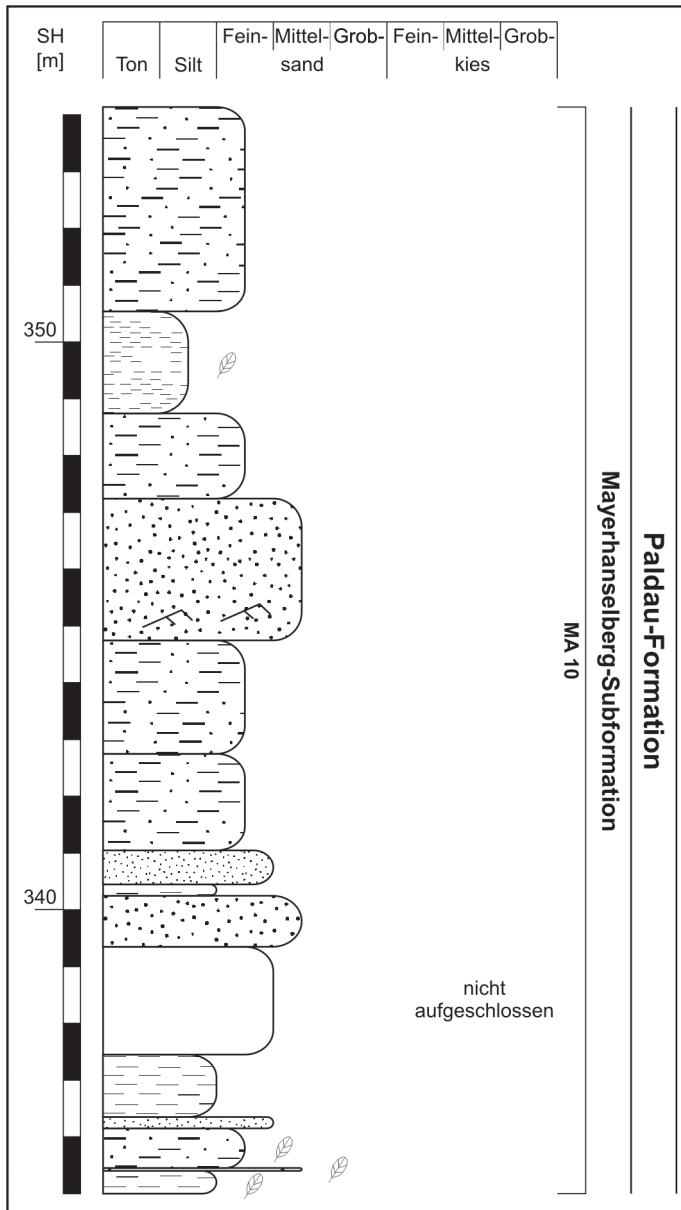


Fig. 10: Profil MA 10 (= Typus-Profil der Mayerhanselberg-SbFm.), 0,6 km SSW Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 120, H: 199 670). Legende siehe Fig. 3.

Gastropoda: Neritidae (*Theodoxus* sp.), Thiaridae (*Melanopsis* div. sp.), Planorbidae (*Orygoceras* sp.); Bivalvia: Dreissenidae (?*Congeria hoernesii* BRUSINA, 1892, *Congeria* div. sp., *Dreissena* sp.), Lymnocytheridae; Ostracoda: Darwinulidae, Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytherideidae, Loxoconchidae; Insecta; Vertebrata: Fischreste; Pflanzenreste: Blatt-, Frucht- und Wurzelreste, Pollen.

Genese: limnisch-?deltatisch; im Bereich der Münzengraben-Bk. limnisch, schwach brakisch.

**Typus-Gebiet:** Region S Paldau, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil MA 10 (Fig. 10): 0,6 km SSW Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 120, H: 199 670); im Typus-Profil sind weder Liegend- noch Hangendgrenze aufgeschlossen; Liegendgrenze vgl. unten; für die Hangendgrenze kann zur Zeit kein Grenzstratotypus-Profil angegeben werden.

**Grenzstratotypus-Profil (Liegendgrenze):** Profil ED 17–18 (Fig. 4): 2,3 km S Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 570, H: 198 110).

**Biostratigraphie:** ?*Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, oberstes Mittelmiozän bis unterstes Obermiozän (nach der Korrelationstabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

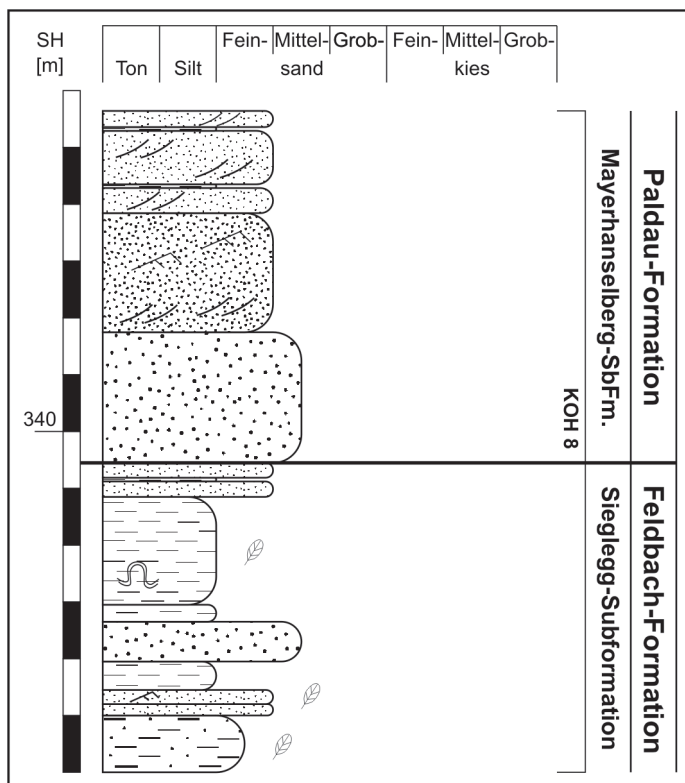


Fig. 11:  
Profil KOH 8, 2,7 km  
SSW Paldau (ÖK 191  
Kirchbach, BMN 6712, R:  
708 830, H: 197 670).  
Legende siehe Fig. 3.

**Bemerkungen:** Die Mayerhanselberg-SbFm. umfaßt die limnischen-?deltatischen Sedimente hangend der Feldbach-Fm. und liegend der Kirchberg-SbFm. Der liegende Anteil ist mit der Kapfenstein-SbFm. verzahnt (Fig. 2, 9; Tab. 2). Zur Diskussion der Liegendgrenze sei auf die vorangegangenen Ausführungen verwiesen (vgl. Paldau-Fm.). Die Hangendgrenze wird mit dem Einsetzen grobklastischer Ablagerungen der Kirchberg-SbFm. (= „Kirchberger Schotter“) bzw. sandiger Einschaltungen einer weiteren, derzeit nicht definierbaren Subformation festgelegt.

Innerhalb der Mayerhanselberg-SbFm. liegen die Braunkohlen der „Carolinen- bzw. Emma-Grube“ (S Paldau), die dem „Lignithorizont von Ilz“ entsprechen könnten (GROSS, 1998 b). Da diese Flöze nicht zugänglich sind, wird von einer lithostratigraphischen Definition als Bank Abstand genommen.

Folgende Profile bieten einen weiteren Einblick in die lithologische Ausbildung dieser Subformation: Profile S Paldau aus GROSS (1997): GR 7–9 (Fig. 8), KOH 8 (Fig. 11), MA 35–38 (Fig. 12), MA 28–31, GR 9, ED 2–9, MÜ 21 (vgl. GROSS, 1998 c), KOH 3–4, HÜ 4, 8 und Profile aus der Literatur (vgl. auch Synonymie): Aufschluß Nr. 14, Hainfeld, Aufschluß Nr. 26, Ziegenberg, Profile der Bohrungen 1–3, 5, 18 S Ilz (NEBERT, 1988).

### 3.2.2.1. Münzengraben-Bank (Fig. 2, 12)

#### **Synonyme**

2000 b *Münzengraben-Bank*. – GROSS: 52, 59, 63, 65–66, 71, 74, 82, Abb. 8, 17; Tab. 2; Taf. 1, Fig. f–k; Geol. Kt.; Münzengraben.

**Ableitung des Namens:** Nach dem Münzengraben, 1,5 km S Paldau, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

#### **Beschreibung:**

**Lithologie:** Mittelgrauer, massiger Mergel mit basalem convolute-bedding und reicher Bivalven-, Gastropoden- und Ostracodenfauna (GROSS, 1997, 2000 a, b).

**Mächtigkeit:** 0,2 m.

**Liegendgrenze:** Die Münzengraben-Bk. wird von 0,01–0,02 m mächtigem, bräunlich schwarzem, laminiertem siltigem Feinsand mit intensivem convolute-bedding unterlagert.

**Hangendgrenze:** 0,6 m mächtiger, gelblichbrauner bis grünlichgrauer, laminiertes Silt mit vereinzelt Bivalvenresten bildet das Hangende dieser Bank.

**Fossilführung:** Gastropoda: Neritidae (*Theodoxus* sp.), Thiaridae (*Melanopsis* cf. *impresa posterior* PAPP, 1953, *M. bouei multicosata* HANDMANN, 1887); Bivalvia: Dreissenidae (*Congerina* sp.), Lymnocyprididae (*Lymnocypridium* sp.); Ostracoda: Darwinulidae, Cyprididae, Candonidae, Hemicytheridae, Cytheroidea, Loxoconchidae; Vertebrata: Fischreste.

**Genese:** limnisch, schwach brackisch (GROSS, 1997).

**Typus-Gebiet:** Münzengraben, S Paldau, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil MA 35–38 (Fig. 12): 1,2 km SSE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 560, H: 199 110); im Typus-Profil sind Liegend- und Hangendgrenze aufgeschlossen.

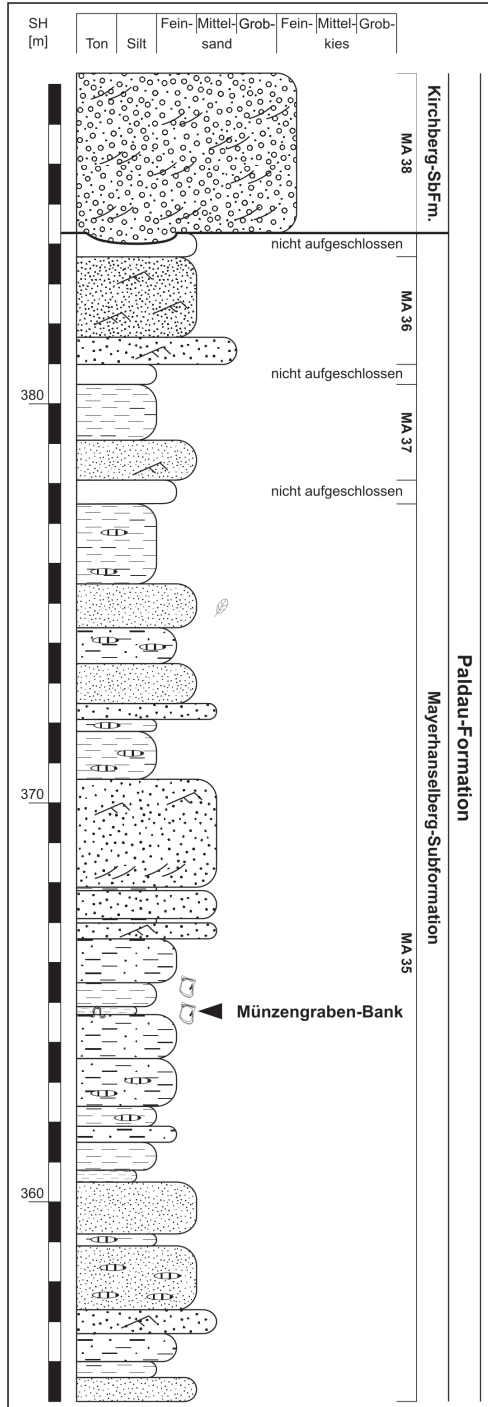


Fig. 12:  
 Profil MA 35–38 (= Typus-Profil der Münzengraben-Bk.), 1,2 km SSE Paldau (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 560, H: 199 110). Legende siehe Fig. 3.

**Biostratigraphie:** ?*Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, oberstes Mittelmiozän bis unterstes Obermiozän (nach der Korrelationstabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** Die bisher bekannten Aufschlüsse dieser lithostratigraphischen Einheit befinden sich im Münzengraben [Profil MA 35–38, Fig. 12 und ED 5 (GROSS, 1997)]. Diese durch ihre Fossilführung ausgezeichnete Schicht (vgl. GROSS, 2000 a, b) wird als Bank innerhalb der Mayerhanselberg-SbFm. beschrieben (vgl. Fig. 2).

### 3.2.3. Kirchberg-Subformation (Fig. 2, 13–15; Tab. 2)

#### Synonyme

- 1927 a *Kapfensteiner Schotterzug*. – WINKLER: 426–429, Fig. 12, 13; Paldau, Muggenthalberg. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kirchberg-SbFm.]
- 1960 b *Kirchberger Schotter*. – KOLLMANN: 166, Beil. 2; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kirchberg-SbFm.]
- 1965 *Kirchberger Schotter & Zwischenserie zwischen Kirchberger und Karnerberg-Schotter*. – KOLLMANN: 593–594, Taf. 2, 3; Taf. 5, Profil 3, 4; Oststeirisches Becken. [partim; nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Zwischenserie“]
- 1966 *Kirchberger Schotter*. – HANSELMAYER: 33–41; Holzmannsdorf bei St. Marein/Pickelbach.
- 1980 *Kirchberger Schotter & Zweite Limnische Zwischenserie*. – FUCHS: 470, Abb. 134; Zentrales Oststeirisches Becken. [partim; nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Zweiten Limnischen Zwischenserie“]

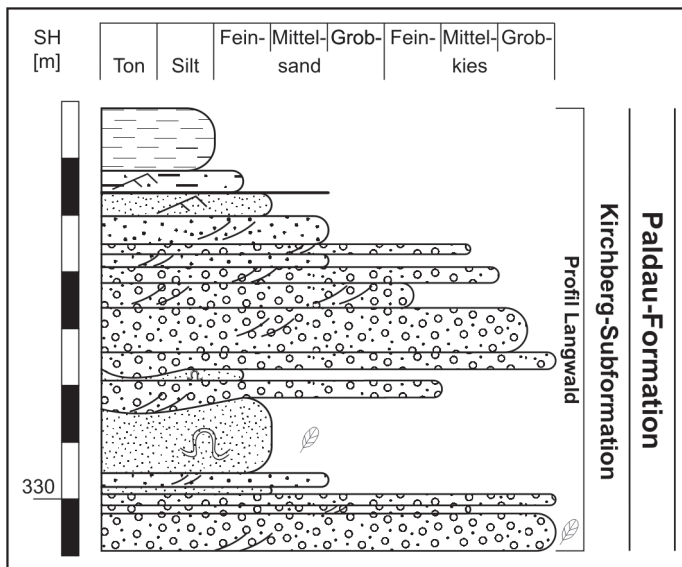


Fig. 13:  
Profil Langwald (= Typus-Profil der Kirchberg-SbFm.), 2,2 km WNW Kirchberg/Raab (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 704 670, H: 206 200).  
Legende siehe Fig. 3.

- 1988 *Kirchberger Sedimentationszyklus*. – NEBERT: 85–88, Abb. 1, 8, 11–15; Tab. 4; Raum Ilz.
- 1990 *Kirchberger Schotter & hangende Feinklastika*. – KOVAR-EDER & KRÄINER: 7–17, 31–34, Abb. 2–4, 9; Tab. 1, 2; Wörth/Kirchberg.
- 1991 *Kirchberger Schotterhorizont*. – KOVAR-EDER & KRÄINER: 737–741, 747–748, Abb. 2; Reith/Unterstorcha.
- 1994 *Kirchberger Sch.* – HOLZER: 80, 1 Tab.; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Kirchberg-SbFm.]
- 1999 *Kirchberg-Subformation*. – GROSS: 8; Gnaser Becken.
- 2000 b *Kirchberg-Subformation*. – GROSS: 52, 59, 62, 65–67, 74, Abb. 8, 11, 17; Tab. 2; Geol. Kt.; Region um Kirchberg an der Raab.

**Ableitung des Namens:** Nach der Ortschaft Kirchberg an der Raab, 10 km NW Feldbach, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

**Beschreibung:**

*Lithologie:* Lateral und vertikal sehr variabel; grauer bis bräunlicher, Quarz-reicher, massiger oder trogförmig kreuzgeschichteter, sandiger Fein- bis Grobkies; gelblicher oder grauer, rippel-, kreuz- oder horizontalgeschichteter Sand; Wechsellagerungen von gelblichgrauem, parallellaminiertem oder rippelgeschichtetem Feinsand und grauem, rippelgeschichtetem Silt; graublauer, massiger oder laminiertes Silt/Ton. Angaben zur Schwermineralführung liefern NEBERT (1988) und KOVAR-EDER & KRÄINER (1990), zu Korngrößenverteilungen SKALA (1968) und KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) und zur Geröllpetrographie HANSELMAYER (1966, 1968).

*Mächtigkeit:* 20–30 m.

*Liegendgrenze:* Durch das erosive Einsetzen von sandigen Kiesen der Kirchberg-SbFm. ist die Grenze zur liegenden Mayerhanselberg-SbFm. gekennzeichnet.

*Hangendgrenze:* Feinklastische Sedimente einer weiteren, unbenannten Subformation; kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

*Fossilführung:* siehe WINKLER (1927 a), MOTTL (1970), KOVAR-EDER & KRÄINER (1990, 1991).

Gastropoda: Thiaridae (*Brotia (Tinnyea) escheri* BRONGNIART, 1822, *Melanopsis* sp.), Planorbidae (*Planorbarius* sp.); Bivalvia: Dreissenidae (*Congeria* sp., *Dreissena* sp.); Ostracoda; Vertebrata: Fischreste, Mammalia (div. fam.); Pflanzenreste: Blatt-, Frucht- und Wurzelreste, Pollen, *Chara*-Oogonien.

*Genese:* fluviatil, vermutlich kiesreiche bis kies-sandreiche Mäanderflüsse (KRÄINER, 1987 a, b; GROSS, 1997).

**Typus-Gebiet:** Region um Kirchberg an der Raab, ÖK 191 Kirchbach (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil Langwald (Fig. 13): 2,2 km WNW Kirchberg/Raab (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 704 670, H: 206 200); im Typus-Profil sind weder Liegend- noch Hangendgrenze aufgeschlossen; Liegend- und Hangendgrenze können zur Zeit nicht durch Grenzstratotypus-Profile dargestellt werden.

**Biostratigraphie:** ?*Congeria ornithopsis/Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, oberstes Mittelmiozän bis unterstes Obermiozän (nach der Korrelationstabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

## Bemerkungen

Ähnlich wie bei der Kapfenstein-SbFm. setzen die basalen Grobklastika (entspricht „Kirchberger-Schotter“) abschnittsweise aus (Mäandergürtel!). Lateral und hangend schließen vermutlich limnische-?deltäische Sedimente an (analog der Mayerhanselberg-SbFm.). Diese können derzeit allerdings nicht näher dargestellt werden. Die Hangendgrenze wird nach NEBERT (1988) – entsprechend der Kapfenstein-SbFm. – mit dem Ende der fluviatilen Sedimentation (Ende der Granat-Phase, NEBERT, 1988) gezogen (vgl. Fig. 9).

Gegen den Beckenrand, bzw. den Gleisdorfer Sarmatsporn, treten die grobklastischen Anteile stark in den Vordergrund. Es ist dort keine Abtrennung zur Kapfenstein-SbFm. mehr möglich (vgl. KOLLMANN, 1965; KRAINER, 1986, 1987 a, b; vgl. Paldau-Fm.).

Die unten angeführten Aufschlüsse aus der Literatur dienen zur weiteren Beschreibung der Kirchberg-SbFm. (vgl. auch Synonymie): Profil Wörth bei Kirchberg/Raab (Fig. 14; KOVAR-EDER & KRAINER, 1990), Profil Reith/Unterstorcha (Fig. 15; KOVAR-EDER & KRAINER, 1991), Profil Storchaberg/Reith, Profil SW Paldau (WINKLER, 1927 a), Aufschlüsse Nr. 33, 34, Minireith (NEBERT, 1988).

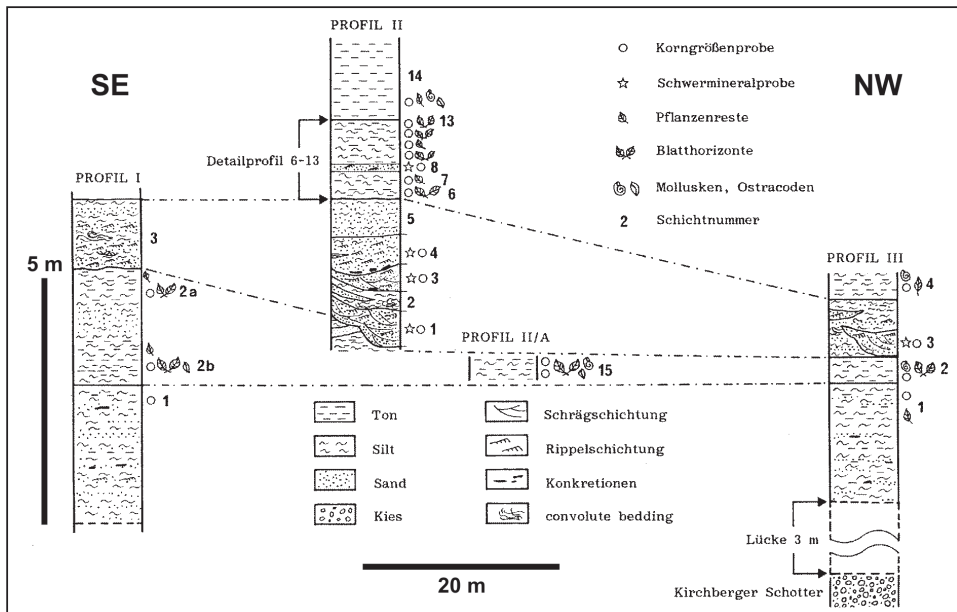


Fig. 14: Profil Wörth bei Kirchberg/Raab (nach KOVAR-EDER & KRAINER, 1990), 1,4 km SSE Kirchberg/Raab (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 707 300, H: 204 200, SH: 320 m).

3.2.4. Karnerberg-Subformation  
(Fig. 2, 16–18; Tab. 2)

**Synonyme**

- 1921 Die mittleren Lagen des oststeirischen Pontikums. – WINKLER: 8–11, Fig. 2, Profil 9; Riegersburg, Tiefenbach. [partim; nur für die fluviatilen Anteile aus dem Raum Riegersburg und Obertiefenbach gültig]
- 1927 a Karnerbergniveau & Edelsbacher Schotter. – WINKLER: 433–435; Karnerberg, Riegersburg.

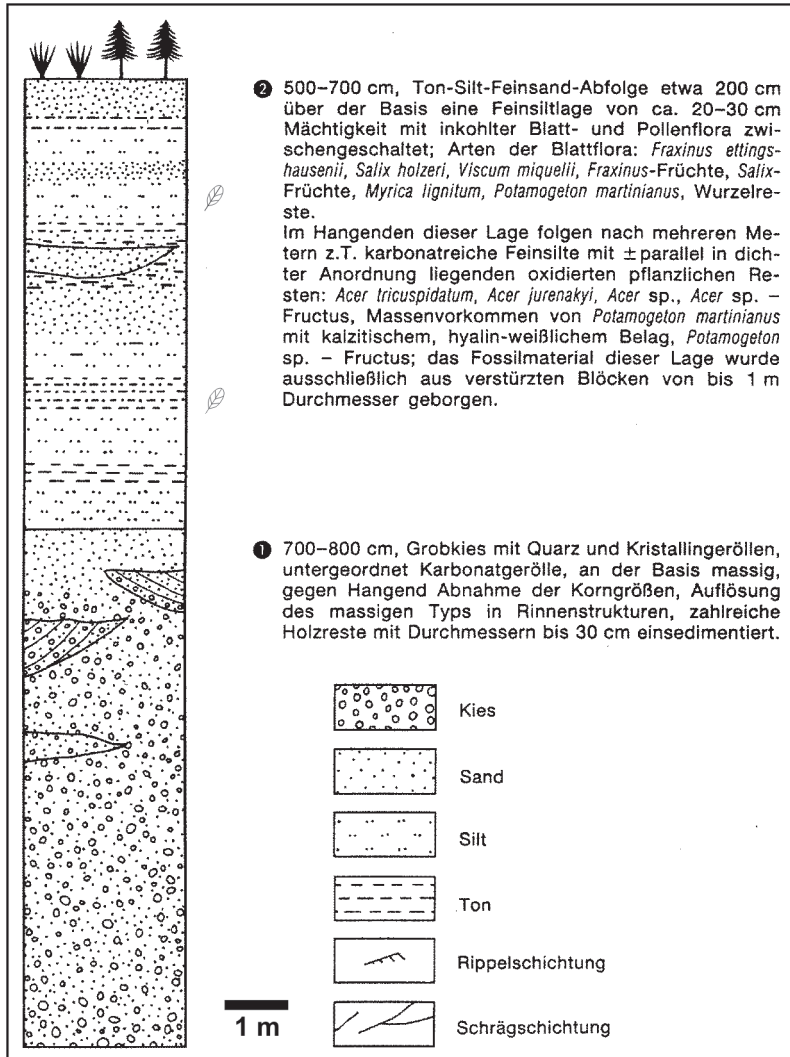


Fig. 15: Profil Reith/Unterstorcha (nach KOVAR-EDER & KRÄINER, 1991), 4,1 km SE Kirchberg/Raab (ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 709 600, H: 202 400, SH: 360 m).

- Lödersdorf, Johnsorf, Hatzendorf, Edelsbach. [?(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.?)
- 1927 b *Karnerberger Schotter*. – WINKLER: 40; Raum Riegersburg, Edelsbach. [?(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.?)
- 1949 *Karnerberg Schotter*. – WINKLER-HERMADEN & RITTLER: 68, 70, 75–77, 80, Abb. 3; Karnerberg, Riegersburg, Obertiefenbach, Tautendorf, Klein Maria Zell. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.]
- 1951 *Karnerberg-Schotter*. – WINKLER-HERMADEN: 446, 466, Abb. 9; Raum Riegersburg. [?(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.?)
- 1957 *Karnerberg-Schotter*. – WINKLER-HERMADEN: 135, 136, 150, Tab. 4; Obertiefenbach, Tautendorf [partim; nur für Obertiefenbach und Tautendorf gültig]
- 1960 b *Karnerberg-Schotter*. – KOLLMANN: 166, Beil. 2; N Feldbach. [?(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.?)
- 1965 *Karnerbergschotter und Hangendschichten*. – KOLLMANN: 594–597, Taf. 2, 3; Raum Riegersburg, Klein Maria Zell, Rohr, St. Marein/Pickelbach. [partim, nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Hangendschichten“]

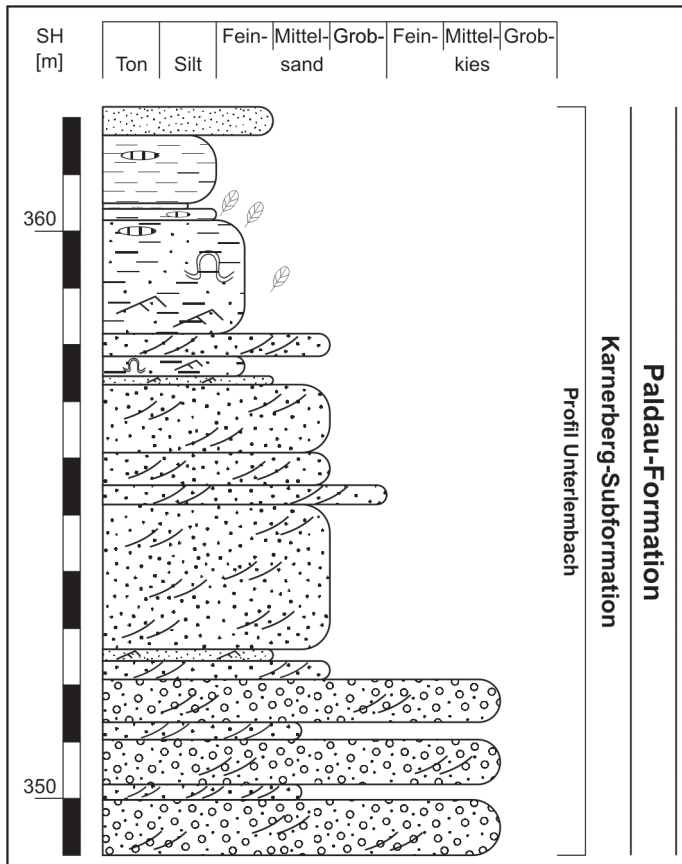


Fig. 16:  
Profil Unterlembach (= Typus-Profil der Karnerberg-SbFm.), 2,5 km NE Riegersburg (ÖK 166 Fürstenfeld, BMN 7705, R: 721 950, H: 208 230).  
Legende siehe Fig. 3.

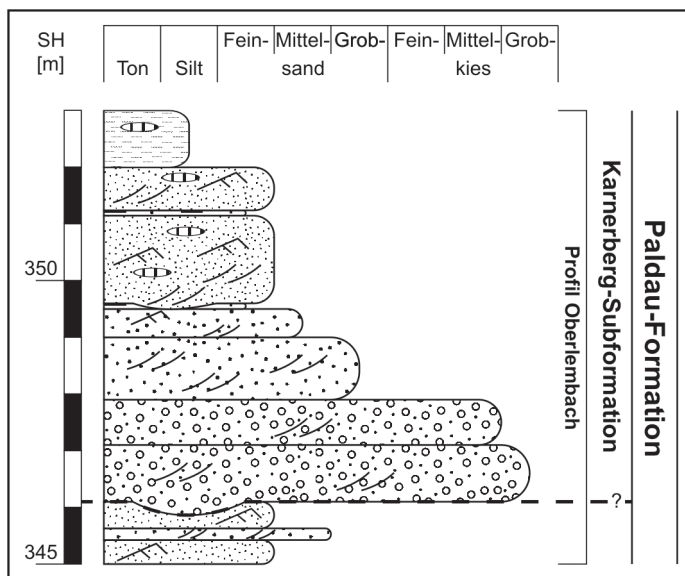
- 1966 a *Karnerberg-Schotterzug*. – MOTTL: 33–35, 57–59; Holzmannsdorfberg bei St. Marein/Pickelbach.
- 1968 *Karnerbergschotter*. – HANSELMAYER: 27–37, 43–45, Abb. 4; Taf. 3, Abb. 1; Taf. 4, Abb. 2; Tab. 1, 2; Holzmannsdorfberg bei St. Marein/Pickelbach, Dörf, Schützing.
- 1969 *Karnerberg-Schotterzug*. – MOTTL: 5–8; Breitenfeld, Dörf, St. Marein/Pickelbach. [(partim); umfaßt nur sandig-kiesige Anteile der Karnerberg-SbFm.]
- 1980 *Karnerbergschotter mit Hangendschichten*. – FUCHS: 470, Abb. 134; Zentrales Oststeirisches Becken. [partim; nur inklusive der fluviatilen Anteile der „Hangendschichten“]
- 1993 *Karnerberger Niveau*. – MALZER & SPERL: 379, 383, Tab. 22; Zentrales Oststeirisches Becken. [vgl. KOLLMANN 1980: 220, 221, Tab. 13]
- 1994 *Karnerberg Sch.* – HOLZER: 80, 1 Tab.; Oststeirisches Becken. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.]
- 1996 a *Karnerbergschotter*. – FRITZ: 31–36, 44, 45, Abb. 18, 20; Tab. 1; Geol. Kt.; Raum Riegersburg. [(partim); umfaßt nur grobklastische Anteile der Karnerberg-SbFm.]
- 1999 *Karnerberg-Subformation*. – GROSS: 8; Oststeirisches Becken.
- 2000 b *Karnerberg-Subformation*. – GROSS: 52, 57, 59, 62, 67, Abb. 8, 12; Tab. 2; Geol. Kt.; Region SW Riegersburg (Karnerberg).

**Ableitung des Namens:** Nach der Gebietsbezeichnung Karnerberg, 4 km NNE Feldbach, ÖK 192 Feldbach (Beil. 1).

**Beschreibung:**

*Lithologie:* Lateral und vertikal sehr variabel; gelblichoranger bis hellgrauer, Quarzdominierter, gut gerundeter, massiger, trogförmig kreuzgeschichteter oder horizontalgeschichteter, sandiger Mittel- bis Grobkies, teilweise reich an grauen Silt-Intraklasten; hellgrauer bis rotbrauner rippel-, kreuz-, low angle- oder horizontalgeschichteter Sand, teilweise Epsilon-Kreuzschichtung und Konkretionen; Wechselfolgen von grünlichgrau-

Fig. 17:  
 Profil Oberlembach, 2,0 km NNE Riegersburg (ÖK 166 Fürstenfeld, BMN 7705, R: 720 680, H: 208 700). Auf Grund der Aufschlußverhältnisse ist unklar, ob hier die Liegendgrenze (strichlierte Linie) der Karnerberg-SbFm. aufgeschlossen ist (Grenzstratotypus-Profil?). Legende siehe Fig. 3.



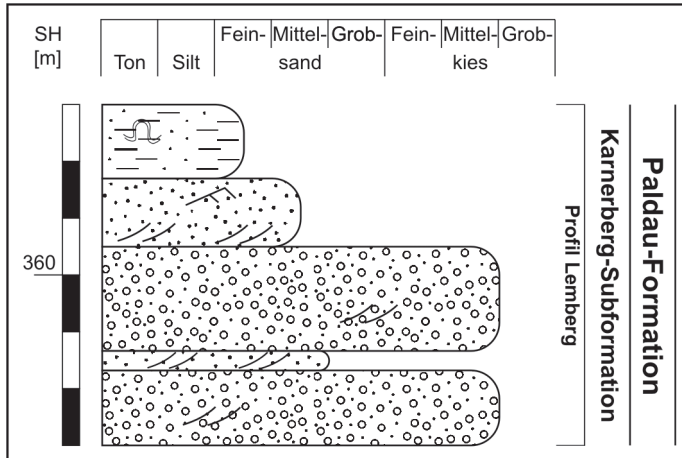


Fig. 18:  
 Profil Lemberg, 3,0 km  
 NE Riegersburg (ÖK 166  
 Fürstenfeld, BMN 7705,  
 R: 721 630, H: 209 320).  
 Legende siehe Fig. 3.

em, laminiertem (sandigem) Silt und hellgrauem bis hellgelbem, rippel- oder horizontalgeschichtetem (siltigem) Feinsand, oft convolute-bedding, teilweise mit Pflanzenresten; gelblichoranger bis grauer, laminiertes oder massiger Silt/Ton, oft reich an Pflanzenresten, teilweise mit Konkretionen. Angaben zu Korngrößenverteilung und Geröllpetrographie liefern HANSELMAYER (1968) und FRITZ (1996 a).

**Mächtigkeit:** >15 m.

**Liegendgrenze:** Ist durch das erosive Einsetzen grobklastischer Sedimente der Karnerberg-SbFm. über vorwiegend feinklastischen Sedimenten einer weiteren, derzeit noch unbenannten Subformation markiert; kann vorläufig nicht einwandfrei durch ein Profil definiert werden (vgl. Fig. 17).

**Hangendgrenze:** Feinklastische Sedimente einer weiteren, unbenannten Subformation; kann derzeit nicht durch Profile dargestellt werden.

**Fossilführung:** siehe MOTTL (1954 a, 1966 a, b, 1969, 1970), KOLLMANN (1965).

Gastropoda: Helicidae (*Galactochilus* sp., *Cepaea sylvestrina leobersdorfensis* WENZ, 1927); Ostracoda; Vertebrata: Fischreste, Reptilia (Trionychidae, Testudinidae), Mammalia (div. fam.; „*Hipparion*“); Pflanzenreste: Blatt-, Frucht- und Wurzelreste.

**Genese:** fluvial, vermutlich kiesreiche bis kies-sandreiche Mäanderflüsse.

**Typus-Gebiet:** Region SW Riegersburg (Karnerberg), ÖK 192 Feldbach und NE Riegersburg (Ober- und Unterlembach), ÖK 166 Fürstenfeld (Beil. 1).

**Typus-Profil:** Profil Unterlembach (Fig. 16): 2,5 km NE Riegersburg (ÖK 166 Fürstenfeld, BMN 7705, R: 721 950, H: 208 230); im Typus-Profil sind weder Liegend- noch Hangendgrenze aufgeschlossen; Liegendgrenze vgl. oben (Fig. 17); für die Hangendgrenze kann zur Zeit kein Grenzstratotypus-Profil angegeben werden (vgl. oben).

**Biostratigraphie:** *Congerina hoernesii*-Biozone (nach der Gliederung aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Chronostratigraphie:** Unteres Pannonium, unterstes Obermiozän (nach der Korrelations-tabelle aus RÖGL & DAXNER-HÖCK, 1996 und DAXNER-HÖCK, 2001).

**Bemerkungen:** WINKLER (1921) beschreibt aus der Region Riegersburg-Ober-/Untertiefenbach fluviatile Kiese, die er 1927 als eigenständige Entwicklung im Hangenden des „Kapfensteiner Schotter“ erkennt und unter dem Begriff „Karnerberg-Niveau“ zusammenfaßt. Erst KOLLMANN (1960 b, 1965) zeigte, daß zwischen diesem „Niveau“ und dem „Kapfensteiner Schotter“ im Liegenden, als weitere fluviatile Einschaltung, der „Kirchberger Schotter“ (vgl. Kirchberg-SbFm.) auftritt (Tab. 2).

Die „klassischen“ Aufschlüsse am Karnerberg sind weitgehend verstürzt (vgl. HANSELMAYER, 1968; FRITZ, 1996 a). Die Angabe eines Typus-Profiles aus diesem Bereich erscheint zur Zeit nicht sinnvoll. In der Region Unter- und Oberlembach sind Sedimente der Karnerberg-SbFm. in einigen aufgelassenen Kies-/Sandgruben erschlossen (Fig. 16–18). Da diese ebenfalls im „Typus-Gebiet“ sensu WINKLER (1921) liegen, dienen deren Profile zur lithostratigraphischen Charakterisierung der Karnerberg-SbFm. Zusätzlich sollen folgende Profilbeschreibungen aus der Literatur Hinweise zur Ausbildung dieser lithostratigraphischen Einheit liefern (vgl. auch Synonymie): Profil Riegersburg (WINKLER, 1921), Profil Dörfel (HANSELMAYER, 1968; MOTTL, 1969), Profil Schützing (HANSELMAYER, 1968).

Gegen das Grundgebirge wird eine Zunahme der Geröllgröße und Kalkgesteinsführung innerhalb der „Karnerberg-Schotter“ beschrieben (HANSELMAYER, 1968). Die Trennung zu den hier auftretenden „Schemmerl-Schottern“ gestaltet sich schwierig (z.B. beim Erkoschlößl/Nestelbach, KOLLMANN, 1965; vgl. Paldau-Fm.). Auch die Abgrenzung der Karnerberg-SbFm. gegen das Hangende bleibt künftigen Arbeiten vorbehalten.

#### **4. ERLÄUTERUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DES ZENTRALEN OSTSTEIRISCHEN BECKENS (BEIL. 1)**

Vorliegende geologische Karte stellt einen, durch die Einarbeitung der Kartierungen von FRITZ (1996 a; Raum Altenmarkt-Riegersburg) und GROSS (1997; Gebiet Paldau-Perlsdorf) modifizierten Ausschnitt der „digitalen geologischen Karte der Steiermark“ (SCHWENDT, 1998) dar. Durch die in Kapitel 3 definierten Formationen kann für einen Teil des Oststeirischen Beckens ein nach internationalen Richtlinien lithostratigraphisch strukturiertes Kartenwerk erstellt werden. Geringfügige Differenzen in der Grenzziehung (vgl. Kapitel 3; Gleisdorf-Fm./Feldbach-Fm.) können bei diesem Maßstab vernachlässigt werden.

Für das dargestellte Gebiet bildet die geologische Karte von KOLLMANN (1965) die Basis. Diese Karte faßt bis dahin verfügbare Daten (vgl. WINKLER-HERMADEN, 1957) und die Ergebnisse der umfangreichen Aufschlußarbeiten der Rohöl-Aufsuchungs AG zusammen. Im Rahmen des Projektes „Naturraumpotentialkarten der Steiermark“ (vgl. GRÄF, 1990) wurde diese Grundlage vor allem um quartärgeologische Aspekte verfeinert (PÖSCHL, 1989; UNTERSWEIG, 1989). Auch unveröffentlichte Kartierungen des Institutes für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität Graz (H.-L. HOLZER) wurden berücksichtigt (UNTERSWEIG, 1989). Diese zum Großteil unpublizierten „Naturraumpotentialkarten“ wurden digitalisiert und in die Steiermark-Karte eingepaßt.

Nachfolgende Ausführungen erläutern kurz den Inhalt der Ausscheidungen (vgl. auch FLÜGEL & NEUBAUER, 1984; UNTERSWEIG, 1989).

## **1 Rutschungen (Quartär)**

Da nahezu alle Talflanken- und -schlüsse durch Rutschungen (z.T. auch Gleitungen) überprägt sind, werden nur größere Bereiche dargestellt.

## **2 Alluvialer Talboden (Oberes Pleistozän bis Holozän; Würm bis rezent)**

Der alluviale Talboden umfaßt oberpleistozäne bis rezente Ablagerungen im Bereich der Rinnen und Überschwemmungsgebiete der Flüsse bzw. auch kolluviale Bildungen in kleineren Seitentälern. Größe und Einzugsgebiet der Fließgewässer bestimmen die Materialzusammensetzung der Alluvionen. Die Hauptentwässerungsader dieses Gebietes, die Raab, fließt auf nicht mehr zur Terrasse modelliertem, Würm-zeitlichem Talboden (v.a. Kiese mit sandig-siltigen Einschaltungen) bzw. jüngeren, vorwiegend feinklastischen Aufschüttungen (Aulehme; vgl. UNTERSWEIG, 1989).

## **3 Schwemmfächer (Oberes Pleistozän bis Holozän; Würm bis rezent)**

Aus den Seitentälern austretende Schwemmfächer beeinflussen die Sedimentfüllung der größeren Talungen (z.B. Inhomogenitäten des Würm-zeitlichen Kieskörpers der Raab; UNTERSWEIG, 1989). Ihr lithologischer Aufbau ist vom Ursprungsgebiet abhängig, ihre Morphologie vielfach durch jüngere Erosion modifiziert.

## **4 Terrassensedimente (Pleistozän; ?Riss)**

Diese Signatur umfaßt die glazigenen Sedimente der ersten über dem alluvialen Talboden liegenden Terrassen, die vermutlich Riss-zeitlich angelegt wurden. Über geringmächtigen, verwitterten Kiesen/Sanden folgen einige Meter mächtige Staublehmdecken. Teilweise bezeichnet diese Signatur auch solifluidal gebildete Schleppenhänge (PÖSCHL, 1989; UNTERSWEIG, 1989).

## **5 Terrassensedimente (Pleistozän; ?Präriß)**

Unter diesem Begriff sind die „höheren Terrassen“ zusammengefaßt, deren Trennung oft schwierig ist. Häufig ist die Terrassenoberfläche durch Gräben zerschnitten und auf isolierte Vorkommen beschränkt. Die grobklastische Basis kann geländegeologisch meist nicht von den unterlagernden neogenen Sedimenten unterschieden werden (vgl. dagegen die geröllpetrographischen bzw. schwermineralanalytischen Untersuchungen von z.B. HANSELMAYER, 1968; NEBERT, 1988). Teilweise bestehen diese Sedimentkörper nur aus Staublehmdecken mit Pseudogleyböden (UNTERSWEIG, 1989).

## **6 Verwitterungsdecken/Staublehme/Grobklastika (?Pliozän bis ?Pleistozän)**

Im Hangenden der plio-/pleistozänen Vulkanite treten Verwitterungsdecken, Staublehme und Kiese auf. Diese Sedimente greifen z.T. erosiv in die plio-/pleistozänen Vulkanite ein („Postbasaltische Lehme und Sande“, WINKLER, 1927 b).

## **7 Maarseesedimente (Pliozän bis Pleistozän)**

Als Maarseesedimente werden feinlamierte, tonige Silte („Illittone“, vgl. WIEDEN & SCHMIDT, 1956; BERTOLDI et al., 1983), tuffitische Sandsteine, Tuffite und Lapillituffe zusammengefaßt. Diese Gesteine verfüllen durch phreatomagmatische Eruptionen gebildete Krater („Maarseestadium“, PÖSCHL, 1991; FRITZ, 1996 a, b; vgl. 8). Die limnischen Ablagerungsverhältnisse werden häufig durch vulkanische Aschen- und Schlammströme

unterbrochen. Vereinzelt sind in die feinklastischen Seesedimente fluviale Rinnen eingeschritten (vgl. WINKLER, 1927 b).

### **8 Basaltische Tuffe/Tuffite (Pliozän bis Pleistozän)**

Diese Signatur kennzeichnet die sehr variabel ausgebildeten, explosiv geförderten Pyroklastika (z.T. sedimentär umgelagert) des plio-/pleistozänen Vulkanismus (FRITZ, 1994). Häufig enthalten sie Klaster älterer Gesteine und Mantelxenolithe („Olivinbomben“), die Rückschlüsse auf die neogene Beckenfüllung, das Basement und den Erdmantel ermöglichen. Sie stehen in enger genetischer Verbindung zu den effusiv gebildeten Basalten (siehe 9).

### **9 Basalte (Pliozän bis Pleistozän)**

Während der plio-/pleistozänen, Natrium-betonten Phase des oststeirischen Vulkanismus wurden Nephelinbasanite, (Olivin-, Hauyn-)Nephelinite und selten Dolerite in Form von Lavadecken (z.B. Stradner Kogel) und Intrusionen (z.B. Stein/Loipersdorf) gefördert (FLÜGEL & NEUBAUER, 1984; FRITZ, 1996 b). Diese sind auf der geologischen Karte unter dem Überbegriff Basalte ausgeschieden.

### **10 Schlackenbasalte (Pliozän bis Pleistozän)**

Schlackige, poröse Nephelinite und Nephelinbasanite (z.B. Stradner Kogel, vgl. WINKLER, 1913).

### **11 „Taborer Schotter“/„Schotter des Mühlsteinbruches“/„Schichten von Jennersdorf“ (Oberes Pannonium; ?*Viviparus*-Biozone)**

Der „Taborer Schotter“ (WINKLER, 1927 a) grenzt erosiv an die Paldau-Fm. bzw. die „Schichten von Loipersdorf und Unterlamm“ (vgl. 12). Zum Teil schräggeschichtete Kiese (v.a. Quarz- und Gneis-Gerölle) und Sande bilden zusammen mit untergeordneten Silt/Tonlagen das lithologische Inventar. Rinnenbildungen und Intraklasten zeigen syndimentäre Erosion innerhalb eines fluvialen Systems an (WINKLER, 1927 a). Die durch postvulkanische Prozesse verkieselten „Schotter des Mühlsteinbruches“ (gut gerundete Kiese mit vorwiegend Quarzgeröllen und sandigen Zwischenlagen) am Bschaidskogel werden von WINKLER (1927 a) als westliches Äquivalent (Erosionsrelikt) des „Taborer Schotter“ interpretiert. Seit dem vorigem Jahrhundert lieferten diese Quarzkonglomerate zahllose Funde von verkieselten Hölzern (z.B. UNGER, 1854). Im Hangenden (teilweise auch lateral zum „Taborer Schotter“) folgen die „Schichten von Jennersdorf“ (vgl. WINKLER, 1927 a), die aus Wechsellagerungen von blaugrünen (Fein-)Sanden (z.T. mit Kieseinschlüssen) und Silten/Tonen bestehen („Blaugrüne Serie“). Vereinzelt treten Wurzelhorizonte auf. KOLLMANN (1965) stellt diese Sedimente „vorläufig“ in die „Zone“ G der Pannonium-Gliederung nach PAPP (1951), die nach der Korrelationstabelle von RÖGL & DAXNER-HÖCK (1996; vgl. DAXNER-HÖCK, 2001) teilweise der *Viviparus*-B.Z. des Wiener Beckens entspricht.

### **12 „Schichten von Loipersdorf und Unterlamm“ (Mittleres Pannonium; ?*Congeria partschi*-Biozone bis ?*Congeria subglobosa*-Biozone)**

Wechselfolgen von Sand und Ton/Silt mit untergeordneten Kieslagen und vereinzelt Kohleflözen (z.B. Schiefer/Fehring), die im Hangenden der Paldau-Fm. (vgl. 13) auftreten,

werden von KOLLMANN (1965) als „Schichten von Loipersdorf und Unterlamm“ zusammengefaßt (vgl. Kapitel 3). Ostracodologische Untersuchungen deuten nach diesem Autor auf „enge Beziehungen“ zu den „Schichten von Stegersbach“ (vgl. SAUERZOPF, 1952).

**13 Paldau-Formation (Unteres Pannonium; ?*Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis *Congeria hoernesii*-Biozone)**

Siehe Kapitel 3.2.

**14 Feldbach-Formation (Unteres Pannonium; *Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone bis ?*Congeria hoernesii*-Biozone)**

Siehe Kapitel 3.1.

**15 Gleisdorf-Formation (Oberes Sarmatium bis Unteres Pannonium; „*Nonion*“ *granosum*-Biozone bis *Congeria ornithopsis*/*Melanopsis impressa*-Biozone)**

Die von FRIEBE (1994) definierte Gleisdorf-Fm. umfaßt siliziklastisch-karbonatische, oft fossilreiche Sedimente (Ooidkalke, Silte, Silt/Sand-Wechsellagerungen, kreuzgeschichtete Grobsande bis Feinkiese, vereinzelt Serpuliden-Bryozoen-Foraminiferen-Biostrome). FRIEBE (1994) beschreibt diese Formation über den lithologischen Inhalt der einzelnen Subformationen (Waltra-SbFm., Löffelbach-SbFm., Grafenberg-SbFm., Rollsdorf-SbFm.). Auf der geologischen Karte werden dieser Formation alle obersarmatischen/unterpannonen Sedimente liegend der Feldbach-Fm. und hangend des „Carinthischen Schotters“ (vgl. WINKLER, 1927 a) zugewiesen. Formell ist nur das Areal um St. Anna/Aigen (siehe FRIEBE, 1994) der Gleisdorf-Fm. (Waltra-SbFm.) zugehörig. Im Zuge weiterer Untersuchungen ist eine Emendierung der Waltra-SbFm. vorzunehmen (vgl. Kapitel 3.1.).

**16 Postvulkanisch umgewandelte Latite (Karpatium/Badenium)**

Saure Lösungen bewirkten häufig eine postvulkanische Zersetzung/Umwandlung der Latite (vgl. 18; Montmorillonitisierung, Alunitisierung, Opalisierung, etc.). Besonders deutlich zeigt dies, der im Tagbau Gossendorf (N-Flanke des Bschaidskogels) abgebaute „Österreichische Trass“ oder „Gossendorfite“ (ANGEL, 1954). Die Hauptbestandteile sind Opal-C/-CT, Alunit, Kaolinit und Montmorillonit (KLAMMER, 1994). Durch Zersetzung von Tuffen entstandene Bentonite (hauptsächlich Montmorillonit) wurden ebenfalls in Gossendorf gewonnen. Bentonitlagen können z.B. im Weststeirischen Becken zu lithostratigraphischen Korrelationen herangezogen werden (vgl. EBNER, 1981; EBNER et al., 2000).

**17 Quarztrachyte (Karpatium/Badenium)**

Die Quarztrachyte des Schaufelgrabens (Steinbach), E Bad Gleichenberg, werden von DÖHRN (1994 a, b) als Rest ursprünglich weiträumiger verbreiteter Pyroklastika (rhyolithische Tuffe) interpretiert. Die Grundmasse des Gesteins besteht vorwiegend aus Alkalifeldspat und Quarz. Untergeordnet treten Biotit, Apatit und Zirkon auf. An Einsprenglingen werden Porphy Quarze, Sanidin, Plagioklas und Biotit angeführt. Einschlüsse von Trachyandesiten veranlassen WINKLER (1927 b) diesen Gesteinskörper als jüngste Bildung des karpatisch/badenischen Vulkanismus (vgl. 18) zu betrachten.

### **18 Trachyte/Eruptivbrekzien/Tuffe (Karpatium/Badenium)**

Saure bis intermediäre, Kalium-betonte Vulkanite, die im Karpatium/Badenium gefördert wurden, bauen großflächige Schildvulkane auf (z.B. Gleichenberger Kogel), die intern durch unterschiedliche Einsprenglinge und Eruptivbrekzien gegliedert werden können (FLÜGEL & NEUBAUER, 1984). Die Trachyandesite bestehen aus einer Grundmasse von feinstkörnigem Sanidin und Plagioklas und Einsprenglingen von Plagioklas, Biotit und Pyroxen. Treten zusätzlich Sanidin-Einsprenglinge auf, wird das Gestein als Trachyt bezeichnet. Als Überbegriff wird für diese Vulkanite die Bezeichnung Latit verwendet (ANGEL & MARCHET, 1939; vgl. 16).

### **19 Trachyandesite/Eruptivbrekzien/Tuffe (Karpatium/Badenium)**

Siehe 18.

### **20 Sandige Kiese**

Kieslagen mit sandigen Einschaltungen, treten immer wieder in den obersarmatischen und pannonischen Sedimenten des Untersuchungsgebietes auf. Da sie häufig der einzige geländegeologisch faßbare „Leithorizont“ waren (sind) bzw. oft auch eine (kartierbare) Akzentuierung des Reliefs hervorrufen, werden sie auf der geologischen Karte ausgedehnt. Aus abbildungstechnischen Gründen mußten diese meist einige Meter mächtigen Sedimentpakete stark überhöht eingetragen werden. Von einer lithostratigraphischen Definition als Bänke wird Abstand genommen. Trotz der guten Kenntnis ihres Auftretens bleibt die Korrelation der einzelnen Kieseinschaltungen über weite Strecken unklar. Eine Vielzahl von lithostratigraphisch zu definierenden Bänken, die lithologisch nicht/kaum von einander unterscheidbar sind (vgl. HANSELMAYER, 1968), wäre die Folge.

### **21 Braunkohlenflöze**

In unterschiedlichen lithostratigraphischen Positionen treten Braunkohlenflöze auf (Fig. 2, vgl. WINKLER-HERMADEN & RITTLER, 1949). Qualität (hoher Schwefel- und Aschegehalt) und Quantität (meist wenige dm-mächtig, häufig sehr absätzig) erlauben heute keine wirtschaftlich rentable Nutzung der verzeichneten Vorkommen. Genauere Angaben liefern STINY (1918, „Kohle von Feldbach“), NEBERT (1988, „Kohle von Ilz“) und GROSS (1998, „Kohle von Paldau“). WEBER & WEISS (1983) bieten eine Zusammenschau über die Kohlebergbaue dieses Gebietes.

**Dank:** Bei folgenden Damen und Herren möchte ich mich für Diskussion, Durchsicht des Manuskriptes bzw. Hilfestellungen bei der Anfertigung der geologischen Karte bedanken: Hermann FILIPIC, Ingomar FRITZ, Heide-Roswitha GROSS, Bernhard HUBMANN, Rudolf HÜTTER, Martina LEPSCHI, Werner E. PILLER, Bernhard RIEGL, Andreas SCHWENDT, Sabina S. STEINWIDDER, Irene ZORN. Für den Review sei Herrn Fred RÖGL und Herrn Fritz F. STEININGER gedankt.

## Literatur

- ANDRAE, K.J., 1854: Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiete der 9. Sektion der General-Quartiermeisterstabs-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. – Jb. k. k. Geol. R.-A. **5(3)**: 529–567, Wien.
- ANGEL, F., 1954: Die Entwicklung des „Österreichischen Traß“ = Gossendorfit und seine Stellung im Gleichberger Vulkanismus. – Joanneum, Mineral. Mitt. Bl. **1/1954**: 9–11, Graz.
- ANGEL, F. & MARCHET, A., 1939: Über den Lehrausflug in das oststeirische Vulkangebiet am 25. August 1938. Gesteinskundlicher Teil. – Fortschr. Miner. Krist. Petrogr. **23**: 39–42, Berlin.
- BERTOLDI, G.A., EBNER, F., HÖLLER, H. & KOLMER, H., 1983: Blähtonvorkommen von Gnas und Fehring – geologische, sedimentpetrographische und technologische Untersuchungen. – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. **3**: 13–22, Wien.
- DAXNER-HÖCK, G., 2001: Early and Late Miocene correlation (Central Paratethys). – Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz **4**: 28–33, Graz.
- DÖHRN, V., 1994 a: Zur Strukturanalyse von trachytischen Domen. Der Quarztrachyt im Schaufelgraben bei Gleichenberg im Vergleich mit einem Trachyt bei Queyrières. – 159 S., unveröff. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Univ., Graz.
- DÖHRN, V., 1994 b: Der Quarztrachyt vom Schaufelgraben. – In: HOLZER, H.-L. (Hrsg.): Exkursionsführer Steirisches Tertiärbecken. – 27–34, Österr. Geol. Ges., Wandertagung (Bad Gleichenberg) 1994, Graz.
- DRAXLER, I, SOLTI, G., LOBITZER, H. & CICHOCKI, O., 1994: Erster Nachweis von Alginat (sensu JAMBOR & SOLTI, 1975) im Südoststeirischen Tertiärbecken (Österreich). – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geol. Zusammenarb. Österr.-Ung. **2**: 19–54, Wien.
- EBNER, F., 1981: Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **111**: 39–55, Graz.
- EBNER, F., 1983: Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1 : 50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **29**: 99–131, Wien.
- EBNER, F., 1988: Das Paläozoikum in den RAG-Bohrungen Blumau 1, 1a und Arnwiesen 1 (Oststeirisches Tertiärbecken). – Jb. Geol. B.-A. **131(4)**: 563–573, Wien.
- EBNER, F., DUNKL, I., MALI, H. & SACHSENHOFER, R.F., 2000: Korrelation von Tuffen im Miozän des Weststeirischen Beckens und der Norischen Senke. – Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz **2**: 5–6, Graz.
- EBNER, F., ERHART-SCHIPPEK, F. & WALACH, G., 1986: Erdgasspeicher Oststeiermark – Geologische Gebietsauswahl. – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. **7**: 5–17, Wien.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F., 1991: Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum **49**: 1–96, Graz.
- FABIAN, K., 1906: Das Miozänland zwischen der Mur und der Stiefing bei Graz. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **42(1905)**: 3–21, Graz.
- FLÜGEL, H.W., 1975: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergbau Landesmus. Joanneum **SH 1**: 1–288, Graz.
- FLÜGEL, H. & HERTSCH, H., 1968: Das Steirische Tertiär-Becken. – Smlg. geol. Führer **47**: 1–196, 2. Aufl., Berlin-Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F., 1984: Steiermark. – 127 S., Geologie der österr. Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, Erl. Geol. Kt. Steiermark, Wien (Geol. B.-A.).
- FLÜGEL, H., HERITSCH, H., HÖLLER, H. & KOLLMANN, K., 1964: Grazer Bergland, Oststeirisches Tertiär- und Vulkangebiet. – Mitt. Geol. Ges. Wien **57(1)**: 353–377, Wien.
- FRIEBE, J.G., 1994: Gemischt siliziklastisch-karbonatische Abfolgen aus dem Oberen Sarmatium (Mittleres Miozän) des Steirischen Beckens. – Jb. Geol. B.-A. **137(2)**: 245–274, Wien.
- FRIEBE, J.G. & POLTNIG, W., 1991: Biostratigraphische Ergebnisse der Tiefbohrung Fürstenfeld Thermal 1. – Jb. Geol. B.-A. **134(4)**: 689–700, Wien.

- FRITZ, I., 1994: Gesteinsvariationen in einem Vulkangebiet der Oststeiermark am Beispiel Altenmarkt bei Riegersburg. – *Matrixx, Mineral. Nachr., Österr.* **3**: 73–81, Graz.
- FRITZ, I., 1996 a: Die Entwicklung der jungpliozänen Vulkaniklastika im Raum Altenmarkt-Riegersburg und ihre Beziehung zu den umgebenden Sedimenten (Oststeirisches Becken). – 235 S., unveröff. Dissertation, Karl-Franzens-Univ., Graz.
- FRITZ, I., 1996 b: Notes on the Plio-/Pleistocene volcanism of the Styrian Basin. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **41**: 87–100, Wien.
- FRITZ, I., 2000: Überlegungen zu einer lithostratigraphischen Gliederung der neogenen Vulkanite Österreichs. – *Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz* **2**: 7, Graz.
- FRITZ, I. & GROSS, M. (Hrsg.), 2000: Fossiliengrabung in der Tongrube Mataschen (Oststeiermark) vom 26. Juni bis 1. Juli 2000. – 41 S., *Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, Projektmappe für Schulen*, Graz.
- FUCHS, W., 1980: Das Steirische Becken und seine Randbuchten. – In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): *Der Geologische Aufbau Österreichs.* – 462–471, Wien-New York (Springer).
- GOLDBRUNNER, J.E., 1988: Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken. – *Steir. Beitr. Hydrogeol.* **39**: 5–94, Graz.
- GOLDBRUNNER, J.E., 2000: Hydrogeology of Deep Groundwaters in Austria. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.* **92(1999)**: 281–294, Wien.
- GRÄF, W., 1990: 10 Jahre Naturraumpotentialkartierung in der Steiermark. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* **120**: 125–133, Graz.
- GRÄF, W. & FRITZ, I., 1999: 170 Jahre geologische Kartierung der Steiermark. – *Joanneum aktuell* **1999(1)**: 12–14, Graz.
- GROSS, M., 1994: Erster Nachweis der fossilen Schildkröte *Clemmydopsis turnauensis* aus dem Pannonium des Oststeirischen Tertiärbeckens (Testudines: Emididae: Batagurinae). – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* **124**: 49–59, Graz.
- GROSS, M., 1997: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Obermiozän der Südoststeiermark (Paldau-Perlsdorf). – 228 S., unveröff. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Univ., Graz.
- GROSS, M., 1998 a: Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich). – *Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* **56**: 131–164, 367–371, Graz.
- GROSS, M., 1998 b: Der Braunkohlebergbau von Paldau (Südoststeiermark). – *Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* **SH 2**: 199–208, Graz.
- GROSS, M., 1998 c: Floren- und Faziesentwicklung im Unterpannonium (Obermiozän) des Oststeirischen Neogenbeckens (Österreich). – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck* **23**: 1–35, Innsbruck.
- GROSS, M., 1999: „Unterpannon Zone B“ und „Kapfensteiner Serie“ – Lithostratigraphie im Oststeirischen Neogenbecken im Jahr 2000? – *Austrostrat 99*, 1. Österreichischer Stratigraphen-Workshop, Obertrum/See: 8–9, Graz.
- GROSS, M., 2000 a: Brackwasser Ostracoden aus dem Pannonium des Oststeirischen Beckens (Oberes Miozän, Österreich). – *Schr. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, **11**: 67, Dresden.
- GROSS, M., 2000 b: Das Pannonium im Oststeirischen Becken. – *Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz* **2**: 47–86, Graz.
- GROSS, M., REISINGER, J. & HUBMANN, B., 2000: Gammastrahlungscharakteristik der „Kapfensteiner Schotter“ (Obermiozän, Steirisches Becken/Österreich). – *Mitt. Österr. Geol. Ges.* **91(1998)**: 79–89, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1958: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung X. Quarzporphyre aus den pannonischen Schottern von der Platte und von Laßnitzhöhe-Schemerl. – *Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I* **167**: 461–482, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1959: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XI. Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Laßnitzhöhe, speziell Grube Griessl. – *Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I* **168**: 789–838, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1960: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XIV. Petrographie

- der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Laßnitzhöhe, speziell Grube Griessl. Fortsetzung und Schluß. – Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I **169**: 319–340, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1966: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXIV. Erster Einblick in die Petrographie der Kirchberger Schotter (Steirisches Tertiärbecken, speziell Holzmannsdorf bei St. Marein a. P. Pannon). – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **96**: 33–42, Graz.
- HANSELMAYER, J., 1968: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXVIII. Zur Kenntnis der Karnerbergschotter des steirischen Tertiär-Beckens. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **98**: 27–46, Graz.
- HANSELMAYER, J., 1971: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXIX. Zur Kenntnis der Kapfensteiner Schotter. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **100**: 39–56, Graz.
- HEINRICH, M., HERRMANN, P., HOFMANN, T., KOLLER, T., KOLLMANN, W.F.H., LENHARDT, W.A., PAHR, A., PILLER, W.E., SCHERMANN, O., SCHÖNLAUB, H.P., BELOCKY, R., SEIBERL, W., WALACH, G. & ZORN, I., 2000: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000. – 130 S., Wien (Geol. B.-A.).
- HERITSCH, F., 1921: Geologie von Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **57**: 1–224, Graz.
- HILBER, V., 1893: Das Tertiärgebiet um Graz, Köflach und Gleisdorf. – Jb. k. k. Geol. R.-A. **43(2)**: 281–365, Wien.
- HOERNES, R., 1878: Zur Geologie der Steiermark. – Verh. k. k. Geol. R.-A. **13**: 304–306, Wien.
- HOLZER, H.-L., 1994 (Hrsg.): Exkursionsführer Steirisches Tertiärbecken. – 80 S., Österr. Geol. Ges., Wandertagung (Bad Gleichenberg) 1994, Graz.
- JIRICEK, R., 1985: Die Ostracoden des Pannonien. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 378–425, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- JIRICEK, R. & RIHA, J., 1991: Correlation of Ostracod Zones in the Paratethys and Tethys. – Saito Hon-kai Spec. Publ. (Proceedings of the Shallow Tethys) **3**: 435–457, Sendai.
- KLAMMER, D., 1994: Postvulkanische Umwandlungserscheinungen im Latit von Gleichenberg, Oststeiermark. – In: HOLZER, H.-L. (Hrsg.): Exkursionsführer Steirisches Tertiärbecken. – 19–26, Österr. Geol. Ges., Wandertagung (Bad Gleichenberg) 1994, Graz.
- KOLLMANN, K., 1939: Arbeitsbericht für 1938. – Verh. Reichsstelle Bodenforsch., Zweigstelle Wien **1–3**: 55–56, Wien.
- KOLLMANN, K., 1960 a: Cytherideinae und Schulerideinae n. subfam. (Ostracoda) aus dem Neogen des östl. Österreich. – Mitt. Geol. Ges. Wien **51(1958)**: 89–195, Wien.
- KOLLMANN, K., 1960 b: Das Neogen der Steiermark (mit besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und Gliederung). – Mitt. Geol. Ges. Wien **52(1959)**: 159–167, Wien.
- KOLLMANN, K., 1965: Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien **57(2)**: 479–632, Wien.
- KOLLMANN, K., 1980: Steiermark und Südburgenland. – In: BACHMAYER, F. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas in Österreich. – 216–223, Wien (Naturhist. Mus. Wien & F. Berger).
- KOSI, W., SACHSENHOFER, R.F. & SCHREILECHNER, M., 2003: High Resolution Sequence Stratigraphy of Upper Sarmatian and Pannonian Units in the Styrian Basin, Austria. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm. **16**: 63–86, Wien.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B., 1988: Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz. – 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 **91A**: 7–38, Wien.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B., 1991: Flora und Sedimentologie der Fundstelle Reith bei Unterstorcha, Bezirk Feldbach in der Steiermark (Kirchberger Schotter, Pannonium C, Miozän). – Jb. Geol. B.-A. **134(4)**: 737–771, Wien.
- KRAINER, B., 1986: Untersuchungen an fluviatilen Sedimenten zur Bewertung von Lockergesteins-

- vorkommen am Beispiel des Unterpannons im Oststeirischen Becken. – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. **7**: 167–172, Wien.
- KRAINER, B., 1987 a: Das Tertiär der Weizer Bucht, Steirisches Becken. – 327 S., unveröff. Dissertation, Karl-Franzens-Univ., Graz.
- KRAINER, B., 1987 b: Fluviale Faziesentwicklung im Unterpannonien des steirischen Beckens (Zentrale Paratethys, Österreich). – *Facies* **17**: 141–148, Erlangen.
- KRENN, H., 1998: Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. – *Mitt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* **56**: 165–271, Graz.
- KRÖLL, A., FLÜGEL, H.W., SEIBERL, W., WEBER, F., WALACH, G. & ZYCH, D., 1988: Erläuterungen zu den Karten über den prätertiären Untergrund des Steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle. – 49 S., Wien (Geol. B.-A.).
- MAGYAR, I., GEARY, D.H., SÜTO-SZENTAI, M., LANTOS, M. & MÜLLER, P., 1999 a: Integrated biostratigraphic, magnetostratigraphic and chronostratigraphic correlations of the Late Miocene Lake Pannon deposits. – *Acta Geol. Hungarica* **42(1)**: 5–31, Budapest.
- MAGYAR, I., GEARY, D.H. & MÜLLER, P., 1999 b: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147(1999)**: 151–167, Amsterdam.
- MALZER, O. & SPERL, H., 1993: Das Steirische Becken (Steiermark und Südburgenland). – In: BRIX, F. & SCHULTZ, O. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas in Österreich. – 378–384, Wien (Naturhist. Mus. Wien & F. Berger).
- MOTTL, M., 1954 a: Hipparion-Funde der Steiermark. – *Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum* **13**: 43–71, Graz.
- MOTTL, M., 1954 b: Dorcatherium aus dem Unterpliozän der Steiermark. – *Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum* **13**: 72–75, Graz.
- MOTTL, M., 1966 a: VIII. Eine neue unterpliozäne Säugetierfauna aus der Steiermark, SO-Österreich. – *Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum* **28**: 33–62, Graz.
- MOTTL, M., 1966 b: VII. Ein vollständiger Hyotherium palaeochoerus-Schädel aus dem Altplozän (Pannon) Südost-Österreichs. – *Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum* **28**: 3–31, Graz.
- MOTTL, M., 1969: Bedeutende Proboscidier-Neufunde aus dem Altplozän (Pannonien) Südost-Österreichs. – *Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.* **115**: 5–50, Wien.
- MOTTL, M., 1970: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs. – *Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum* **31**: 3–92, Graz.
- MURBAN, K., 1939: Die vulkanischen Durchbrüche in der Umgebung von Feldbach. – *Mitt. Abt. Bergbau, Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* **3**: 1–11, Graz.
- NEBERT, K., 1979: Die Lignitvorkommen Südburgenlands. – *Jb. Geol. B.-A.* **122(1)**: 143–180, Wien.
- NEBERT, K., 1985: Kohlengeologische Erkundung des Neogens entlang des Ostrandes der Zentralalpen. – *Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.* **6**: 23–77, Wien.
- NEBERT, K., 1988: Kohlengeologische Erkundung des Ilzer Reviers. – *Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.* **9**: 73–93, Wien.
- NEUBAUER, F. & GENSER, J., 1990: Architektur und Kinematik der östlichen Zentralalpen – eine Übersicht. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* **120**: 203–219, Graz.
- PAPP, A., 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* **39–41(1946–1948)**: 99–193, Wien.
- PAPP, A., 1956: Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* **47(1954)**: 35–98, Wien.
- PAPP, A., 1985 a: Diskussion des Begriffes Pannonien. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 21–24, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PAPP, A., 1985 b: Die Gliederung des Pannoniens. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.):

- Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 28–29, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PAPP, A., 1985 c: Definition der Zeiteinheit  $M_6$ -Pannonien. – In: PAPP, A, JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 29–30, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PAPP, A., 1985 d: Wiener Becken (Anteil in Österreich). – In: PAPP, A, JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 59–63, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PAPP, A., 1985 e: Das Steirische Becken. – In: PAPP, A, JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 72–74, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.), 1985: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 636 S., Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- PÖSCHL, I., 1991: A Model for the Depositional Evolution of the Volcanoclastic Succession of a Pliocene Maar Volcano in the Styrian Basin (Austria). – *Jb. Geol. B.–A.* **134(4)**: 809–843, Wien.
- PÖSCHL, M. (Hrsg.), 1989: Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Bezirk Fürstenfeld. – 37 S., unveröff. Ber., Graz (Forsch.-G. Joanneum Ges.m.b.h., Inst. Umweltgeol. Angew. Geogr.).
- RÖGL, F., 1998: Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). – *Ann. Naturhist. Mus. Wien* **99A**: 279–310, Wien.
- RÖGL, F. & DAXNER-HÖCK, G., 1996: Late Miocene Paratethys Correlations. – In: BERNOR, R.L., FAHLBUSCH, V. & MITTMANN, H.-W. (Hrsg.): The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas. – 47–55, New York (Columbia Univ. Press).
- RÖGL, F. & STEININGER, F., 1989: Das Pont in Österreich. – In: NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, F., SOKAC, A. & JAMBOR, A. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen („Zentralen“) Paratethys. – **8 (PI, Pontien)**: 286–293, Zagreb-Beograd (Jugoslav. Akad. Wiss. Künste, Serb. Akad. Wiss. Künste).
- RÖGL, F., ZAPFE, H., BERNOR, R.L., BRZOBOHATY, R.L., DAXNER-HÖCK, G., DRAXLER, I., FEJFAR, O., GAUDANT, J., HERRMANN, P., RABEDER, G., SCHULTZ, O. & ZETTER, R., 1993: Die Primatenfundstelle Götzendorf an der Leitha (Obermiozän des Wiener Beckens, Niederösterreich). – *Jb. Geol. B.–A.* **136(2)**: 503–526, Wien.
- ROTH VON TELEGD, L., 1879: Geologische Skizze des Kroisbach-Ruster Bergzuges und des nördlichen Theiles des Leitha-Gegirges. – *Földt. Közl.* **9**: 99–110, 139–150, Budapest.
- SACHSENHOFER, R.F., 1996: The Neogene Styrian Basin: An overview. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **41**: 19–32, Wien.
- SALVADOR, A. (Hrsg.), 1994: International Stratigraphic Guide. – 214 S., 2. Aufl., Boulder (Internat. Union Geol. Sci. & Geol. Soc. America).
- SAUERZOPF, F., 1950: Fauna und Gliederung der Schichten des Pannon im südlichen Burgenland. – 162 S., unveröff. Dissertation, Univ. Wien, Wien.
- SAUERZOPF, F., 1952: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des südburgenländischen Pannons. – *Burgenl. Heimatbl.* **14(1)**: 1–16, Eisenstadt.
- SCHEIFINGER, M., EISNER, M., GROSS, M. & HUBMANN, B., 1999: Die Thermalwasserbohrung Ilz 1 – Ein weiterer Einblick in die Füllungsgeschichte des Oststeirischen Beckens. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **42**: 220–221, Wien.
- SCHWENDT, A., 1998: Die digitale geologische Karte der Steiermark. – *Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum* **SH 2**: 325–328, Graz.
- SKALA, W., 1968: Lithologische Untersuchungen an den Sanden der Kirchberger – Karnerberger – Zwischenserie (Pannon C, Steirisches Becken). – *Mitt. Geol. Ges.* **60(1967)**: 69–95, Wien.
- STEININGER, F.F. & PILLER, W.E., 1999: Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg* **209**: 1–19, Frankfurt/Main.

- STEININGER, F.F. & RÖGL, F., 1985: Die Paläogeographie der Zentralen Paratethys im Pannonien. – In: PAPP, A, JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys. – **7(M6)**: 46–50, Budapest (Verl. Ungar. Akad. Wiss.).
- STEVANOVIC, P., 1989: Discussion on the Pontian in the Pannonian Basin of the Western („Central“) Paratethys. – In: NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, F., SOKAC, A. & JAMBOR, A.. (Hrsg.): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen („Zentralen“) Paratethys. – **8(PI, Pontien)**: 31–38, Zagreb-Beograd (Jugoslav. Akad. Wiss. Künste, Serb. Akad. Wiss. Künste).
- STINY, J., 1918: Die Lignite in der Umgebung von Feldbach in Steiermark. – *Bergbau und Hütte* **10-11**: 171–180, 193–196, Wien.
- STINY, J., 1924: Neue Fundorte tertiärer Mollusken in der Umgebung von Feldbach, Steiermark. – *Jb. Geol. B.-A.* **74(1-2)**: 75–96, Wien.
- STOLICZKA, F., 1863: I. Bericht über die im Sommer 1861 durchgeführte Uebersichtsaufnahme des südwestlichen Theiles von Ungarn. – *Jb. k. k. Geol. R.-A.* **13(1)**: 1–25, Wien.
- STUR, D., 1865: Geologische Uebersichtskarte des Herzogthums Steiermark. – *Geogn.-montan. Ver. Steiermark*, Graz.
- STUR, D., 1867: VI. Beiträge zur Kenntniss der Flora, der Süßwasserquarze, der Congerien- und Cerithien-Schichten im Wiener und ungarischen Becken. – *Jb. k. k. Geol. R.-A.* **17**: 77–188, Wien.
- STUR, D., 1871: *Geologie der Steiermark.* – 654 S., Graz (Geogn.-montan. Ver. Steiermark).
- STUR, D., 1883: Geologische Verhältnisse der wasserführenden Schichten des Untergrundes in der Umgebung der Stadt Fürstenfeld in Steiermark. – *Jb. k. k. Geol. R.-A.* **33(2)**: 373–380, Wien.
- TOLLMANN, A., 1985: *Geologie von Österreich. Band II: Außerzentralalpiner Anteil.* – 710 S., Wien (Deuticke).
- TRUNKO, L., 1996: *Geology of Hungary.* – *Beitr. Reg. Geol. Erde* **23**: 1–464, Berlin-Stuttgart (Gebr. Bornträger).
- UNGER, F., 1854: Die fossile Flora von Gleichenberg. – *Denkschr. k. Akad. Wiss., math.- naturwiss. Cl.* **7**: 157–184, Wien.
- UNTERSWEIG, T. (Hrsg.), 1989: *Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Bezirk Feldbach.* – 67 S., unveröff. Ber., Graz (Forsch.-G. Joanneum Ges.m.b.h., Inst. Umweltgeol. Angew. Geogr.).
- WEBER, L. & WEISS, A., 1983: *Bergbaugeschichte und Geologie der Österreichischen Braunkohlenvorkommen.* – *Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.* **4**: 1–317, Wien.
- WIEDEN, P. & SCHMIDT, W.J., 1956: Der Illit von Fehring. – *Tschermaks mineral.-petrolog. Mitt.* **5(3)**: 284–302, Wien.
- WINKLER, A., 1913: Das Eruptivgebiet von Gleichenberg in Oststeiermark. – *Jb. Geol. R.-A.* **63**: 403–502, Wien.
- WINKLER, A., 1921: Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliocäns. – *Jb. Geol. Staats.-A.* **71(1-2)**: 1–50, Wien.
- WINKLER, A., 1927 a: Über die sarmatischen und pontischen Ablagerungen im Südostteil des steirischen Beckens. – *Jb. Geol. B.-A.* **77**: 393–456, Wien.
- WINKLER, A., 1927 b: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Gleichenberg. – 164 S., Wien (Geol. B.-A.).
- WINKLER-HERMADEN, A., 1939: Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des steirischen Beckens. – *Smlg. geol. Führer* **36**: 1–209, Berlin (Gebr. Borntraeger).
- WINKLER-HERMADEN, A., 1951: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. – In: SCHAFFER, F.X. (Hrsg.): *Geologie von Österreich.* – 414–524, Wien (Deuticke).
- WINKLER-HERMADEN, A., 1957: *Geologisches Kräftespiel und Landformung.* – 822 S., Wien (Springer).
- WINKLER-HERMADEN, A. v. & RITTLER, W., 1949: Erhebungen über artesische Wasserbohrungen im steirischen Becken, unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Tertiärgeologie. – *Geologie und Bauwesen* **17(2-3)**: 33–96, Wien.

- ZETINIGG, H., 1982: Die artesischen Brunnen im steirischen Becken. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum **43**: 1–211, Graz.
- ZORN, I., 1999: Projekt LITHSTRAT – Erfassung der lithostratigraphischen Einheiten Österreichs. – Austrostrat 99, 1. Österreichischer Stratigraphen-Workshop, Obertrum/See: 28–29, Graz.