

Beiträge zur Geologie und Paläontologie

Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich)

Martin GROSS

Mit 5 Abbildungen, 3 Tabellen, 4 Tafeln und 2 Beilagen

Zusammenfassung

Im Unterpannonium „Zone B-C“ entwickeln sich im oststeirischen Neogenbecken in distaler Position zum Grundgebirge (Paldau, Bezirk Feldbach) kiesreiche bis kies-sandreiche Mäanderflüsse in warmtemperiertem Klima. Anhand einer architekturelementanalytischen Fallstudie (Monscheinkiesgrube, 1 km ESE Paldau) werden die autogen gesteuerten Sedimentationsprozesse dieses fluviatilen Systems diskutiert, der Flußtyp charakterisiert und ein Faziesmodell erstellt.

Abstract

In the Lower Pannonian „Zone B-C“ of the East Styrian Neogenebasin in distal position to the basement (Paldau, district Feldbach) develop gravel-bed to gravel-sand meandering rivers during warmtemperate climate. Based on an architecture-element-analytic casestudy (Monschein gravel pit, 1 km ESE Paldau) the autogene controlled sedimentary processes within this fluvial system are described, the fluvial style is characterised and a facies modell is established.

1. Geologischer Rahmen

Das am Alpenostrand gelegene oststeirische Neogenbecken ist Teil des durch miozäne Dehnungstektonik angelegten Pannonischen Beckensystems (vgl. NEUBAUER & GENSER 1990). Die bis zu 4.000 m mächtige Beckenfüllung setzt vermutlich im oberen Untermiozän (Ottungium) ein und ist durch zahlreiche Trans- und Regressionen der zentralen Paratethys und Phasen vulkanischer Aktivität geprägt. Im Gebiet Paldau-Perlsdorf (Bezirk Feldbach) sind übersarmatische bis unterpannone Sedimente aufgeschlossenen (Abb. 1, 2; vgl. GROSS 1997c).

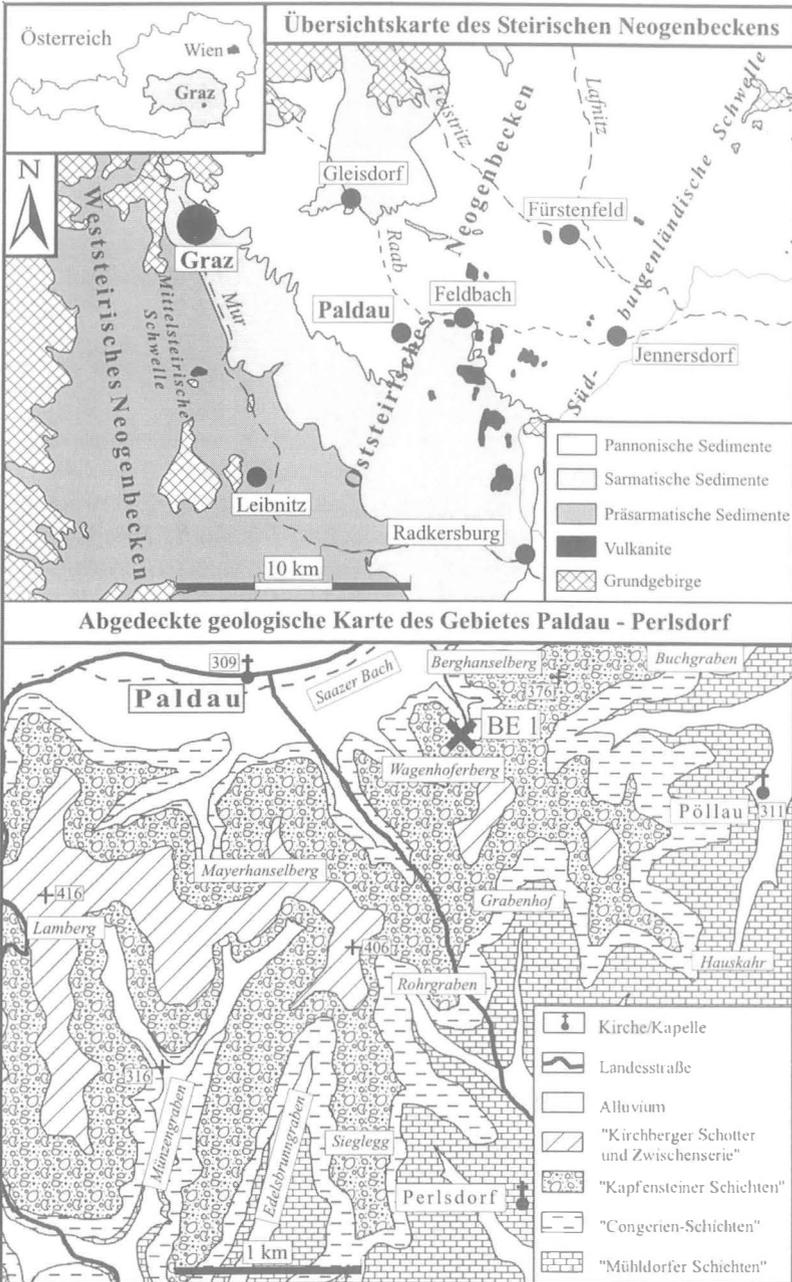


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte des Steirischen Neogenbeckens (nach KOLLMANN 1965) und abgedeckte geologische Karte des Gebietes Paldau - Perlsdorf (nach GROSS 1997c).

Vorwiegend aus Bohrprofilen bekannte siliziklastisch-karbonatische Wechselfolgen des Obersarmatium (*granosum*-Zone) lassen die von FRIEBE (1994) skizzierten Faziesabfolgen (offshore-Lagune-Delta-offshore) mit zyklischen, teilweise normal marinen Transgressionen erkennen (vgl. WINKLER 1927b). Im höheren Obersarmatium kommt es zur Ausbildung fluviatil-deltaischer Bereiche (vgl. WINKLER 1921, WINKLER-HERMADEN 1951) und geringmächtigen Braunkohleflözen („Lignite von Feldbach“; vgl. STINY 1918), deren Entwicklung durch eine Ingression (vgl. „Übergangsschichten“, WINKLER 1927a, WINKLER-HERMADEN 1957) unterbrochen wird. Regressive Tendenzen im Grenzbereich Sarmatium-Pannonium erschweren zusammen mit verstärkter Aussüßung der zentralen Paratethys (= Pannonischer See; vgl. PAPP et. al. 1985) durch das Schließen der Verbindung zur östlichen Paratethys eine biostratigraphische Einstufung. FRIEBE (1994) faßt derartige Entwicklungen im oststeirischen Neogenbecken (z.B.: St. Anna / Aigen, Grafenberg) unter dem Begriff Gleisdorf Formation zusammen. Diese ist durch die Summe der Charakteristika der einzelnen Member definiert. Aufgrund der lithostratigraphischen Position im Liegenden einer „Congerien-Bank“ und der Lithologie diskutiert GROSS (1997c) eine Integration dieser Schichtfolge als Member (Arbeitsbegriff „Mühldorfer Schichten“) in die Gleisdorf Formation.

Eine weiträumige Transgression des schwach brackischen Pannonischen Sees im Unterpannonium („Zone B“) zeichnet sich durch fossilführende (*Congeria ornithopsis* BRUSINA, Melanopsiden und Ostrakoden), tonig-siltige und feinsandige Sedimente ab. Limnisch-deltaische Silt/Ton-Sand-Wechselfolgen und in den hangendsten Anteilen Kohlebildungen (Hanna-Grube, GROSS 1998b) zeigen regressive Tendenzen und den Übergang zu vorwiegend fluviatilen Environment an (vgl. FRIEBE 1994). Ein formeller lithostratigraphischer Terminus (sensu SALVADOR 1994) existiert für diese Ablagerungen nicht. GROSS (1997a,b,c) verwendet den Arbeitsbegriff „Congerien-Schichten“. Gleichzeitig wird aber darauf hingewiesen, daß diese Bezeichnung bei einer formellen lithostratigraphischen Definition ersetzt werden muß (?Feldbach Formation, vgl. SAUERZOPF 1950: 59).

Mäanderflüsse (vgl. KRÄINER 1987a,b) progradieren im Grenzbereich Pannonium „Zone B-C“ und weite Teile des oststeirischen Neogenbeckens werden in einen fluviatilen Sedimentationsraum einbezogen. Grobklastische Rinnenfüllungen faßt WINKLER (1927b) unter dem Begriff „Kapfensteiner Schotter“ zusammen. Die allgemein in der Literatur vorgenommene biostratigraphische Einstufung dieses „Kieshorizontes“ in „Zone C“ ist unklar (GROSS 1997c). Anhand der vorliegenden Fallstudie (Monscheinkiesgrube = BE 1), die architekturelementanalytische (vgl. GROSS 1996) und paläobotanische Untersuchungen umfaßt (vgl. GROSS & KRENN 1995, GROSS 1997c, KRENN 1998), werden autogene Prozesse und Faziesmodelle dieses fluviatilen Systems diskutiert. Eng mit den Aulandschaften der Mäandergürtel

sind limnische (?deltatische) Sedimentationsräume durch Dammbuchsedimente und Nebenrinnen verzahnt. Hoher Grundwasserspiegel ermöglicht hier die Bildung geringmächtiger Braunkohlenflöze (Carolinen-Grube, GROSS 1998b).

Eine Ingression, die durch oligohalines Milieu anzeigende Faunenelemente (v.a. Ostracoda) gekennzeichnet ist, unterbricht diese Entwicklung (GROSS 1997c). Die höheren Anteile der „Zwischenserie“ sensu KOLLMANN (1965) sind somit nicht nur Bildungen fluviatiler Überschwemmungsebenen wie dies z.B. KRÄINER (1986) und KRÄINER & KOVAR-EDER (1990, 1991) annehmen. Silt/Ton-Sand-Wechselfolgen und für kohlebildende Sümpfe charakteristische Florenassoziationen (GROSS 1997a, 1998a) lassen den Übergang zur nächsten fluviatilen Phase („Kirchberger Schotter“, KOLLMANN 1960) erkennen.

Auch für die Schichtfolge zwischen der Basis der „Kapfensteiner“ und „Kirchberger Schotter“ liegen keine formellen lithostratigraphischen Termini vor. GROSS (1997a,b,c) faßt den von ihm verwendeten Arbeitsbegriff „Kapfensteiner Schichten“ als Member innerhalb einer die limnisch-fluviatilen Ablagerungen des Unterpannonium im oststeirischen Neogenbecken umfassenden Formation auf. Auch diese Bezeichnung ist bei einer formellen Definition einzuziehen (vgl. GROSS 1997c).

Eine Klärung der allogenen Ursachen (z.B. Klima, Tektonik) für die sich im Hangenden fortsetzende, zyklische Abfolge limnisch-fluviatiler Entwicklungen („Karnerberg Schotter - Zwischenserie - Schemmerl Schotter“, KOLLMANN 1965) steht noch aus (vgl. WINKLER 1927b, WINKLER-HERMADEN 1951, KOLLMANN 1965, KRÄINER 1987a, GROSS 1997c).

Die im folgenden bearbeitete Kiesgrube im Besitz von Herrn Josef MONSchein (= BE 1) befindet sich 1 km ESE von Paldau (ca. 30 km SE Graz, vgl. Abb. 1) und schließt Ablagerungen des „Kapfensteiner Kieshorizontes“ auf (KG Paldau, ÖK 191 Kirchbach, BMN 6712, R: 710 320, H: 200 000, SH: 340 m; vgl. Beilage 1). Die Sedimente fallen mit 2-4° gegen SE (120°) ein. Der Kiesabbau erfolgt nur mehr zeitweilig. Ein baldiges Verstrützen der Aufschlußfront ist zu erwarten.

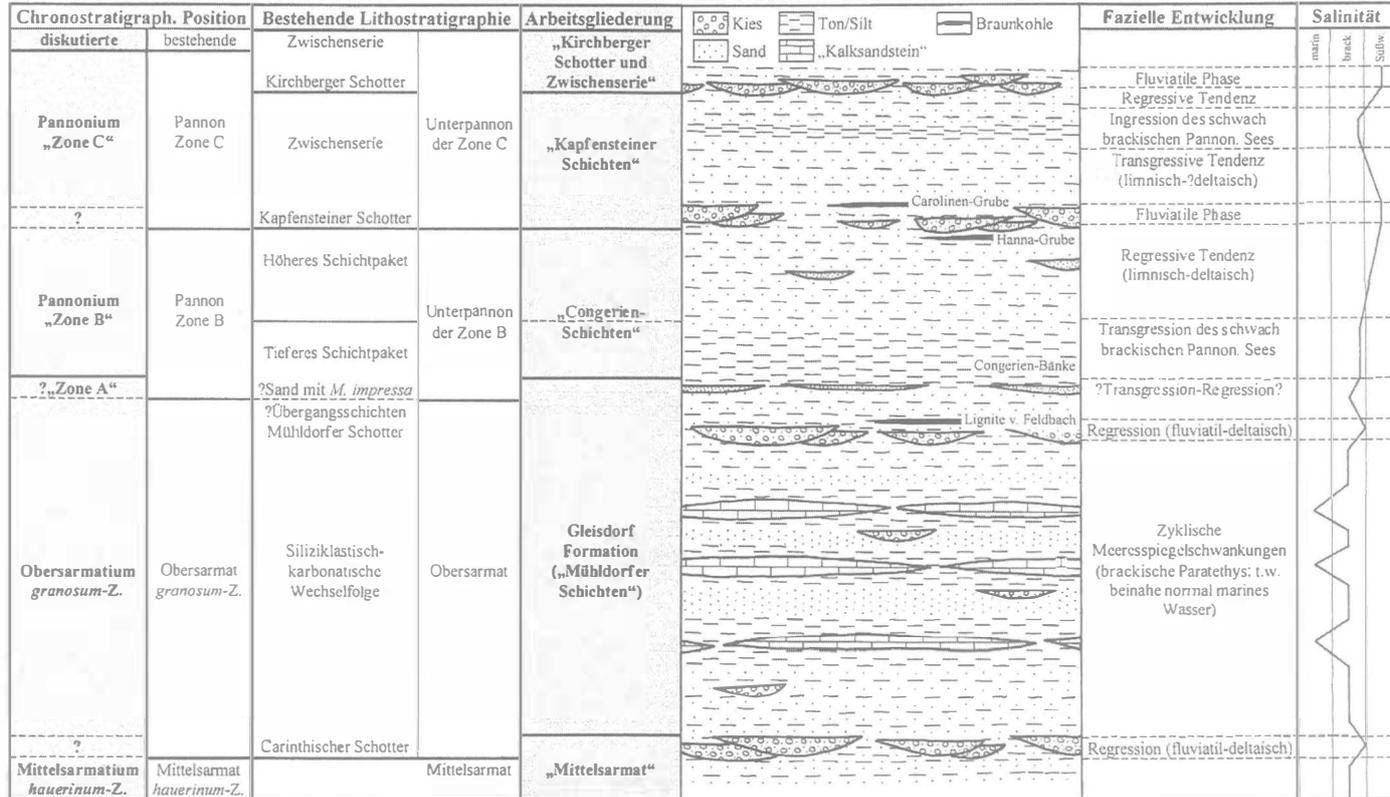


Abb. 2: Fazielle Entwicklung sowie chrono- und lithostratigraphische Gliederung der oberarmatischen bis unterpannonen Schichtfolge im zentralen oststeirischen Neogenbecken

2. Methodik der Faziesanalyse

2.1 Einleitung

Im letzten Jahrzehnt wurden die klassischen Untersuchungsmethoden fluviatiler Sedimente (z.B. Korngrößenanalysen, Geröllmorphologie und Schwermineralspektren) zunehmend von der hierarchischen Erfassung genetischer Einheiten abgelöst. Versuche aus lateralen und vertikalen Veränderungen gewisser Gesteinsparameter (z.B. Sortierung, Granatdominanz; vgl. VISHAR 1969, NEBERT 1985) Faziesentwicklungen zu klären, weichen heute einer aktualistischeren Betrachtungsweise. Zur Definition der Ablagerungseinheiten werden in dieser Arbeit Standardlithofaziestypen und Architektur-Element Analyse nach MIAL (1996) verwendet. Ergebnisse paläoökologischer Studien werden miteinbezogen (GROSS & KRENN 1995, KRENN 1998).

Eine Erfassung der Gammastrahlungscharakteristik (Gamma-Logs; vgl. JUNGHANS et. al. 1997) der Monscheinkiesgrube befindet sich in Vorbereitung (vgl. GROSS et al. 1998).

Die Bezeichnung der Gesteinsfarbe und der Schichtung/Lamination richtet sich nach GODDARD et. al. (1951) bzw. COLLINSON & THOMPSON (1989). Die Abschätzung der Korngröße und -rundung erfolgte visuell (Vergleichspräparate). Begriffe zu Sedimentstrukturen und Transportvorgängen werden nach FÜCHTBAUER (1988) und REINECK (1984) ins Deutsche übertragen.

2.2 Standardlithofaziestypen

Eine lithofazielle Kodierung versucht Gesteinsvariationen auf wenige Standardlithofaziestypen zurückzuführen. Diese umfassen die Parameter Korngröße - dem Kode als Großbuchstabe vorangestellt (G = gravel, S = sand, F = fines (silt-mud)) - und Sedimentstrukturen (z.B. p = planar cross-bedding, m = massive) oder biogene Merkmale (r = roots), die mit Kleinbuchstaben dahinter angeführt werden. Modifikationen können durch Kleinbuchstaben gekennzeichnet werden (z.B. Sti = large scale crossbedded sand; EBERTH & MIAL 1991). Die Reduktion auf Lithofaziestypen ermöglicht eine statistische Auswertung von Profilabfolgen (vgl. KRÄINER 1987a,b), überregionale Vergleiche und rasche Überlegungen zur Environment-Gestaltung (vgl. BRIDGE 1993, 1995; MIAL 1995).

Tabelle 1 gibt einen Überblick der verwendeten Faziesklassifikation, die auf MIAL (1996) und einigen Kommentaren aus BRIDGE (1993) zu MIAL (1992) beruht.

Fazies- kode	Sedimentologische Merkmale	Interpretation
Gmm	schwach gradierter, matrixgestützter, massiger Kies	plastisches Schuttfließen
Gmg	invers-normal gradierter, matrixgestützter Kies	pseudoplastisches (thixotropes) Schuttfließen
Gci	invers gradierter, klastengestützter Kies	klastenreiches oder pseudoplastisches Schuttfließen
Gcm	massiger, klastengestützter Kies	pseudoplastisches Schuttfließen
Gh	horizontal, oft schlecht geschichteter, klastengestützter Kies, z.T. Imbrikation	longitudinale Kiesbänke, Rinnenpflaster oder Siebablagerungen
Gt	trogförmig kreuzgeschichteter Kies	Kleintröbennfüllungen oder 3D-Dünen
Gp	planar kreuzgeschichteter Kies	transversale Sedimentkörper, deltaisches Wachstum an älteren Bankresten oder 2D-Dünen
St	trogförmig kreuzgeschichteter, z.T. kiesführender Sand (einzelne oder mehrere sets)	3D-Dünen (sinus- oder zungenförmige Käbme)
Sp	planar kreuzgeschichteter, z.T. kiesführender Sand (einzelne oder mehrere Sets)	transversale und zungenförmige Dünen (2D-Dünen)
Sr	rippelgeschichteter Sand	Rippel (unteres Strömungsregime)
Sh	horizontal laminiertes, z. T. kiesführender Sand; häufig Strömungsstreuung	plane-bed flow (oberes oder unteres Strömungsregime), oft Hochwasserablagerungen
Sl	flachwinkelige Schrägschichtung (< 15°), z. T. kiesführender Sand	Rinnenfüllungen, Buckeldünen, Gegenrippel
Ss	z.T. kiesführender Sand in breiten, seichten Kolken	Kolkfüllungen
Sm	massiger oder schwach laminiertes Sand	sediment gravity flows
Fl	dünn laminiertes oder rippelgeschichteter Sand-Silt-Ton	Uferdamm-, Überschwemmungsebenen-, Altarm- oder beginnende Niederwasserablagerungen
Fsm	massiger-laminiertes Silt-Ton	Ausumpf- oder Altarm-Sedimente
Fm	massiger Ton-Silt, z.T. mit Trockenrissen	Überschwemmungsebenen-, Altarm- oder drape-Ablagerungen
Fr	massiger, durchwurzeltes und/oder bioturbates Ton-Silt	beginnende Pedogenese (Wurzelslagen)
C	an inkohlten pflanzenrestereicher Ton-Silt oder Kohle	Ausumpfsedimente oder Altarmfüllungen
P	Paläobödenkarbonate (Calcit, Siderit) mit pedogenen Strukturen	Böden mit chemischer Fällung

Tab. 1: Faziesklassifikation i.w. nach MIALl (1996)

2.3 Architektur-Element Analyse

Grundlagen

In den vergangenen Jahrzehnten wurde versucht, anhand vertikaler Profilanalysen (vgl. Standardlithofaziestypen) Ablagerungsprozesse zu rekonstruieren. Statistische Methoden, wie Markov-Kettenanalysen, erlaubten detaillierte und durch große Datenmengen quantifizierte Aussagen zur Faziesabfolge (vgl. KRAINER 1986), doch blieb die Grenzflächenausbildung meist unberücksichtigt. Die Steuerfaktoren (autogen oder allogene) für die Entwicklung zyklischer Sedimentfolgen und Veränderungen des Rinnensystems konnten nicht geklärt werden. Aus diesem Problem ging das Konzept der Architektur-Element Analyse (Miall 1985) hervor. Bei dieser Methode werden Architektur-Elemente (= Einheiten gleicher physikochemischer Ablagerungsbedingungen, vgl. MIALL 1988), die durch Grenzflächen, externe/interne Geometrie und Faziesassoziation gekennzeichnet sind, als Bausteine der Faziesmodelle verwendet. Alle Flußtypen und deren Ablagerungen lassen sich durch eine geringe Anzahl von Elementen definieren (vgl. Tab. 2).

Biochemische Sedimente (z.B. Kohle und Paläoböden) werden nicht als eigene Elemente aufgefaßt, sondern durch ihren Bildungsort (\cong Architektur-Element) beschrieben.

Einen Überblick über die räumliche Beziehung der Architektur-Elemente im fluviatilen System gibt Abbildung 5.

Architektur-Element	Code	Fazies-assoziati on	Geometrie, Beziehungen und Größenbeispiele
Elemente innerhalb der Rinne			
CHANNELS (Rinnen)	CH	jede Kombination	finger-, linsen oder schichtförmig; konkave erosive Basis; Größe und Form variabel; intern mit konkaven Grenzflächen 3. Ordnung
GRAVEL BARS AND BEDFORMS (Kiesbänke und kiesreiche Sedimentkörper)	GB	Gmm, Gmg, Gp, Gt	linsen- oder deckenförmig, meist tabular; häufig mit SB vergesellschaftet
SANDY BEDFORMS (Sandige Sedimentkörper, z.B. Dünenfelder, transverse Sandbänke)	SB	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Ss	Linsen-, schicht-, decken- oder keilförmig; entstehen durch Rinnenfüllungen, Dammbuchfächer und Kleinbänke

Architektur-Element	Kode	Fazies-assoziatio	Geometrie, Beziehungen und Größenbeispiele
Elemente innerhalb der Rinne			
DOWNSTREAM-ACCRETION MACROFORMO (Sedimentkörper, die durch Sedimentanlagerung am flußabwärtigen Ende einer Sandbank entstehen)	DA	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Ss	linsenförmige Körper mit flacher oder konkaver Basis und konvexen internen (3. Ordnung) und oberen Grenzflächen (4. Ordnung)
LATERAL-ACCRETION MACROFORM (Gleithangablagerungen)	LA	St, Sp, Sh, Sl, Ss, selten Gmm, Gmg, Gt, Gp	keil-, schicht-, lappenförmig; durch interne laterale Ablagerungsflächen 3. Ordnung charakterisiert
SCOUR HOLLOW s (Kolke)	HO	Gh, Gt, St, Sl	löffelfartige Hohlformen mit asymmetrischer Füllung
SEDIMENT GRAVITY FLOWS (Massentransporte, mass und fluidal flow)	SG	Gmm, Gmg, Gci, Gcm	lappen- oder schichtförmig, meist mit GB assoziiert
LAMINATED SAND SHEET (vorwiegend laminierte Sandschichten)	LS	Sh, Sl, selten Sp, Sr	schicht- oder deckenförmig
LEVEE* (Uferdamm)	LV	Fl	keilförmig (bis 10 m mächtig und 3 km lang)
CREVASSE CHANNEL* (Dambruchrinne)	CR	St, Sr, Ss	bandförmig (bis wenige 100 m breit, 5 m tief und 10 km lang)
CREVASSE SPLAY* (Dambruchfächer)	CS	St, Sr, Fl	linsenförmig (bis 10 km ² Fläche, 2-6 m mächtig)
FLOODPLAIN FINES* (Sedimente der Überschwemmungsebene)	FF	Fsm, Fl, Fm, Fr	schichtförmig (bis viele km ² Fläche, mehrere 10 m mächtig)
ABANDONED CHANNEL* (Altarm-Totarm)	CH(FF)	Fsm, Fl, Fm, Fr	bandförmig (Größe entspricht der aktiven Rinne)

* = FF_p = proximal zur Rinne, + = FF_d = distal zur Rinne

Tab. 2: Architektur-Element-Klassifikation nach MIALl (1996)

Klassifikation der Grenzflächen

Diese nach oben offene Klassifizierung in Ordnungen beruht auf dem unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Umfang physikalischer Prozesse (Sedimentation eines Kreuzschichtungsleeblattes bis Beckenfüllung) und deren Abformung auf Sedimentkörper (Tab. 3).

Ordnung	Charakteristika und Beispiele
0	Laminationsflächen
1	Kreuzschichtungsset Grenzflächen; wenig bis keine interne Erosion; kontinuierliche Sedimentation
2	Coset Grenzflächen; ohne bedeutende Erosion; Änderung der Strömungsrichtung oder des Strömungsmilieus; Wechsel der Lithofazies
3	Erosionsflächen innerhalb von Makroformen (z.B. point bars; MIALl 1985), die mehr als ein Schrägschichtungsset erfassen; häufig von einer Intraklastenbrekzie begleitet; Faziesgesellschaft unter und über der Fläche ist ähnlich; zeigen Sedimentationsschwankungen ohne bedeutende Veränderung des Ablagerungsverlaufes oder der Orientierung von Makroformen an
4	Grenzflächen zwischen Makroformen, die meist flach bis leicht konkav sind; Wechsel der Lithofaziesassoziation; z.B.: Basalgrenze kleiner Rinnen, einzelne Dammbuchfächer in der Überschwemmungsebene
5	Begrenzen große „Sandkörper“ (Rinnen und Rinnenfüllungskomplexe); meist flach bis leicht konkav; lokal durch Erosion und kiesiges Rinnenpflaster gekennzeichnet; bei Flüssen mit mehreren Rinnen wird die Unterseite der Hauptrinne mit 5. Ordnung belegt, die der Nebenflüsse mit 4.
6	Trennen Gruppen von Rinnen oder Paläotälern voneinander; begrenzen kartierbare Einheiten (z.B. Member)
7	Definieren große Gesteinskomplexe; allogene Ursache (z.B. Milankovitch-Zyklen)
8	Markieren regionale Diskontinuitäten mit kontinentweiter oder globaler Initiation (z.B. eustatische Meeresspiegelschwankungen)

Tab. 3: Grenzflächenklassifikation nach MIALl (1996)

Externe Geometrie

MIALl (1996) verwendet zur Charakterisierung der externen Geometrie dreidimensionale Bezeichnungen (z.B. keilförmig, vgl. Tab. 2). In der Monscheinkiesgrube können nur Querschnittsflächen beobachtet werden. Die geometrischen Termini werden deshalb unter Anführungszeichen gesetzt.

Bezeichnung der Elemente und Grenzflächen

Die Elemente werden von Liegend nach Hangend mit Großbuchstaben und entsprechendem Elementcode beschriftet. Eine Nebenrinne wird durch zwei

Kodes - CH (Rinne) und LA (Gleithangablagerungen) - und ein tiefgestelltes k gekennzeichnet (CH_k(LA)). Teilbereiche dieser Rinnenstruktur sind durch Kleinbuchstaben markiert (a, b, c, d). Bei nicht eindeutiger Elementzugehörigkeit (v.a. bei Sedimenten der Überschwemmungsebene) werden mögliche Elemente in Klammer angefügt oder die Unterscheidung beschränkt sich auf die proximale (p) bzw. distale (d) Überschwemmungsebene unter Verwendung eines tiefgestellten Kleinbuchstabens (vgl. Tab. 2, z.B. FF_p). Grenzflächen sind mit arabischen Ziffern entsprechend ihrer Ordnung beschriftet.

Spezifische Anwendungsprobleme

Das größte Problem bei Benutzung dieser Methode ist die Relation Aufschlußgröße zu Elementgröße. Zur Identifikation „physikochemischer Einheiten“ sind genügend große Querschnittsflächen, die die externe Geometrie erkennen lassen, notwendig. Die Monscheinkiesgrube erlaubt durch ihre für lokale Verhältnisse hervorragende Größe (Länge ca. 70 m, Höhe ca. 14 m) die Verwendung der Architektur-Element Analyse. Schlechte Aufschlußverhältnisse ermöglichen keine architekturelementanalytische Korrelation oder Begrenzung der Einheiten in benachbarten Aufschlüssen.

2.4 Paläobotanik

Aufgrund des reichen phytogenen Inhaltes wurde vom Autor eine Zusammenarbeit mit Rezentbotanikern initiiert (vgl. GROSS & KRENN 1995, GROSS 1997c, KRENN 1997, 1998). Paläoökologische und paläoklimatische Untersuchungen können zusätzliche Informationen zur Präzisierung des Ablagerungsgeschehens liefern (Subenvironments: z.B. Ruhigwasserareale, Röhrlichtzone; Klima: besonders saisonale Abflußvariation; Einfluß der Vegetation auf die Sedimentation: Uferstabilität, Grundwasserhaushalt). Die Ergebnisse dieser Studien finden sich in KRENN (1998).

3. Architektur-Elemente der Monscheinkiesgrube (= BE 1)

3.1 Architektur-Element A-GB - Kiesbänke und kiesreiche Sedimentkörper

Grenzflächen und externe Geometrie

Die untere Grenzfläche ist nicht aufgeschlossen. Hinweise aus den Befahrungsbüchern des Braunkohlebergbaues (vgl. GROSS 1997c bzw. 1998b), Beschreibungen durch WINKLER-HERMADEN & RITTLER (1949) und Berichte des Kiesgrubenbesitzers MONSCEIN lassen eine erosive, unregelmäßige

Grenzfläche vermuten. Dies entspricht den Angaben für die Basis des „Kapfensteiner Schotters“ (vgl. KOLLMANN 1965, SKALA 1968), die als Grenzfläche 6. Ordnung einzustufen ist.

Die leicht erosive und wellige Hangendgrenze bildet durch den Wechsel der Lithofaziesgesellschaft und des Elementtyps eine Grenzfläche 4. Ordnung. Die Mächtigkeit dieses +/- „schichtförmigen“ Elementes beträgt 4-5 m. Lateral dürfte sich A-GB wenige hundert Meter erstrecken.

Lithofazies und interne Beziehungen

Gelblichgrauer (5 Y 7/2) - gräulichgelber (5 Y 8/4), horizontal, dünn-mitteldick bis undeutlich, trogförmig kreuzgeschichteter, stark sandiger Mittel-Feinkies (Taf. 1, Fig. 1) mit undeutlicher Imbrikation bildet den Hauptteil von A-GB (= Lithofaziestyp Gh).

Gelblichgrauer (5 Y 7/2), trogförmig kreuzgeschichteter, teilweise klasten-gestützter Grobsand-Feinkies mit interner Gradierung (Gt) verzahnt sich durch Grenzen 1. Ordnung mit Gh. Die Komponenten von Gh und Gt sind gerundet bis gut gerundet.

Untergeordnet treten bis zu dm-mächtige, mäßig gelblichbraune (10 YR 5/4) - hellgraue (N 7), lateral mehrere Meter verfolgbare, planar kreuzgeschichtete, gradierte (Sp) und schwach rippelgeschichtete bis planar, dick laminierte, teilweise flachschräggeschichtete (Sr, Sh-Sl) Mittelsandlinsen.

Flächen 2. Ordnung begrenzen die sandigen Anteile von A-GB und weisen auf Änderungen des Strömungsmilieus und/oder der Strömungsrichtung ohne bedeutenden Zeiteinschnitt oder Erosion hin. Die Leebblätter der Sandkörper lassen Strömungsrichtungen nach 230/10° erkennen. Gelegentlich treten oxidierte Holzabdrücke und limonitische Konkretionen auf.

Diskussion des Architektur-Elementes A-GB

Unregelmäßige Sedimentzufuhr innerhalb des fluviatilen Systems (z.B. Flutereignisse) bewirkt Materialtransport bis die Strömungsenergie abnimmt. Bankinitiation durch Aufschüttung dünner Kieslagen ist die Folge. Bei reichlicher Sedimentzufuhr überwiegt das vertikale Wachstum der Kiesbänke. Leehänge entwickeln sich in geringem Ausmaß (vorwiegend Gh, wenig Gt). Perioden niedrigerer Wasserführung bzw. Veränderungen der Abflußrichtung führen zur Sedimentation der Sandfraktion. Lokale Auskolkungen (Stromschnellenrinnen; vgl. RAMOS & SOPENA 1983) werden durch die Lithofaziestypen Sp, Sr und Sh-Sl verfüllt. Auf diese Weise gebildete Mesoformen (z.B. Dünen) vereinigen sich zu Makroformen (z.B. point bars, im Laufe von Jahrzehnten bis Jahrtausenden; MIALL 1985), die in Abhängigkeit von der Strömungsverteilung unterschiedlichste Morphologien entwickeln (vgl. ASHMORE 1991). Lithofaziestypen und deren interne Beziehung weisen auf eine longitudinale Kiesbank (längste Achse parallel zur Strömungsrichtung) hin.

Nach MIALL (1985, 1996) sind Charakteristika des Elementes GB: Übereinander „gestapelte“, dünne, diffuse Kiesschichten; Einzelschichten wenige Klasten dick; flache, unregelmäßige Begrenzung der meist tabularen Körper; Lithofaziestypen Gmm, Gmg, Gh, Gp, Gt, häufig mit SB vergesellschaftet; Aktivität hauptsächlich bei Hochwasser. Oben beschriebene Merkmale ermöglichen eine Zuordnung dieses Sedimentpaketes zum Architektur-Element GB.

3.2 Architektur-Element B-SB - Sandige Sedimentkörper

Grenzflächen und externe Geometrie

Grenzflächen 4. Ordnung schließen die über A-GB folgende sandige, „schichtförmige“, 2.00-2.50 m mächtige Entwicklung ein. Die flache, leicht erosive-kontinuierliche, wellige Hangendgrenze ist durch Belastungsmarken überprägt.

Lithofazies und interne Beziehungen

Drei durch Grenzen 2. Ordnung getrennte, fein-mittelsandige (fining-upward Trend), hellgraue (N 7) - gelblichbraune (10 YR 5/4) Lithofaziestypen bilden den größten Teil dieser Einheit (Taf. 1, Fig. 2):

- flach, trogförmig kreuzgeschichteter Fein-Mittelsand (mit welligen Grenzflächen 1. Ordnung) = St
- rippelgeschichteter Feinsand = Sr
- flach-horizontalgeschichteter Feinsand mit vereinzelt Grobsandeinschaltungen = Sl-Sh

Die Leeblätter von St weisen auf eine Paläoströmungsrichtung in SSW-Richtung ($190/15^\circ$) hin.

Vereinzelt treten durch Flächen 3. Ordnung (durchschneiden mehr als einen Kreuzschichtungskörper) begrenzte, mehrphasig von schräggeschichteten Mittelsanden verfüllte Auskolkungen auf (Abb. 3).

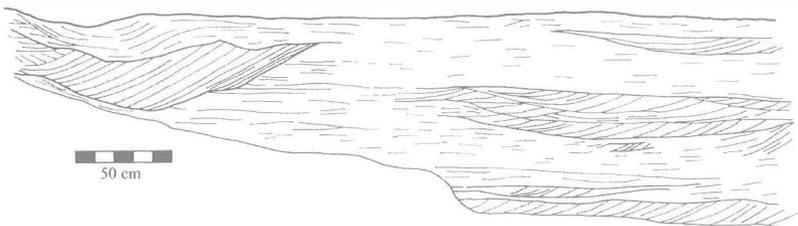


Abb. 3: Lithofazielle Assoziation im Element B-SB.

Diskussion des Architektur-Elementes B-SB

Trogförmig kreuzgeschichtete Sande (St) sind Reste dreidimensionaler Dünen, die bei gleicher Tiefe bei höheren Fließgeschwindigkeiten als zweidimensionale Dünen gebildet werden.

Horizontal laminiertes (Sh) und flachschräggeschichteter Sand (Sl) sind häufig vergesellschaftete Lithofaziestypen. Für Sh kann aufgrund der Feinkörnigkeit eine Bildung im oberen Strömungsregime angenommen werden. REINECK & SINGH (1986) vermuten für einen Großteil der horizontallaminierten Sande an Gleithängen eine Entstehung durch Ablagerung von Suspension bei abnehmender Turbulenz oder bei Fluktuationen der Strömungsgeschwindigkeit am Ende von Flutereignissen. Typ Sl geht aus der Bildung von Auswaschungs- und Buckeldünen nahe dem oberen Strömungsregime hervor (vgl. SAUNDERSON & LOCKET 1983).

Rippelgeschichtete Feinsande zeigen Bereiche mit niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit an.

Aufgrund der Aufschlußverhältnisse kann diese Einheit nur als „Sandy bedform“ (= SB) klassifiziert werden. Stromabwärtige- oder strömungsparallele Akkretionsflächen (vgl. Elemente DA und LA) sind nicht erkennbar. Element SB tritt in verschiedenen Subenvironnements fluviatiler Systeme auf (vgl. MIALL 1996). Für die hier diskutierten Ablagerungen ist eine Bildung im tieferen Rinnenteil eines Flusses mit vorwiegend sandiger Bodenfracht (meist St) oder in seichten Bereichen einer Makroform (häufig Sp) möglich (z.B. Top oder Flanken von point bars). Lokale Auskolkungen und Erosionsflächen 2.-3. Ordnung gehen auf Fluktuationen des Abflusses zurück.

3.3 Architektur-Element C-LV(FF) - Uferdamm (Sedimente der Überschwemmungsebene)

Grenzflächen und externe Geometrie

Die Hangendgrenze (4. Ordnung) dieses 1.20 m mächtigen, „schichtförmigen“ Elementes ist erosiv-kontinuierlich und planar.

Lithofazies und interne Beziehungen

C1 0.80 m mächtiger, hellolivgrauer (5 Y 5/2) Silt bildet mit grauorangem (10 YR 7/4), sandigen Silt eine kontinuierlich wellig, parallel, dick laminierte Wechselfolge. Belastungsmarken beeinflussen die Lamination (Taf. 2, Fig. 1). Karbonatische Konkretionen von bis zu dm-Größe, schlecht erhaltene oxidierte Pflanzenreste (vgl. KRENN 1998), Bioturbation und Durchwurzelung treten vereinzelt auf.

C2 Im hangenden, 0.40 m mächtigen, grauorangen (10 YR 7/4) - hellolivgrauen (5 Y5/2) Teil verringert sich der sandige Anteil bis auf vereinzelte Linsen. Massig bis diskontinuierlich wellig, nicht parallel laminiertes, schwach toniger Silt mit zahlreichen, teilweise inkohlten erhaltenen Blattfragmenten (vgl. KRENN 1998) bildet den Hauptteil dieses Sedimentpaketes.

C1 kann dem Lithofaziestyp FI zugeordnet werden, C2 dem Typ FI-Fsm. Eine flache, kontinuierliche Grenzfläche 2. Ordnung trennt diese Einheiten.

Diskussion des Architektur-Elementes C-LV(FF)

Rhythmische Wechsellagerungen suspensiver Sedimente mit geringen Anteilen von Bodenfracht (sandige Silte, vgl. BRIDGE 1993) bauen LV auf. Derartige Ablagerungen sind typisch für Überschwemmungsebenen, Altarme oder „waning flood deposits“ (vgl. MIALL 1990).

Lithofazielle Merkmale und die Position zu unter- und überlagernden Elementen (vgl. JUNGHANS et. al. 1997) weisen auf einen Uferdamm als Bildungsraum hin. Die Abnahme des Sandanteiles und größere lithologische Homogenität im Hangenden (Schicht C2) lassen den Übergang zur Überschwemmungsebene (Element FF) erkennen.

3.4 Architektur-Element D-FF_p - Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene

Grenzflächen und externe Geometrie

Dieses 1.20-2.00 m mächtige, „schichtförmige“ Element grenzt flach, kontinuierlich oder mit konkaven Erosionsflächen (4. Ordnung) an C-LV(FF).

Lithofazies und interne Beziehungen

D1 Olivbrauner (5 Y 4/4) bis dunkelgelboranger (10 YR 6/6), wellig, nicht parallel, dünn laminiertes, schwach toniger Silt wechsellagert mit dunkelgelborangen (10 YR 6/6) bis hellolivgrauen (5 Y 5/2), siltigen Feinsanden im cm-Bereich und bildet eine 0.30-0.80 m mächtige, wellig, dünn geschichtete Einheit = FI.

Vereinzelte Rinnenbildungen treten auf, die aufgrund des lateral kontinuierlichen Überganges in Lithofaziestyp FI nicht als eigenständiges Architektur-Element abgetrennt werden. Diese Kolke werden von schräggeschichteten Feinsanden (Sl, Sh-St) aufgefüllt (Beachte: entgegengesetzte Orientierung der Schrägschichtung in Abb. 4; 185/15°, 6/20°). Außerhalb, zwischen und gegen das Top der Rinnen sind die Feinsande diskontinuierlich, planar, nicht parallel und laminiert ausgebildet (Sh).

D2 0.90-1.20 m mächtige, dunkelgelborange (10 YR 6/6) bis olivbraune (5 Y 4/4), diskontinuierlich wellig, parallel, dünn geschichtete Wechselfolgen von Silten mit siltigen Feinsanden schließen hangend an (Fl). Vereinzelt sind kleine Sandlinsen (cm-mächtig, m-lang, keine Schichtung erkennbar), bis zu 0.40 m Durchmesser erreichende karbonatische Konkretionen, Durchwurzelung und Pflanzenhäcksel zu beobachten.

Durch den geringeren Feinsandgehalt kann D2 von D1 durch eine Grenzfläche 2. Ordnung getrennt werden.

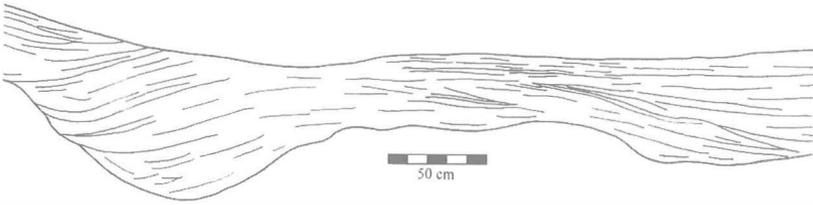


Abb. 4: Rinnenbildungen in Element D-FF_p.

Diskussion des Architektur-Elementes D-FF_p

Aufgrund der Lithologie (rhythmisch wechselnde Silte und Feinsande mit vereinzelt Rinnen) wird dieses Schichtpaket der proximalen Überschwemmungsebene zugeordnet. Hochwässer, die „schichtförmig“ das Gebiet außerhalb der Rinne überfluten, lagern Feinsand und Silt ab. Daneben erfolgt der Abfluß kanalisiert in kleinen Dammbuchrinnen, die unabhängig von Überflutungen Wasser in die Überschwemmungsebene bringen können. Durchwurzelung und Bioturbation deuten pedogene Prozesse an, die von Flutereignissen häufig unterbrochen werden.

3.5 Architektur-Element E-FF_d - Sedimente der distalen Überschwemmungsebene

Grenzflächen und externe Geometrie

Dieses „schichtförmige“, 1.00 - 1.20 m mächtige Schichtpaket wird vom Liegenden durch eine kontinuierliche, planare, nicht erosive Grenze 4. Ordnung getrennt. Über weite Teile des Aufschlusses (vgl. Beilage 1) erodiert eine Nebenrinne (vgl. 3.7) die hangenden Partien (E5-E6). Außerhalb dieses Abschnittes ist die Hangendgrenze kontinuierlich, planar und von 4. Ordnung.

Lithofazies und interne Beziehungen

Sechs geringfügig verschiedene und durch Grenzen 1. - 2. Ordnung getrennte Schichtpakete bilden dieses Element (Taf. 2, Fig. 2):

- E1 0.15 m mächtiger, grauoranger (10 YR 7/4) - hellolivbrauner (5 Y 5/6), diskontinuierlich wellig, dick laminiertes, schwach toniger Silt mit zahlreichen phytogenen Resten und Durchwurzelung = Fsm (-Fr).
- E2 0.15-0.35 m mächtiger, gräulichgelber (5 Y 8/4) - mäßig gelber (5 Y 7/6), planar-wellig, dünn laminiertes, schwach toniger Silt mit oxidierten Pflanzenabdrücken, vereinzelt Bivalven, Gastropoden und Fischresten = Fsm (Taf. 2, Fig. 3).
- E3 0.10-0.30 m mächtiger, olivbrauner (5 Y 4/4) - grüngrauer (10 GY 5/2), wellig, parallel, dünn laminiertes, toniger Silt; reich an fossilen Pflanzenresten (gute Spaltbarkeit parallel zu den Blattlagen) = Fsm.
- E4 0.15 m mächtiger, olivgrauer (5 Y 4/1) - grünlichgrauer (5 Y GY 6/1), massiger, toniger Silt mit muscheligen Bruch = Fm. E4 ist über die Aufschlußlänge als „graues Band“ zu verfolgen. Neben Fischresten treten pflanzliche Fossilien in oxidiertem (liegend der Nebenrinne) und inkohlter Erhaltung auf (vgl. Inkohlungsdaten aus diesem Gebiet in EBNER & SACHSENHOFER 1991; Pal 01, Pal 02, Pal 1).
- E5 und E6 Zwei je 0.10-0.20 m mächtige, mitteldunkelgraue (N 4) - dunkelgelblichorange (10 YR 6/6), planar, parallel, laminierte Siltlagen, die sich durch die Dicke der Laminae (D5 dünn / D6 dick) unterscheiden; zahlreiche oxidierte Pflanzenfragmente = Fsm.

Diskussion des Architektur-Elementes E-FF_d

Über Element D-FF_p bildet sich ein stehendes Gewässer, in das große Mengen von Pflanzenresten gelangen. Suspensionsfracht wird abgelagert, sandige Anteile fehlen. Der Sedimentationsraum wird von Überflutungen gering beeinflusst. Ursachen dafür sind: große Entfernung zur Rinne und/oder Selektion des angelieferten Sedimentes durch starken Bewuchs der Überschwemmungsebene.

Schicht E1 mit Pflanzenhäcksel und Wurzelresten leitet zu beständig subaquatischem Milieu (Bivalven) über (Schichten E2-E4). Rasch gelangen organische Reste unter Sedimentbedeckung und Sauerstoffabschluß. Gute Fossilisationsbedingungen sind gegeben. Postsedimentär oxidierte im Liegenden der Nebenrinne die organische Substanz. Außerhalb des Einflußbereiches der Nebenrinne sind inkohlte Blatt- und Holzsubstanz, karbonatische Überzüge an *Potamogeton* (vgl. KOVAR-EDER 1992) und Schalenreste von Bivalven erhalten. E5 und E6 weisen durch Korngrößenzunahme auf steigenden Einfluß des Rinnensystems. Aufgrund der lithofaziellen Merkmale sind diese Sedimente der distalen Überschwemmungsebene zuzuordnen.

3.6 Architektur-Element F-FF_p - Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene

Grenzflächen und externe Geometrie

Eine kontinuierliche, planare Grenzfläche 4. Ordnung trennt F-FF_p von E-FF_d. Im NNW-Teil der Kiesgrube ist diese „schichtförmige“, 2.20 - 2.70 m mächtige Einheit bis auf Reste von Schicht F1 durch eine Nebenrinne erodiert (vgl. 3.7).

Lithofazies und interne Beziehungen

Dieses Element kann durch Flächen 2. Ordnung in drei Einheiten gegliedert werden:

F1 0.25-0.40 m mächtiger, dunkelgelboranger (10 YR 6/6) - olivbrauner (10 YR 5/4), planar, parallel, dick laminiertes, stark siltiger Feinsand mit mehrere cm-langen Siltfasern = Sh (Taf. 3, Fig. 1).

F2 Hangend schließt eine 1.10 - 1.25 m mächtige Wechselfolge gräulich-oliv (10 Y 4/2) - dunkelgelboranger (10 YR 6/6), kontinuierlich-diskontinuierlich, wellig, parallel, dünn laminiertes Silte = Fl an. F2 kann in vier Horizonte gegliedert werden, die durch Mächtigkeitsschwankungen, Korngrößen- und Farbvariationen schwierig zu verfolgen sind:

F2¹ 0.35-0.40 m grauoliv (10 Y 4/2), wellig, parallel, dünn laminiertes Silt, Konvolutschichtung (Taf. 3, Fig. 1).

F2² 0.20-0.30 m dunkelgelboranger (10 YR 6/6), diskontinuierlich wellig, parallel, dünn laminiertes bis massiger, schwach toniger Silt, durchwurzelt.

F2³ 0.30 m grauoranger (10 YR 7/4), wellig, nicht parallel, sehr dünn geschichteter, stark sandiger Silt, Konvolutschichtung.

F2⁴ 0.25 m grünlichgrauer (5 G 6/1), wellig, parallel, dünn laminiertes Silt, durchwurzelt (Taf. 3, Fig. 2).

F3 0.80 - 1.10 m mächtiger, gelblichbrauner (10 YR 5/4), diskontinuierlich wellig, nicht parallel, sehr dünn-dünn geschichteter, sandiger Silt mit Flaserschichtung und Bioturbation = Fl; höherer Sandanteil als bei F2.

Vor allem die hangenden Partien von F-FF_p verzahnen sich mit der Nebenrinne und machen eine Grenzziehung in diesem Bereich schwierig.

Diskussion des Architektur-Elementes F-FF_p

Nach einer Phase ruhiger Sedimentation (Element E-FF_d) verstärkt sich der Rinneneinfluß. Sandiges und tonig-siltiges Material wird durch Überschwemmungen abgelagert. Inverse Dichteschichtung, die typisch für rasch

abgelagerte, wassergesättigte Sedimente ist, bewirkt Konvolutschichtung (vgl. PETTIJOHN et. al. 1987). In Zeiten normaler Wasserführung werden diese locker aufgeschütteten Sedimente bioturbiert. Geringe Wassertiefe und teilweise subaerische Bedingungen sind zu vermuten (Trockenrisse fehlen allerdings). Dieses Architektur-Element kann der proximalen Überschwemmungsebene zugeordnet werden.

3.7 Architektur-Element G-CH_k(LA) - Nebenrinne (Gleithangablagerungen)

Grenzflächen und externe Geometrie

Die Basalfläche von G-CH_k(LA) verläuft flach-leicht konkav. Im SSE-Teil der Kiesgrube ist ein steiler Prallhang ausgebildet. Große Teile von E-FF_d und F-FF_p werden durch dieses über 40 m lateral verfolgbare und durch Flächen 4. Ordnung begrenzte Element erodiert (E5-F3). Die Liegendgrenze ist aufgrund des Nebenrinnencharakters nicht in die 5. Ordnung einzustufen. Hangend wird dieses Element von F-FF_p kontinuierlich-leicht erosiv flach überlagert.

Lithofazies und interne Beziehungen

Intern ist G-CH_k(LA) durch Grenzen 3. Ordnung (= Flächen geringer Erosion, die Veränderungen in der Gleithangentwicklung indizieren; vgl. MIALL 1992) in vier Teilbereiche gegliedert (vgl. Beilage 1):

- a) Olivgrauer (5 Y 4/1) - hellolivgrauer (5 Y 6/1), kontinuierlich wellig, parallel-laminierter Silt (-0.08 m mächtig) und mäßig gelber (5 Y 7/6) - dunkelgelber (5 Y 6/4), horizontalgeschichteter, siltiger Feinsand (-0.20 m mächtig) bilden eine mitteldick geschichtete Wechselfolge = Fl. Diese biegt zu Teilbereich b) nach unten ab (120/25°) und wird zu Epsilon-Schrägschichtung (vgl. ALLEN 1963, REINECK & SINGH 1977). Eine Fläche 3. Ordnung (70/15°) trennt a) von b).
- b) Gelblichbrauner (10 YR 5/4) - gräulichgelber (5 Y 8/4) - gräulichroter (10 R 4/2), schrägeschichteter (Epsilon-Schrägschichtung) Mittelsand mit bis zu m-großen Intraklasten (aus F-FF_p und E-FF_d) an der Basis baut diesen Teilbereich auf. Die Gleithangflächen verlaufen steil (130/25°), verflachen aber gegen Top und Basis. Zwischen den Gleithangflächen sind vereinzelt Rippelsets eingeschaltet. Vor allem in der nordnordwestlichen, hangenden Partie lösen sich die Gleithangflächen in Rippelschichtung auf.
- c) Hangend sind gelblichbraune (10 YR 5/4), flach-horizontal laminierte Fein-Mittelsande mit vereinzelt grünlichgrauen (5 G 6/1) Siltlagen und teilweise undeutlicher Rippelschichtung (Sh-Sl, Sr) ausgebildet, die kontinuierlich (ähnliche Lithologie, Konvolutschichtung) in F3 übergehen.

- d) Im NNW-Teil verfüllen gelblichgraue (5 Y 7/2) - grauorange (10 YR 7/4), schräggeschichtete Mittelsande (St-Ss) und dunkelgelbe (5 Y 6/4) - gelblichgraue (5 Y 7/2), diskontinuierlich wellig, dünn geschichtete Feinsand-Siltwechsellagerungen (FI) eine bis E-FF_d erosiv vorgreifende Rinnenstruktur. Aufgrund der genetischen Beziehung dieser Rinnenbildung zu den anderen Teilbereichen und der Kleinräumigkeit wird d) nicht als eigenständiges Architektur-Element abgetrennt. Die Paläoströmungsrichtung von G-CH_k (LA) verläuft in NE-SW-Richtung (120/25°).

Diskussion des Architektur-Elementes G-CH_k (LA)

Dieses Element wird aufgrund externer und interner Geometrie (Rinnenform mit Prallhang, Gleithang und flacher, erosiver Basis; Epsilon-Schrägschichtung; Faziesabfolge) als Nebenrinne interpretiert und durch Flächen 4. Ordnung begrenzt. Für eine Klassifizierung als CH_k sprechen die geringe Mächtigkeit und das Fehlen der Kiesfraktion, die auf die Hauptrinne beschränkt bleibt. Die Möglichkeit eines primär als Dammbuchrinne (Architektur-Element CR) angelegten und zur Kleinrinne ausgebauten Elementes besteht und kann nicht von LA und CH unterschieden werden.

MIALL (1996) gliedert LA in vier durch Korngröße und Form definierte Typen. Aufgrund der oben beschriebenen Merkmale kann G-CH_k (LA) dem Modell eines „Sand-Silt-Mud-Rivers“ zugeordnet werden. Dafür ist auch das in a) festgestellte flache Auslaufen der Gleithangflächen gegen das Top („benches“; vgl. NANSON & PAGE 1983) charakteristisch.

Zur Entwicklung des Elementes: Der Profilschnitt schließt den stromabwärtigen Teil einer in engen Mäandern fließenden, vorwiegend feinklastisches Material transportierenden Nebenrinne auf (a). Änderungen der Strömungsrichtung führen zur Verlagerung des Mäanderbogens. Eine zentralere Position mit klar definierten Akkretionsflächen und nahezu senkrecht zur Aufschlußwand verlaufender Paläoströmungsrichtung (NE-SW) wird vom Profil aufgeschlossen (b). Stromschnellenrinnen (chute channels) werden von den gegen NNW in Rippelschichtung übergehenden Gleithangflächen angezeigt (vgl. TODD & WENT 1991). Durch kontinuierliche Trennung von der Hauptrinne verlandet die Nebenrinne. Plötzliche Avulsionsereignisse sind aufgrund des Fehlens eines „mud plugs“ auszuschließen. Die Ablagerungen des Teilbereiches (c) folgen dem Relief der Nebenrinne, bedecken (b) und leiten lateral und vertikal in F-FF_p über. Hauptsächlich sandig verfüllte Kleinrinnen im NNW-Teil (d) zeigen Erosion am Gleithangtop (chute channels?) an.

Zur Abschätzung der Rinnengröße werden die von LEEDER (1973) auf Grundlage quantitativer Untersuchungen (Rinnenbreite, Rinnentiefe, Mäanderradius, Gleithangwinkel in Relation zu Korngröße und Abflußmenge) an rezenten Mäanderflüssen erstellten Beziehungen verwendet. Die Auswirkungen von Erosion und Kompaktion bleiben unberücksichtigt.

1) Länge der Gleithangflächen ($LA_L \cong 2/3$ der Rinnenbreite (RB):

	Messungen	Berechnete Rinnenbreite
Bereich a)	$LA_L = 5.50 \text{ m}, 5.20 \text{ m}, 5.40 \text{ m}$	7.80-8.30 m
Bereich b)	$LA_L = 3.60 \text{ m}, 4.00 \text{ m}, 3.80 \text{ m}, 4.20 \text{ m}$	5.40-6.30 m

2) Rinnenbreite (RB) = $6.8 \times$ Rinnentiefe (RT)^{1.54}

	Messungen	Berechnete Rinnenbreite
Bereich a)	$RT = 2.20 \text{ m}, 1.80 \text{ m}, 2.00 \text{ m}$	22.90-16.80 m
Bereich b)	$RT = 1.60 \text{ m}, 1.80 \text{ m}, 1.70 \text{ m}, 2.00 \text{ m}$	9.70-14.00 m

3) Rinnenbreite (RB) = $1.5 \times$ Rinnentiefe(RT) / Tangens des Gleithangwinkels (β)

	Messungen	Berechnete Rinnenbreite
Bereich a)	$RT = 2.20 \text{ m}, 1.80 \text{ m}, 2.00 \text{ m};$ $\beta = 24^\circ, 26^\circ, 28^\circ$	5.50-7.40 m
Bereich b)	$RT = 1.60 \text{ m}, 1.80 \text{ m}, 1.70 \text{ m}, 2.00 \text{ m};$ $\beta = 26^\circ, 24^\circ, 26^\circ, 22^\circ$	4.90-7.40 m

Diese Berechnungen ergeben eine wahrscheinliche Breite von 5 - 8 m und eine Tiefe von ungefähr 2 m für die Nebenrinne (Breite: Tiefe-Index = 2.5 - 4).

3.8 Architektur-Element H-FF_d - Sedimente der distalen Überschwemmungsebene

Grenzflächen und externe Geometrie

Kontinuierliche, planare Flächen 4. Ordnung begrenzen dieses „schichtförmige“, 0.60-0.80 m mächtige Architektur-Element.

Lithofazies und interne Beziehungen

Intern lassen sich drei geringfügig verschiedene Lagen (Grenzen 1. Ordnung), die der Lithofazies Fsm zuzuordnen sind, unterscheiden (Taf. 4):

H1 0.10-0.20 m mächtiger, mäßig gelblicher (5 Y 7/6), leicht wellig, parallel, dünn laminiertes, schwach toniger Silt mit oxidierten Pflanzenabdrücken.

H2 0.2-0.40 m mächtiger, mäßig gelblicher (5 Y 7/6), planar, parallel, sehr dünn laminiertes, toniger Silt mit muscheligen Bruch und oxidierten Pflanzenfossilien, Bivalven, Fischschuppen und Insektenresten.

H3 0.20-0.40 m mächtiger, grünlichgrauer (5 G 6/1), diskontinuierlich wellig, nicht parallel, dünn laminiertes-massiger, schwach toniger Silt mit vereinzelten schlecht erhaltenen oxidierten Pflanzenfossilien und Bivalven; teilweise rezent durchwurzelt und stark verwittert.

Diskussion des Architektur-Elementes H-FF_d

Diese Sedimente sind Suspensionsablagerungen eines stehenden Gewässers in der distalen Überschwemmungsebene. Der Fossilinhalt (GROSS 1997c, KRENN 1998) weist auf einen durchgehend existierenden Wasserkörper in einem gut entwässertem Ausumpf hin. Eine Unterscheidung zwischen FF und CH(FF) ist nicht möglich.

3.9 Architektur-Element I-FF_p - Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene

Grenzflächen und externe Geometrie

Die hangendsten Partien von BE 1 werden aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse (rezente Bodenbildung, Unzugänglichkeit) zusammengefaßt. Eine Grenzfläche 4. Ordnung trennt dieses „schichtförmige“ Element von H-FF_d.

Lithofazies und interne Beziehungen

Grenzen 2. Ordnung gliedern I-FF_p in drei Horizonte:

I1 0.40 - 0.50 m mächtiger, dunkelgelblichoranger (10 YR 6/6) - hellgelblichoranger (10 YR 8/6), planar, parallel, dünn laminiertes, sandiger Silt = Fl.

I2 0.60 - 0.80 m mächtiger, grauoranger (10 YR 7/4) - hellgelblichbrauner (10 YR 6/2), massiger, siltiger Feinsand = Sm.

I3 >0.30 m mächtiger hellgrünlichgrauer (5 G 8/1) - grünlichgrauer (5 GY 6/1), massiger bis diskontinuierlich, nicht parallel, dünn laminiertes Silt = Fsm.

Diskussion des Architektur-Elementes I-FF_p

Über dünn laminierten, sandigen Silten (I1) werden massige Sande (I2) schichtflutartig in die Überschwemmungsebene eingebracht. Diese lithofazielle Vergesellschaftung tritt bei den Elementen LV, CR und CS auf. Eine Zuweisung zu einem dieser Elemente ist nicht möglich. Vorwiegend massiger Silt (I3) indiziert Sedimentation in Ruhigwasserarealen der Überschwem-

mungsebene. Da keine Informationen über den weiteren Sedimentationsverlauf vorliegen, kann es sich um kleine Tümpel nahe der Rinne oder um die beginnende Ausbildung eines Ausees (= undifferenzierter Begriff für Ruhigwasserareale innerhalb der Überschwemmungsebene) handeln.

4. Der Flußtyp

4.1 Einleitung

Trotz der Schwierigkeit aus isolierten Aufschlüssen den Flußtypus zu rekonstruieren (MIALL 1996: 202 „...*fluvial style should not be interpreted from single exposures of one channel-fill succession...*“) werden die aufgrund der Architektur-Elemente in Frage kommenden Modelle charakterisiert und diskutiert. Die verwendete Klassifikation basiert auf MIALL (1996):

Tiefe, kiesreiche, verflochtene Flüsse (Deep, gravel-bed braided river)

Kennzeichen dieses „Donjek-Typs“ (MIALL 1977) ist die Ausbildung topographischer Niveaus durch fluviatile Erosion: z.B. Niveau 1 = Rinne, +/- keine Vegetation und Wasserbedeckung der Bänke; Niveau 4 = weitgehend landfeste Inseln mit dichter Vegetation. Überschwemmungsebenen, Mäander und Altarme können gebildet werden und durch laterale Migration einander überlagern (fining-upward-Trends). Dominierendes Architektur-Element ist GB. Daneben sind LA, DA und SB häufig. Ein kontinuierlicher Übergang zu stärker gewundenen Flußtypen (vgl. unten) ist mit einer Zunahme des Elementes LA verbunden.

Kiesreiche, migrierende Flüsse (Gravel-bed, wandering river)

Dieses an Teilen des Squamish Rivers (British Columbia, Kanada; vgl. BRIERLEY & HICKIN 1991) entwickelte Modell bildet den Übergang zwischen oben beschriebenem Flußtyp und kiesreichen Mäanderflüssen (vgl. unten). Eine bis mehrere Rinnen, große point- und side bars sowie intermediäre Sinuosität kennzeichnen diese Flüsse. Die Architektur-Elemente GB, DA und vor allem LA überwiegen gegenüber SB und FF.

Kiesreiche Mäanderflüsse (Gravel-bed, meandering river)

Eine Hauptrinne mit Bänken, Inseln und vereinzelt, durch teilweisen Mäanderdurchbruch (chute cut-off) angelegte Nebenrinnen charakterisieren dieses Modell. Das dominierende Element LA ist durch Abnahme der Korngröße von stromaufwärtigem zu stromabwärtigem bzw. von unterem zu oberem Gleithang zweifach differenziert (vgl. LEVEY 1978, REINECK & SINGH 1986, WILLIS 1989).

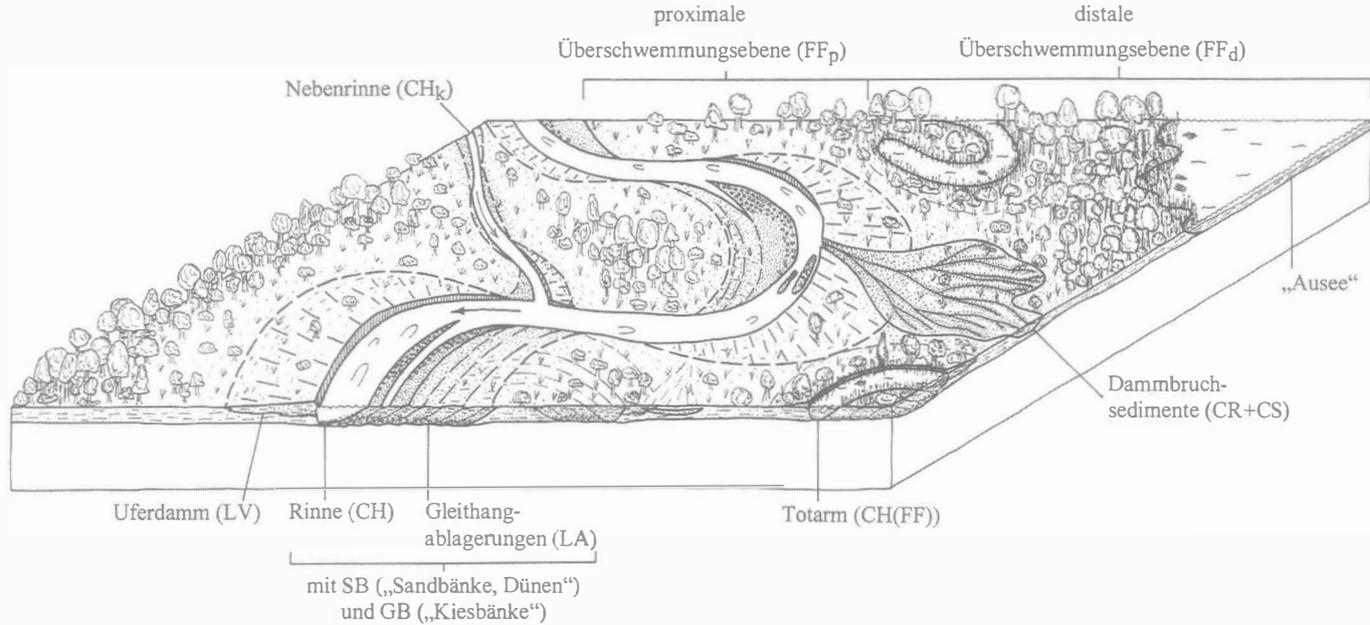


Abb. 5: Faziesmodell der fluviatilen Sedimente im Bereich des „Kapfensteiner Schotters“ südlich von Paldau (Übergangstyp zwischen kiesreichen und kies-sandreichen Mäanderflüssen).

Kies-sandreiche Mäanderflüsse (Gravel-sand, meandering river)

An diesen „coarse-grained meandering streams“ wurde das klassische Gleithang-Modell entwickelt (vgl. READING 1986). Vertreter dieses Typs sind Teile des Wabash, Indiana-Illinois und des South Platte Rivers. Hohe Sinuosität, Sand-Kies-Fracht und gut entwickelte Überschwemmungsebenen mit zahlreichen Altarmen kennzeichnen diese Flüsse. Die Gleithangbildungen zeigen interne Differenzierung, wobei die „klassische“ Abfolge der Lithofaziestypen meist nur im Mittelteil realisiert ist.

4.2 Diskussion der fluviatilen Faziesmodelle

Aufgrund des Überwiegens feinklastischer Ablagerungen und erhöhter Erosionsresistenz der Ufer (starker Bewuchs in warmtemperiertem Klima; vgl. KRENN 1998) sind die Modelle der tiefen, kiesreichen, verflochtenen Flüsse und der kiesreichen, migrierenden Flüsse auszuschließen. Diese Flußtypen sind für alluviale Fächer und proximale Alluvialebenen charakteristisch. Die distale Position der Monscheinkiesgrube zum Grundgebirge läßt dagegen eine gut entwickelte Alluvialebene (vgl. SKALA 1968) erwarten, die von mäandrierenden Flüssen durchströmt wurde.

Die Ergebnisse der Architektur-Element Analyse und zahlreiche Hinweise aus der Literatur (z.B. WINKLER-HERMADEN 1957, KOLLMANN 1965, SKALA 1968, KRÄINER 1987a,b, KOVAR-EDER & KRÄINER 1990, 1991, GROSS 1997c, 1998a) lassen einen Übergangstyp zwischen kiesreichen Mäanderflüssen und kies-sandreichen Mäanderflüssen erkennen (Abb. 5).

Diese Modelle zeigen lithofaziell ähnliche Abfolgen und sind anhand vorliegender Studie nicht zu trennen. Für einen kiesreichen Mäanderfluß spricht der hohe grobklastische Anteil an der Gesamtabfolge und das häufige Auftreten von Nebenrinnen. Ausgeprägte Überschwemmungsebenen mit Dammbroschsedimenten und zahlreichen AUSEEN weisen auf einen kies-sandreichen Mäanderfluß hin.

5. Fazielle Entwicklung der Monscheinkiesgrube (= BE 1)

5.1 Einleitung

Basierend auf den Ergebnissen der Architektur-Element Analyse und der Klassifizierung des Flußtyps wird versucht die Genese der Sedimenfolge der Monscheinkiesgrube anhand autogener Prozesse darzustellen.

Im fluviatilen System nehmen Architektur-Elemente unterschiedliche Positionen ein, die durch Rinnenmigration bzw. -avulsion laterale Verlagerungen erfahren. Dieser laterale Fazieswechsel bewirkt die Aufeinanderfolge benachbarter Bereiche im Profil („Faziesgesetz“, WALTHER 1893/94). Dieses „Gesetz“ gilt nur bei kontinuierlicher Sedimentation. Ablagerungsstillstände oder erosive Phasen bilden limitierende Faktoren bei der Rekonstruktion des Paläoenvironments. Nachfolgendes Modell läßt Ablagerungslücken unberücksichtigt. Illustrationen sollen eine Vorstellung von den mannigfachen „Subfaziesbereichen“ und deren Beziehung vermitteln (vgl. Abb. 5, Beilage 2).

5.2 Genetische Diskussion der Monscheinkiesgrube

Element A-GB: Über einer erosiven Basalfläche mit deutlichem Relief und Rinnenpflaster entwickelt sich eine Kiesbank (A-GB) innerhalb der Hauptrinne. Bankbildende Prozesse reichen von einfachem, vertikalem Wachstum (Gh) bis zur Ausgestaltung von Separationswirbeln mit zugehörigen Leehängen und klastengestützten Kiesen (Gt). Perioden geringerer fluviatiler Aktivität kennzeichnen sandige Faziestypen, die erosive Bildungen auf der Bankoberfläche verfüllen.

Die Klassifikation dieser Kiesbänke ist durch unzureichende Kenntnis der externen Geometrie, der Paläoströmungsrichtungen und der Beziehungen zu benachbarten Aufschlüssen schwierig. Die Lithofazies deutet auf eine longitudinale Kiesbank, die als Teil eines unteren oder stromaufwärtigen Bereiches einer Gleithangbank betrachtet wird (Abb. 5, Beilage 2: I (1)). Deutliche Gleithangflächen können fehlen (vgl. COLLINSON 1986; Dimension der Flächen größer als der aufgeschlossene Bereich, „scour- and fill“ bei grober Sedimentfracht, sehr flaches Abtauchen, Sedimentstrukturen auf den Flächen).

Element B-SB: Der Übergang zu sandigen Sedimentkörpern erfolgt ohne bedeutende Erosion. Innerhalb von B-SB nimmt die Korngröße (Mittel-Feinsand nach Feinsand) gegen das Hangende ab, die Lithofazies verändert sich (St-Sr, Sl, Sh). Erosive Rinnenbildungen kennzeichnen Schwankungen der Wasserführung.

Autogene Ursachen dieses fining-upward-Trends können sein:

(1) Kontinuierliche Rinnenverlagerung - Rinnenmigration (Beilage 2: I (1), II (1))

Laterale Rinnenmigration führt zum Aufschluß höher am Gleithang gelegener Abschnitte (upper point bar) oder stromabwärtiger point bar-Bereiche (bar tail) im Profil. Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefe verringern sich zunehmend. ARCHE (1983) beschreibt ähnliche Abfolgen. Der Übergang

Kies-Sand erfolgt erosiv. Dies wird auf Kleinrinnen auf der Bankoberfläche zurückgeführt, die vorwiegend sandig verfüllt werden. Intern zeigen diese Gleithangsequenzen eine vergleichbare Abfolge von Sedimentstrukturen (trogförmige Kreuzschichtung - Rippelschichtung - Parallellamination - Siltlagen am Top) und abnehmende Korngröße gegen Hangend.

(2) Sprunghafte Rinnenverlagerung - Rinnenavulsion, Altarmbildung (Beilage 2: I (2), II (2))

Weiträumige Rinnenavulsion und Mäanderdurchbrüche verlagern die Rinne in tiefer gelegene Bereiche (z.B. Reaktivierung von Altarmen). Durch das Fehlen eines sprunghaften Wechsels von grobklastischen zu tonig-siltigen Lithofaziestypen sind Avulsion und „neck-cut-off“ (Durchbruch zwischen zwei sich nähernden Mäanderbögen) auszuschließen. Auch eine partielle Flußverlagerung im Sinne eines teilweisen Mäanderdurchbruches (chute-cut off) mit hauptsächlich sandiger „Verstopfung“ der Altarmeingänge (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER 1990) ist durch die Mächtigkeit von B-SB (mehr als 2 m Sande) unwahrscheinlich.

Das Modell der kontinuierlichen Rinnenmigration **(1)** ist aufgrund der Möglichkeit einer Entwicklung ohne grundlegende Verlagerung des Rinnensystems, guter Übereinstimmung zu Gleithangsequenzen (z.B. ARCHE 1983, PLINT 1983) und den hangend anschließenden Elementen zu favorisieren.

Element C-LV(FF): Der fining-upward-Trend setzt sich in Sedimenten der proximalen Überschwemmungsebene fort. Teilweise subaquatische Bedingungen sind für den hangenden Anteil (C2) zu vermuten. Paläobotanische Hinweise (vgl. KRENN 1998) beschränken sich auf den Nachweis von Elementen des „flußbegleitenden Auwaldes“ (vorwiegend *Populus*, *Ulmus* und Monokotylenreste, untergeordnet *Platanus* und *Betula*). Undeutliche Abformung der Blattmorphologie (Grobkörnigkeit des Sedimentes) und Fragmentierung durch Transportvorgänge und/oder Organismen zeigen unruhige Sedimentationsbedingungen und beginnende Bodenbildung (Durchwurzelung, Bioturbation, Konkretionen) an.

(1) Durch laterale Rinnenwanderung findet in diesem Profilabschnitt der Übergang vom oberen Gleithang zu Uferdamm und Überschwemmungsebene statt (Beilage 2: III (1)).

(2) Bei einer Interpretation als Altarmbildung beginnt die Verfüllung durch sandig-siltige Hochwasserablagerungen (Beilage 2: II (2)).

Aufgrund der zwanglosen Fortsetzung einer Gleithangentwicklung ist Erklärungsansatz **(1)** dem Modell eines Altarmes **(2)** vorzuziehen.

Element D-FF_p: Kontinuierliche bzw. erosive Grenzflächen leiten zu D-FF_p über. Dieser Schichtverband ist durch eine Silt-Feinsand-Wechselagerung mit untergeordneten Kleinrinnen gekennzeichnet. Uferdamm-, Dambruchfächer- und Dambruchrinnensedimente sind am Aufbau beteiligt. Die Entwicklung einer stabilen Überschwemmungsebene mit Paläoböden und Kohlebildungen ist durch häufige fluviatile Beeinflussung (Dambruchsedimente) weitgehend unmöglich.

- (1) Durch zunehmende Entfernung der Rinne werden Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene aufgeschlossen, die durch rhythmische (saisonale?) Hochwasserablagerungen gekennzeichnet sind. Gröberes Material wird von Dambruchrinnen eingebracht (Beilage 2: III (1)).
- (2) Die Verfüllung des Altarmes setzt sich mit Hochwasserabsätzen fort. Kleinrinnen bringen zusätzlich sandige Sedimente ein (Beilage 2: II (2)).

Element E-FF_d: Korngrößenabnahme, Lamination und zahlreiche phytogene Reste zeigen mit Schicht E1 die Entwicklung einer distalen Überschwemmungsebene an. Durch große Entfernung zur Hauptrinne und starken Bewuchs erreicht diesen Bereich keine Bodenfracht. Ein Verstärkungseffekt, bei dem zunehmende Vegetation die Auswirkungen von Überflutungen dämpft und dadurch die Grundlage für immer dichteren Bewuchs bietet, ist anzunehmen.

Trotz der arten- und individuenreichen Flora ist der Beitrag der Paläobotanik zur Klärung der Sedimentationsprozesse gering. Verschiedene Standorte können nachgewiesen werden (Wasserpflanzengesellschaft; Röhrlichtzone, Sumpf- und Bruchwald, mesophytischer Wald, vgl. GROSS 1997c, KRENN 1998). Innerhalb der Schichten E2-E6 scheint sich eine Abnahme der Feuchtstandorte abzuzeichnen (vgl. KRENN 1998), die mit dem in diesem Abschnitt vollzogenen Reliefausgleich gut übereinstimmt. In den hangenden Partien dieses Elementes nimmt der fluviatile Einfluß zu (E5-E6).

- (1) Durch Kompaktion und/oder Grundwasserspiegelanstieg entwickelt sich ein Ausee. Derartige Phänomene sind für gut entwässerte Ausümpfe charakteristisch, in denen sich das Wasser in definierten Bereichen sammelt. Diese Gewässer bieten gute Fossilisationsbedingungen (Beilage 2: IV (1)). Weiträumige Versumpfungen als Voraussetzung für Kohlebildungen sind nicht zu erwarten (vgl. FLORES 1983: poorly drained backswamp).
- (2) Der Altarm entwickelt sich zum Totarm mit durchgehend subaquatischem Milieu (Bivalven, Fischreste, wenig fragmentierte Pflanzenreste). Der Rinneneinfluß beschränkt sich auf Suspensionseintrag durch Überflutungen (Beilage 2: III (2)).

Die weitere Entwicklung der Sedimentfolge der Monscheinkiesgrube ermöglicht ab diesem Element keine gesonderte Diskussion der beiden Modelle (1, 2).

Element F-FF_p: Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene mit geringer Rhythmik und ausgeprägter Konvolutschichtung überlagern E-FF_d. Autochthone Schachtelhalmsteinkerne und Wurzelreste, die über wenige dm senkrecht zu den Schichtflächen zu verfolgen sind, weisen auf Ruhephasen zwischen den Überflutungen hin.

Element G-CH_k (LA): Avulsions-, Mäander- oder Uferdammdurchbrüche initiieren die Bildung einer mäandrierenden Nebenrinne (G-CH_k (LA)) (Beilage 2: V (1)). Die fein-mittelklastische Fracht des Nebenflusses weist auf topographische und/oder hydrologische Separation von der Hauptrinne hin. Die Ausprägung der Gleithangflächen mit steilen Akkretionslagen und flachen „benches“ (Bereich a) ist typisch für „fine grained point bars“. An der Basis sind zahlreiche, bis m-große Intraklasten zu beobachten, die durch Unterspülung des Prallhanges und Aufarbeitung des Untergrundes in die Rinne gelangten (Bereich b). Intern noch weitgehend intakte Lamination und gut erhaltene phytogene Reste sprechen für geringe Schleppkraft und kurze Transportweite der Intraklasten. Aufgrund vertikal zunehmend kleiner werdender Gleithangflächen in Prallhangnähe und dem Fehlen eines „mud plugs“ ist das allmähliche Verlanden dieser Nebenrinne anzunehmen (Bereich b; vgl. PUIDEFABREGAS & VLIET 1978). Schätzungen der Rinnendimension belaufen sich auf 5-8 m Breite und 2 m Tiefe. Unkanalisierter Abfluß zeichnet den Rinnenbereich nach (Bereich c) und beeinflusst die Sedimentation der lateral anschließenden Überschwemmungsebene (F-FF_p). Erosive Rinnenbildungen (chute channels?) begrenzen G-CH_k (LA) im NNW-Aufschlußareal (Bereich d).

Element H-FF_d: Mit dem Ende der Sedimentzufuhr aus der Nebenrinne setzt vorwiegend suspensive Ablagerung ein. Durch Kompaktion und/oder Grundwasserspiegelanstieg bildet sich ein Ausee. Ob die unterlagernden Architektur-Elemente diese Entwicklung beeinflussen ist nicht zu entscheiden (Beilage 2: VI (1)). Ein pflanzenreicher Übergangshorizont (H1) leitet zu einem eutrophen, lakustrinen Habitat mit Stillwassergesellschaften (*Salvinia*, *Limnobiophyllum*), randlicher Röhrichtzone und daran anschließendem Bruch-Sumpfwald (*Glyptostrobus*, *Comptonia*, *Myrica*, *Nyssa*, *Ilex*, *Pronephrium*) über. Elemente des flußbegleitenden Auwaldes (*Pteris*, *Salix*, *Platanus*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Acer obtusilobum*) und des mesophytischen Waldes (*Parrotia*, *Quercus* cf. *pseudocastanea*) treten dagegen zurück (vgl. GROSS 1997c, KRENN 1998).

Element I-FF_p: Im hangendsten, stark verwitterten Teil von BE 1 steigt der fluviale Einfluß (Rinnenmigration, Avulsion, Mäanderdurchbruch?). Ablagerungen der proximalen Überschwemmungsebene zeigen das Verlanden bzw. „Zuschütten“ des Ausees (Beilage 2: VII (1)) an.

Dank

Herrn Josef Monschein danke ich für die Möglichkeit der Bearbeitung seiner Kiesgrube. Bei Geländearbeiten unterstützten mich freundlicherweise Herr Mag. Thomas Gross und Herr Mag. Harald Krenn.

Für die Durchsicht des Manuskriptes und zahlreiche Anregungen bedanke ich mich bei: Herrn Dr. Alois Fenninger, Frau Heide-Roswitha Gross, Herrn Mag. Harald Krenn, Herrn Dr. Werner E. Piller, Herrn Dr. Jürgen Schlaf und Herrn Dr. Karl Stingl.

6. Literatur

- ALLEN, J.R.L. (1963): The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. - *Sedimentology*, **2**, 93-114, Oxford.
- ARCHE, A. (1983): Coarse-grained meander lobe deposits in the Jarama River, Madrid, Spain. - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - *Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ.*, **6**, 313-321, Oxford-London-Edinburgh.
- ASHMORE, P.E. (1991): How do gravel-bed rivers braid? - *Can. J. Earth Sci.*, **28**, 326-341, Plattsburg.
- BRIDGE, J.S. (1993): Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective. - *Sedimentology*, **40**, 801-810, Oxford.
- BRIDGE, J.S. (1995): Reply. - *Sedimentology*, **42**, 384-389, Oxford.
- BRIERLEY, G.J. & HICKIN, E.J. (1991): Channel planform as a non-controlling factor in fluvial sedimentology: the case of the Squamish River floodplain, British Columbia. - *Sediment. Geol.*, **75**, 67-83, Amsterdam.
- COLLINSON, J.D. (1986): Alluvial sediments. - In: READING, H.G. (Hrsg.): Sedimentary environments and facies. - 2. Aufl., 20-62, Blackwell Scientific, Oxford.
- COLLINSON, J.D. & THOMPSON, D.B. (1989): Sedimentary structures. - 2. Aufl., 207 S., Unwin Hyman, London.
- EBERTH, D.A. & MIALL, A.D. (1991): Stratigraphy, sedimentology and evolution of vertebrate-bearing, braided to anastomosed fluvial system, Cutler Formation (Permian-Pennsylvanian), north-central New Mexico. - *Sediment. Geol.*, **72**, 225-252, Amsterdam.

- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. - Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, **49**, 96 S., Graz.
- FLORES, R.M. (1983): Basin analysis of coalrich Tertiary fluvial deposits, northern Powder River Basin, Montana and Wyoming. - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ., **6**, 501-515, Oxford-London-Edinburgh.
- 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.
- FÜCHTBAUER, H. (Hrsg., 1988): Sedimente und Sedimentgesteine. Teil II. - 4. Aufl., 1141 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GODDARD, E.N., TRASK, P.D., FORD DE, R.K., ROVE, O.N., SINGEWALD, J.T. Jr. & OVERBECK, R.M. (1951): Rock-color chart. - Geol. Soc. Am., New York.
- GROSS, M. (1996): Sedimentation, Sukzession und Choriotope eines fluvialen Systems (Oststeiermark, Obermiozän). - Terra Nostra, 96/6, 66. Jahrestagung Paläont. Ges., Vortrags- und Posterkurzfassungen, 112, Leipzig.
- GROSS, M. (1997a): Zur Flora der „Kapfensteiner Schichten“ (Unterpannonium, Obermiozän) in der Südoststeiermark. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **22**, 186-187, Innsbruck.
- GROSS, M. (1997b): Faziesentwicklung und Lithostratigraphie im Obermiozän des zentralen Gnaser Beckens. - 2. Österreichisches Sedimentologen-Treffen, Seewalchen/Attersee, Kurzfassungen, 7, Leoben.
- GROSS, M. (1997c): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Obermiozän der Südoststeiermark (Paldau-Perlsdorf). - Diplomarbeit, Inst. Geol. Paläont. Univ. Graz., 228 S., Graz.
- GROSS, M. (1998a): Floren- und Faziesentwicklung im Unterpannonium (Obermiozän) des oststeirischen Neogenbeckens (Österreich). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **23**: 1-35, Innsbruck.
- GROSS, M. (1998b): Der Braunkohlebergbau von Paldau. - Mitt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, **SH 2**, 199-208, Graz.
- GROSS, M. & KRENN, H. (1995): Zur Paläoökologie der obermiozänen Flora von Paldau (Pannonium C, Oststeiermark). - 2. Tagung der Österr. Paläont. Ges., Kurzfassungen der Vorträge und Poster, 10-11, Graz.
- GROSS, M., HUBMANN, B. & REISINGER R (1998): Gammastrahlungscharakteristik der „Kapfensteiner Schotter“ (Obermiozän, Steirisches Becken/Österreich). - 3. Österreichischer Sedimentologen Workshop, Seewalchen/Attersee, Kurzfassungen, 6, Wien.
- JUNGHANS W.-D., AIGNER, T. & RICKEN, W. (1997): Fluviale Architektur des Mittleren Stubensandsteins am südwestlichen Schönbuch (Trias, Baden-Württemberg). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **204(3)**, 285-320, Stuttgart.

- KOLLMANN, K. (1960): 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** (1964), 479-632, Wien.
- KOVAR-EDER, J. (1992): A Remarkable Preservation State of Fossil Leaves Recognized in *Potamogeton*. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **147**, 393-397, Frankfurt/Main.
- 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 Lockergesteinsvorkommen am Beispiel des Unterpannons im Steirischen Becken. - Arch. Lagerst. forsch. Geol.B.-A., **7**, 167-172, Wien.
- KRAINER, B. (1987a): Das Tertiär der Weizer Bucht, Steirisches Becken. - Dissertation, Inst. Geol. Paläont. Univ. Graz., 327 S., Graz.
- KRAINER, B. (1987b): Fluviatile Faziesentwicklung im Unterpannonien des Steirischen Beckens (Zentrale Paratethys, Österreich). - Facies, **17**, 141-148, Erlangen.
- KRENN, H. (1997): Systematische, paläoökologische und paläoklimatische Analyse der obermiozänen (pannonen) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. - Diplomarbeit, Inst. Bot. Univ. Graz, 103 S., Graz.
- KRENN, H. (1998): Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. - Mitt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, **56**, ■ Graz.
- LEEDER, M.R. (1973): Fluvial fining-upward cycles and the magnitude of palaeochannels. - Geol. Mag., **110**, 265-276, London.
- LEVEY, R.A. (1978): Bed-form distribution and internal stratification of coarse-grained point-bars, Upper Congaree River, SC. - In: MIAL, A.D. (Hrsg.): Fluvial sedimentology. - Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., **5**, 105-127, Calgary-Alberta.
- MIAL, A.D. (1977): A review of the braided river depositional environment. - Earth Sci. Rev., **13**, 1-62, Amsterdam.
- MIAL, A.D. (1985): Architekturelement analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. - Earth Sci. Rev., **22**, 261-308, Amsterdam.
- MIAL, A.D. (1988): Facies architecture in clastic sedimentary basins. - In: KLEINSPEHN, K.L. & PAOLA, C. (Hrsg.): New perspectives in basin analysis. - 67-81, Springer-Verl., New York.
- MIAL, A.D. (1990): Principles of Sedimentary Basin Analysis. - 2. Aufl., 668 S., Springer-Verl., New York-Berlin-Heidelberg.

- MIALL, A.D. (1992): Alluvial deposits. - In: WALKER, R.G. & JAMES, N.P. (Hrsg.): Facies models: response to sea level change. - Geol. Assoc. Canada, St. John's, Newfoundland, 119-142, Stittsville.
- MIALL, A.D. (1995): Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective: discussion. - *Sedimentology*, **42**, 379-384, Oxford.
- MIALL, A.D. (1996): *The Geology of Fluvial Deposits*. - 582 S., Springer-Verl., Berlin-Heidelberg-New York.
- NANSON, G.C. & PAGE, K. (1983): Lateral accretion of fine-grained concave benches on meandering streams. - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ., **6**, 133-144, Oxford-London-Edinburgh.
- NEBERT, K. (1985): Kohlengeologische Erkundung des Neogens entlang des Ostrandes der Zentralalpen. - Arch.Lagerst.forsch., Geol. B.-A., **6**, 23-77, Wien.
- NEUBAUER, F & GENSER, J. (1990): Architektur und Kinematik der östlichen Zentralalpen - eine Übersicht. - Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **120**, 203-219, Graz.
- PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.F. (1985): Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. - **7(M6)**, 636 S., Verl. Ungar. Akad. Wiss., Budapest.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. & SIEVER, R. (1987): *Sand and Sandstone*. - 553 S., Springer-Verl., Berlin-Heidelberg-New York.
- PLINT, A. G. (1983): Sandy fluvial point-bar sediments from the middle Eocene of Dorset, England. - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ., **6**, 355-368, Oxford-London-Edinburgh.
- PUIDEFABREGAS, C. & VLIET VAN, A. (1978): Meandering stream deposits from the Tertiary of the southern Pyrenees. - In: MIALL, A.D. (Hrsg.): Fluvial sedimentology. - Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., **5**, 469-485, Calgary-Alberta.
- RAMOS, A. & SOPENA, A. (1983): Gravel bars in low-sinuosity streams (Permian and Triassic, central Spain). - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ., **6**, 301-312, Oxford-London-Edinburgh.
- READING, H.G. (1986): *Sedimentary environments and facies*. - 2. Aufl., 615 S., Blackwell Scientific, Oxford.
- REINECK, H.E. (1984): *Aktuogeologie klastischer Sedimente*. - 348 S., Verl. Waldemar Kramer, Frankfurt/Main.
- REINECK, H.E. & SINGH, I.B. (1977): *Depositional sedimentary environments*. - 1. Aufl., 2. Nachdr., 549 S., Springer-Verl., New York.
- REINECK, H.E. & SINGH, I.B. (1986): *Depositional sedimentary environments*. - 2. Aufl., 2. Nachdr., 551 S., Springer-Verl., Berlin-Heidelberg-New York.
- SALVADOR, A. (Hrsg., 1994): *International stratigraphic guide*. - 2. Aufl., Int. Subcomm. Strat. Class. IUGS Int. Comm. Strat., 214 S., Boulder.

- SAUERZOPF, F. (1950): Fauna und Gliederung der Schichten des Pannon im südlichen Burgenland. - Dissertation, Univ. Wien, 162 S., Wien.
- SAUNDERSON, H.C. & LOCKET, F.P.J. (1983): Flume experiments on bed-forms and structures at the dune-plane bed transition. - In: COLLINSON, J.D. & LEWIN, J. (Hrsg.): Modern and ancient fluvial systems. - Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ., **6**, 49-58, Oxford-London-Edinburgh.
- SKALA, W. (1968): Lithologische Untersuchungen an den Sanden der Kirchberger - Karnerberger - Zwischenserie (Pannon C, Steirisches Becken). - Mitt. Geol. Ges. Wien, **60(1967)**, 69-95, Wien.
- STINY, J. (1918): Die Lignite in der Umgebung von Feldbach in Steiermark. - Bergbau und Hütte, **10-11**, 171-180, 193-196, Wien.
- TODD, S.P. & WENT, D.J. (1991): Lateral migration of sand-bed rivers: examples from the Devonian Glashabeg Formation, SW Ireland and the Cambrian Alderney Sandstone Formation, Channel Islands. - Sedimentology, **38**, 997-1020, Oxford.
- VISHER, G.S. (1969): Grain size distributions and depositional processes. - J. Sediment. Petrol., **39**, 1077-1106, Tulsa.
- WALTHER, J. (1893/94): Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. - 3 Bde., 1055 S., Gustav Fischer Verl., Jena.
- WILLIS, B.J. (1989): Palaeochannel reconstruction from point bar deposits: a three-dimensional perspective. - Sedimentology, **36**, 757-766, Oxford.
- WINKLER, A. (1921): Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliozäns. - Jb. Geol. Staats.-A., **71(1-2)**, 1-50, Wien.
- WINKLER, A. (1927a): Über die sarmatischen und pontischen Ablagerungen im Südostteil des steirischen Beckens. - Jb. Geol. B.-A., **77**, 393-456, Wien.
- WINKLER, A. (1927b): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Gleichenberg. - Geol. B.-A., 164 S., Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A.V. (1951): Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. - In: SCHAFFER, F.X. (Hrsg.): Geologie von Österreich. - 414-524, Verl. Deuticke, Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A.V. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. - 822 S., Springer-Verl., Wien.
- 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.

Anschrift des Verfassers:

Mag. Martin GROSS, Institut für Geologie und Paläontologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich

Harald KRENN

Mit 3 Abbildungen, 12 Tabellen und 10 Tafeln

Inhaltsverzeichnis

- Zusammenfassung
- 1. Einleitung
- 2. Geographische Lage und Geologie
 - 2.1. Geographische Lage
 - 2.2. Regionalgeologische Lage
 - 2.3. Sedimentologie
- 3. Systematische Auswertung
 - 3.1. Equisetaceae
 - 3.2. Pteridaceae
 - 3.3. Thelypteridaceae
 - 3.4. Salviniaceae
 - 3.5. Taxodiaceae
 - 3.6. Lauraceae
 - 3.7. Platanaceae
 - 3.8. Hamamelidaceae
 - 3.9. Ulmaceae
 - 3.10. Juglandaceae
 - 3.11. Myricaceae
 - 3.12. Fagaceae
 - 3.13. Betulaceae
 - 3.14. Salicaceae
 - 3.15. Rosaceae
 - 3.16. Cornaceae
 - 3.17. Aquifoliaceae
 - 3.18. Rhamnaceae
 - 3.19. Aceraceae
 - 3.20. Potamogetonaceae
 - 3.21. Araceae
 - 3.22. Plantae incertae sedis
- 4. Paläoökologische Auswertung
 - 4.1. Paläoökologie der einzelnen Taphozöosen
 - 4.2. Pflanzengesellschaften
 - 4.3. Pannone Vergleichsfloren
- 5. Paläoklimatische Auswertung
 - 5.1. Auswertung nach blattphysiognomischen Methoden
 - 5.2. Auswertung mit der Methode der nächsten lebenden Verwandten
 - 5.3. Paläoklimatische Gesamtinterpretation
- 6. Schrifttum
- 7. Tafeln

Zusammenfassung

In der Monscheinkiesgrube Paldau, 6,5 km WSW von Feldbach (Steiermark, Österreich) sind klastische, pannone (obermiozäne) Sedimente des Steirischen Tertiärbeckens aufgeschlossen. Aus diesen limnisch-fluviatilen Ablagerungen eines mäandrierenden Flußsystems wird eine bislang unbekannte, fossile Flora beschrieben.

Die über 1.200, meist als oxidierte Abdrücke erhaltenen, pflanzlichen Reste wurden systematisch ausgewertet und 39 verschiedenen Taxa zugeordnet: *Equisetum parlatorii*, *Equisetum* sp, *Pteris oeningensis*, *Pronephrium stiriacum*, *Salvinia* cf *mildeana*, *Glyptostrobus europaeus*, *Laurophyllum* cf *pseudoprinceps*, *Platanus leucophylla*, *Liquidambar europaea*, *Parrotia pristina*, *Ulmus carpinoides*, cf *Ulmus* sp – Frucht, *Juglans acuminata*, *Pterocarya paradisiaca*, *Comptonia oeningensis*, *Myrica lignitum*, *Quercus neriifolia*, *Quercus* cf *pseudocastanea*, *Alnus* sp, *Betula* sp, *Populus balsamoides*, *Salix holzeri*, *Salix* sp, *Salix* sp – Blüten- und Fruchtstand, *Rosa* sp, *Nyssa merianii*, cf *Ilex* sp, *Paliurus favonii*, *Acer obtusilobum*, *Acer tricuspidatum*, *Acer* sp, *Acer* sp – Frucht, *Potamogeton martinianus*, *Limnobiophyllum expansum*, *Dicotylophyllum* sp 1, *Dicotylophyllum* sp 2, *Dicotylophyllum* sp 3, Blütenstand gen et sp indet, Monocotyledonae gen et sp indet.

Die überlieferten Taxa dokumentieren Vergesellschaftungen unterschiedlicher Auwaldstandorte, die von der Ausbildung der Wasserpflanzengesellschaften und der Röhrlichtzone fließender und stehender Gewässer sowie länger überstauter und versumpfter Auwaldbereiche und meist ständig unter Wasser stehender Bruch- und Sumpfwälder bis zu weniger oft überfluteten Standorten der Hartholzau reichen.

Die vergleichbaren rezenten Wälder im Südosten Nordamerikas und Asiens ermöglichen zusammen mit blattphysiognomischen Methoden die Rekonstruktion der regionalklimatischen Verhältnisse, für die ein warmgemäßigtes bzw warmtemperiertes Klima ermittelt wird. Die mittlere Jahrestemperatur kann zwischen 10 und 16°C betragen. Für die Werte der mittleren Monatstemperatur des wärmsten Monats werden mindestens 18°C, eher jedoch mindestens 22°C angenommen. Die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats liegt nicht unter 0°C, doch treten in der kalten Jahreszeit Fröste auf.

Dank

Die vorliegende Arbeit umfaßt einen Teil meiner Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät, Institut für Botanik der Karl-Franzens-Universität Graz. Ich möchte mich daher bei allen Personen, die zum Zustandekommen der vorliegenden Arbeit und meiner Diplomarbeit beigetragen haben, an dieser Stelle recht herzlich bedanken, insbesondere bei Univ. Doz. Dr. Johanna Kovar-Eder (Wien) für die Betreuung meiner Diplomarbeit, die Einführung in die Kutikularanalyse, Diskussionen, Literaturbenützung und die kritische Durchsicht des Manuskripts; bei tit. ao. Univ. Prof. Dr. Adolf Fritz (Klagenfurt) für die Betreuung meiner Diplomarbeit bis März/April 1997; bei Ao. Univ. Prof. Dr. Herwig Teppner (Graz) und gleichzeitig beim Institut für Botanik der

Karl-Franzens-Universität Graz für die Arbeitsplatzbereitstellung und die Benützung sämtlicher Einrichtungen und Geräte sowie für das freundliche Entgegenkommen aller am Institut beschäftigten Personen; bei Ass. Prof. Doz. Mag. Dr. Helmut Mayrhofer (Graz) für organisatorische Hilfeleistungen; bei ORat Mag. Dr. Anton Drescher (Graz) für Diskussionen, organisatorische Hilfeleistungen und Kartenbereitstellung; bei V. Ass. Mag. Dr. Martin Magnes (Graz) für die Einführung in fotografische Arbeiten und Diskussionen; bei V. Ass. Mag. Ursula Brosch (Graz) für die Einführung in die Benützung der Laboreinrichtungen; bei O. Univ. Prof. Dr. Paul Blanz (Graz) für den Beitrag zum Zustandekommen dieser Arbeit; bei Univ. Prof. Dr. Harald Walther (Dresden) für Diskussionen; beim Referat Geologie und Paläontologie des Steiermärkischen Landesmuseums Joanneum Graz und bei Dr. Reinhold Niederl (Graz) sowie bei der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien für die Einsicht in die Paläobotanischen Sammlungen und die Bibliotheksbenützung; bei Josef Monschein (Paldau) für die Erlaubnis der Bearbeitung seiner Kiesgrube; bei Mag. Johannes Prügger (Graz), Gernot Koller (Graz) und Mag. Harald Komposch (Graz) für Hilfen bei der Computerarbeit; bei Mag. Martin Groß (Graz) für die Zusammenarbeit bei diesem Projekt, die Bereitstellung seiner Sammlung, Diskussionen, Literaturbenützung und Geländearbeiten; sowie bei meiner Familie und bei meiner Freundin Manuela Sampt.

1. Einleitung

Im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Botanik und Geologie werden die limnisch-fluviatilen Sedimente der Monscheinkiesgrube Paldau (Steiermark) gemeinsam mit Herrn Mag. Groß sedimentologisch und paläobotanisch untersucht.

Pflanzenführende Ablagerungen im Steirischen Tertiärbecken sind bereits aus dem vorigen Jahrhundert bekannt. Prof. Dr. Franz Unger und Prof. Dr. Constantin Freiherr von Ettingshausen haben auch zahlreiche fossile Floren bearbeitet, wobei insbesondere die miozänen Floren aus Parschlug (UNGER, 1848; ETTINGSHAUSEN, 1877), Bad Gleichenberg (UNGER, 1854), Köflach (ETTINGSHAUSEN, 1857; neuerdings mit weiteren Nachweisen KOVAR-EDER, 1996), Leoben (ETTINGSHAUSEN, 1869; 1888a; b), Schönegg (ETTINGSHAUSEN, 1890; 1891) und Windisch-Pöllau (ETTINGSHAUSEN, 1893; NOE v. ARCHENEGG, 1899) angeführt werden können.

Weitergehende paläobotanische Untersuchungen werden – obwohl zahlreiche Pflanzenfundstellen bekannt sind (vgl. HÜBL, 1941; KOLLMANN, 1965) – dann erst wieder in den letzten Jahren an den pannonen Lokalitäten Höllgraben (KOVAR-EDER & KRAINER, 1988), Wörth (KOVAR-EDER & KRAINER,

1990), Reith (KOVAR-EDER & KRAINER, 1991) und Neuhaus/Klausenbach (KOVAR-EDER et al., 1995) durchgeführt, sodaß die Kenntnis der obermiozänen Pflanzengesellschaften des Steirischen Tertiärbeckens noch recht lückenhaft ist.

Die vorliegende Arbeit umfaßt die systematische Auswertung der in der Monscheinkiesgrube Paldau aufgefundenen Blatt- und Fruchtreste sowie die Rekonstruktion der ökologischen und klimatischen Ansprüche der einzelnen Taxa, eine paläoökologische Auswertung der einzelnen Taphozönosen sowie eine paläoklimatische Auswertung der regional-klimatischen Verhältnisse (vgl. KRENN, 1997a).

Das Belegmaterial zu dieser Arbeit stammt ausschließlich aus der Monscheinkiesgrube Paldau (Aufschluß BE 1) und ist in Zusammenarbeit mit Herrn Mag. Groß vom Herbst 1994 bis zum Sommer 1996 aufgesammelt und mir zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt worden. Die gesamte Sammlung hat Herr Mag. Groß im Referat Geologie und Paläontologie des Steiermärkischen Landesmuseums Joanneum Graz hinterlegt und diese wird dort in der Paläobotanischen Sammlung unter den Nummern 78.001-78.452 geführt.

2. Geographische Lage und Geologie

2.1. Geographische Lage

Die Monscheinkiesgrube Paldau (ÖK 1 : 50.000, Blatt 191, Kirchbach) befindet sich in der Oststeiermark, 6,5 km WSW von Feldbach und liegt am orographisch rechten Hang des Saazerbachtals 1 km ESE der Kirche von Paldau am Wagenhoferberg (siehe Abb. 1). Die Lokalität Paldau, die sich auf 340 m NN befindet, ist die aufgelassene Kiesgrube des Herrn Josef Monschein, die von Herrn Mag. Groß im Sommer 1994 bei Übersichtsbegehungen erstmals besucht wurde.

2.2. Regionalgeologische Lage

Die Monscheinkiesgrube Paldau liegt im Gnaser Becken, das ein Teilbecken des Steirischen Tertiärbeckens (siehe Abb. 2) ist. Das Steirische Tertiärbecken wird als Westteil des Pannonischen Beckens aufgefaßt und ist von diesem durch die von Nordosten nach Südwesten verlaufende Südburgenländische Schwelle getrennt. Es ist am Ende der jungalpidischen Orogenese durch eine nach Osten gerichtete Dehnungstektonik entstanden.

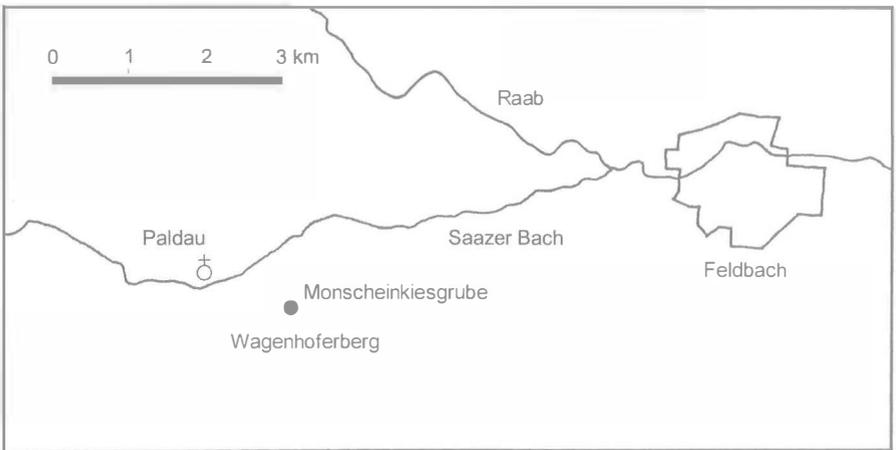
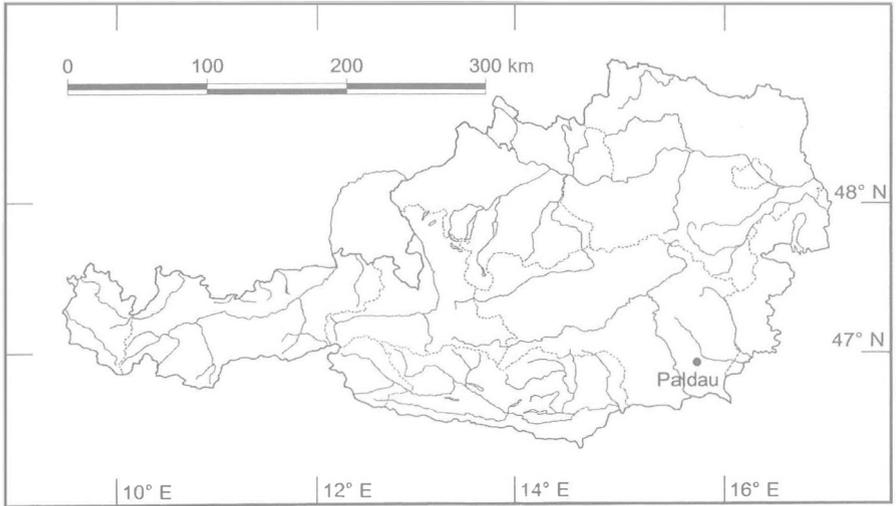


Abb. 1: Geographische Lage der Monscheinkiesgrube Paldau.

Die Mittelsteirische Schwelle trennt das Steirische Tertiärbecken in das West- und das Oststeirische Becken. Die bis zu 4000 m mächtigen, miozänen Sedimente des Oststeirischen Beckens sind von tektonischen Vorgängen, Meerestransgressionen und -regressionen sowie von vulkanischen Ereignissen beeinflusst. In der vom Ottnangium bis ins Pliozän reichenden Beckenfüllung zeigt sich dies in abwechselnden marinen, brackischen und limnisch-fluviatilen Ablagerungen (vgl. KOLLMANN, 1965; EBNER & SACHSENHOFER, 1991).

Die im oberen Sarmatium beginnende Aussüßung und Verlandung des Beckens setzt sich im Pannonium Zone A/B mit feinklastisch ausgebildeten Sedimenten fort und wird von der Transgression eines nahezu ausgesüßten Pannonischen Sees abgelöst. Im Pannonium Zone C kommen generell zyklisch abgelagerte, limnisch-fluviatile Sedimente zur Ablagerung (vgl. KOLLMANN, 1965; EBNER & SACHSENHOFER, 1991; GROSS, 1998a).

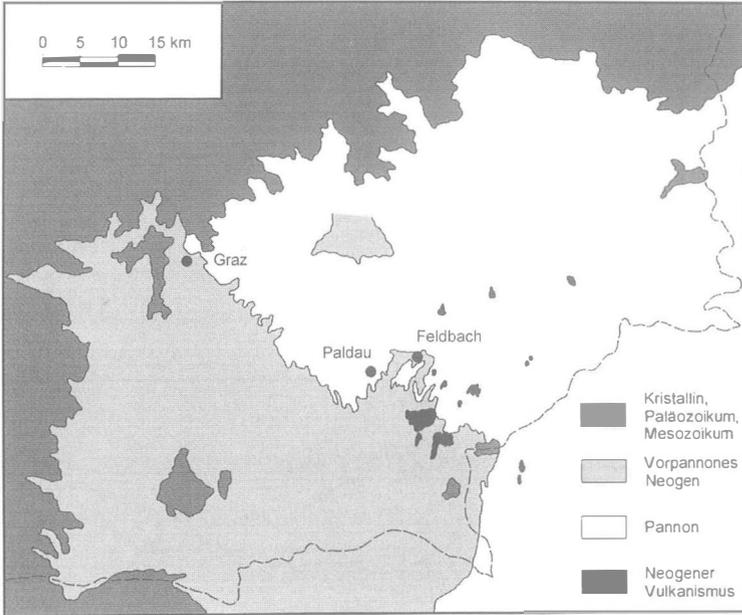


Abb. 2: Vereinfachte geologische Übersichtskarte des Steirischen Tertiärbeckens.

Für die Sedimente der Monscheinkiesgrube Paldau wird von GROSS (1998a) eine biochronostratigraphische Einordnung ins Pannonium Zone (?B) C diskutiert, was einem absoluten Alter von etwa 10-11 Mio Jahren (vgl. RÖGL, 1996) entspricht. Nach KOLLMANN (1965) werden die Ablagerungen dieser Zeit in durchgehende Schotterhorizonte und in feinklastische, örtlich kohleführende, allozyklisch abgelagerte Zwischenserien gegliedert. Die aufgeschlossenen Sedimente werden demnach von GROSS (1998a) den Kapfensteiner Schottern zugeordnet. Hingegen weisen die Untersuchungen von KRAINER (1986; 1987) darauf hin, daß die Sedimentation der Schotterhorizonte und der feinklastischen Zwischenserien zeitgleich – etwa in einem weiten Au- und Überflutungsbereich eines mäandrierenden Flußsystems – erfolgt ist. GROSS (1997; 1998a) führt zu dieser Problematik aus, daß in diesem Sedimentationsraum die limnisch-fluviatilen Ablagerungen eines kiesreichen und mäandrierenden Flußsystems kartographisch untrennbare Einheiten ausbilden. Innerhalb der Zwischenserien kann aber eine Ingression limnischer Systeme durch die Ablagerungen im Pannonischen See nachgewiesen werden.

2.3. Sedimentologie

Die Profilbeschreibung (siehe Abb. 3) der zum Teil bereits verstürzten Monscheinkiesgrube Paldau, die einen Grundriß von ca. 70 m mal 40 m hat und eine Höhe von ca. 14 m aufweist, stellt eine vereinfachte Zusammenfassung der sedimentologischen Verhältnisse dar. Eine detaillierte Ausführung der geologischen Untersuchungsergebnisse gibt GROSS (1998a).

3. Systematische Auswertung

Bei den einzelnen Taxa werden die Stück- und Fossilnummern der bearbeiteten Reste angeführt. Die Buchstaben-Zahlen-Kombination bezeichnet die Schicht in der der Rest aufgefunden wurde. Ein diesen Nummern vorangestelltes „?“ bedeutet, daß diese Exemplare nicht mit Sicherheit den genannten Taxa zugeordnet werden können.

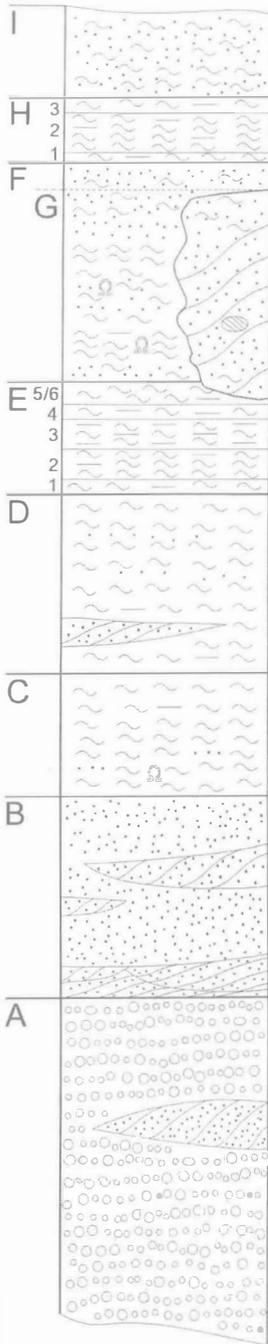
Mit Ausnahme von *Equisetum* sp sind die meisten anderen Blatt- und Fruchtreste als oxidierte Abdrücke erhalten. Zur Problematik der Bestimmung von ausschließlich durch blattmorphologische Merkmale nachgewiesenen Resten wird auf die Ausführungen von FERGUSON (1971) und WALTHER (1992) verwiesen.

Außer einer gründlichen mechanischen Präparation ist aufgrund des Erhaltungszustandes keine weitere Bearbeitung notwendig. Einige der Reste werden zur besseren Stabilität mit wasserverdünntem Holzleim besprüht.

Kutikularpräparate konnten ausschließlich bei einigen Blattresten von *Salix holzeri*, die aus der Schicht E4 stammen, gewonnen werden. Obwohl in dieser Schicht auch einige inkohlte Blattfossilien anderer Taxa aufgefunden werden können, lassen sich bei diesen keine epidermalen Strukturen (vgl. STACE, 1965; 1984) nachweisen.

Zur Herstellung der Kutikularpräparate wird das Sediment zunächst mit 5%iger Salzsäure und danach mit 40%iger Flußsäure gelöst. Die Mazeration wird mittels Schulzschem Gemisch, das aus konzentrierter Salpetersäure mit Kaliumchlorat im Überschuß hergestellt wird, durchgeführt. Anschließend erfolgt die Lösung des Mesophylls in 5%iger Kalilauge. Nachdem die damit erhaltenen Kutikeln mit Safranin gefärbt worden sind, werden diese in Glycerin gebettet. Die angefertigten Präparate werden zusammen mit der Sammlung aufbewahrt.

Die Reihenfolge der systematischen Auswertung der vorgefundenen Familien orientiert sich für die Pteridophyten und die Gymnospermen an KUBITZKI (1990) sowie an CRONQUIST (1988) für die Angiospermen.



- I: über 0,8 m hellgelblichorange bis grünlichgrauer, planar parallel bis massig, dünn laminiertes Silt bis siltiger Feinsand
- H 3
2
1: 0,7 m mäßig gelblicher, planar oder wellig parallel, dünn laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten, Lamellibranchiaten, Fischschuppen, Coleopteren- und Insektenresten, Ostrakoden; grünlichgrauer, wellig, dünn laminiertes bis massiger toniger Silt.
- G: Nebenrinnen mit Wechselfolge von olivgrauem, wellig laminiertem Silt und gelblichbraunem bis dunkelgelbem, horizontalgeschichtetem Feinsand; gelblichbrauner bis grünlichroter, schräggeschichteter Mittelsand mit dm-großen Infraklasten.
- F: 2,2 m dunkelgelboranger bis olivbrauner, planar parallel, dick laminiertes siltiger Feinsand; Wechselfolge von wellig parallel, dünn laminiertem, grünlicholivem bis dunkelgelborangem tonigem und sandigem Silt mit konvoluter Schichtung, vereinzelt Wurzelreste, Pflanzenhäcksels, schlecht erhaltene, oxidierte Pflanzenreste; gelblichbrauner, wellig, dünn laminiertes sandiger Silt
- E5/6: 0,2-0,4 m mitteldunkelgrauer bis dunkelgelblichorange, planar parallel, dünn oder dick laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten.
- E4: 0,15 m olivgrauer bis grünlichgrauer, massiger toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten und inkohlierten Pflanzenresten, Fischschuppen,
- E3: 0,1-0,3 m olivbrauner bis graugrüner, wellig parallel, dünn laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten.
- E2: 0,15-0,35 m grünlichgelber bis mäßig gelber, planar bis wellig, dünn laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten, Lamellibranchiaten, Gastropoden, Fischschuppen.
- E1: 0,15 m grauorange bis hellolivbrauner, wellig, dick laminiertes toniger Silt mit Wurzelresten, Pflanzenhäcksels.
- D: 1,2-2,0 m Wechselfolge von wellig, dünn laminiertem, olivbraunem bis dunkelgelborangem tonigem Silt und dunkelgelborangem bis hellolivgrauem siltigem Feinsand; Wechselfolge von wellig parallel, dünn laminiertem, dunkelgelborangem bis olivbraunem Silt und siltigem Feinsand; vereinzelt cm-mächtige Sandlinsen, karbonatische Konkretionen, Wurzelreste, Pflanzenhäcksels, schlecht erhaltene, oxidierte Pflanzenreste.
- C: 1,2 m Wechselfolge von wellig parallel, dick laminiertem hellolivgrauem Silt und grauorangem sandigem Silt mit konvoluter Schichtung, karbonatischen Konkretionen, Wurzelresten; grauorange bis hellolivgrauer, massig bis wellig, nicht parallel laminiertes toniger Silt mit zahlreichen oxidierten Pflanzenresten.
- B: 2,0 m hellgrauer bis gelblichbrauner, trogförmig kreuzgeschichteter oder horizontalgeschichteter oder rippelgeschichteter Feinsand.
- A: über 3,0 m gelblichgrauer bis grünlichgelber, horizontal bis trogförmigkreuzgeschichteter Mittel-Feinkies; gelblichgrauer, trogförmig kreuzgeschichteter Mittel-Feinkies; vereinzelt dm-mächtige gelblichbraune bis hellgraue, planar kreuzgeschichtete oder schwach rippelgeschichtete bis laminierte Mittelsandlinsen

	Pflanzliche Fossilien
	Vereinzelt pflanzliche Fossilien
	Pflanzenhäcksels
	Wurzelreste
	Tierische Fossilien



Abb. 3: Vereinfachtes Übersichtsprofil der Monscheinkiesgrube Paldau.

Da es sich bei der Beschreibung der Taxa um keine systematische Monographie dieser handelt, wird die Synonymieliste bewußt knapp gehalten. Diese umfaßt in der Regel nur die erste Publikation sowie die neuesten Nachweise dieser Art im Steirischen Tertiärbecken. Auf die nach Abschluß der vorliegenden Bearbeitung im Rahmen der Untersuchungen unterpannoner Sedimente im Raum Paldau-Perlsdorf von GROSS (1997; 1998b) paläobotanisch ausgewerteten Lokalitäten Kogelwald (KO 4), Pöllau (PÖ 2) und Münzengraben (MÜ 21) sei an dieser Stelle hingewiesen.

Die morphologische und anatomische Beschreibung folgt weitgehend dem System und den Termini von HICKEY (1973; 1979) und DILCHER (1974). Die dort verwendeten englischen Bezeichnungen werden aber zur besseren Lesbarkeit eingedeutscht: so etwa *acuminate* – *acuminat*. Bei quantitativen Merkmalen wird die Anzahl der untersuchten Exemplare (N) angegeben. Werden mehr als zehn Exemplare (N=10) zur Untersuchung herangezogen, wird neben den Minimal- und Maximalwerten auch der Mittelwert ermittelt. Bei vollständig erhaltenen Blättern wird der Blattindex ermittelt, der das Verhältnis der Länge zur Breite ausdrückt.

Die morphologische Beschreibung und die systematische Diskussion der folgenden Taxa wird zum Teil aus GROSS (1997) übernommen: *Pronephrium stiriacum*, *Salvinia* cf. *mildeana*, *Comptonia oeningensis*, *Myrica lignitum*, *Quercus neriifolia*, *Salix holzeri* und *Dicotylophyllum* sp 1. An den entsprechenden Stellen sind diese Absätze mit \diamond gekennzeichnet.

3.1. Equisetaceae

3.1.1. *Equisetum* LINNÉ

3.1.1.1. *Equisetum parlatorii* (HEER) SCHIMPER

Taf. 1 Fig. 1

- * 1855 *Physagenia Parlatorii* m. - HEER: 109ff, Taf. 42 Fig. 2-17. Monod (Schweiz).
- 1869 *Equisetum parlatorii* SCH. - SCHIMPER: 261f.
- v 1990 *Equisetum parlatorii* (HEER 1855) SCHIMPER 1869-74. - KOVAR-EDER & KRAINER: 17, Taf. 1 Fig. 3-4, Taf. 3 Fig. 8. Wörth (Steiermark).

B e s c h r e i b u n g : Stengel oder Rhizome mit je zwei zu beiden Seiten eines Nodiums ausgehenden, in einer Reihe angeordneten Knollen; Knollen elliptisch; Länge der Knollen 13-16 mm (N=1); Breite der Knollen 7-9 mm (N=1).

B e m e r k u n g : Der in situ vorgefundene Rest ist jenen ähnlich gestaltet, die von ZASTAWNIAK (1972) und aus Wörth von KOVAR-EDER & KRAINER

(1990) als *Equisetum parlatorii* dokumentiert sind. Die Knollen stellen verdickte Internodien dar, die bei rezenten Schachtelhalmen der Stärkespeicherung dienen (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990).

Die ökologische Amplitude der miozänen Schachtelhalme wird mit jener der rezenten Vertreter – wie etwa *Equisetum arvense* LINNÉ, *Equisetum palustre* EHRHART – verglichen, die unter anderem auf offenen, sonnigen Sandbänken von Flüssen, an Ufern fließender und stehender Gewässer, an Sümpfen, insbesondere in der Röhrlichtzone, aber auch in schattigen, nassen Wäldern vorkommen. Für die überlieferten Reste kann eine Vergesellschaftung in einer Röhrlichtzone, die häufig oder ständig überflutet wird, angenommen werden (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990).

Belegmaterial: F – 78.417/1.

3.1.1.2. *Equisetum* sp.

Taf. 1 Fig. 2

Beschreibung: Steinkerne und Abdrücke von Halmen; Halme in Nodien und Internodien gegliedert; als Steinkerne bis zu einer Länge von 53 mm (N=5) und einem Durchmesser von 9 mm (N=5) erhalten; Abstand der Nodien unregelmäßig; an den Nodien sind die Ansätze der in Wirteln stehenden Blätter erkennbar; Oberfläche deutlich gerieft; Markhöhle gut ausgebildet.

Bemerkung: Die vorliegenden Steinkerne und Abdrücke zeigen die morphologischen Merkmale der Equisetaceae (vgl. KUBITZKI, 1990). Sie belegen damit das Vorkommen von Schachtelhalmen, deren ökologische Anforderungen in den obigen Bemerkungen zu *Equisetum parlatorii* erläutert sind.

Belegmaterial: Abdrücke: E2 – ?78.032/1; F – 78.423/1, 78.424/1. Steinkerne: F – 78.418/1, 78.419/1, 78.420/1, 78.421/1, 78.422/1, 78.425/1, ?78.426/1.

3.2. Pteridaceae

3.2.1. *Pteris* LINNÉ

3.2.1.1. *Pteris oeningensis* UNGER

Taf. 1 Fig. 3

- * 1847 *Pteris oeningensis* UNG. - UNGER: 124, Taf. 37 Fig. 6-7. Freiberg (Steiermark).
- v 1990 *Pteris oeningensis* UNGER 1847. - KOVAR-EDER & KRAINER: 18, Taf. 1 Fig. 7-10, Taf. 3 Fig. 7. Wörth (Steiermark).

B e s c h r e i b u n g : Gefiederte Blattfragmente; Fiederchen oblong; Fiederlänge 3-17 mm (N=4), zur Wedelspitze hin immer kürzer werdend; Fiederbreite 2-6 mm (N=4). Spitze der Fiederchen obtus. Basis der Fiederchen meist verwachsen und einen spitzen Winkel bildend. Fiederrand ganzrandig, gewellt oder manchmal eingerollt. Nervatur der Fiederchen mit einem geraden Mittelnerv. Zahlreiche Seitennerven entspringen vom Mittelnerv und ziehen gegen den Fiederrand; dicht stehend; einmal, selten zweimal gegabelt.

B e m e r k u n g : Die hier untersuchten Wedelfragmente zeigen in ihrer Morphologie eine gute Übereinstimmung mit den Angaben für *Pteris oeningensis* bei KRÄUSEL (1920b) und KOVAR-EDER & KRAINER (1990) sowie mit jenen für *Pteridium oeningense* bei HANTKE (1954) und RÜFFLE (1963). Da morphologische Ähnlichkeiten auch zu anderen Farngattungen – wie etwa zu *Blechnum* LINNÉ und *Osmunda* LINNÉ – bestehen, werden zahlreiche Synonyme unter diesen vermutet (vgl. WEYLAND, 1937; HANTKE, 1954). Die Zuordnung steriler Fiederchen zu einer bestimmten Gattung ist grundsätzlich schwierig, wodurch die Zugehörigkeit der vorliegenden Reste zu dieser Gattung nicht gänzlich gesichert ist.

Pteris oeningensis wird von UNGER (1847) und HEER (1855) mit *Pteris aquilina* LINNÉ, dem heutigen *Pteridium aquilinum* (LINNÉ) KUHN, verglichen. Aufgrund der Änderung der Gattungszugehörigkeit der rezenten Art stellt HANTKE (1954) auch die fossilen Vertreter zu *Pteridium* SCOPOLI. Eine rezente Vergleichsart zu *Pteris oeningensis* kann hier jedoch nicht bestimmt werden.

Pteris oeningensis ist ein Element der Krautschicht, das in Au-, Bruch- und Sumpfwäldern sowohl schattige, nasse Habitate als auch offene, lichte Standorte besiedeln kann (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990; MAI, 1995).

Belegmaterial: H2 – 78.183/2, 78.190/4, 78.194/1=78.197/1, 78.195/1=78.226/1, 78.196/1=78.200/1, 78.221/1, 78.227/1-2, 78.352/1, 78.353/5, 78.358/1.

3.3. Thelypteridaceae

3.3.1. *Pronephrium* PRESL

3.3.1.1. *Pronephrium stiriacum* (UNGER) KNOBLOCH et KVACEK Taf. 1 Fig. 4

- * 1847 *Polypodites stiriacus* UNG. - UNGER: 121f, Taf. 36 Fig. 1-5. Schönegg, Arnfels (Steiermark).
- 1976 *Pronephrium stiriacum* (UNGER 1847) comb n. - KNOBLOCH & KVACEK: 12, Taf. 1 Fig. 1. Murnerweiher (Deutschland).
- v 1990 *Pronephrium stiriacum* (UNGER 1847) KNOBLOCH et KVACEK 1976. - KOVAR-EDER & KRAINER: 17f, Taf. 1 Fig. 5-6. Wörth (Steiermark).

Beschreibung: \diamond Unvollständige Wedelfragmente; Wedel länger 96 mm (N=1); Breite des Wedels 12-17 mm (N=3); Wedelrand serrat oder crenat. Fiederchen miteinander verwachsen; Länge der Fiederchen 6-8 mm (N=3); Breite der Fiederchen 2-4 mm (N=3). Nervatur der Fiederchen mit einem moderaten Mittelnerv; Winkel zwischen der Mittelrippe des Wedels und dem Mittelnerv der Fiederchen 32-62° (N=3); unverzweigte Seitennerven der Fiederchen entspringen vom Mittelnerv der Fiederchen und münden entweder in den Fiederrand oder verbinden sich im distalen Drittel mit Nerven benachbarter Fiederchen, im proximalen Drittel entsteht dadurch ein dreieckiges Feld ohne Nerven. Auf einem Fragment sind die Abdrücke der Sori in laminarer Lage erhalten, Durchmesser kleiner 1 mm (N=1).

Bemerkung: \diamond Die vorliegenden Wedelfragmente stimmen in ihren morphologischen Merkmalen mit den bei BUZEK (1971) und KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) als *Abacopteris stiriaca* (UNGER) CHING bzw. *Pronephrium stiriicum* bezeichneten Resten überein. KNOBLOCH & KVACEK (1976) geben dem zu *Abacopteris* FEE synonymen Gattungsnamen *Pronephrium* aus Prioritätsgründen den Vorzug. Verschiedene Autoren (vgl. KUBITZKI, 1990) betrachten zwar *Pronephrium* und *Abacopteris* FEE ebenfalls als Synonyme, letzterer wird von diesen aber als Untergattung zur Gattung *Cyclosorus* LINK gestellt. In der vorliegenden Arbeit wird die gebräuchliche Bezeichnung beibehalten, da die taxonomischen Diskussionen noch nicht abgeschlossen sind (vgl. KUBITZKI, 1990).

Pronephrium stiriicum wird mit der rezenten *Abacopteris* (*Pronephrium*) *penangiana* (HOOKER) CHING aus dem Himalaya verglichen (vgl. BUZEK, 1971; MAI & WALTHER, 1978). Das Vorkommen von *Pronephrium stiriicum* reicht nach MAI & WALTHER (1978) in Europa vom Eozän bis ins Pliozän. Die paläozänen Funde scheinen nach KNOBLOCH & KVACEK (1976) zweifelhaft zu sein.

Pronephrium stiriicum ist ein krautiges Element der Röhrichtzone und der Au-, Bruch- und Sumpfwälder (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: H2 – 78.193/1, 78.199/1, 78.353/1=78.354/1, 78.355/1 =78.359/1.

3.4. Salviniaceae

3.4.1. *Salvinia* SÉGUIER

3.4.1.1. *Salvinia* cf. *mildeana* GOEPPERT

Taf. 1 Fig. 5

- * 1855 *Salvinia mildeana* G. - GOEPPERT: 5, Taf. 1 Fig. 21-23. Sosnica (Schosnitz, Polen).
- 1954 *Salvinia formosa* HEER. - HANTKE: 41f, Taf. 1 Fig. 8-14. Schrotzburg (Deutschland).

Beschreibung: ◇ Schwimmblätter symmetrisch; oblong oder ovat; Blattlänge 9-13 mm (N=3); Blattbreite 5-8 (N=3); Blattindex 1,4-1,6 (N=3). Blattspitze abgerundet. Blattbasis cordat oder abgerundet. Blattrand ganzrandig. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven gerade oder zick-zack-förmig; nahe des Blattrandes verbinden sie sich bogenförmig miteinander; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven größer 45° (N=3). Sekundärnerven bilden mit den Zwischensekundärnerven und den Nervillen elongate, pentabis hexagonale Felder.

Bemerkung: ◇ Die vorliegenden Schwimmblätter zeigen nach morphologischen Kriterien eine Übereinstimmung zu den von HANTKE (1954) und NÖTZOLD (1957) als *Salvinia formosa* HEER bezeichneten Reste, die von BUZEK et al. (1971) als konspezifisch mit *Salvinia mildeana* betrachtet werden. Da die Größe der Schwimmblätter nach BUZEK et al. (1971) kein artspezifisches Merkmal ist, soll sich *Salvinia mildeana* von *Salvinia reussii* ETTINGSHAUSEN, deren Identität BUZEK et al. (1971) nicht beweisen konnten, durch die Vergesellschaftung mit einem anderen Typ von Megasporen unterscheiden (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976). Diese sind jedoch in dieser Fundstelle nicht nachgewiesen, sodaß sich die vorliegenden Funde auch nicht mit den durch Reproduktionsorgane belegten Exemplaren von *Salvinia reussii* ETTINGSHAUSEN vereinigen lassen (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976; MAI & WALTHER, 1978), obwohl die morphologischen Merkmale auch innerhalb der von BUZEK et al. (1971) skizzierten Variationsbreite für die Schwimmblätter von *Salvinia reussii* ETTINGSHAUSEN liegen. In unmittelbarer Nähe zu den Schwimmblättern konnten Reste aufgefunden werden, die mit den bei HANTKE (1954) abgebildeten Wasserblättern übereinstimmen.

Die rezenten *Salvinia*-Arten stellen reliktdäre Elemente dar. Ihr Areal wird im Norden von der 18°C Juliisotherme begrenzt. Für die Reife der Sporokarprien sind Sommertemperaturen über 25°C notwendig (vgl. MAI & WALTHER, 1978). Aufgrund der größeren Mannigfaltigkeit im Tertiär sind jedoch die Beziehungen zu rezenten Arten – etwa *Salvinia natans* (LINNÉ) ALLION, die häufig als Vergleichsart angegeben wird (vgl. FLORIN, 1940) – unklar. Die evolutionäre Entwicklung der in Europa ab dem Paläozän auftretenden Gattung wird auf eine Anpassung an die aquatischen Lebensbedingungen zurückgeführt (vgl. BUZEK et al., 1971).

Salvinia gilt als wärmeliebendes, tropisches Element und wichtiger Indikator für eutrophe Gewässer. Die freischwimmenden oder lose im Boden wurzelnden Wasserfarne kommen in freischwimmenden Stillwassergesellschaften mit offenen, ruhigen Wasserflächen vor (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: H2 – 78.218/2=78.219/2.

3.5. Taxodiaceae

3.5.1. *Glyptostrobus* ENDLICHER

3.5.1.1. *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER

Taf. 2 Fig. 1-2

- * 1833 *Taxodites europaeum*. - BRONGNIART: 168. Iliodroma (Griechenland).
- 1850a *Glyptostrobus europaeus*. - UNGER: 434f.
- v 1990 *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART 1833) UNGER 1850. - KOVAR-EDER & KRAINER: 18, Taf. 2 Fig. 1-4. Wörth (Steiermark).
- v 1995 *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART 1833) UNGER 1850. - KOVAR-EDER et al.: 323f, Taf. 1 Fig. 1-2. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).
- 1996 *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART 1833) UNGER 1850. - KOVAR-EDER: 148ff, Taf. 1 Fig. 7-13. Köflach (Steiermark).

Beschreibung: Überwiegend cupressoid, aber auch taxodioid benadelte Zweige; bei ersteren Nadeln schraubig angeordnet, Nadelspitze vom Zweig abstehend, Nadelbasis am Zweig herablaufend, Nadellänge 1,5-6 mm (3 mm; N=20), an den Zweigenden oft kleine Knospen ausgebildet; bei zweiteren Nadeln ebenfalls schraubig inseriert und Nadelbasis am Zweig herablaufend, Nadellänge 3-14 mm (N=3), Nadelbreite ca. 1 mm (N=3), Hauptnerv in der Blattmitte verlaufend, Winkel zwischen den Nadeln und der Blattachse 30-40° (N=3). Zapfen endständig an Seitentrieben; obovat; Länge der Zapfen 10-24 mm (N=7); Breite der Zapfen 7-18 mm (N=7); Zapfenschuppen dachziegelartig übereinandergreifend, abgerundet, an der Basis verschmälert, gekerbt. Samen länglich; gerade oder einen Winkel von 130-150° (N=3) bildend; Länge der Samen 11-16 mm (N=3); Breite der Samen 3-6 mm (N=3); geflügelt.

Bemerkung: Grundsätzlich ist eine Unterscheidung und Abgrenzung der Taxodiaceen-Gattungen untereinander schwierig (vgl. KNOBLOCH, 1969; MAI & WALTHER, 1978; BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Das Vorliegen von cupressoid und taxodioid beblätterten Zweigresten, Zapfen und Samen gestattet jedoch eine Zuordnung zu *Glyptostrobus europaeus*, der nach MAI & WALTHER (1991) eine Sammelart im europäischen Tertiär darstellt und dessen Reste aus zahlreichen Fundstellen (vgl. RÜFFLE, 1963; BUZEK & HOLY, 1964; MAI, 1964; SITAR, 1973; KOVAR-EDER, 1988; BUZEK et al., 1996) beschrieben werden. Da die Reste ausschließlich als Abdrücke erhalten sind, erscheint es im vorliegenden Fall wenig sinnvoll, den verschiedenen Organen dieser Gattung – also den Blättern, Zapfen und Samen – unterschiedliche Artnamen zuzuweisen (vgl. aber KNOBLOCH & KVACEK, 1996).

Die rezente Vergleichsart zu *Glyptostrobus europaeus* ist der in Kwangsi in China entlang von Flußauen und Niederungen vorkommende *Glyptostrobus pensilis* KOCH. Bei der rezenten Art können zwei ökologische Formen – von denen eine auf trockenem und eine auf sumpfigem Substrat lebt – beobachtet werden (vgl. MAI & WALTHER, 1978). An der nördlichen Verbreitungsgrenze zeigt sich nach MAI & WALTHER (1985) die folgende klimatische Indikation: mittlere Jahrestemperatur 13°C, mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats 25°C, mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats 1°C. Nach KOVAR-EDER (1988) gilt die rezente Art nicht unbedingt als winterhart, sie kann aber nach WOLFE & TANAI (1980) absolute Minimumtemperaturen bis -18°C ertragen. Das heutige Reliktareal umfaßt die tertiären klimatischen Ansprüche jedoch nicht zufriedenstellend (vgl. JUNG, 1963). *Glyptostrobus* ist nordhemisphärisch vom Mitteleozän bis ins Pliozän verbreitet (vgl. KNOBLOCH, 1969), nach Fruchtesten ist er in Europa seit der Kreide bekannt (vgl. MAI & WALTHER, 1985). Bis ins Altpleistozän sind zahlreiche Gattungen der Taxodiaceen im kolchidischen Refugium vertreten (vgl. MAI & WALTHER, 1985).

Glyptostrobus europaeus gilt als wichtiger Braunkohlebildner und ist häufig vegetationsbestimmend für ein sumpfiges Milieu eines Au-, Bruch- oder Sumpfwaldes (vgl. MAI, 1995). Selten kommt er aber auch in trockenen Waldgesellschaften vor. Fossile Samen treten häufig in autochthonen Floren auf (vgl. KNOBLOCH, 1969).

Belegmaterial: Zweige (alle auf einem Belegstück vorhandenen Zweige werden unter nur einer Belegnummer geführt): C/D – 78.400/2; E2 – 78.001/4, 78.002/3, 78.004/2, 78.006/3, 78.008/4, 78.010/3, 78.011/4, 78.012/5, 78.013/7, 78.015/2, 78.016/8, 78.017/4, 78.018/6, 78.019/3, 78.020/3, 78.022/3, 78.024/5, 78.025/3, 78.026/3, 78.027/4, 78.028/7, 78.029/8, 78.032/2, 78.033/2, 78.034/4, 78.035/3, 78.036/6, 78.037/4, 78.038/3, 78.039/2, 78.040/5, 78.043/2, 78.045/3, 78.049/7, 78.052/4, 78.053/3, 78.054/6, 78.057/2, 78.058/2, 78.059/11, 78.064/3, 78.066/7, 78.068/3, 78.072/3, 78.073/3, 78.074/4, 78.075/4, 78.077/3, 78.084/2, 78.099/4, 78.100/3, 78.101/3, 78.104/2, 78.105/3=78.112/3, 78.113/4, 78.117/5, 78.120/2=78.121/2, 78.128/3, 78.129/2, 78.135/12, 78.136/4, 78.137/7, 78.140/8, 78.141/7, 78.142/2, 78.257/15; E3 – 78.268/13, 78.272/11, 78.408/19, 78.415/9; E4 – 78.245/14, 78.251/3, 78.256/4; E5/6 – 78.282/6, 78.294/17; F – 78.417/2, 78.431/1; H1 – 78.143/6, 78.155/4, 78.178/4, 78.217/3, 78.229/18, 78.239/11, 78.295/3, 78.296/3, 78.297/2, 78.298/2, 78.299/2, 78.302/2, 78.303/2, 78.304/2, 78.305/2, 78.306/2, 78.307/2, 78.308/10, 78.309/10, 78.310/9, 78.311/8, 78.312/2, 78.313/1, 78.320/4; H2 – 78.144/2, 78.145/2, 78.146/1, 78.147/1, 78.148/1, 78.149/1=78.150/1, 78.151/1, 78.152/5, 78.153/2, 78.154/2, 78.161/1, 78.162/2, 78.165/1, 78.166/1, 78.167/4, 78.168/3, 78.170/3, 78.171/3, 78.172/3, 78.173/2, 78.176/2, 78.179/1, 78.180/3, 78.182/2, 78.183/4, 78.190/5, 78.191/3, 78.194/2, 78.196/2, 78.199/2, 78.200/2, 78.201/2, 78.202/2, 78.203/2, 78.207/3, 78.208/2, 78.209/2, 78.210/3, 78.211/2,

78.212/2, 78.213/3, 78.214/2, 78.216/1, 78.221/2, 78.223/2=78.224/2, 78.228/1, 78.230/1, 78.236/1, 78.316/3, 78.317/3, 78.319/1, 78.322/2, 78.323/2, 78.324/4, 78.327/2, 78.330/1, 78.331/2, 78.332/2, 78.335/1, 78.336/3, 78.337/2, 78.345/1, 78.347/2, 78.349/2, 78.352/2, 78.353/6, 78.355/3, 78.358/2. Zweige, taxodioid beblättert: E2 – 78.040/3, 78.077/2, 78.083/1, 78.084/1, 78.085/1; H2 – 78.154/1, 78.323/1, 78.324/1. Zapfen: E2 – 78.001/2, 78.003/2, 78.006/1, 78.016/3(+4), 78.024/2, 78.025/2, 78.028/4(+3), 78.034/3, 78.073/2, 78.113/3, 78.128/2, 78.135/4, 8-9, 14, 78.136/3, 78.137/2, 78.140/2-3(+6), 78.141/3, 78.257/14; E3 – 78.262/1; E4 – 78.242/3, 78.244/2; H1 – 78.143/1(+7), 78.155/1, 78.229/16(+7), 78.296/2, 78.308/5-9, 78.309/5-9, 78.310/6-7, 78.311/6-7; H2 – 78.152/1-4, 78.153/1, 78.156/1=78.157/1, 78.172/2-3. Samen: E2 – 78.001/3, 78.023/2, 78.036/3-4, 78.038/2(+1), 78.059/9, 78.060/3, 78.075/3, 78.082/2, 78.108/3; E4 – 78.244/1; H1 – 78.143/2, 4, 7, 78.155/2, 78.229/13-15, 78.310/8; H2 – 78.144/1, 78.168/2, 78.197/2, 78.343/1.

3.6. Lauraceae

3.6.1. *Laurophyllum* GOEPPERT

3.6.1.1. *Laurophyllum* cf. *pseudoprinceps* WEYLAND et KLIPPER

Taf. 3 Fig. 1

- 1950 *Laurophyllum princeps* (HEER) nov comb. - KRÄUSEL & WEYLAND: 58ff, Taf. 13 Fig. 1-9, Taf. 14 Fig. 1-4, Abb 20-21. Wiesa (Deutschland).
- * 1963 *Laurophyllum pseudoprinceps* n sp. - WEYLAND & KLIPPER: 100f, Taf. 23 Fig. 14-19, Abb 6. Frimmersdorf (Deutschland).

B e s c h r e i b u n g : Blätter symmetrisch; elliptisch; Blattlänge 54-96 mm (N=6); Blattbreite 16-43 mm (N=6); Blattindex 2,2-3,7 (N=6). Blattspitze acut, acuminat oder attenuat; meist nicht erhalten, oft aber als typische Träufelspitze ausgebildet. Blattbasis cuneat. Blattrand ganzrandig. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven brochidodrom oder eucamptodrom; 8-13 (N=6) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 3-10 mm (N=6); Sekundärnerven gebogen, verzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 42-54° (N=6). Tertiärnerven in annähernd rechten Winkeln zu den Sekundärnerven; gegabelt. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : Die Schwierigkeit in der Unterscheidung der fossilen, aber auch der rezenten Lauraceen nach blattmorphologischen Kriterien liegt in der Variabilität der Nervatur und des Habitus, sodaß eine eindeutige Zuordnung nur mit Hilfe blattanatomischer Kriterien möglich ist (vgl. WEYLAND & KLIPPER, 1963). Das untersuchte Material kann der fossilen Formgattung *Laurophyllum* zugeordnet werden und stimmt in den morphologischen Merkmalen auch mit

den bei WEYLAND & KLIPPER (1963), KVACEK (1971), KNOBLOCH & KVACEK (1976), MAI & WALTHER (1978; 1991) und KOVAR (1982) als *Laurophyllum pseudoprinceps* bezeichneten Blättern überein. Eine eindeutige Zuordnung zu dieser Art könnte aber nur bei einer übereinstimmenden Blattanatomie, die jedoch hier nicht bekannt ist, erfolgen (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Ob größere Affinitäten zum Formenkreis *Persea princeps* (HEER) SCHIMPER bei HANTKE (1954; 1965) und *Laurus princeps* HEER bei NÖTZOLD (1957) und SPITZLBERGER (1986) bestehen, der sich nach den beiden erstgenannten Autoren von *Laurophyllum pseudoprinceps* unterscheiden soll, kann aus denselben Gründen nicht beurteilt werden.

Aufgrund der unsicheren systematischen Zugehörigkeit der untersuchten Exemplare und von *Laurophyllum pseudoprinceps* kann keine Aussage über rezente Vergleichsarten getroffen werden (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976). Die stratigraphische Reichweite von *Laurophyllum pseudoprinceps* geht nach KVACEK (1971) vom Oberoligozän bis ins Obermiozän.

Laurophyllum pseudoprinceps wird als Element des fließbegleitenden Auwaldes und der mesophytischen Wälder aufgefaßt. Generell gelten die fossilen Lauraceen als Indikatoren für warme, humide Klimate mit hoher Luftfeuchtigkeit (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E4 – ?78.240/1, 78.245/8-9, ?10, 13, 78.247/1-2, ?78.249/1, 78.250/1, 78.252/1-3; E5/6 – 78.279/1, ?78.280/1-2, 78.283/6, 78.285/1, 78.287/1, ?78.289/1-2.

3.7. Platanaceae

3.7.1. *Platanus* LINNÉ

3.7.1.1. *Platanus leucophylla* (UNGER) KNOBLOCH

Taf. 3 Fig. 2

- * 1850b *Populus leucophylla* UNG. - UNGER: 417. Freiberg (Steiermark).
- 1971 *Platanus leucophylla* (UNGER) comb. nov. - KNOBLOCH: 264.
- v 1995 *Platanus leucophylla* (UNGER 1850) KNOBLOCH 1971. - KOVAR-EDER et al.: 325, Taf. 1 Fig. 15-19. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

B e s c h r e i b u n g : Blattfragmente symmetrisch; handförmig gelappt, dreilappig; ein unvollständiges Blatt länger 86 mm (N=1). Lappenspitzen nicht erhalten. Blattbasis decurrent. Blattrand regelmäßig einfach gezähnt; Zähne groß, hakenförmig, in acuter Ausbildung, apikaler Rand konkav oder gerade, basaler Rand konvex, mit abgerundetem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur suprabasal actinodrom; drei Hauptnerven; mittlerer Hauptnerv schwach, gerade, unverzweigt; seitliche Hauptnerven schwach, gerade oder leicht gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem mittleren und den seitlichen Hauptnerven 30-40° (N=3). Sekundnerven einfach craspedodrom;

gerade oder leicht gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 35-55° (N=3). Tertiärnerven annähernd in rechten Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen einfach oder einmal gegabelt. Areolen gut entwickelt.

B e m e r k u n g : Obwohl nur wenige Blattfragmente mit den charakteristisch ausgebildeten, hakenförmigen Blattrandzähnen vorliegen, stimmen diese in ihrer Morphologie mit den Angaben für *Platanus leucophylla* bei ZASTAWNIAK (1980), KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), KOVAR-EDER (1988) und BELZ & MOSBRUGGER (1994) überein. Weitere Synonyme zu dieser Art finden sich unter *Platanus aceroides* GOEPPERT (vgl. BERGER, 1952) und *Platanus platanifolia* (ETTINGSHAUSEN) KNOBLOCH (vgl. bei KNOBLOCH, 1969). Die nomenklatorische Beziehung und Korrektur erläutert KNOBLOCH (1969; 1971).

Platanus leucophylla wird mit der im östlichen und südlichen Nordamerika verbreiteten *Platanus occidentalis* LINNÉ verglichen (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Dieser rezente, laubwerfende Baum besiedelt Auwälder mit feuchten, nährstoffreichen Böden. KNOBLOCH (1969) sieht zudem Beziehungen zur rezenten *Platanus orientalis* LINNÉ. Im Mittel- und Obermiozän ist *Platanus leucophylla* in Europa weit verbreitet und noch aus dem Pliozän bekannt. Die Funde vom Mitteloligozän bis ins Untermiozän sind nach KNOBLOCH (1969) jedoch zweifelhaft.

Platanus leucophylla ist ein sommergrünes Element und ein wichtiger Bestandteil des flußbegleitenden Auwaldes (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: C/D – 78.376/1, 78.380/3, 78.382/1, 78.383/1, 78.387/1, 78.388/1, 78.402/6.

3.8. Hamamelidaceae

3.8.1. *Liquidambar* LINNÉ

3.8.1.1. *Liquidambar europaea* BRAUN

Taf. 3 Fig. 3

- * 1836 *Liquidambar europeum*. - BRAUN in BUCKLAND 1836: 513. Öhningen (Deutschland).
- v 1995 *Liquidambar europaea* A. BRAUN 1836. - KOVAR-EDER et al.: 325, Taf. 1 Fig. 12-14. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

B e s c h r e i b u n g : Blattfragmente symmetrisch; handförmig gelappt, drei- oder fünfflappig; ein unvollständiger Mittellappen länger 75 mm (N=1); Länge der Seitenlappen 25-71 mm (N=3), die beiden äußeren Lappen immer kürzer; Buchten zwischen den Lappen spitz. Lappenspitzen acut oder acuminat. Blattbasis cordat oder truncat. Blattrand regelmäßig einfach gezähnt; Zähne klein, apikalwärts gerichtet, in acuter oder obtuser Ausbildung, apikaler

Rand konvex, selten gerade, basaler Rand konvex, mit spitzem Sinus, in Drüsen endend. Blattstiel gerade, unverdickt; länger 21 mm (N=1). Nervatur basal actinodrom; drei oder fünf Hauptnerven, die äußersten Hauptnerven können bei fünfklappigen Blättern leicht suprabasal entspringen; mittlerer Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt; seitliche Hauptnerven moderat, gerade oder schwach gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem mittleren und den ersten seitlichen Hauptnerven 46-59° (N=3), jener zu den zweiten seitlichen Hauptnerven 85-124° (N=3). Zahlreiche Sekundärnerven erkennbar. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : Die makroskopischen Merkmale der vorliegenden Blattreste stimmen mit den Angaben für *Liquidambar europaea* bei CHRISTENSEN (1976), MAI & WALTHER (1978; 1991), HUMMEL (1983), KOVAR-EDER (1988), BELZ & MOSBRUGGER (1994) und KNOBLOCH & KVACEK (1996) überein. Neben fünfklappigen Blättern kommt hier auch ein dreilappiges Blatt vor. Das überwiegende Vorkommen dreilappiger Blätter im Untermiozän und ein zunehmendes Auftreten der fünfklappigen Formen bis ins Pliozän wird schon von BUZEK (1971) festgestellt. Diese Tatsache (vgl. aber GIVULESCU, 1986) wird einer These zur phylogenetischen Entwicklung zugrundegelegt (vgl. GREGOR et al., 1989).

Liquidambar europaea wird seit BRAUN (1845) mit der nordamerikanischen *Liquidambar styraciflua* LINNÉ verglichen, bei der nahezu keine großmorphologischen Unterschiede zur fossilen Art bestehen (vgl. KNOBLOCH, 1969). Diese laubwerfenden Bäume mit drei- und fünfklappigen Blättern (vgl. BUZEK, 1971) sind typisch für Hartholzauwälder, wo sie teilweise dominant sind. Sie kommen aber auch in Ulmen-Silberahornwäldern (vgl. KNAPP, 1965) vor. An ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze ist in Nordamerika nach HANTKE (1954) folgende klimatische Indikation gegeben: mittlere Jahrestemperatur 11°C, mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats 20°C, mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats -6°C. Die kleinasiatische Reliktart *Liquidambar orientalis* MILLER, bei der ebenfalls fünfklappige Formen überwiegen, zeigt zwar Ähnlichkeiten zu *Liquidambar europaea*, die engere Beziehung wird nach den meisten Autoren (vgl. BUZEK, 1971; CHRISTENSEN, 1976; HUMMEL, 1983) aber zwischen *Liquidambar europaea* und *Liquidambar styraciflua* LINNÉ gesehen. Für die dreilappige, ostasiatische Art *Liquidambar formosana* HANCE sind wahrscheinlich keine Äquivalente im europäischen Tertiär zu finden (vgl. KNOBLOCH, 1969). Die Ausbreitung von *Liquidambar europaea* ist wahrscheinlich ab dem Paläozän von Grönland und Alaska aus erfolgt. Die Einwanderung in Europa wird jedoch aus dem Osten vermutet (vgl. KNOBLOCH, 1969). Erstmals tritt diese Art nach MAI & WALTHER (1978) in Europa im Mitteloligozän in Erscheinung. Sie ist im Mio- und Pliozän weit verbreitet und aus zahlreichen Fundstellen bekannt. Gegen Ende des Pliozäns verschwindet sie jedoch aus Europa (vgl. KNOBLOCH, 1969; KOVAR-EDER & GIVULESCU et al., 1995).

Liquidambar europaea gilt als sommergrünes Element im flußbegleitenden Auwald (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: H1 – 78.237/1=78.238/1, 78.314/3; H2 – ?78.210/2.

3.8.2. *Parrotia* MEYER

3.8.2.1. *Parrotia pristina* (ETTINGSHAUSEN) STUR

Taf. 3 Fig. 4

- * 1851 *Styrax pristinum* ETTINGSH. - ETTINGSHAUSEN: 19, Taf. 3 Fig. 9. Arsenal (Wien).
- 1867 *Parrotia pristina* ETT sp. - STUR: 192f, Taf. 5 Fig. 2-3. Arsenal (Wien) und andere.
- v 1995 *Parrotia pristina* (ETTINGSHAUSEN 1851) STUR 1867. - KOVAR-EDER et al.: 324f, Taf. 1 Fig. 11. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

Beschreibung: Blätter symmetrisch; oblong, elliptisch oder ovat; Blattlänge 46-56 mm (N=3); Blattbreite 23-34 mm (N=3); Blattindex 1,6 (N=2). Blattspitze acuminat, acut oder abgerundet. Blattbasis obtus, abgerundet oder cordat. Blattrand im unteren Teil ganzrandig, im oberen Teil crenat; Zähne groß, mit spitzem oder abgerundetem Sinus, in variabler Anordnung und Ausbildung. Blattstiel unvollständig oder nicht erhalten. Nervatur basal oder suprabasal unvollkommen acrodrom; drei Hauptnerven; mittlerer Hauptnerv moderat, gerade oder leicht gebogen, unverzweigt; seitliche Hauptnerven schwach, deutlich gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem mittleren und den seitlichen Hauptnerven 14-36° (N=5). Sekundärnerven craspedodrom; 4-7 (N=5) Sekundärnervenpaare in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven gerade oder leicht gebogen, selten verzweigt; im basalen Teil treten von den Sekundärnerven Nervillen aus, die sich gegen den Blattrand schlingenförmig miteinander verbinden; Winkel zwischen den Hauptnerven und den Sekundärnerven 45-80° (N=5). Tertiärnerven annähernd im rechten Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; ein- oder mehrmals gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen einfach oder gegabelt. Areolen gut entwickelt.

Bemerkung: Die untersuchten Blattreste zeigen in ihrer Morphologie eine gute Übereinstimmung mit den Beschreibungen für *Parrotia pristina* bei BUZEK (1971), ZASTAWNIK (1972; 1980), MAI & WALTHER (1988), FISCHER & HABLY (1991) und BELZ & MOSBRUGGER (1994). Zahlreiche Synonyme finden sich vor allem in der älteren Literatur auch unter *Parrotia fagifolia* (GOEPPERT) HEER (vgl. KRÄUSEL, 1919). Die Abgrenzung der Gattung *Parrotia* zu *Fothergilla* LINNÉ ist aufgrund ähnlicher blattmorphologischer Merkmale äußerst schwierig (vgl. TRALAU, 1963). POP (1936) verweist dazu auf die unterschiedliche Länge des Blattstieles. Eine Unterscheidung nach

der Nervatur – wie sie ILJINSKAJA (1959) vorschlägt – scheint ebenfalls schwer durchführbar zu sein (vgl. BUZEK, 1971; HUMMEL, 1983). Nach KNOBLOCH & KVACEK (1976) sind Donatien in der Abzweigung der Sekundärnerven von den Hauptnerven ein wichtiges gattungsspezifisches Merkmal. Da das vorliegende Material keine epidermalen Strukturen aufweist, kann dieses anatomische Merkmal nicht untersucht werden. Die hierher gestellten Blattreste sind daher als Morphospezies im Sinne von BUZEK (1971) und KOVAR-EDER (1988) aufzufassen, wobei diese die Blätter beider Gattungen umfassen kann.

Als Rezentvergleich dient nach TRALAU (1963) u.a. die in Nordpersien beheimatete *Parrotia persica* MEYER, deren klimatischer Anspruch nach HUMMEL (1983) von einem humiden, subtropischen Klima mit einer mittleren Jahrestemperatur von 14-15°C und einer mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 1.200-2.000 mm am Kaspischen Meer bis zu einem kontinentalen Klima mit niedrigeren Temperaturen in den Gebirgen reicht. Möglich wäre auch ein Vergleich mit *Fothergilla gardenii* MURRAY, die im atlantischen Nordamerika vorkommt (vgl. POP, 1936). Fossil ist *Parrotia* in Mitteleuropa vom Untermiozän bis ins Pleistozän bekannt (vgl. MAI & WALTHER, 1988) und vor allem im Obermiozän und Pliozän weit verbreitet.

Parrotia pristina gilt als Element im mesophytischen Wald (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E2 – 78.008/2; H1 – 78.314/1, 78.366/1-2, 12.

3.9. Ulmaceae

3.9.1. *Ulmus* LINNÉ

3.9.1.1. *Ulmus carpinooides* GOEPPERT emend ILJINSKAJA

Taf. 3 Fig. 5

- * 1855 *Ulmus carpinooides* G. - GOEPPERT: 28f, Taf. 13 Fig. 4-9, Taf. 14 Fig. 1. Sosnica (Schossnitz, Polen).
- 1982 *Ulmus carpinooides* GOEPP. - ILJINSKAJA, in TAKHTAJAN: 7ff, Taf. 4 Fig. 1-5, 8-12, Abb 1.
- v 1990 *Ulmus carpinooides* GOEPPERT 1855 emend MENZEL 1906. - KOVAR-EDER & KRÄINER 1990: 20, Taf. 2 Fig. 9-10. Wörth (Steiermark).
- v 1995 *Ulmus carpinooides* GOEPPERT 1855 emend MENZEL 1906. - KOVAR-EDER et al.: 328, Taf. 3 Fig. 1-10. Neuhaus /Klausenbach (Burgenland).

Beschreibung: Blätter symmetrisch oder schwach asymmetrisch; elliptisch, ovat oder obovat; Blattlänge 53-67 mm (N=6); Blattbreite 21-36 mm (N=6); Blattindex 1,6-2,7 (N=6). Blattspitze acut oder attenuat. Blattbasis asymmetrisch; obtus oder cordat. Blattrand regelmäßig einfach oder doppelt gezähnt; Zähne klein, in acuter oder obtuser Ausbildung, apikaler Rand

konvex, basaler Rand gerade oder konkav, mit spitzem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv schwach, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven einfach craspedodrom; 12-16 (N=7) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 0,7-4 mm (N=7); Sekundärnerven gerade oder leicht gebogen, manchmal verzweigt, münden in die Hauptzähne; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 43-50° (N=7). Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : Die Unterscheidung der zahlreichen miozänen *Ulmus*-Arten, deren morphologische Variationsbreite, artliche Abgrenzung und nomenklatorischen Beziehungen eine nach wie vor ungelöste Problematik darstellen, ist äußerst schwierig (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976; ILJINSKAJA, in TAKHTAJAN 1982; KOVAR-EDER, 1988; MAI & WALTHER, 1988; BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Dies zeigt sich in einer unterschiedlichen Anwendung der Artnamen bei verschiedenen Autoren (vgl. SCHLECHTENDAL, 1896; MENZEL, 1906; KRÄUSEL, 1919; HANTKE, 1954). Nach morphologischen Kriterien können die vorgefundenen Blattreste dem Formenkreis *Ulmus carpinoides* – *Ulmus pyramidalis* – *Ulmus longifolia* – *Ulmus ruszowensis* zugeordnet werden. Ausführliche Synonymielisten und Beschreibungen dieses Formenkreises finden sich bei den obengenannten Autoren. Blätter von *Ulmus longifolia* UNGER können nach SCHLECHTENDAL (1896), KOVAR-EDER (1988) und BELZ & MOSBRUGGER (1994) unter *Ulmus carpinoides* vereinigt werden. Auf die Ähnlichkeit von *Ulmus ruszowensis* HUMMEL zu *Ulmus carpinoides* und *Ulmus pyramidalis* weist bereits HUMMEL (1983) selbst hin. *Ulmus pyramidalis* GOEPPERT emend ILJINSKAJA in TAKHTAJAN soll sich nach ILJINSKAJA (in TAKHTAJAN 1982) und MAI & WALTHER (1991) von *Ulmus carpinoides* insbesondere durch die höhere Zahl an Sekundärnerven und in der Ausbildung der Blattrandzählung unterscheiden. Ebenfalls durch die Blattrandzählung könnte *Ulmus plurinervia* UNGER von *Ulmus carpinoides* abgegrenzt werden (vgl. HANTKE, 1954; ANDREANSZKY, 1959; KOVAR-EDER, 1988). Die hier oft unvollständig vorliegenden Blätter mit einem meist schlecht erhaltenen Blattrand erschweren die artliche Zuordnung, die aber zu *Ulmus carpinoides* im Sinne einer Sammelart erfolgen kann. Letztlich soll auf die Möglichkeit einer evolutionären Reihe, die mehrere Arten enthält und in ihrer Abgrenzung unsicher sein kann, hingewiesen werden (vgl. MAI & WALTHER, 1991). Da bei einigen wenigen Blättern ein etwas größerer Abstand zwischen den Sekundärnerven auftritt, kann bei diesen auch eine Zugehörigkeit zu *Carpinus* LINNÉ nicht gänzlich ausgeschlossen werden. *Ulmus carpinoides* wird von CHRISTENSEN (1976) und von BELZ & MOSBRUGGER (1994) mit der rezenten *Ulmus alata* MICHAUX, einer laubwerfenden Ulme der Tiefländer des südöstlichen Nordamerika, verglichen. Zudem weisen ILJINSKAJA (in TAKHTAJAN 1982) und MAI & WALTHER (1988) auf Ähnlichkeiten zu *Ulmus americana* LINNÉ, *Ulmus carpinifolia* GLEDITSCH, *Ulmus glabra* HUDSON und *Ulmus laevis* PALLAS hin. Die Beziehung zu den rezenten Arten kann aber nicht als geklärt angesehen werden (vgl. FERGUSON, 1971; MAI & WALTHER, 1991).

Ulmus carpinoides gilt als sommergrünes Element im flußbegleitenden Auwald, das überwiegend nährstoffreiche, feuchte Standorte besiedelt, klimageographisch aber indifferent ist (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: C/D – 78.356/1-6, 78.360/1-2, 78.361/1, 78.362/1-2, 78.367/5, 78.375/2, 78.377/2, 78.380/2, 78.384/2, 78.389/1-2, 78.390/1, 78.391/1, 78.392/1, 78.393/2-3, 78.394/1-3, 78.395/1, 78.396/1-3, 78.397/1, 78.398/1-2, 78.399/1, 78.400/1, 78.401/1, 78.402/1-4, 78.403/1-3, 78.404/1-8; E2 – 78.037/3.

3.9.1.2. cf *Ulmus* sp. – Frucht

Taf. 2 Fig. 3

Beschreibung: Geflügelte Frucht; rundlich-oval; Durchmesser der Frucht 8-10 mm (N=1); Samenfach elliptisch; Flügelrand ganzrandig, an der Spitze leicht eingekerbt; Nervatur nur schwach erkennbar.

Bemerkung: Die vorliegende Flügelfrucht zeigt morphologische Ähnlichkeiten zu Ulmenfrüchten (vgl. MANCHESTER, 1989b). Wegen des schlechten Erhaltungszustandes kann eine sichere systematische Einordnung jedoch nicht vorgenommen werden. Die Zugehörigkeit zu den als *Craigia brononii* (UNGER) KVACEK et BUZEK et MANCHESTER (vgl. BUZEK et al., 1989; KVACEK et al., 1991) und früher als *Pteleaecarpum* WEYLAND (vgl. WEYLAND, 1948; BUZEK, 1971) beschriebenen Flügelfrüchten wäre ebenfalls möglich.

Belegmaterial: H2 – 78.348/1.

3.10. Juglandaceae

3.10.1. *Juglans* LINNÉ

3.10.1.1. *Juglans acuminata* BRAUN ex UNGER

Taf. 3 Fig. 6

- 1845 *Juglans (Carya?) acuminata* mihi. - BRAUN: 170. Öhningen (Deutschland).
- * 1850b *Juglans acuminata* ALEX. BRAUN. - UNGER: 468. Öhningen (Deutschland), Parschlug (Steiermark).
- v 1990 *Juglans acuminata* A. BRAUN 1845 ex UNGER 1850. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 19f, Taf. 2 Fig. 5-8, Abb 6/2-3. Wörth (Steiermark).
- v 1995 *Juglans acuminata* A. BRAUN 1845 ex UNGER 1850. - KOVAR-EDER et al.: 328, Taf. 3 Fig. 13-15. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

Beschreibung: Fiederblätter asymmetrisch; oblong oder elliptisch; Blattlänge 43- länger 81 mm (N=3); Blattbreite 27-48 mm (N=3); Blattindex

1,6-1,7 (N=2). Blattspitze acuminat. Blattbasis asymmetrisch; obtus, cuneat oder abgerundet. Blattrand ganzrandig. Blattstiel gerade; 3-5 mm (N=2) lang. Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade oder leicht gebogen, unverzweigt. Sekundärnerven brochidodrom; 8-13 Sekundärnervenpaare (N=3); Abstand zwischen den Sekundärnerven 4-10 mm (N=3); Sekundärnerven gerade oder gebogen, ab der Hälfte ihrer Länge, meist aber erst kurz vor dem Blattrand verzweigt; Gabeläste zweier benachbarter Sekundärnerven verbinden sich schlingenförmig miteinander; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 62-75° (N=3); 1-3 (N=3) Zwischensekundärnerven vorhanden. Tertiärnerven annähernd in rechten Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Weitere Details zur Nervatur schlecht erhalten.
 B e m e r k u n g : Die hier vorliegenden Fiederblätter stimmen in ihrer Morphologie mit den bei WALTHER (1964), GIVULESCU & GHIURCA (1969), KNOBLOCH (1969), CHRISTENSEN (1976) und KOVAR-EDER (1988) als *Juglans acuminata* beschriebenen Exemplaren überein.

Juglans acuminata, die eine Sammelart für ganzrandige *Juglans*-Blätter ist, wird aufgrund ihrer Ganzrandigkeit mit der rezenten *Juglans regia* LINNÉ verglichen, die in Osteuropa und in Asien an warmen, schattigen Standorten in mesophytischen Wäldern vorkommt (vgl. WALTHER, 1964; GIVULESCU & GHIURCA, 1969). KNOBLOCH & KVACEK (1976) sehen hingegen größere anatomische Ähnlichkeiten bei ihren Funden zu *Juglans rupestris* ENGELMANN. In Europa ist *Juglans acuminata* nach MAI (1995) vom Oligozän bis ins Pliozän verbreitet.

Juglans acuminata kommt in warmen Gebieten im mesophytischen Wald vor (vgl. MAI, 1995), kann aber auch ein Bestandteil auf nährstoffreichen, nicht zu feuchten Böden in Auwäldern sein (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990).

B e l e g m a t e r i a l : E2 – 78.026/1; E4 – 78.255/1; H2 – 78.231/1, 78.411/1.

3.10.2. *Pterocarya* KUNTH

3.10.2.1. *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILJINSKAJA

Taf. 2 Fig. 4

- * 1849 *Prunus paradisiaca* UNG. - UNGER: 7, Taf. 14 Fig. 22.
Swoszowice (Polen).
- 1962 *Pterocarya paradisiaca* (UNG) ILJINSKAJA. - ILJINSKAJA: 104.
Swoszowice (Polen).

B e s c h r e i b u n g : Geflügelte Früchte; rund bis länglich-oval; Durchmesser des Fruchtfaches 3-5 mm (N=2). Zwei symmetrisch angeordnete, miteinander verwachsene Flügel; Flügel asymmetrisch; Durchmesser der Flügel 4-7 mm (N=2); Flügelrand leicht gewellt; Nervatur radial, nach außen dichotom gegabelt.

B e m e r k u n g : Die hier untersuchten Früchte lassen sich gut mit den Angaben für Fruchtreste von *Pterocarya* bei KRÄUSEL (1920a), HANTKE (1954), GREGOR (1980; 1982) MANCHESTER & DILCHER (1982) und MANCHESTER (1987) vergleichen. Nach Meinung verschiedener Autoren (vgl. KNOBLOCH, 1969) besteht nach der Revision dieser Gattung durch ILJINSKAJA (1962) im europäischen Miozän wahrscheinlich *Pterocarya paradisiaca* als einzige Art, wodurch eine Zuordnung der vorliegenden Abdrücke zu dieser Art gerechtfertigt ist.

Pterocarya paradisiaca wird mit der im Kaukasus verbreiteten *Pterocarya fraxinifolia* (LAMARCK) SPACH verglichen. Dieser bis zu 20 m hohe, laubwerfende Baum bevorzugt Standorte in der Nähe von Gewässern (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976). Er ist nach KRÜSSMANN (1978) winterhart, aber empfindlich gegen Spätfröste. Beziehungen der miozänen Art zu rezenten ostasiatischen Arten werden jedoch nicht ausgeschlossen (vgl. BERGER, 1952; KNOBLOCH & KVACEK, 1976). Das Vorkommen von *Pterocarya paradisiaca* reicht nach MAI & WALTHER (1988) in Europa vom Oberoligozän bis ins Oberpliozän. Überwiegend ist diese Art mit Blättern, seltener mit Früchten vertreten (vgl. KOVAR-EDER, 1988).

Pterocarya paradisiaca ist ein sommergrünes Element im flußbegleitenden Auwald und im mesophytischen Wald. (vgl. MAI, 1995).

B e l e g m a t e r i a l : E2 – 78.024/3, 78.116/3, 78.141/1.

3.11. Myricaceae

3.11.1. *Comptonia* L'HERITIER ex AITON

3.11.1.1. *Comptonia oeningensis* BRAUN

Taf. 4 Fig. 1

- * 1845 *Comptonia oeningensis* mihi. - BRAUN: 168. Öhningen (Deutschland).
- 1996 *Comptonia oeningensis* AL. BRAUN. - KNOBLOCH & KVACEK: 57f, Taf. 12 Fig. 1, 3-4. Olesnik, Mydlovary (Tschechien).

B e s c h r e i b u n g : ◇ Blätter symmetrisch; oblong oder elliptisch; Blattlänge 80-102 mm (N=5); Blattbreite 10-21 mm (N=5); Blattindex 3,5-5,2 (N=5). Blattspitze acut oder attenuat. Blattbasis cuneat. Blattrand fiederteilig gelappt; Lappen apikalwärts gerichtet; Buchten zwischen den Lappen spitz; Einschnitte der Lappen reichen mindestens bis zur Hälfte des Lappens, meist aber bis nahe zum Mittelnerv; Lappenspitzen acut, acuminat, abgerundet oder mucronat. Blattstiel verdickt; bis 3 mm lang (N=3). Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven semicraspedodrom; mehr als ein Sekundärnerv zieht in jeden Lappen; Abstand zwischen den Sekundärnerven 3-6 mm (N=5); Sekundärnerven gerade oder leicht gebogen, verzweigt oder unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und

den Sekundärnerven 40-70° (N=5). Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; gegabelt. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : ◊ Die fiederteilige Blattspreite und die typische Nervatur rechtfertigt die Zuordnung dieser Exemplare zu den bei HANTKE (1954) und KNOBLOCH & KVACEK (1996) als *Comptonia oeningensis* bezeichneten Blattresten, deren taxonomische Stellung bei der Gattung *Comptonia* aber nicht unzweifelhaft ist. Bei einigen Blättern bereitet die Abgrenzung zu *Myrica vindobonensis* (ETTINGSHAUSEN) HEER (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1996) Schwierigkeiten, da der Nervaturverlauf nicht eindeutig erkennbar ist. Nach KNOBLOCH & KVACEK (1996) sind aber fiederteilige Blätter mit mehr als einem Nerv pro Lappen zu *Comptonia* zu stellen.

Comptonia oeningensis läßt sich mit der rezenten *Comptonia asplenifolia* LINNÉ, die im atlantischen Nordamerika in den *Comptonia*-Kleinstrauchheiden vorkommt, nicht näher vergleichen. Die oligo-miozäne Entwicklung mit laubwerfenden Formen wird als Anpassung an ein periodisches, wintertrockenes Klima interpretiert. In Europa ist die Gattung *Comptonia* im Pliozän ausgestorben (vgl. MAI & WALTHER, 1978).

Vom heutigen Reliktvorkommen kann nicht auf die Ansprüche der fossilen Vertreter geschlossen werden. Die Sträucher von *Comptonia* kommen aber gemeinsam mit *Myrica* häufig in azonalen Gesellschaften vor. Bevorzugt besiedeln sie gestörte Standorte in Pionier-, Au-, Bruch- und Sumpfwäldern (vgl. HANTKE, 1954; MAI, 1995).

B e l e g m a t e r i a l : H1 – 78.320/1; H2 – 78.168/1, 78.185/1, 78.186/1=78.192/1, 78.187/1=78.188/1, 78.189/1, 78.190/1-2=78.191/1-2, 78.316/1, 78.317/1, 78.318/1, 78.322/1, 78.325/1.

3.11.2. *Myrica* LINNÉ

3.11.2.1. *Myrica lignitum* (UNGER) SAPORTA

Taf. 4 Fig. 2-3

- * 1847 *Quercus lignitum* UNG. - UNGER: 113, Taf. 31 Fig. 5-7. Parschlug (Steiermark).
- 1865 *Myrica (Dryandroides) lignitum* (UNG) SAP. - SAPORTA: 102f, Taf. 5 Fig. 10. Armissan, Peyriac (Frankreich).
- v 1990 *Myrica lignitum* (UNGER 1847) SAPORTA 1865. - KOVAR-EDER & KRAINER: 19, Taf. 3 Fig. 1-5, Abb 8/1-6. Wörth (Steiermark).
- v 1991 *Myrica lignitum* (UNGER 1847) SAPORTA 1865. - KOVAR-EDER & KRAINER: 741. Reith (Steiermark).
- v 1995 *Myrica lignitum* (UNGER 1847) SAPORTA 1865. - KOVAR-EDER et al.: 327, Taf. 1 Fig. 20-22. Neuhaus/Klausenbach (Burgenl.).

B e s c h r e i b u n g : ◊ Blätter symmetrisch; oblong oder elliptisch; Blattlänge 78 bis länger 120 mm (N=7); Blattbreite 12-18 mm (N=7); Blattindex 6,0-12,5 (N=7). Blattspitze acut, selten attenuat. Blattbasis cuneat. Blattrand ganzrandig oder ganz bis mehr als $\frac{3}{4}$ unregelmäßig einfach gezähnt; Zähne klein, in acuter oder obtuser Ausbildung, apikaler Rand gerade oder konvex, basaler Rand Konvex, mit spitzem Sinus. Blattstiel gerade oder leicht gebogen; länger 8 mm (N=4). Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade oder leicht gebogen, unverzweigt. Sekundärnerven bei Ganzrandigkeit brochidodrom, bei gezähntem Blattrand semicraspedodrom; zahlreiche Sekundärnerven in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven gerade oder leicht gebogen, meist verzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 65-90° (N=7); 1-3 (N=7) Zwischensekundärnerven, einfach. Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; mehrmals gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz.

B e m e r k u n g : ◊ Die vorgefundenen Blätter zeigen in ihrer Morphologie eine gute Übereinstimmung mit den Beschreibungen bei JUNG (1963), KNOBLOCH & KVACEK (1976; 1996), KOVAR (1982), HUMMEL (1983) und KOVAR-EDER (1988) für *Myrica lignitum*, die eine Sammelart für die blattmorphologisch sehr variablen *Myrica*-Arten darstellt (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1996).

Nach KNOBLOCH & KVACEK (1976) ist keine rezente Art mit *Myrica lignitum* übereinstimmend. KOVAR (1982) beschreibt Ähnlichkeiten zu *Myrica cerifera* LINNÉ, einem bis zu 12 m hohen, immergrünen, im atlantischen Nordamerika beheimateten Baum (vgl. KRÜSSMANN, 1977). In Europa wird *Myrica lignitum* vom Oberoligozän bis ins Obermiozän beschrieben (vgl. KOVAR, 1982).

Myrica lignitum ist ein wichtiges Element azonaler Standorte, das – oft als Pioniergehölz – an moorigen Standorten, auf sandigen Flußbänken oder in Bruch- und Sumpfwäldern vorkommt. Sowie rezent, sind wahrscheinlich auch im Tertiär zwei Vegetationstypen ausgebildet, die einerseits Anteile an der kohlebildenden Vegetation oder der Strauchschicht von Sumpfwäldern stellen und andererseits in der Strauchschicht der subtropischen Lorbeer- und Regenwälder vorkommen (vgl. MAI, 1995).

B e l e g m a t e r i a l : E4 – 78.364/1=78.365/1; E5/6 – ?78.291/1-6; F – ?78.448/1, ?78.449/1; H1 – 78.239/1-4, 6-9; H2 – 78.167/1-3, 78.169/1, 78.170/1=78.171/1, 78.172/1, 78.173/1, 78.174/1=78.175/1, 78.176/1, 78.177/1-2, 78.180/1-2, 78.181/1, 78.182/1=78.183/1, 78.184/1, 78.187/2 =78.188/3, 78.188/2, 78.218/1=78.219/1, 78.316/2, 78.317/2, 78.326/1, 78.327/1, 78.328/1, 78.329/1, 78.353/2-3.

3.12. Fagaceae

3.12.1. *Quercus* LINNÉ

3.12.1.1. *Quercus neriifolia* BRAUN

Taf. 5 Fig. 1

- 1845 *Salix neriifolia* mihi. - BRAUN: 170. Öhningen (Deutschland).
* 1850b *Quercus neriifolia* ALEX. BRAUN Manusc. - BRAUN, in UNGER: 403. Öhningen (Deutschland).
1965 *Quercus neriifolia* A. BRAUN 1845 non v. SEEMANN 1897. - HANTKE: 27ff, Taf. 4 Fig. 1-3. Öhningen (Deutschland).

B e s c h r e i b u n g : ◊ Blätter symmetrisch; oblong oder elliptisch; Blattlänge 87-165 mm (N=8); Blattbreite 10-28 mm (N=8); Blattindex 4,5-7,0 (N=8). Blattspitze attenuat. Blattbasis cuneat. Blattrand ganzrandig. Blattstiel gerade oder gebogen; verdickt; 6-14 mm lang (N=8). Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven brochidodrom; zahlreiche Sekundärnerven mit einem Abstand von 3-7 mm (N=8); Sekundärnerven gebogen, verzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 72-90° (N=8); bis zu 3 (N=8) Zwischensekundärnerven. Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Areolen gut entwickelt.

B e m e r k u n g : ◊ Charakteristisch für diese hier vorliegenden Blätter ist der meist nahezu horizontale Verlauf der Sekundärnerven, die Schlingenbildung dieser nahe des Blattrandes und die dortige Aufgabelung der Sekundärnerven. Diese morphologischen Merkmale zeigen die bei HANTKE (1965: Taf. 4 Fig. 2-3) wiedergegebenen Originale zu HEER (1856) sowie die bei JÄHNICHEN (1966) und WALTHER (1994) als *Quercus neriifolia* bezeichneten Blattreste, sodaß eine Zuordnung zu dieser Art – obwohl kutikularanalytische Untersuchungen an inkohlten Resten ergebnislos bleiben – gerechtfertigt ist. Die vorliegenden Blätter von *Quercus neriifolia* sind von *Quercus lusatica* JÄHNICHEN (vgl. JÄHNICHEN, 1966), die von KNOBLOCH & KVACEK (1976) mit *Illicium rhenanum* KRÄUSEL et WEYLAND zu *Quercus rhenana* (KRÄUSEL et WEYLAND) KNOBLOCH et KVACEK vereinigt wird sowie auch von *Quercus rhenana* (KRÄUSEL et WEYLAND) KNOBLOCH et KVACEK (vgl. KOVAR-EDER, 1996) deutlich verschieden. Bemerkenswert ist daher die hohe morphologische Übereinstimmung mit dem aus dem Tagebau Oder II von KNOBLOCH & KVACEK (1976) beschriebenen Material von *Quercus rhenana* (KRÄUSEL et WEYLAND) KNOBLOCH et KVACEK.

Bereits HEER (1856) und auch JÄHNICHEN (1966) sehen die nächsten Verwandten von *Quercus neriifolia* in den nordamerikanisch-mexikanischen, ganzrandigen *Quercus*-Arten. Die untersuchten Blätter zeigen bei Rezentvergleichen eine gute morphologische Übereinstimmung mit Eichenblättern aus der Sektion *Erythrobalanus* SPACH, insbesondere mit *Quercus phellos*

LINNÉ, die auf frischen bis feuchten Böden im südöstlichen Nordamerika in Wäldern und Auwäldern mit *Liquidambar styraciflua* LINNÉ und *Ulmus americana* LINNÉ (vgl. KNAPP, 1965) vorkommt, aber auch mit *Quercus imbricaria* MICHAUX, die im östlichen Nordamerika verbreitet ist (vgl. KRÜSSMANN, 1978). *Quercus neriifolia* ist jedenfalls eine obermiozäne-pleozäne Eiche (vgl. JÄHNICHEN, 1966). Oftmals werden jedoch ältere Funde zu dieser Art gestellt (vgl. MAI & WALTHER, 1985), deren Beziehungen zu den obermiozänen-pleozänen Formen aber noch nicht gänzlich geklärt sind. *Quercus neriifolia* gilt als Element, das in den mesophytischen Wäldern und in Auwäldern – vorzugsweise auf trockeneren Standorten – vorkommt (vgl. MAI, 1995).

B e l e g m a t e r i a l : E2 – ?78.036/2, 78.040/4, 78.137/6, 78.257/13; E3 – 78.262/2; E4 – 78.242/1-2, 78.243/1, 78.245/1-7, 11-12, 78.248/1-2, 78.249/4, 78.251/2, 78.256/2; E5/6 – 78.282/2-5, 78.283/1-5, 78.284/1-4, ?78.288/1, 78.292/1, 78.294/1-16, 78.357/1; H1 – 78.239/?5, 10.

3.12.1.2. *Quercus cf pseudocastanea* GOEPPERT emend WALTHER et
ZASTAWNIAK
Taf. 6 Fig. 1

- * 1852 *Quercus pseudo-castanea* GÖPP. - GOEPPERT: 271f, Taf. 3 Fig. 1-2. Maltzyce (Maltsch, Polen).
- 1991 *Quercus pseudocastanea* GOEPPERT emend WALTHER et ZASTAWNIAK. - WALTHER & ZASTAWNIAK: 169ff, Taf. 2 Fig. 2-3, 5-6, Taf. 3 Fig. 1-6, 8. Maltzyce, Sosnica (Polen).

B e s c h r e i b u n g : Blattfragment symmetrisch; elliptisch; ein unvollständiges Blatt länger 60 mm (N=1); Blattbreite 35 mm (N=1). Blattspitze und -basis nicht erhalten. Blattrand einfach gezähnt; Zähne groß, in obtuser Ausbildung, apikaler Rand konkav oder gerade, basaler Rand konvex, mit abgerundetem Sinus. Nervatur pinnat; Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven einfach craspedodrom; leicht gebogen; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven ca. 50° (N=1). Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : Das untersuchte Blattfragment kann nach morphologischen Kriterien mit den bei KOVAR-EDER (1988), MAI & WALTHER (1988), WALTHER & ZASTAWNIAK (1991) und BELZ & MOSBRUGGER (1994) als *Quercus pseudocastanea* bestimmten Exemplaren verglichen werden. Die grundsätzliche Problematik der Zuordnung miozäner, gezähnt-gelappter Blattformen zu *Quercus*-Arten (vgl. KNOBLOCH, 1986; WALTHER, 1994) wird im vorliegenden Fall durch das Vorkommen eines einzelnen, unvollständigen Blattrestes zusätzlich erschwert, sodaß dessen systematische Stellung nicht zweifelsfrei ist. Zudem bestehen auch Ähnlichkeiten zu *Quercus gigas*

GOEPPERT emend WALTHER et ZASTAWNIAK (vgl. WALTHER & ZASTAWNIAK, 1991) und *Quercus kubinyii* (KOVATS ex ETTINGSHAUSEN) BERGER (vgl. KOVAR-EDER, 1988) sowie zu den ab dem Obermiozän auftretenden robroiden Eichen (vgl. MAI & WALTHER, 1988; BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Ausschließlich aufgrund großmorphologischer Ähnlichkeiten kann der bearbeitete Blattrest jedoch am ehesten mit *Quercus pseudocastanea*, die hier aber nur im Sinne einer Morphospezies aufgefaßt werden kann, verglichen werden.

Quercus pseudocastanea wird der rezenten Sektion *Cerris* SPACH, die in Südeuropa, Klein- und Ostasien verbreitet ist, zugerechnet und gilt als primitiver Vorläufer der echten robroiden Eichen (vgl. MENZEL, 1906; KVACEK & WALTHER, 1989; WALTHER, 1994). Zahlreiche rezente Arten zeigen Ähnlichkeiten zu *Quercus pseudocastanea*, sodaß verschiedene Vergleichsarten angeführt werden können (vgl. KOVAR-EDER, 1988; MAI & WALTHER, 1988). In Europa kommt *Quercus pseudocastanea* nach MAI & WALTHER (1988) vom Mittelmiozän bis ins Oberpliozän vor, die Sektion *Cerris* SPACH und die robroiden Eichen sind ab dem Miozän bekannt (vgl. KOVAR-EDER et al., 1996).

Quercus pseudocastanea ist ein sommergrünes Element, das oft waldbildend in den mesophytischen Wäldern vorkommt (vgl. MAI, 1995).

B e l e g m a t e r i a l : H2 – 78.223/1=78.224/1.

3.13. Betulaceae

3.13.1. *Alnus* GAERTNER

3.13.1.1. *Alnus* sp.

Taf. 4 Fig. 5

B e s c h r e i b u n g : Blätter symmetrisch; elliptisch oder obovat; Blattlänge 50 mm (N=1); Blattbreite 32 mm (N=1), größte Blattbreite in der Mitte oder in der oberen Blatthälfte; Blattindex 1,6 (N=1). Blattspitze attenuat oder acut; Blattbasis obtus oder schwach cordat. Blattrand regelmäßig doppelt gezähnt; Zähne klein, in obtuser oder acuter Ausbildung, apikaler und basaler Rand konkav, konvex oder gerade, mit spitzem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven einfach craspedodrom; 6-8 (N=2) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 4-12 mm (N=2); Sekundärnerven leicht gebogen, manchmal verzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 30-42° (N=2). Tertiärnerven annähernd in rechten Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; zum Teil einmal gegabelt. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

B e m e r k u n g : Aufgrund zahlreicher Konvergenzerscheinungen ist eine sichere Abgrenzung der Betulaceen-Gattungen *Alnus*, *Betula* und *Carpinus* LINNÉ mit Hilfe blattmorphologischer Kriterien schwierig (vgl. KOVAR-EDER,

1988; BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Dabei wird häufig auf das Merkmal der Blattform nach KRÄUSEL (1919) verwiesen. Beim untersuchten Material wird die Bestimmung noch durch die geringe Anzahl der Funde erschwert, sodaß keine statistischen Auswertungen (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994) erfolgen können. Die morphologischen Merkmale der hier angeführten Blattreste, deren Zugehörigkeit zur Familie der Betulaceae – insbesondere wegen der im Vergleich zu *Ulmus* geringeren Anzahl an Sekundärnerven – zweifelsfrei sein kann, rechtfertigen jedoch eine Zuordnung zu *Alnus* (vgl. HANTKE, 1954; KNOBLOCH, 1969; 1988; MAI & WALTHER, 1978; 1988; 1991; ZASTAWNIAK, 1980; HUMMEL, 1991b). Obwohl sich enge morphologische Beziehungen zu *Alnus menzelii* RANIECKA-BOBROWSKA (vgl. RANIECKA-BOBROWSKA, 1954; BELZ & MOSBRUGGER, 1994; KOVAR-EDER et al., 1995) nachweisen lassen, wird – wegen der in diesem Fall unsicheren generischen Bestimmung und der schwierigen Abgrenzung zu anderen Arten – auf eine artliche Differenzierung verzichtet.

Die ökologischen Ansprüche der fossilen Arten können mit jenen der Rezenten verglichen werden (vgl. KNOBLOCH, 1969), sie sind sommergrüne Elemente im überschwemmten und flußbegleitenden Au-, Bruch- und Sumpfwald, die auf nassen oder sumpfigen Standorten nahezu eine Alleinherrschaft erreichen können (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E2 – ?78.107/1, ?78.124/1, 78.126/1=78.127/1, 78.138/1, 78.141/6.

3.13.2. *Betula* LINNÉ

3.13.2.1. *Betula* sp.

Taf. 4 Fig. 4

Beschreibung: Blätter symmetrisch; ovat; Blattlänge 51 mm (N=1); Blattbreite 38 mm (N=1); Blattindex 1,3 (N=1). Blattspitze acut. Blattbasis obtus. Blattrand regelmäßig doppelt gezähnt; Zähne klein, in obtuser Ausbildung, apikaler und basaler Rand konvex oder gerade, mit spitzem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven einfach craspedodrom; 6-8 (N=2) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 3-12 mm (N=2); Sekundärnerven leicht gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 38-55° (N=2). Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: Bereits in der Bemerkung zu *Alnus* sp erläutert der Verfasser die Problematik zur Unterscheidung der Betulaceen-Gattungen. Die hier untersuchten Blattreste lassen aufgrund ihrer morphologischen Merkmale und ihres Habitus eher auf eine Zugehörigkeit zu *Betula* schließen (vgl. HANTKE, 1954; KNOBLOCH, 1986; KOVAR-EDER, 1988; HUMMEL, 1991a; b; BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Ebenso wie bei *Alnus* sp wird bei diesen

Blättern wegen der unsicheren generischen Zuordnung und der geringen Anzahl an aufgefundenen Exemplaren auf eine artliche Bestimmung verzichtet. Am ehesten könnten diese aber mit *Betula subpubescens* GOEPPERT emend HUMMEL (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994; KOVAR-EDER et al., 1995) verglichen werden.

Die fossilen Vertreter der Gattung *Betula* sind sommergrüne Elemente im mesophytischen Wald, kommen zudem aber auch in Bruch- und Sumpfwäldern sowie in Pioniergesellschaften vor. Sie gelten als ökologisch anspruchslos und besiedeln sowohl trockene, sandige Böden als auch feuchte Habitats und Sümpfe (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: C/D – 78.381/1-?2, 78.404/11.

3.14. Salicaceae

3.14.1. *Populus* LINNÉ

3.14.1.1. *Populus balsamoides* GOEPPERT

Taf. 7 Fig. 1

- * 1855 *Populus balsamoides* G. - GOEPPERT: 23, Taf. 15 Fig. 5-6. Sosnica (Schossnitz, Polen).
- 1994 *Populus balsamoides* GOEPPERT. - BELZ & MOSBRUGGER: 95ff, Taf. 6 Fig. 7, Taf. 11 Fig. 4-5, Abb 38a. Bergheim, Hambach (Deutschland).
- ?v 1995 *Populus* sp. - KOVAR-EDER et al.: 330, Taf. 5 Fig. 1-2. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

B e s c h r e i b u n g : Blattfragmente symmetrisch; ovat; ein unvollständiges Blatt länger 125 mm (N=1), breiter 90 mm (N=1). Blattspitze nicht erhalten. Blattbasis cordat oder abgerundet. Blattrand unregelmäßig einfach gezähnt oder crenat; Zähne klein, in obtuser Ausbildung, apikaler und basaler Rand konvex, mit abgerundetem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat oder unvollkommen basal acrodrom; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven semicraspedodrom; mehr als 6 (N=8) Sekundärnervenpaare in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven deutlich gebogen, verzweigt; verbinden sich meist nahe des Blattrandes mit den Verzweigungen der nächstfolgenden Sekundärnerven; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 31-64° (N=8); 0-3 (N=8) Zwischensekundärnerven vorhanden. Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen mehrmals gegabelt. Areolen gut entwickelt.

B e m e r k u n g : Die vorgefundenen Blattfragmente stimmen in ihren morphologischen Merkmalen mit den Angaben für *Populus balsamoides* bei HANTKE (1954), RÜFFLE (1963), ZASTAWNIAK (1972), BELZ & MOSBRUGGER (1994) und KNOBLOCH & KVACEK (1996) überein. Ähnlichkeiten bestehen

auch zu den bei KOVAR-EDER et al.(1995) unter *Populus* sp angeführten Blättern. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes des untersuchten Materials kann nicht ausgeschlossen werden, daß dieses dem Formenkreis *Populus crenata* UNGER – *Populus latior* BRAUN – *Populus populina* (BRONGNIART) KNOBLOCH, der der Sektion *Leuce* DUBY zugerechnet wird (vgl. FERGUSON, 1971), angehört. Unterschiede ergeben sich zu diesem insbesondere im Habitus und in der Ausbildung des Blattrandes. Unter Berücksichtigung der Heterophyllie rezenter *Populus*-Arten (vgl. SPITZBERGER, 1982) scheinen die Beziehungen zur Sektion *Tacamahaca* SPACH aber größer zu sein. Zur oligozän-untermiozänen Art *Populus zadachii* HEER zeigen sich Abweichungen im meist weniger spitzen Winkel des basalen Sekundärnervenpaares (vgl. MAI & WALTHER, 1991; WALTHER, 1992).

Als rezente Vergleichsart von *Populus balsamoides* wird *Populus balsamifera* LINNÉ aus der Sektion *Tacamahaca* SPACH betrachtet (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Dieser bis zu 30 m hohe, laubwerfende Baum ist im nordöstlichen Nordamerika beheimatet und kommt in borealen Wäldern, an feuchten Standorten in Auwäldern und an Seeufern vor (vgl. KNAPP, 1965). In Europa ist *Populus balsamoides* nach KNOBLOCH & KVACEK (1996) vom Mittelmiozän bis ins Pliozän verbreitet.

Populus balsamoides gilt als sommergrünes Element im flußbegleitenden Auwald (vgl. MAI, 1995), das häufig in der Weichholzau vorkommt. Die Ansprüche der *Populus*-Arten an das Klima sind nicht charakteristisch (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: C/D – 78.367/1-4, 78.368/1, 78.369/1, 78.370/1-2, 78.371/1-2, 78.372/1, 78.373/1, 78.374/1-4, 78.375/1, 78.377/1, 78.378/1-2, 78.379/1, 78.384/1, 78.385/1, 78.386/1, 78.402/5, 78.403/4-5, 78.404/9-10, 78.405/1, 78.406/1-2.

3.14.2. *Salix* LINNÉ

3.14.2.1. *Salix holzeri* KOVAR-EDER et KRAINER

Taf. 8 Fig. 1-3

- ?v 1988 *Salix* sp. - KOVAR-EDER & KRAINER: 38f, Taf. 2 Fig. 1-6.
Höllgraben (Steiermark).
- v 1990 *Salix* sp. - KOVAR-EDER & KRAINER: 23f, Taf. 6 Fig. 3-6, Taf. 7 Fig. 2, Taf. 8 Fig. 1. Wörth (Steiermark).
- * 1991 *Salix holzeri* n sp. - KOVAR-EDER & KRAINER: 741ff, Taf. 1 Fig. 1-8, 10-13, Taf. 2 Fig. 1-7, Taf. 8 Fig. 10-16, Taf. 9 Fig. 2.
Reith (Steiermark).
- ?v 1995 *Salix* sp 1. - KOVAR-EDER et al.: 329, Taf. 4 Fig. 15. Neuhaus/
Klausenbach (Burgenland).

Beschreibung: Blätter symmetrisch; elliptisch oder oblong; Blattlänge 55-140 mm (100 mm; N=17); Blattbreite 17-38 mm (26 mm; N=17); Blattindex 3,0-5,3 (3,9; N=17). Blattspitze attenuat. Blattbasis symmetrisch, selten asymmetrisch; cordat, selten abgerundet. Blattrand regelmäßig einfach gezähnt; Zähne klein, in acuter oder obtuser Ausbildung, apikaler Rand konvex oder gerade, selten konkav, basaler Rand konvex, mit spitzem Sinus. Blattstiel gerade; länger 18 mm (N=6). Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, selten gebogen, unverzweigt. Sekundärnerven brochidodrom; 14-23 (18; N=17) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 5-12 mm (8 mm; N=17); Sekundärnerven gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 35-45° (42°; N=17); 1-3 (2; N=17) Zwischensekundärnerven, einfach. Tertiärnerven in meist rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen ein- oder mehrmals gegabelt. Areolen gut entwickelt. Zellen der oberen und unteren Epidermis auf der Kutikula isodiametrisch; Zellgröße 10-27 μm (16 μm ; N=18); tetragonal bis polygonal; Kutikularstreifung nicht zu erkennen. Spaltöffnungen auf der Blattunterseite; nicht orientiert; Größe des Stomatakomplexes 12-29 μm (18 μm ; N=12); parazytisch; Nebenzellen meist nur schwach erkennbar. Trichombasen vereinzelt auf der oberen, zahlreich auf der Blattunterseite; Größe der Trichombasen 4-12 μm (8 μm ; N=18); Kranzzellen kegelförmig, radial angeordnet.

Bemerkung: \diamond Sowohl in den anatomischen, aber auch den morphologischen Merkmalen – wie der feinen Blattrandzählung und der cordaten Blattbasis – entsprechen diese Blattreste den Angaben zu *Salix* sp bzw. *Salix holzeri* bei KOVAR-EDER & KRÄINER (1990; 1991). Zudem bestehen Ähnlichkeiten zu den bei KOVAR-EDER & KRÄINER (1988) und KOVAR-EDER et al.(1995) als *Salix* sp und *Salix* sp 1 beschriebenen Blättern. Übereinstimmende Merkmale zeigen die untersuchten Blätter auch zur Sammelart *Salix varians* GOEPPERT (vgl. KRÄUSEL & WEYLAND, 1954; KNOBLOCH & KVACEK, 1976; MAI & WALTHER, 1978; 1988; 1991; BELZ & MOSBRUGGER, 1994), die sich nach KOVAR-EDER & KRÄINER (1991) von *Salix holzeri* durch die unterschiedlich ausgebildete Blattbasis, das Vorkommen einer epikutikularen Striation und die geringere Behaarung unterscheidet. In der Paläobotanischen Sammlung des Steiermärkischen Landesmuseums Joanneum Graz befinden sich in den Sammlungen von „Knoll“ und „Hilber“ zahlreiche als *Salix varians* GOEPPERT publizierte (vgl. KNOLL, 1902), aber auch vorläufig bestimmte Weidenblätter, die die großmorphologischen Merkmale von *Salix holzeri* aufweisen. Diese unter anderem aus sarmatischen Schichten in Andritz und aus pannonen Ablagerungen in Windisch-Pöllau dokumentierten Funde geben damit einen Hinweis auf eine wahrscheinlich ausgedehnte Verbreitung dieses Morphotyps im Steirischen Tertiärbecken.

Salix holzeri ist bis jetzt ausschließlich aus den pannonen Ablagerungen des Steirischen Tertiärbeckens sicher nachgewiesen und kommt in diesem

Gebiet als sommergrünes Pioniergehölz eines Auwaldes fließbegleitend an feuchten und überstauten, vielleicht auch offenen, lichten Standorten vor.

Belegmaterial: E2 – 78.001/1, 78.002/1-2, 78.003/1, 3, 5-6, 78.004/1, 78.005/1, 78.006/2, 78.007/1, 78.008/1, 78.009/1-2, 78.010/1-2, 78.011/1-2, 78.012/1, 78.013/1-3, 5, 78.014/1, 78.015/1, 78.016/1-2, 4-5, 78.017/1, 78.017/2=78.018/1, 78.017/3=78.018/3, 78.018/2, ?4, 5, 78.019/1-2, 78.022/1, 78.023/1, 78.024/1, 4, 78.025/1, 78.027/2-3, 78.028/1-2, 5, 78.029/1-3, 78.034/2, 78.035/2, 78.036/1, 5, 78.037/1-2, 78.038/1, 78.039/1, 78.040/1-2, 78.041/1, 78.042/3, 78.043/1, 78.044/1-2, 78.045/2=78.052/2, 78.046/3-4, 78.048/3, 78.050/2, 78.052/3, 78.054/3-5, 78.059/8, 78.060/2, 78.063/3, 78.071/3, ?78.077/1, 78.085/2, 78.105/2=78.112/2, 78.106/7, 78.109/4, 78.111/2, 78.117/4, 78.119/5, 78.135/1-2, 5-7, 78.137/1, 4-5, 78.140/1, 78.141/2, 5, 78.257/1-8, 10-12; E3 – 78.264/2, 78.265/1-2, 78.266/1-3, 78.267/2-3, 78.268/5-12, 78.272/1-5, 8, 78.408/8-15, 78.409/1-5, ?78.410/1, 78.413/1, 78.414/1-2, 78.415/1-3; E4 – 78.070/1, 78.076/1, 78.093/1, 78.125/1; E5/6 – 78.269/1; H1 – 78.155/3, 78.178/1-2, ?3, 78.217/2, 78.309/4, 78.310/2-5; H2 – 78.331/1, 78.332/1.

Kutikularpräparate: 1/78.070/1, 2/78.076/1, 3/78.093/1, 4/78.125/1.

3.14.2.2. *Salix* sp.

Bemerkung: Der Vollständigkeit halber werden einige Blattreste unter *Salix* sp. angeführt, bei denen eine Zugehörigkeit zu *Salix* vermutet werden kann, die sich aber aufgrund der schlechten Erhaltung nicht näher bestimmen lassen.

Belegmaterial: E2 – ?78.026/2, 78.068/2, 78.128/1; E5/6 – ?78.290/1; F – 78.434/1, 78.445/1; H1 – 78.217/1.

3.14.2.3. *Salix* sp. – Blüten- und Fruchtstand

Taf. 2 Fig. 5

Beschreibung: Weibliche Blütenkötzchen mit zahlreichen locker stehenden Einzelblüten. Einzelblüten oft einzeln vorliegend; elliptisch, gestielt. Fruchtkapseln zweiklappig, bei der Reife aufspringend.

Bemerkung: Die vorgefundenen Blütenreste stimmen in ihrer Morphologie mit jenen von Vertretern der Gattung *Salix* überein (vgl. HANTKE, 1954). Eine artliche Zuordnung ist nicht möglich, die Vergesellschaftung mit *Salix holzeri* im Steirischen Tertiärbecken (vgl. KNOLL, 1902; KOVAR-EDER & KRAINER, 1988; 1990) weist aber auf Organe dieser *Salix*-Art hin. Ihr Vorhandensein gilt wegen des gemeinsamen Vorkommens der Blätter mit den Blütenständen als Indiz für das Vorkommen von *Salix* in unmittelbarer Nähe des Sedimentationsraumes (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990).

Belegmaterial: E2 – 78.012/3, 78.022/2, 78.257/9.

3.15. Rosaceae

3.15.1. *Rosa* LINNÉ

3.15.1.1. *Rosa* sp.

Taf. 7 Fig. 2

Beschreibung: Ein Fiederblatt mit vier Fiederblättchen, daneben liegen zahlreiche einzelne Fiederblättchen vor; Fiederblättchen schwach asymmetrisch; elliptisch oder obovat; Blattlänge 16-43 mm (26 mm; N=13); Blattbreite 7-23 mm (15 mm; N=13); Blattindex 1,5-2,6 (2,0; N=13). Blattspitze obtus, acut oder acuminat. Blattbasis schwach asymmetrisch; cuneat oder obtus. Blattrand regelmäßig einfach gezähnt; Zähne klein, apikalwärts gerichtet, in acuter Ausbildung, apikaler Rand acuminat, gerade oder konkav, basaler Rand acuminat, gerade oder konvex, mit spitzem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt. Zahlreiche Sekundärnerven erkennbar; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 53-64° (N=4). Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: Die vorgefundenen Reste entsprechen nach den großmorphologischen Merkmalen den fossilen Nachweisen der Gattung *Rosa*. Aus Höllgraben wird von KOVAR-EDER & KRÄINER (1988) *Rosa styriaca* KOVAR-EDER et KRÄINER beschrieben, die aber überwiegend kutikularanalytisch definiert wird. Trotz der morphologischen Ähnlichkeiten können die vorliegenden Blättchen daher mit dieser Art (noch) nicht verglichen werden. Zu *Rosa bohemica* ENGELHARDT, die aus dem Tertiär Böhmens beschrieben wird (vgl. BUZEK et al., 1976), bestehen morphologische Unterschiede insbesondere in der Ausbildung des Blattrandes. Nach MAI & WALTHER (1978) ist diese Art ident mit *Rosa lignitum* HEER, deren artliche Eigenständigkeit schon von BUZEK (1971) angezweifelt wird. Bei *Rosa leganyii* ANDREANSZKY aus dem Sarmat Ungarns (vgl. ANDREANSZKY, 1959) und Polens (vgl. ZASTAWNIAK, 1980) ist eine grundsätzliche morphologische Übereinstimmung gegeben. Da der Nervaturverlauf der vorliegenden Fiederblättchen nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann und auch keine anatomischen Merkmale bekannt sind, wird von einer Zuordnung auf Artniveau abgesehen.

Die fossilen Vertreter der Gattung *Rosa* kommen in der Strauchschicht im mesophytischen Wald (vgl. MAI & WALTHER, 1978) und im Auwald (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1988) vor. Die Überlieferung eines Fiederblattes weist im vorliegenden Fall auf einen kurzen Transportweg im fluvialen System und somit auf einen Standort innerhalb des Auwaldes hin.

Belegmaterial: E2 – 78.079/1-2, 78.080/1=78.091/1, 78.081/1, 78.082/1, 78.088/1, 78.089/1-2, 78.090/1, 78.092/1-5, 78.094/1=78.095/1, 78.096/1-2, 78.097/1, 78.106/5, 8, 78.124/2, 78.416/2.

3.16. Cornaceae

3.16.1. *Nyssa* GRONOVIVS

3.16.1.1. *Nyssa merianii* (HEER) KNOBLOCH

Taf. 6 Fig. 2

- * 1856 *Quercus Meriani* m. - HEER: 53, Taf. 76 Fig. 12. Öhningen (Deutschland).
- 1969 *Nyssa meriani* (HEER 1856) comb nov. - KNOBLOCH: 142ff, Taf. 73 Fig. 2-4, Abb 301-2. Moravská Nová Ves (Tschechien).
- v 1995 *Nyssa meriani* (HEER 1856) KNOBLOCH 1969. - KOVAR-EDER et al.: 330, Taf. 4 Fig. 8-11, Taf. 6 Fig. 8-10. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

B e s c h r e i b u n g : Blatt schwach asymmetrisch; ovat; Blattlänge 91 mm (N=1); Blattbreite 45 mm (N=1); Blattindex 2,0 (N=1). Blattspitze acut. Blattbasis breit cuneat. Blattrand unregelmäßig einfach gezähnt; Zähne groß, seitwärts gerichtet, in acuter Ausbildung, apikaler Rand konkav, basaler Rand konkav oder acuminat, mit abgerundetem Sinus. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv schwach, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven einfach crapedodrom oder cladodrom; 11 (N=1) Sekundärnervenpaare in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven gebogen; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 42-50° (N=3). Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen fehlen. Areolen gut entwickelt.

B e m e r k u n g : Auf die Schwierigkeiten in der morphologisch-systematischen Abgrenzung ähnlicher Blattformen bei *Quercus*, *Nyssa*, *Ilex* und *Lomatia* BROWN gehen KVACEK & WALTHER (1978) ein. Der hier untersuchte Blattrest zeigt mit den bei KOVAR-EDER et al.(1995) angeführten Blättern von *Nyssa merianii* eine gute morphologische Übereinstimmung. Da von dieser Art keine anatomischen Merkmale bekannt sind, kann diese nur als Formenkreis mit unsicherer systematischer Stellung aufgefaßt werden. Nach KNOBLOCH (1969) sind diesem die Blätter von *Nyssa* sp bei HANTKE (1954), die HEER (1856) als *Quercus nimrodii* UNGER und *Quercus merianii* HEER beschreibt, zuzurechnen. Die Beziehung von *Quercus gmelinii* BRAUN (in UNGER, 1850b; 1860) zu diesem Formenkomplex, dem nach KVACEK & WALTHER (1981) auch *Ilex lusatica* MENZEL (in MENZEL, 1906) angehört, scheint nach wie vor ungeklärt. Die hier vorliegenden Blätter können aber innerhalb dieses Formenkreises gestellt werden. Die möglichen Unterschiede zur oligozänen Art *Nyssa altenburgensis* KVACEK et WALTHER erläutern KVACEK & WALTHER (1981), jene zu *Nyssa haidingeri* (ETTINGSHAUSEN) KVACEK et BUZEK werden bei KVACEK & BUZEK (1972) und KNOBLOCH & KVACEK (1976) diskutiert.

Der vorgefundene Blattrest zeigt morphologische Merkmale – wie Blatt-
randzähne und Nervatur – die innerhalb der Variationsbreite der rezenten
Vertreter der Gattung *Nyssa* liegen, wodurch die generische Zuordnung
unterstützt wird. Als mögliche rezente Vergleichsart könnte nach KNOBLOCH
(1969) am ehesten *Nyssa aquatica* LINNÉ, die im südöstlichen Nordamerika
einen wichtigen Bestandteil der *Taxodium-Nyssa*-Sumpfwälder bildet, in
Betracht kommen. Dieser bis zu 20 m hohe, laubwerfende Baum bevorzugt
feuchte Standorte am Rande von eutrophen Gewässern (vgl. KNAPP, 1965).
Die ebenfalls in diesem Gebiet vorkommende *Nyssa silvatica* MARSHALL
siedelt in trockenen und feuchten Wäldern sowie an Sümpfen. Die Blätter
dieses rezenten, laubwerfenden Baumes sind jedoch meist ganzrandig (vgl.
KRÜSSMANN, 1977). Das Vorkommen von *Nyssa merianii* ist nach KNOBLOCH
(1969) auf das Obermiozän und Pliozän beschränkt.

Nyssa merianii gilt als Element, das in überschwemmten Au- und Sumpf-
wäldern vorkommt (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: H1 – 78.312/1.

3.17. Aquifoliaceae

3.17.1. *Ilex* LINNÉ

3.17.1.1. cf *Ilex* sp.

Taf. 6 Fig. 3

Beschreibung: Blätter schwach asymmetrisch; ovat; Blattlänge
42-61 mm (N=2); Blattbreite 29-32 mm (N=2); Blattindex 1,4-1,9 (N=2).
Blattspitze acut. Blattbasis breit cuneat. Blatttrand unregelmäßig einfach
gezähnt; Zähne groß, apikal- oder seitwärts gerichtet, in acuter Ausbildung,
apikaler Rand konkav oder acuminat, basaler Rand konkav, konvex oder
acuminat, mit abgerundetem Sinus, in variabler Anordnung. Blattstiel unvoll-
ständig oder nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv schwach, gerade,
unverzweigt. Sekundärnerven einfach craspedodrom oder cladodrom; 6-11
(N=2) Sekundärnervenpaare in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven
gerade oder gebogen; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundär-
nerven 42-65° (N=2). Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den
Sekundärnerven; percurrent; gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet
ein orthogonales Netz. Nervillen fehlen. Areolen gut entwickelt.

Bemerkung: Die vorgefundenen, stachelspitzigen Blattreste können
aufgrund ihrer morphologischen Merkmale in jenen Formenkreis gestellt
werden, den KVACEK & WALTHER (1978) für solche Blattformen bei *Quercus*,
Nyssa, *Ilex* und *Lomatia* BROWN beschreiben. In der Literatur (vgl. WEYLAND,
1938; 1941; KVACEK & WALTHER, 1981) werden Blattreste mit ähnlichem
Habitus und Nervaturverlauf häufig als unterschiedliche *Ilex*-Arten inter-
pretiert. Die generische Stellung des untersuchten Materials ist jedoch
insbesondere wegen fehlender anatomischer Merkmale problematisch. Ein

Vergleich mit der Gattung *Ilex* erfolgt daher ausschließlich, um diese Reste in die ökologische Interpretation miteinbeziehen zu können, wobei ihre Aussagekraft wegen der unsicheren systematischen Stellung aber sehr gering ist.

Die rezenten Vertreter der Gattung *Ilex*, insbesondere jene aus der Sektion *Aquifolium* MAXIMOWICZ, umfassen in ihrer Variationsbreite ebenfalls ähnliche Blattformen wie die hier vorliegenden. Als immergrüner Strauch oder Baum ist etwa die rezente Art *Ilex aquifolium* LINNÉ in West- und Südeuropa sowie von Kleinasien bis Nordpersien weit verbreitet (vgl. KRÜSSMANN, 1977). Ein mögliches rezentes Vergleichstaxon kann für die hier vorliegenden Blattreste jedoch nicht mit Sicherheit bestimmt werden. *Ilex* kann sowohl in mesophytischen Wäldern in Trockengesellschaften als auch in Bruch- und Sumpfwäldern als akzessorischer Bestandteil vorkommen und dort ein Anzeiger für nasse und feuchte, oft moorige Standorte sein (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: H1 – 78.229/10; H2 – 78.220/1, 78.222/1, 78.225/1, 78.353/4.

3.18. Rhamnaceae

3.18.1. *Paliurus* MILLER

3.18.1.1. *Paliurus favonii* UNGER

Taf. 2 Fig. 6

- * 1847 *Paliurus Favonii* UNG. - UNGER: 147f, Taf. 50 Fig. 6.
v Parschlug (Steiermark).
1991 *Paliurus favonii* UNGER. - MAI & WALTHER: 117f, Taf. 14 Fig. 26-27. Golpa-Nord (Deutschland) und andere.

Beschreibung: Flügelfrucht; rund; Durchmesser des Fruchtfaches 5 mm (N=1); Durchmesser mit Flügel 15 mm (N=1). Flügel rund bis schwach elliptisch; Flügelrand leicht gewellt; Nervatur radial, subparallel, nach außen dichotom gegabelt.

Bemerkung: Die beiden vorliegenden, geflügelten Früchte stimmen in ihren morphologischen Merkmalen mit den bei JUNG (1963), GREGOR (1982) und MAI & WALTHER (1991) beschriebenen Früchten von *Paliurus favonii* bzw *Paliurus thurmannii* HEER überein. Die artliche Identität dieser beiden Synonyme beweisen BUZEK (1971) und MAI & WALTHER (1991). Von *Cyclocarya* ILJINSKAJA unterscheiden sich die untersuchten Fruchtreste insbesondere in den Größenverhältnissen (vgl. GREGOR, 1980; MANCHESTER, 1989a).

Die rezente Vergleichsart von *Paliurus favonii* ist nach MAI & WALTHER (1991) *Paliurus spinachristi* MILLER. Dieser Strauch kommt in Südeuropa und im Orient auf trockenen Böden, in Waldlichtungen und in Bachschluchten

vor (vgl. MAI & WALTHER, 1991). Bei JUNG (1963) und GREGOR (1982) werden zudem andere mögliche rezente Vergleichsarten diskutiert. In Europa kommt *Paliurus favonii* nach MAI & WALTHER (1991) vom Oligozän bis ins Obermiozän, in Südeuropa noch im Pliozän vor.

Paliurus favonii ist ein Element der mesophytischen Wälder, das in xerophytischen, wärmeliebenden Gesellschaften trockenerer Standorte verbreitet gewesen sein könnte, aber auch aus Auwäldern beschrieben wird (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E2 – 78.020/1=78.021/1, 78.137/3.

3.19. Aceraceae

3.19.1. *Acer* LINNÉ

3.19.1.1. *Acer obtusilobum* UNGER

Taf. 9 Fig. 1-3, Taf. 10 Fig. 1

- * 1847 *Acer obtusilobum* UNG. - UNGER: 134, Taf. 43 Fig. 12.
Freiberg (Steiermark).
- 1855 *Acer subcampestre* G. - GOEPPERT: 34, Taf. 22, Fig. 16-17.
Sosnica (Schosnitz, Polen).
- 1969 *Acer obtusilobum* UNGER 1847. - KNOBLOCH: 137f, Taf. 67 Fig. 6, Taf. 69 Fig. 8, Abb 294. Moravská Nová Ves (Tschechien).
- ?v 1990 *Acer jurenakii* STUR 1867. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 22f, Taf. 5 Fig. 2-5, Abb 6/4-5, 7/1-7. Wörth (Steiermark).
- ?v 1991 *Acer jurenakyi* STUR 1867. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 741.
Reith (Steiermark).

Beschreibung: Blätter symmetrisch; handförmig gelappt, drei- oder schwach fünflobig mit kleinen Basallappen; Länge des Mittellappens 30-109 mm (66 mm; N=10), Mittellappen immer länger als Seitenlappen, kann sich basal stark verjüngen und eine deutliche Einschnürung zeigen; Länge der Seitenlappen 24-79 mm (51 mm; N=10), Seitenlappen stark verkürzt oder fast gleich lang als Mittellappen; Blattbreite 32-98 mm (61 mm; N=10); Blattindex 0,9-1,3 (1,1; N=10); Buchten zwischen den Lappen spitz oder abgerundet. Lappenspitzen attenuat, acut, acuminat, selten obtus. Blattbasis cuneat, obtus, abgerundet oder cordat. Blattrand unregelmäßig einfach gezähnt, basal manchmal über längere Strecken ganzrandig; Zähne groß, in obtuser Ausbildung, apikaler und basaler Rand konvex, mit spitzem oder abgerundetem Sinus, nahezu symmetrisch zu beiden Seiten der Lappen ein oder zwei große Zähne angeordnet. Blattstiel gerade; länger 25 mm (N=1); meist nicht erhalten. Nervatur basal actinodrom; drei Hauptnerven; Hauptnerven moderat, gerade oder gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem mittleren und den seitlichen Hauptnerven 26-45° (35°; N=10). Sekundärnerven gemischt craspedodrom, verbinden sich insbesondere bei Ganzrandigkeit

schlingenförmig; deutlich gebogen, manchmal verzweigt; Winkel zwischen den Hauptnerven und den Sekundärnerven 45-78° (N=8). Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; einmal gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen ein- oder mehrmals gegabelt. Areolen gut entwickelt.

B e m e r k u n g : Die vorgefundenen Blätter zeigen eine große morphologische Variabilität bei verschiedenen Habitusmerkmalen – wie der Einschnürung des Mittellappens, dem Längenverhältnis von Mittellappen zu Seitenlappen und der Anzahl der Blattrandzähne – die in allen Übergängen bei verschiedenen Exemplaren vorhanden sind. Hingegen ist der Nervaturverlauf bei allen Formen übereinstimmend. Aus Sosnica (Schossnitz) beschreibt GOEPPERT (1855) Ahornblätter, die im Habitus und der Morphologie mit den vorliegenden Funden übereinstimmen. ZASTAWNIAK (1972) stellt ähnlich gestaltete Blätter ebenfalls zur Göppertschen Art *Acer subcampestre*. Hingegen geben KNOBLOCH (1969) und PROCHAZKA & BUZEK (1975) für vergleichbare Blätter dem Synonym *Acer obtusilobum* aus nomenklatorischen Gründen den Vorzug. Bei *Acer subcampestre* sieht WALTHER (1972) morphologische Ähnlichkeiten zu *Acer integrilobum* WEBER, aber auch zu *Acer palaeosaccharinum* STUR. Beides kann durch die hier vorhandenen Funde nicht bestätigt werden. Die bei FERGUSON (1971) unter XXXIII *Acer* Sektion *Platanoidea* PAX angeführten Blätter, die er mit *Acer crenatifolium* ETTINGSHAUSEN, *Acer integrilobum* WEBER und *Acer subcampestre* vergleicht, zeigen nur bedingt eine Übereinstimmung mit den vorgefundenen Formen. Obwohl Ähnlichkeiten im Habitus mit *Acer haselbachense* WALTHER bestehen (vgl. WALTHER, 1972), können die vorgefundenen Blätter mit dieser im Oligozän verbreiteten Art nicht näher verglichen werden. Aus einigen Fundstellen (vgl. BERGER, 1955; JUNG, 1963; KNOBLOCH, 1969; KOVAR-EDER, 1988) wird *Acer jurenakyii* STUR beschrieben. Blätter dieser Art finden sich auch in den benachbarten Fundstellen Wörth und Reith (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990; 1991). Teile des vorliegenden Materials stimmen gut mit den Angaben zu diesen Blättern bei den obengenannten Autoren überein. Die deutliche Einschnürung des Mittellappens und die zu beiden Lappenseiten ausgebildeten großen, abgerundeten Blattrandzähne können jedoch eine Unterscheidung zweier Arten beim vorliegenden Material nicht rechtfertigen, was durch Vergleiche an rezenten Blättern bestätigt wird. Die Zuordnung der Blattreste zu *Acer obtusilobum*, die als Sammelart für diese miozänen Blattformen gelten kann, erfolgt aufgrund der übereinstimmenden morphologischen Merkmale. Zudem zeigen Rezentvergleiche mit *Acer campestre* LINNÉ, daß die Blätter innerhalb der Variationsbreite dieser rezenten Art liegen. Kutikularanalytisch kann das Material aufgrund seines Erhaltungszustandes nicht untersucht werden. Die systematische Stellung dieser Ahorne wird demnach nicht als zweifelsfrei betrachtet, jedoch wird eine Zugehörigkeit zur Sektion *Campestris* PAX (vgl. PAX, 1885) für wahrscheinlich gehalten (siehe unten). Auf die Notwendigkeit einer Revision

solcher im Miozän weit verbreiteten Blattformen soll an dieser Stelle aufmerksam gemacht werden.

Acer obtusilobum kann mit dem rezenten *Acer campestre* LINNÉ aus der Sektion *Campestria* PAX verglichen werden (vgl. WALTHER, 1972; ZASTAWNIAK, 1972). Dieser bis zu 15 m hohe, wärmeliebende Baum kommt in Europa und in Kleinasien in Wald- und Gebüschgesellschaften vor (vgl. KRÜSSMANN, 1976). Zudem vermutet WALTHER (1972) in diesen obermiozänen Blattformen Vorläufer der mediterranen *Acer*-Sippen – wie etwa *Acer hyrcanum* FISCHER et MEYER. *Acer jurenakyii* wird von STUR (1867) mit *Acer platanoides* LINNÉ aus der Sektion *Platanoidea* PAX, von JUNG (1963) mit *Acer hybridum* SPACH aus der Sektion *Spicata* PAX und von KOVAR-EDER & KRAINER (1990) mit *Acer campestre* LINNÉ verglichen. Die Entwicklung der mediterranen Formenkreise und die Entstehung der heutigen Arten bei den Sektionen *Campestria* PAX und *Platanoidea* PAX erfolgt bereits im höheren Miozän. Nach Europa sind diese Sektionen von Norden oder Nordosten eingewandert. Sie sind untereinander nicht näher verwandt, sondern stehen näher mit den ostasiatischen Sektionen in Verbindung (vgl. MAI, 1995). Andere Autoren hingegen führen die Sektion *Campestria* PAX als Serie *Campestria* POJARKOVA der Sektion *Platanoidea* PAX emend POJARKOVA (vgl. etwa PROCHAZKA & BUZEK, 1975). Die Beziehung der Sektion *Goniocarpa* PAX zu den obigen ist umstritten (vgl. MAI, 1984). *Acer obtusilobum* wird als sommergrünes Element eingestuft, das ökologisch dem mesophytischen Wald und trockeneren Standorten ohne langandauernde Überschwemmungen in Auwäldern zugeordnet werden kann (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E2 – 78.072/1, 78.101/1; H1 – 78.143/3, 78.229/2, 11-12, 78.295/1-2, 78.296/1, 78.297/1, 78.298/1, 78.299/1, 78.300/1, 78.301/1, 78.302/1=78.303/1, 78.304/1, 78.305/1, 78.306/1, 78.307/1, 78.308/1-4, 78.309/1-3, 78.310/1, 78.311/1-2, 78.314/2, 78.315/1-3, 78.321/1, 78.366/3-10; H2 – 78.201/1=78.202/1, 78.204/1, 78.207/1-2, 78.209/1, 78.210/1, 78.213/1, 78.214/1=78.215/1, 78.324/2.

3.19.1.2. *Acer tricuspdatum* BRAUN et AGASSIZ ex BRONN

Taf. 10 Fig. 2

- 1825 *Phyllites trilobatus*. - STERNBERG: 42, Taf. 50 Fig. 2. Teplice (Teplitz, Tschechien).
- * 1838 *Acer tricuspdatum* BRAUN et AGASSIZ. - BRONN: Taf. 35 Fig. 10a-b. Salzhausen (Deutschland).
- v 1990 *Acer tricuspdatum* BRONN 1838. - KOVAR-EDER & KRAINER: 21f, Taf. 4 Fig. 1-6, Abb 5/2-5. Wörth (Steiermark).
- v 1991 *Acer tricuspdatum* BRONN 1838. - KOVAR-EDER & KRAINER: 741. Reith (Steiermark).
- v 1995 *Acer tricuspdatum* BRONN 1838. - KOVAR-EDER et al.: 329, Taf. 4 Fig. 1-7. Neuhaus/Klausenbach (Burgenland).

Beschreibung: Blätter symmetrisch; handförmig gelappt, drei- oder schwach fünfklappig mit kleinen Basallappen; Länge des Mittellappens 35-86 mm (64 mm; N=11), Mittellappen länger bis fast gleich lang als Seitenlappen, an der Basis breit und zur Spitze hin verschmälert; Länge der Seitenlappen 22-81 mm (55 mm; N=11); Blattbreite 39-106 mm (79 mm; N=11); Blattindex 0,7-1,0 (0,8; N=11); zahlreiche größere Exemplare nicht vollständig erhalten; Buchten zwischen den Lappen spitz. Lappenspitzen acut, attenuat oder acuminat. Blattbasis cordat. Blattrand unregelmäßig einfach oder doppelt gezähnt; kleinere Zähne meist in acuter, größere meist in obtuser Ausbildung, apikaler Rand konvex, gerade oder konkav, basaler Rand meist konvex, selten gerade, mit spitzem Sinus. Blattstiel gerade oder gebogen; länger 95 mm (N=1); meist nicht erhalten. Nervatur basal actinodrom; drei oder fünf Hauptnerven; mittlerer Hauptnerv kräftig oder moderat, gerade, unverzweigt; seitliche Hauptnerven moderat, gerade oder leicht gebogen, unverzweigt; basale Hauptnerven schwach, gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem mittleren und den seitlichen Hauptnerven 35-52° (45°; N=15). Sekundärnerven einfach, selten gemischt craspedodrom; gebogen, selten gerade, verzweigt oder unverzweigt; ein Sekundärnerv zieht in eine Lappenbucht und gabelt sich vor dieser; Winkel zwischen den Hauptnerven und den Sekundärnerven meist 45° (N=7). Tertiärnerven in rechten oder spitzen Winkeln zu den Sekundärnerven; percurrent; meist einmal gegabelt. Nervatur höherer Ordnung bildet ein orthogonales Netz. Nervillen ein- oder mehrmals gegabelt. Areolen gut entwickelt.

Bemerkung: Die untersuchten Blattreste zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Angaben für *Acer tricuspidatum* bei WALTHER (1972), PROCHAZKA & BUZEK (1975), HUMMEL (1983), KNOBLOCH (1986; 1988) und KOVAR-EDER & KRÄINER (1990; 1991). Unter *Acer trilobatum* (STERNBERG) HEER finden sich zudem zahlreiche weitere Synonyme (vgl. HANTKE, 1965). Die Nomenklatur dieser Art erläutern WALTHER (1968) und KNOBLOCH & KVACEK (1996) ausführlich.

Die größte Ähnlichkeit zu *Acer tricuspidatum* sieht WALTHER (1972) in der rezenten, in Nordamerika beheimateten, laubwerfenden Art *Acer rubrum* LINNÉ, die ein Vertreter der Sektion *Rubra* PAX ist. Als weitere, mögliche rezente Vergleichsart wird von ihm die ebenfalls in Nordamerika vorkommende Art *Acer saccharinum* LINNÉ aus der Sektion *Campestris* PAX angeführt. PROCHAZKA & BUZEK (1975) erwähnen die in Ostasien verbreitete Art *Acer ginnala* MAXIMOWICZ. Die stratigraphische Verbreitung von *Acer tricuspidatum* reicht vom Oberoligozän bis ins Pliozän (vgl. KOVAR-EDER et al., 1996; WALTHER, 1972). Eine kesselförmige Basis und ein breiter Mittellappen – wie sie nach WALTHER (1972) typisch für obermiozäne Formen sind – treten als Merkmale an den hier vorliegenden Blättern auf. Die von KNOBLOCH (1986; 1988) für diese Zeit angeführten Merkmale – die Reduktion der Zähne und die Verkürzung der Seitenlappen – kommen hingegen nicht vor. Diskutiert wird häufig eine phylogenetische Entwicklung dieser Art (vgl. WALTHER, 1972; KNOBLOCH, 1986: *Acer* cf. *ginnala*

MAXIMOWICZ fossilis; MAI & WALTHER, 1988: *Acer tricuspdatum* BRONN subspecies *lusaticum* WALTHER; KNOBLOCH, 1988: *Acer cf ilnicense* ILJINSKAJA; GREGOR et al., 1989: *Acer gemellarii* (MASSALONGO) KNOBLOCH). *Acer tricuspdatum* gilt als sommergrünes Element, das in flußbegleitenden Auwäldern im Miozän weit verbreitet ist (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990; MAI, 1995).

Belegmaterial: E2 – 78.029/6-7, 78.041/2=78.042/1, 78.045/1=78.052/1, 78.046/2, 78.047/1, 78.048/1-2, 4, 78.049/1-5, 78.051/1-2, 78.053/1, 78.054/1-2, 78.056/1=78.103/1, 78.059/1-4, 6, 78.060/1, 78.061/1, 78.062/2, ?78.064/1-2, 78.066/1-5, 78.067/1, 78.068/1, 78.071/1-2, 78.073/1, 78.074/1, 78.075/1, 78.098/1, 78.099/1=78.100/2, 78.099/2=78.100/1, 78.099/3, 78.102/1, 78.104/1, 78.106/1-3, 78.109/1-3, 78.110/1, 78.116/2, 78.119/3-4, 78.140/4, 6-7; E3 – 78.267/1.

3.19.1.3. *Acer* sp.

Bemerkung: Ausschließlich der Vollständigkeit halber werden einige dreilappige Blattreste unter *Acer* sp angeführt, für die eine generische Zugehörigkeit zu *Acer* in Betracht gezogen wird. Eine artliche Differenzierung ist bei diesem oft schlecht erhaltenen Material oder atypischen, kleinen Blättern nicht zielführend.

Belegmaterial: E2 – 78.055/1, 78.059/5, 78.063/1, 78.065/1, 78.069/1, 78.105/1=78.112/1, 78.136/1; F – 78.443/1, 78.444/1; H1 – 78.229/1; H2 – 78.203/1, 78.211/1=78.212/1, 78.235/1.

3.19.1.4. *Acer* sp. – Frucht

Taf. 2 Fig. 7

Beschreibung: Einflügelige Teilfrüchte aus Fruchtfach und Flügel. Fruchtfach rundlich-oval oder oval-eiförmig; Länge des Fruchtfaches 5-8 mm (N=5); Höhe des Fruchtfaches 3-6 mm (N=5); Ansatzstelle des Flügels umgibt ein Drittel bis die Hälfte des Fruchtfaches, einmal ist dieses vom Flügel ganz umschlossen. Flügel asymmetrisch; Länge des Flügels 12-15 mm (N=5); Breite des Flügels 6-8 mm (N=5); Rückseite gerade bis konkav; Bauchseite s-förmig; Nervatur an der Rückseite parallel verlaufend, zur Bauchseite hin gebogen und mehrfach gegabelt. Verhältnis der Länge des Fruchtfaches zu der des Flügels 0,4-0,6 (N=5).

Bemerkung: Die vorliegenden Flügelfrüchte stimmen in ihren morphologischen Merkmalen mit solchen der Gattung *Acer* überein. Sie belegen wie in Wörth und Reith (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1990; 1991) das Vorkommen von Ahornen. Eine vollständige Bewertung nach den Kriterien von MAI (1983; 1984) ist aufgrund des Erhaltungszustandes nicht möglich. Daher ist es nicht sinnvoll, eine artliche Bestimmung vorzunehmen.

Belegmaterial: E2 – 78.029/4, 78.057/1=78.058/1, 78.062/1, 78.074/2, 78.108/1-2, 78.110/2, 78.111/1, 78.416/1; E4 – 78.255/2; H1 – 78.229/3-9.

3.20. Potamogetonaceae

3.20.1. *Potamogeton* LINNÉ

3.20.1.1. *Potamogeton martinianus* SITÁR

Taf. 1 Fig. 6

- * 1969 *Potamogeton martinianus* n. sp. - SITÁR: 112f, Taf. 22 Fig. 4, Taf. 23 Fig. 3-4, Taf. 27 Fig. 1-2, Abb 2. Martin (Slowakei).
- v 1990 *Potamogeton bruckmanni* A. BRAUN in HEER 1855. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 25, Taf. 3 Fig. 10, Taf. 7 Fig. 1, Taf. 9 Fig. 1-4. Wörth (Steiermark).
- v 1991 *Potamogeton martinianus* SITÁR 1969. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 746f, Taf. 7 Fig. 4-6, 10-11. Reith (Steiermark).
- v 1992 *Potamogeton martinianus* SITÁR. - KOVAR-EDER: 393f, Taf. 1 Fig. 1-6. Reith, Wörth (Steiermark).

B e s c h r e i b u n g : Blattfragmente symmetrisch; elliptisch; rekonstruierte Blattlänge ca. 30 mm (N=5); rekonstruierte Blattbreite ca. 20 mm (N=5). Blattspitze und -basis wahrscheinlich acut. Blattrand ganzrandig. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur basal acrodrom; mittlerer Hauptnerv schwach, gerade, unverzweigt; an jeder Seite verlaufen lateral zum mittleren Hauptnerv und subparallel zum Blattrand 3-7 (N=5) seitliche Nerven; seitliche Nerven schwach, gebogen, unverzweigt; Abstand zwischen den Nerven 0,5-4 mm (N=5). Zwischen diesen Nerven stehen unregelmäßig angeordnete, schräge, querverbindende Nerven, wodurch der Eindruck einer Felerung der Blätter entsteht. Die Blätter werden von einem dünnen, weißen oder hyalinen Belag überzogen, auf dem jedoch keine Zellstrukturen erkennbar sind.

B e m e r k u n g : Obwohl nur Blattfragmente überliefert sind, stimmen diese in ihrer Morphologie mit den Angaben für *Potamogeton martinianus* bei SITÁR (1969) und KOVAR-EDER & KRÄINER (1991) sowie der Beschreibung von *Potamogeton bruckmannii* BRAUN in HEER aus Wörth (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990) überein. Die nomenklatorische Beziehung dieser beiden Arten wird bei KOVAR-EDER & KRÄINER (1990; 1991) diskutiert. Wie in Wörth und Reith sind die vorliegenden Blätter mit einem weißen oder hyalinen Überzug erhalten. Dieser wird von KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) und KOVAR-EDER (1992) als kristalliner, kalzitischer Belag, der durch Karbonatausfällung aufgrund der Assimilationstätigkeit von Pflanzen in Gewässern entsteht, und der bei der Fossilisation überliefert wird, gedeutet. *Potamogeton martinianus*, der aus dem Miozän nachgewiesen wird, wird von SITÁR (1969) mit den beiden rezenten Arten *Potamogeton natans* LINNÉ und *Potamogeton coloratus* VAHL, die in Gewässern der gemäßigten und subtropischen Zone

verbreitet sind, verglichen. Zu den vorliegenden Resten kann eine Vergleichsart aber nicht bestimmt werden.

Potamogeton kommt vorwiegend in Submersengesellschaften (Potametalia), die meist in eu- bis mesotrophen, auch durch Winterkälte beeinflussten Gewässern vertreten sind, aber auch in bodenwurzelnenden Schwimmpflanzengesellschaften, die sommerwarme Gewässer bis ca. 6 m Tiefe besiedeln, vor (vgl. MAI, 1995).

Belegmaterial: E3 – 78.408/1-7, 78.409/6-7, 78.412/4=78.413/4, 78.414/5-10, 78.415/4-6.

3.21. Araceae

3.21.1. *Limnobiophyllum* KRASSILOV

3.21.1.1. *Limnobiophyllum expansum* (HEER) KVACEK

Taf. 1 Fig. 7

- * 1859 *Hiraea expansa* m. - HEER: 65, Taf. 121 Fig. 16, 16b. Schrotzburg (Deutschland).
- 1995b *Limnobiophyllum expansum* (HEER) KVACEK comb n. - KVACEK: 49ff, Abb 2-6. Bilina (Tschechien).

Beschreibung: Schwimmblatt schwach asymmetrisch; rundlich; Durchmesser 18 mm (N=1). Blattspitze schwach emarginat. Blattbasis cordat. Blattrand ganzrandig. Nervatur campylodrom; zahlreiche Hauptnerven; Hauptnerven schwach, deutlich gebogen, verbinden sich gegen den Blattrand hin miteinander; Zwischennerven vorhanden. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: Das vorliegende Exemplar stimmt mit den bei HANTKE (1954) als *Hydromystria expansa* (HEER) HANTKE und mit den bei KVACEK (1995b) als *Limnobiophyllum expansum* beschriebenen Schwimmblättern im Habitus und der Morphologie überein. KVACEK (1995b) zeigt, daß die Ähnlichkeiten sowohl zu *Spirodela* SCHLEIDEN aus der Familie der Lemnaceae als auch zu *Pistia* LINNÉ aus der Familie der Araceae bestehen, sodaß *Limnobiophyllum* eine ausgestorbene Verbindung zu *Pistia* LINNÉ, aus der sich dann *Spirodela* SCHLEIDEN entwickelt, darstellen könnte. Auf die Unterschiede zu *Hydromystria* MEYER aus der Familie der Hydrocharitaceae weist KVACEK (1995a) hin.

Der fossile Nachweis von *Limnobiophyllum expansum* beschränkt sich auf das Miozän, eine andere Art dieser fossilen Formgattung kommt von der Oberkreide bis ins Oligozän in Nordamerika vor (vgl. KVACEK, 1995b). *Limnobiophyllum expansum* wird als freischwimmende, aquatische Pflanze interpretiert, die in flachen, ruhigen, meist eutrophen Gewässern und häufig in Gesellschaft mit *Salvinia* vorkommen kann (vgl. KVACEK, 1995a; b).

Belegmaterial: H2 – 78.234/1.

3.22. Plantae incertae sedis

3.22.1. Dicotyledonae inc. fam.

3.22.1.1 *Dicotylophyllum* sp. 1

Taf. 5 Fig. 2

Beschreibung: ◇ Blätter symmetrisch; oblong oder elliptisch; Blattlänge 114-190 mm (N=5); Blattbreite 23-35 mm (N=5); Blattindex 4,8-6,2 (N=5). Blattspitze attenuat oder acut. Blattbasis cuneat. Blattrand ganzrandig. Blattstiel gerade; verdickt; 4-6 mm (N=5) lang. Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven brochidodrom; zahlreiche Sekundärnerven mit einem Abstand von 3-7 mm (N=5); Sekundärnerven gebogen, verzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 45-55° (N=5); 1-2 (N=5) Zwischensekundärnerven, einfach. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: ◇ Die unter *Dicotylophyllum* sp 1 angeführten, ganzrandigen, länglich-elliptischen Blattreste können derzeit systematisch nicht näher eingeordnet werden. Eine gute morphologische Übereinstimmung zeigen die vorliegenden Reste nur mit den bei KRÄUSEL (1920a; 1920b) als *?Juglans* sp bzw. *Juglans (?) salicifolia* GOEPPERT beschriebenen Blättern. Bemerkenswert ist auf diesen Resten aber die Erhaltung charakteristischer Strukturen, die bereits HEER (1855) auf einigen seiner Blätter von *Quercus neriifolia* als Pilzpustel *Sclerotium pustuliferum* HEER beschreibt.

Obwohl einige dieser Reste in inkohltem Erhaltungszustand vorliegen, bleibt auch die Untersuchung der Epidermisstruktur erfolglos. Am ehesten könnten sich diese Blätter mit ganzrandigen *Quercus*-Arten vergleichen lassen. Deutlich verschieden – insbesondere durch den Verlauf der Sekundärnerven – sind die als *Dicotylophyllum* sp 1 bezeichneten Blättern aber von den hier ebenfalls auftretenden Resten von *Quercus neriifolia*. Für die ökologische Interpretation können diese Reste vorläufig keine Ansätze liefern. Sie müssen aber – da sie teilweise recht häufig vorkommen – im entsprechenden Ausmaß berücksichtigt werden.

◇ Diese Blattform kommt im Oststeirischen Tertiärbecken – wie etwa in Mataschen (vgl. GROSS, 1994), Andritz und Windisch-Pöllau (vgl. Paläobotanische Sammlung von „Knoll“ des Steiermärkischen Landesmuseums Joanneum Graz) – häufig vor und ist dort auch mit *Salix holzeri* vergesellschaftet.

Belegmaterial: E2 – 78.003/4, 78.007/2, 78.011/3, 78.012/2, 78.013/6, 78.027/1, 78.028/3, 78.029/5, 78.035/1, 78.075/2, 78.116/4, 78.135/3, 10-11, 78.139/1; E3 – 78.263/1-3, 78.265/3-7, 78.266/4-9, 78.267/4-11, 78.268/1-4, 78.272/6-7, 9, 78.408/16-17, 78.409/8, 78.410/2-3, 78.412/1, ?78.412/2-3=78.413/2-3, 78.414/3-4, 78.415/7-8; E4 – 78.246/1, 3; F – 78.435/1-4, 78.437/1-2, 78.438/1-2, ?78.446/1, ?78.451/1-2, ?78.452/1; H2 – ?78.355/2.

3.22.1.2. *Dicotylophyllum* sp. 2

Taf. 6 Fig. 4

Beschreibung: Blätter symmetrisch; obovat oder breit-elliptisch; Blattlänge 38-78 mm (N=5); Blattbreite 26-52 mm (N=5); Blattindex 1,1-1,6 (N=5). Blattspitze meist acuminat, selten acut oder obtus. Blattbasis obtus oder acut. Blattrand ganzrandig. Blattstiel nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv moderat, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven camptodrom; 4-7 (N=5) Sekundärnervenpaare in unregelmäßigem Abstand; Sekundärnerven deutlich gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 38-62° (N=5). Tertiärnerven annähernd in rechten Winkeln zu den Sekundärnerven. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: Die systematische Stellung der beschriebenen Exemplare, von denen die meisten nur fragmentarisch erhalten sind, bleibt vorläufig unbekannt. Ähnliche Blattformen findet man bei Magnoliaceen (vgl. HABLY, 1985) oder bei Fagaceen (vgl. KVACEK & WALTHER, 1988). Durch Rezentvergleiche können bisher ebenfalls keine befriedigenden Ergebnisse gewonnen werden.

Belegmaterial: E2 – 78.008/3, 78.050/1, 78.059/7, 78.063/2 = 78.119/1, 78.071/4, 78.113/1, 78.114/1=78.115/1, 78.116/1, 78.117/1 = 78.132/1, 78.117/2, 78.118/1, 78.119/2, 78.122/1, 78.126/2, 78.140/5; H2 – 78.205/1=78.206/1.

3.22.1.3. *Dicotylophyllum* sp. 3

Taf. 5 Fig. 3

Beschreibung: Blattfragmente symmetrisch; ovat; rekonstruierte Blattlänge ca. 65 mm (N=1); Blattbreite 22 mm (N=1); Blattindex ca. 3,0 (N=1). Blattspitze wahrscheinlich acut. Blattbasis acut. Blattrand ganzrandig. Blattstiel gerade; länger 5 mm (N=1); meist nicht erhalten. Nervatur pinnat; Hauptnerv kräftig, gerade, unverzweigt. Sekundärnerven eucamptodrom; 18 (N=1) Sekundärnervenpaare; Abstand zwischen den Sekundärnerven 2-4 mm (N=1); Sekundärnerven gebogen, unverzweigt; Winkel zwischen dem Hauptnerv und den Sekundärnerven 60-70° (N=1); Zwischensekundärnerven vorhanden. Weitere Details zur Nervatur nicht erhalten.

Bemerkung: Die untersuchten Exemplare mit dieser charakteristischen Blattform können vorerst keiner systematischen Einheit zugeordnet werden, obwohl sich Ähnlichkeiten zu Vertretern der Fagaceen oder Myricaceen (vgl. KNOBLOCH & KVACEK, 1976; KOVAR, 1982; KVACEK & WALTHER, 1988) zeigen.

Belegmaterial: H1 – 78.311/3-5; H2 – 78.170/2=78.171/2, 78.190/3, 78.232/1, 78.333/1, 78.334/1.

3.22.1.4. Blütenstand gen. et sp. indet.

Taf. 2 Fig. 8

Bemerkung: Der abgebildete Blütenrest läßt sich vorerst nicht näher systematisch zuordnen. Nach Rezentvergleichen und wegen des Auftretens der entsprechenden Blattreste könnte eine Zugehörigkeit zu den Taxodiaceen (vgl. WALTHER, 1964) oder den Myricaceen in Betracht kommen.

Belegmaterial: E2 – 78.086/1.

3.22.1.5. Holzabdrücke

Bemerkung: Im untersuchten Material finden sich zahlreiche Abdrücke von Hölzern. Der Erhaltungszustand erlaubt jedoch keine systematische Einordnung der bis zu ca. 30 cm langen Bruchstücke.

Belegmaterial: C/D – 78.405/2, 78.406/3; E2 – 78.016/7, 78.024/7, 78.025/4, 78.028/6, 78.029/10, 78.044/3, 78.048/6, 78.052/5, 78.059/10, 78.060/4, 78.061/3, 78.063/4, 78.074/3, 78.099/5, 78.100/5, 78.101/2, 78.113/2, 78.120/3=78.121/3, 78.141/8; E3 – 78.264/3; E4 – 78.250/4, 78.260/2, 78.261/2; E5/6 – 78.284/5; H1 – 78.229/17, 78.299/3, 78.300/2, 78.309/11; H2 – 78.180/4, 78.323/3.

3.22.2. Monocotyledonae inc. fam.

3.22.2.1. Monocotyledonae gen. et sp. indet.

Bemerkung: Zahlreiche bandförmige Fragmente unterschiedlicher Breite weisen die charakteristische Parallelnervigkeit von Monocotyledonen auf. Da keine spezifischen Merkmale erhalten sind, ist eine generische Zuordnung nicht zielführend. Monocotyledonenreste werden aus nahezu allen tertiären Fundstellen beschrieben (vgl. HANTKE, 1954; KNOBLOCH, 1969; KNOBLOCH & KVACEK, 1976; 1996; KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990).

Diese Reste sind – insbesondere im Bereich E – in mehreren dichten Lagen gepackt. Sie können dort als nahezu autochthone Ablagerungen einer Röhrlichtzone interpretiert werden (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990). An den Ufern fließender und stehender Gewässer können Monocotyledonen einen wichtigen Bestandteil der krautigen Gesellschaften einer Röhrlichtzone bilden.

Belegmaterial: (alle auf einem Belegstück vorhandenen Reste werden unter nur einer Belegnummer geführt): C/D – 78.360/3, 78.361/2, 78.362/3, 78.381/3, 78.385/2, 78.394/4, 78.396/4, 78.409/9; E2 – 78.003/7, 78.005/2, 78.006/4, 78.008/5, 78.009/3, 78.013/4, 78.014/2, 78.015/3, 78.016/6, 78.020/2, 78.022/4, 78.024/6, 78.026/4, 78.028/8, 78.029/9, 78.030/1, 78.036/7, 78.037/5, 78.040/6, 78.042/4, 78.046/5, 78.048/5,

78.049/6, 78.053/4, 78.056/2=78.103/3, 78.059/12, 78.061/2, 78.062/3, 78.066/6, 78.067/2, 78.069/2, 78.071/5, 78.072/2, 78.075/5, 78.078/2, 78.079/3, 78.080/2, 78.082/3, 78.085/3, 78.089/3, 78.095/2, 78.097/2, 78.100/4, 78.102/2, 78.104/3, 78.106/9, 78.108/4, 78.109/5, 78.110/3, 78.111/3, 78.114/2=78.115/2, 78.116/5, 78.118/2, 78.123/2, 78.124/3, 78.125/2, 78.126/3, 78.133/3, 78.134/1, 78.135/13, 78.136/5, 78.137/8, 78.139/2, 78.142/3, 78.257/16; E3 – 78.262/3, 78.263/4, 78.264/4, 78.265/8, 78.266/10, 78.267/12, 78.268/14, 78.272/10, 78.408/18, 78.410/4, 78.412/5, 78.413/5, 78.414/11; E4 – 78.070/2, 78.076/2, 78.093/2, 78.125/2, 78.241/1, 78.245/15, 78.246/4, 78.248/3, 78.250/3, 78.256/3; E5/6 – 78.273/2; F – 78.417/3, 78.427/2, 78.428/1, 78.429/1, 78.430/1, 78.433/1, 78.435/5, 78.437/3, 78.438/3, 78.441/1, 78.442/1, 78.444/2, 78.447/3, 78.448/2, 78.452/2; H1 – 78.155/5, 78.308/11, 78.310/10, 78.314/5, 78.315/6; H2 – 78.143/5, 78.183/3, 78.184/2, 78.213/4, 78.218/3=78.219/3, 78.223/3 =78.224/3, 78.324/3, 78.325/2, 78.338/2, 78.339/2, 78.346/1, 78.353/7.

3.22.3. Plantae inc. fam.

Bemerkung: Neben den bereits erwähnten unbestimmten Resten liegen wie in jeder fossilen Flora auch hier zahlreiche unbestimmte oder unbestimmbare Reste vor. Dies sind einerseits solche, die keine oder nur wenige charakteristische Merkmale aufweisen, oder andererseits wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes nicht näher bestimmt werden können. An dieser Stelle soll der Vollständigkeit halber auch noch auf das häufige Vorkommen von Pflanzenhäcksel und Wurzelresten, die für die ökologische Interpretation von Bedeutung sind, hingewiesen werden.

Belegmaterial: (von größeren Resten mit erkennbaren Strukturen): C/D – 78.380/1, 78.393/1, 78.407/1; E2 – 78.012/4, 78.031/1, 78.033/1 =78.034/1, 78.042/2, 78.046/1, 78.053/2, 78.078/1, 78.087/1, 78.103/2, 78.106/4, 6, 78.117/3, 78.120/1=78.121/1, 78.123/1, 78.129/1, 78.130/1, 78.131/1, 78.133/1-2, 78.136/2, 78.141/4, 78.142/1; E3 – 78.264/1; E4 – 78.249/2-3, 78.250/2=78.251/1, 78.253/1-2=78.254/1-2, 78.255/3, 78.256/1, 78.260/1=78.261/1, 78.363/1; E5/6 – 78.258/1, 78.259/1, 78.270/1, 78.271/1, 78.273/1, 78.274/1, 78.275/1, 78.276/1, 78.277/1, 78.278/1, 78.281/1, 78.282/1, 78.285/2, 78.286/1, 78.288/2, 78.293/1; F – 78.427/1, 78.433/1, 78.436/1-2, 78.439/1, 78.440/1, 78.447/1-2, 78.449/2, 78.450/1; H1 – 78.237/2-3, 78.314/4, 78.315/4-5, 78.320/2-3, 78.366/11; H2 – 78.145/1, 78.162/1, 78.198/1, 78.208/1, 78.213/2, 78.218/4=78.219/4, 78.233/1, 78.234/2, 78.333/2, 78.336/1=78.337/1, 78.336/2, 78.338/1=78.339/1, 78.340/1, 78.347/1, 78.349/1.

4. Paläoökologische Auswertung

Nach dem aktualistischen Prinzip kann die Annahme gelten, daß die nächsten lebenden Verwandten einer fossilen Art auch die gleichen ökologischen Ansprüche aufweisen können. Dadurch lassen sich Anhaltspunkte zur Rekonstruktion der einstigen Vergesellschaftungen und deren Standorten gewinnen, die jedoch mit Vorbehalt betrachtet werden müssen (vgl. MAI, 1995). Diese Vorbehalte bestehen einerseits in der Problematik der taxonomischen Bewertung fossiler Arten und den dadurch bestehenden Unsicherheiten bei den rezenten Vergleichstaxa und andererseits darin, daß bestimmte Pflanzen im Tertiär unter anderen ökologischen und klimatischen Bedingungen gelebt haben können.

Unter der Berücksichtigung taphonomischer Prozesse (vgl. FERGUSON, 1985; GASTALDO et al., 1989; 1996; KUNZMANN, 1995) wird für die Interpretation der Taphozönosetyp für verschiedene, aufgrund ihres sedimentologischen und paläobotanischen Inhalts einheitliche Bereiche der Monscheinkiesgrube Paldau festgestellt.

Um die Ökologie der einzelnen Taphozönosen rekonstruieren zu können, wird eine Gliederung in ökologische Vegetationseinheiten bzw. Standorttypen in Anlehnung an MAI & WALTHER (1978) und BELZ & MOSBRUGGER (1994) vorgenommen. Die Grundlage dieser Bewertung liegt im Vergleich der fossilen Taxa mit der Ökologie der entsprechenden rezenten Arten und Gesellschaften. Nach den Fundumständen und der Ökologie der nächsten lebenden Verwandten werden die fossilen Taxa verschiedenen Standorten zugerechnet, wobei aber keine festen Regeln gelten (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994), sodaß sich die verschiedenen Biotoptypen überschneiden können, und oft die Zuordnung einzelner fossiler Taxa zu bestimmten Standorten durchaus umstritten sein kann. In der untersuchten Flora werden vier Vegetationseinheiten unterschieden:

- Wasserpflanzengesellschaft (Standortzahl 0)
- Pflanzengesellschaft der Röhrichtzone und der länger überstauten Bereiche des Auwaldes (Standortzahl 1)
- Pflanzengesellschaft des flußbegleitenden, weniger oft überfluteten Auwaldes, der Bereiche der Weich- und Hartholzau umfaßt (Standortzahl 2)
- Pflanzengesellschaft des mesophytischen Waldes (Standortzahl 3)

Die den einzelnen Vegetationseinheiten zugewiesenen Standortzahlen ermöglichen eine Berechnung des Standortindex, mit Hilfe dessen abgeschätzt werden kann welche ökologischen Verhältnisse in den einzelnen Taphozönosen vorherrschen. Dabei wird sowohl die Abundanz als auch die

Artendiversität einer Taphozönose berücksichtigt. Für die Auswertung des Standortindex gilt, daß die Vergesellschaftung umso mehr Elemente wasserferner Standorte enthält, je höher dieser Index ist. Der Standortindex wird nach folgender Formel errechnet: $SI = \Sigma(n_x * s_x)/N$; wobei SI den Standortindex, n_x die absolute Häufigkeit für die x-te Art in einer Taphozönose, s_x die Standortzahl für die x-te Arte und N die Gesamtzahl aller Fossilreste einer Taphozönose darstellen. Hingewiesen wird an dieser Stelle auf die Rekonstruktion der Faziesentwicklung der Monscheinkiesgrube Paldau durch GROSS (1998a).

Taxa	C/D/ E1	E2	E3	E4	E5/ 6	F	H1	H2
<i>Equisetum parlatorii</i>						1		
<i>Equisetum</i> sp		?				8		
<i>Pteris oeningensis</i>								11
<i>Pronephrium stiriacum</i>								4
<i>Salvinia</i> cf <i>mildeana</i>								1
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	1	116	5	6	2	2	64	83
<i>Laurophyllum</i> cf <i>pseudoprinceps</i>				9	4			
<i>Platanus leucophylla</i>	7							
<i>Liquidambar europaea</i>							2	
<i>Parrotia pristina</i>		1					4	
<i>Ulmus carpinoides</i>	51	1						
cf <i>Ulmus</i> sp – Frucht								1
<i>Juglans acuminata</i>		1		1				2
<i>Pterocarya paradisiaca</i>		3						
<i>Comptonia oeningensis</i>							1	12
<i>Myrica lignitum</i>				1	?	?	8	27
<i>Quercus neriifolia</i>		3	1	17	31		1	
<i>Quercus</i> cf <i>pseudocastanea</i>								1
<i>Alnus</i> sp		3						
<i>Betula</i> sp	2							
<i>Populus balsamoides</i>	32							
<i>Salix holzeri</i>		101	40	4	1		9	2
<i>Salix</i> sp		2			?	2	1	
<i>Salix</i> sp – Blüten- und Fruchtstand		3						
<i>Rosa</i> sp		22						
<i>Nyssa merianii</i>							1	
cf <i>Ilex</i> sp							1	4
<i>Paliurus favonii</i>		2						

Taxa	C/D/ E1	E2	E3	E4	E5/ 6	F	H1	H2
<i>Acer obtusilobum</i>		2					40	9
<i>Acer tricuspidatum</i>		59	1					
<i>Acer</i> sp		7				2	1	3
<i>Acer</i> sp – Frucht		9		1			7	
<i>Potamogeton martinianus</i>			19					
<i>Limnobiophyllum expansum</i>								1
<i>Dicotylophyllum</i> sp 1		15	39	2		8		?
<i>Dicotylophyllum</i> sp 2		15						1
<i>Dicotylophyllum</i> sp 3							3	5
Blütenstand gen et sp indet		1						
Holzabdrücke	2	19	1	3	1		4	2
Monocotyledonae gen et sp indet	8	65	13	10	1	15	5	12
Plantae inc fam	3	22	1	9	16	9	8	15

Tabelle 1. Übersicht über die absolute Häufigkeit der beschriebenen Taxa in den einzelnen Schichten.

Fossile Taxa	Standort	Mögliche rezente Vergleichstaxa
<i>Equisetum parlatorii</i>	1	(<i>Equisetum</i>)
<i>Equisetum</i> sp	1	(<i>Equisetum</i>)
<i>Pteris oeningensis</i>	1 – 2	(<i>Pteris</i>)
<i>Pronephrium stiriacum</i>	1 – 2	<i>Abacopteris</i> (<i>Pronephrium</i>) <i>penangiana</i>
<i>Salvinia</i> cf <i>mildeana</i>	0	(<i>Salvinia</i>)
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	1	<i>Glyptostrobus pensilis</i>
<i>Laurophyllum</i> cf <i>pseudoprinceps</i>	2 – 3	(Lauraceae)
<i>Platanus leucophylla</i>	2	<i>Platanus occidentalis</i>
<i>Liquidambar europaea</i>	2	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Parrotia pristina</i>	(2 –) 3	<i>Parrotia persica</i>
<i>Ulmus carpinoides</i>	2	<i>Ulmus alata</i>
cf <i>Ulmus</i> sp – Frucht	2	(Ulmaceae)
<i>Juglans acuminata</i>	(2 –) 3	<i>Juglans regia</i>
<i>Pterocarya paradisiaca</i>	(2 –) 3	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>
<i>Comptonia oeningensis</i>	1 – 2	(Myricaceae)
<i>Myrica lignitum</i>	1 – 2	(Myricaceae)
<i>Quercus neriifolia</i>	2 – 3	<i>Quercus phellos</i>
<i>Quercus</i> cf <i>pseudocastanea</i>	3	(<i>Quercus</i> Sektion <i>Cerris</i>)

Fossile Taxa	Standort	Mögliche rezente Vergleichstaxa
<i>Alnus</i> sp	1 (- 2)	(<i>Alnus</i>)
<i>Betula</i> sp	2 (- 3)	(<i>Betula</i>)
<i>Populus balsamoides</i>	2	<i>Populus balsamifera</i>
<i>Salix holzeri</i>	1 (- 2)	(<i>Salix</i>)
<i>Salix</i> sp	–	(<i>Salix</i>)
<i>Salix</i> sp – Blüten- und Fruchtstand	–	(<i>Salix</i>)
<i>Rosa</i> sp	1 – 2 (– 3)	(<i>Rosa</i>)
<i>Nyssa merianii</i>	1	<i>Nyssa aquatica</i>
cf <i>Ilex</i> sp	1 – 2 (– 3)	(cf <i>Ilex</i>)
<i>Paliurus favonii</i>	3	<i>Paliurus spinachristi</i>
<i>Acer obtusilobum</i>	2 (- 3)	<i>Acer campestre</i>
<i>Acer tricuspdatum</i>	1 – 2	<i>Acer rubrum</i>
<i>Acer</i> sp	–	(<i>Acer</i>)
<i>Acer</i> sp – Frucht	–	(<i>Acer</i>)
<i>Potamogeton martinianus</i>	0	(<i>Potamogeton</i>)
<i>Limnobiophyllum expansum</i>	0	(Araceae, Lemnaceae)
Monocotyledonae gen. et sp. indet.	1	(Monocotyledonae)

Tabelle 2: Übersicht über die beschriebenen Fossiltaxa, ihrer Standortzuordnung in Anlehnung an MAI & WALTHER (1978) und BELZ & MOSBRUGGER (1994) unter Berücksichtigung der taphonomischen Prozesse und ihrer möglichen rezenten Vergleichstaxa.

4.1. Paläoökologie der einzelnen Taphozöosen

4.1.1. Paläoökologische Auswertung des Bereiches C/D/E1

Die im Liegenden ausgebildeten Kiesbänke und kiesreichen Sedimentkörper (Bereich A) und die darüber folgenden sandigen Sedimentkörper (Bereich B) werden als ein sich verlagernder Rinnenkörper eines mäandrierenden Flußsystems interpretiert (vgl. GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a). Pflanzliche Reste sind aus diesem Bereich nicht überliefert. Der allgemeine Fining-Upward-Trend wird durch die Silt-Feinsandwechselfolgen der Uferdamm-Überschwemmungsebene (Bereich C) und der proximalen Überschwemmungsebene (Bereich D) angezeigt (vgl. GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a).

Die Pflanzenabdrücke sind überwiegend in den siltigen Lagen überliefert. Obwohl gleiche Reste in den Bereichen C und D sowie der Schicht E1 vorliegen, sind bestimmbare Blätter meist nur aus den basalen Schichten zu gewinnen. Die starke Beschädigung der Blattreste und deren fragmentarischer Charakter zeigt, daß der Transport im Wasser über einen längeren Weg oder unter einer hohen Transportenergie stattgefunden hat, wodurch die mitgeführte Fracht zunehmend gesondert worden ist. Auch wegen der regellosen Einordnung der Blattreste kann ein turbulentes Sedimentationsmilieu, das mit Bedingungen bei Hochwasserereignissen vergleichbar ist und das von der Nähe eines fließenden Gewässers stark beeinflusst wird, angenommen werden.

Standort	Taxa
0	–
1	<i>Glyptostrobus europaeus</i> , Monocotyledonae.
2	<i>Platanus leucophylla</i> , <i>Ulmus carpinooides</i> , <i>Betula</i> sp, <i>Populus balsamoides</i> .
3	<i>Betula</i> sp.

Tabelle 3: Übersicht über die Vegetationseinheiten des Bereiches C/D/E1 sowie deren mögliche Zusammensetzung.

Die absolute Dominanz von *Populus* und *Ulmus*, die Repräsentanten eines flußbegleitenden Auwaldes sind und daher den Standortindex $SI=2,0$ erklären, läßt vermuten, daß der Transport die Blätter nicht unbedingt aus dem ursprünglichen, weit gefaßten Biotop herausgeführt haben muß. Die gelegentlich auftretenden Gattungen *Platanus* und *Betula* passen ebenfalls in diese azonale Vegetationsform. Ein Auwald, in dem diese Elemente vorkommen, aber nicht unbedingt vegetationsbestimmend sein müssen, hat somit in der näheren oder weiteren Umgebung des Ablagerungsortes, der wegen der allochthon überlieferten Taphozönose nicht näher charakterisiert werden kann, bestanden. Aufgrund der Sedimentationsumstände kann aber über die Zusammensetzung der flußbegleitenden Vegetation dieser Überschwemmungsebene keine nähere Aussage getroffen werden.

4.1.2. Paläoökologische Auswertung des Bereiches E2

Die siltigen Ablagerungen in der Schicht E2 dokumentieren die Ausbildung eines Ausees (vgl. GROSS, 1998a). Auf den zweiten möglichen Erklärungsansatz mit einem durch die Verlagerung des Mäandergürtels gebildeten, zunehmend verlandenden Altarm in der distalen Überschwemmungsebene, der durch einen geringer werdenden fluviatilen Einfluß charakterisiert werden

kann, und in dem ein überwiegend sumpfiges Milieu geherrscht hat, weisen GROSS & KRENN, 1995 und GROSS, 1998a hin.

Die in dieser Schicht abgebildete Taphozönose hat im wesentlichen einen homoiotopen (vgl. MOSBRUGGER, 1989) Charakter. Oft sind die pflanzlichen Reste in dichten Lagen gepackt – so etwa jene von *Rosa*, *Acer tricuspidatum* und den Monokotyledonen. Die insgesamt gut erhaltenen Blattfossilien deuten auf ruhige Sedimentationsbedingungen mit einem geringen fluviatilen Einfluß und auf eine kurze Distanz des möglichen Transportweges hin, sodaß die überlieferten Reste nicht aus ihrem ursprünglichen Biotop herausgeführt worden sind. Es kann angenommen werden, daß diese Taphozönose die ursprüngliche Phytozönose dieses Standortes gut abbildet.

Standort	Taxa
0	–
1	<i>Glyptostrobus europaeus</i> , <i>Alnus</i> sp, <i>Salix holzeri</i> , Monokotyledonae.
2	<i>Parrotia pristina</i> , <i>Ulmus carpinoides</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Pterocarya paradisiaca</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Alnus</i> sp, <i>Salix holzeri</i> , <i>Rosa</i> sp, <i>Acer obtusilobum</i> , <i>Acer tricuspidatum</i> .
3	<i>Parrotia pristina</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Pterocarya paradisiaca</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Rosa</i> sp, <i>Paliurus fawnii</i> , <i>Acer obtusilobum</i> .

Tabelle 4: Übersicht über die Vegetationseinheiten des Bereiches E2 sowie deren mögliche Zusammensetzung.

Der Standortindex SI=1,5 zeigt eine deutliche Dominanz der Elemente des Auwaldes. Durch das massenhafte Vorkommen von Monokotyledonenresten wird eine meist ständig überflutete Röhrichtzone eines Gewässers überliefert, an die sich der periodisch überschwemmte Auwald anschließt. Langandauernde Überflutungen und eine zunehmende Versumpfung von Auwaldbereichen in der Überschwemmungsebene verdeutlicht das Erscheinen und die Häufigkeit des Auftretens an Zweigen, Zapfen und Samen von *Glyptostrobus*, die hier autochthon abgelagert werden können.

Ebenfalls an und in unmittelbarer Nähe dieser überstauten Standorte treten *Alnus*, in der Strauchschicht *Rosa*, besonders häufig aber *Salix* und *Acer tricuspidatum* auf. Die Parautochthonie der beiden letzteren Arten wird zusätzlich zum mannigfaltigen Blattvorkommen durch die häufig nachgewiesenen Fruktifikationsorgane bestätigt. Durch diese Elemente wird der Vergesellschaftung ein Sumpf- und Bruchwaldcharakter verliehen. Diese Gesellschaft auf nassen Böden, die häufig unter oder nahe des Grundwasserspiegels liegt, kann als eine kleinräumig ausgebildete und an die

feuchten Bedingungen angepaßte Vergesellschaftung innerhalb eines von Überschwemmung und Mäanderbildung beeinflussten und dadurch an vielfältigen, eng verzahnten Standorten reichhaltigen Auwaldes interpretiert werden.

Unterrepräsentiert sind in der untersuchten Taphozönose jene Elemente – wie *Ulmus*, *Quercus neriifolia* und *Acer obtusilobum* –, die hauptsächlich auf weniger feuchten Standorten vorkommen und jene, die auch schon dem mesophytischen Wald zugerechnet werden können – wie *Parrotia*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Paliurus* –, die meist nur durch eine geringe Anzahl an Blättern oder durch Flügel Früchte dokumentiert sind. Die geringe Häufigkeit dieser Taxa kann am ehesten auf den geringen fluviatilen Einfluß oder auf die starke Selektion beim Windtransport und damit auf die schlechten Möglichkeiten eines weiteren Transportes jener Pflanzen, die weiter entfernt vom Ablagerungsort vorkommen, zurückzuführen sein. Zudem spielt hier die unterschiedliche Erhaltungsfähigkeit der pflanzlichen Teile eine entscheidende Rolle.

4.1.3. Paläoökologische Auswertung des Bereiches E3/4/5/6

Die siltigen Ablagerungen der Schichtfolge E3/4/5/6 unterscheiden sich in den sedimentologischen Strukturen von der Schicht E2 nur geringfügig, sodaß eine kontinuierliche Faziesentwicklung einer distalen Überschwemmungsebene mit einem geringen fluviatilen Einfluß und der Möglichkeit des Entstehens lokaler Stillwasserbereiche angenommen wird (vgl. GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a).

Die aus diesen Schichten stammende Taphozönose beinhaltet weitgehend allochthon abgelagerte Fossilreste. Die deutlichen Transportspuren an vielen der oft unvollständig aufgefundenen Blätter deuten auf deren längeren Transport in einem fließenden Gewässer und auf eine damit verbundene Frachtsonderung hin. Der weiterhin bestehende, fluviatile Einfluß und die teils schlechten Fossilisationsbedingungen, worauf die Sedimentstrukturen als auch die Einregelung der Pflanzenreste und deren oft nur in wenigen Lagen gehäuftes Auftreten hinweist, führen zu einer sehr heterogenen, aber dennoch artenarmen Zusammensetzung dieser Taphozönose. In geringem Ausmaß finden sich pilzbefallene Blätter, wobei dafür ein Befall zu Lebzeiten oder ein Zersetzungsprozeß, der vor der Einbettung stattgefunden hat, ursächlich sein kann.

Standort	Taxa
0	<i>Potamogeton martinianus</i> .
1	<i>Glyptostrobus europaeus</i> , <i>Myrica lignitum</i> , <i>Salix holzeri</i> , Monocotyledonae.
2	<i>Laurophyllum cf pseudoprinceps</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Myrica lignitum</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Salix holzeri</i> , <i>Acer tricuspidatum</i> .
3	<i>Laurophyllum cf pseudoprinceps</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Quercus neriifolia</i> .

Tabelle 5: Übersicht über die Vegetationseinheiten des Bereiches E3/4/5/6 sowie deren mögliche Zusammensetzung.

Eine Angabe des Standortindex $SI=1,6$ hat eigentlich nur statistischen Wert. Einerseits liegen die Indizes der einzelnen Schichten aufgrund des Auftretens von Schwimmpflanzen und der insgesamt geringen Menge an vorgefundenen Resten weit auseinander (E3: $SI=1,0$; E4: $SI=1,9$; E5/6: $SI=2,4$), andererseits werden nicht alle Elemente, die bedeutend wären – wie etwa *Dicotylophyllum* sp 1 –, in der statistischen Auswertung berücksichtigt und letztlich können die ökologischen Verhältnisse aus der überlieferten Taphozönose aufgrund des nicht repräsentativen Abbildes der Phytozönose nicht direkt abgeleitet werden. Die Standortindizes stehen jedoch einem Vorkommen von Vergesellschaftungen zunehmend trockenerer Standorte nicht entgegen.

Einen Hinweis auf das Vorkommen von Wasserpflanzengesellschaften geben die in Lagen gepackten und nur an wenigen Stellen vorkommenden Blattreste von *Potamogeton*. Ob diese aus lokalen Stillwasserbereichen – wie sie in Auwäldern häufig vorkommen – oder aus langsam fließenden Gewässern, wo diese Wasserpflanzen ebenfalls vertreten sein können, stammen, kann nicht beurteilt werden. Bemerkenswert ist die Erhaltung der mit einem weißen oder hyalinen Überzug vorgefundenen Blätter.

Die in mehreren Lagen anzutreffenden und dann massenhaft in Verbindung mit Pflanzenhäcksel auftretenden Monokotyledonenreste, die auf der Überflutungsebene periodisch einsedimentiert werden, dokumentieren die Röhrlichtzone. Eine starke Abnahme und das nunmehr vereinzelte Vorkommen von *Glyptostrobus* weist auf veränderte, wahrscheinlich trockenere Standorte im Sedimentationsgebiet hin. Ebenso treten jene Elemente, die die feuchten Habitate am Ausumpf besiedelt haben – wie *Salix* und *Acer tricuspidatum* –, einerseits aufgrund der verschlechterten Fossilisationsbedingungen, andererseits wegen der zunehmend trockeneren Standorte, mengenmäßig zunehmend stark zurück. Diese Reste können im Zuge von Überschwemmungen allochthon zur Ablagerung gelangt sein.

Abgelagert werden in diesen Schichtfolgen die Blätter von *Laurophyllum* und *Quercus neriifolia*. Jedoch besteht bei diesen ebenfalls die Möglichkeit eines weiteren Transportes, insbesondere weil diese derben Blätter als besonders widerstandsfähig gelten, sodaß die Phytozönose des unmittelbaren Sedimentationsraumes unbestimmt bleiben muß. Welche Rolle die als *Dicotylophyllum* sp 1 bezeichneten Blattreste spielen, die hier basal und in der Schicht E2 häufig auftreten, kann nicht beurteilt werden.

In der Schicht E4 treten die einzigen Blattreste auf, von denen die epidermalen Strukturen bekannt sind – bei *Salix holzeri* – und die in inkohtem Erhaltungszustand vorliegen – wie *Glyptostrobus europaeus*, *Quercus neriifolia* und *Dicotylophyllum* sp 1.

4.1.4. Paläoökologische Auswertung des Bereiches F

Die im Bereich F ausgebildete Wechselfolge von Silten und Feinsanden zeigt aufgrund der sedimentologischen Strukturen einen zunehmend starken fluviatilen Einfluß auf einer von Hochwasserereignissen periodisch überfluteten, ufernahen Überschwemmungsebene an. Zudem treten durch erosive Einschaltungen größere und kleinere Subrinnen (Bereich G) auf (vgl. GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a).

Die aus diesen Schichten überlieferte Taphozönose ist durch Blattreste gekennzeichnet, die stark beschädigt, oft verfaltet und zudem häufig von Pilzen befallen sind. Die insgesamt schlecht erhaltenen Fossilien geben einerseits einen Hinweis auf deren längeren Transport, der nicht nur im Wasser, sondern auch am Boden erfolgt sein kann, und andererseits sind diese ein Indiz für einen starken fluviatilen Einfluß. Es kann daher und auch wegen des nur in geringen Mengen überlieferten Materials, das sich zum größten Teil systematisch nicht näher einordnen läßt, ein unruhiges Sedimentationsmilieu angenommen werden.

Standort	Taxa
0	–
1	<i>Equisetum parlatorii</i> , <i>Equisetum</i> sp, <i>Glyptostrobus europaeus</i> , <i>Monocotyledonae</i> .
2	? <i>Salix</i> sp, ? <i>Acer</i> sp.
3	–

Tabelle 6: Übersicht über die Vegetationseinheiten des Bereiches E sowie deren mögliche Zusammensetzung.

Nur wenige Reste können eindeutig bestimmten Taxa – dazu zählen *Glyptostrobus*, *Salix* und *Acer* – zugeordnet werden, sodaß sich aus der überlieferten Taphozönose weder der abgelagerungsnahe Standort noch die Vergesellschaftung des Auwaldes rekonstruieren läßt.

Interessant ist hingegen das autochthone Vorkommen von *Equisetum*, das durch die gute Erhaltung und die vertikale Einregelung bestätigt wird. Schachtelhalme könnten zusammen mit *Salix* an Sandbänken oder offenen Ufern einen Bestandteil der Pioniervegetation gebildet haben.

4.1.5. Paläoökologische Auswertung des Bereiches H1/2

Durch die Verlagerung der Hauptrinne kommt es in den Schichten H1/2 zur Ablagerung toniger Silte, in denen eine reichhaltige Flora überliefert wird. Über ein Totarm- oder Ausumpfstadium entsteht durch ein allmähliches Ansteigen des Grundwasserspiegels auf der nur zeitweise überfluteten und nur gering fluviatil beeinflussten Überschwemmungsebene ein Ausee (vgl. GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a). Da diese Entwicklung mit Hilfe floristischer Veränderungen im einzelnen nicht rekonstruiert werden kann, erfolgt eine taphonomische Gesamtbetrachtung dieser beiden Schichten. Im Hangenden endet die beobachtbare Entwicklung mit Sedimenten, die bereits den Übergang zur Ausbildung des rezenten Bodens bilden (Schicht H3, Bereich I).

Standort	Taxa
0	<i>Salvinia cf mildeana</i> , <i>Limnobiophyllum expansum</i> .
1	<i>Pteris oeningensis</i> , <i>Pronephrium stiriacum</i> , <i>Glyptostrobus europaeus</i> , <i>Comptonia oeningensis</i> , <i>Myrica lignitum</i> , <i>Salix holzeri</i> , <i>Nyssa merianii</i> , cf <i>Ilex</i> sp, Monocotyledonae.
2	<i>Pteris oeningensis</i> , <i>Pronephrium stiriacum</i> , <i>Liquidambar europaea</i> , <i>Parrotia pristina</i> , cf <i>Ulmus</i> sp, <i>Juglans acuminata</i> , <i>Comptonia oeningensis</i> , <i>Myrica lignitum</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Salix holzeri</i> , cf <i>Ilex</i> sp, <i>Acer obtusilobum</i> .
3	<i>Parrotia pristina</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Quercus cf pseudocastanea</i> , cf <i>Ilex</i> sp, <i>Acer obtusilobum</i> .

Tabelle 7: Übersicht über die Vegetationseinheiten des Bereiches F1/2 sowie deren mögliche Zusammensetzung.

Das Vorliegen einer grundsätzlich homoiotopen (vgl. MOSBRUGGER, 1989) Taphozönose wird durch die insgesamt gut erhaltenen Blattfossilien dokumentiert. Die geringen Transportspuren lassen annehmen, daß der Transport

im Wasser nur über eine relativ kurze Distanz und mit geringer Transportenergie stattgefunden haben kann, sodaß die Elemente nicht aus dem ursprünglichen Biotop herausgeführt worden sind. Zudem ist in den Sedimenten kleinerer Seen – wie sie hier angenommen wird – die Wahrscheinlichkeit eines Abbildes der umgebenden Vegetation größer (vgl. FERGUSON, 1985), und insbesondere zeigt die absolute Häufigkeitsverteilung der Reste, daß die überlieferte Taphozönose größtenteils die dieses stehende Gewässer unmittelbar umgebenden Vergesellschaftungen abbildet.

Bereits der Standortindex $SI=1,4$ bzw. $SI=1,3$ weist auf eine Dominanz der Auwaldelemente hin. Mithilfe sedimentologischer Daten und den Nachweisen von Ostrakoden und Mollusken sowie wegen des Auftretens von Schwimmpflanzen der freischwimmenden Stillwassergesellschaften, die durch *Salvinia* und *Limnobiophyllum* repräsentiert werden, kann ein offenes, ruhiges Gewässer mit eutrophem Charakter, das innerhalb des Auwaldes liegt und an dessen Rand eine Röhrlichtzone aus Monokotyledonen ausgebildet ist, nachgewiesen werden.

An dieses stehende Gewässer schließt sich ein meist ständig unter Wasser stehender Bruch- und Sumpfwald an, der durch zahlreiche Reste dokumentiert ist. In dieser Gesellschaft dominiert die Gattung *Glyptostrobus* in der Baum- und in der Strauchschicht kommen häufig *Comptonia* und *Myrica* vor. Als akzessorische Elemente könnten hier *Nyssa* und *Ilex* auftreten. Den Farnreichtum der Krautschicht zeigt das Vorkommen von *Pronephrium*. Ebenfalls diesem Habitat können *Pteris* und *Salix*, die aber auch verschiedene andere, etwa gestörte Standorte besiedeln, zugerechnet werden.

Bereits in den Hintergrund treten die Elemente des zeitweilig und weniger oft überschwemmten Auwaldes, der durch *Platanus*, *Liquidambar*, *Juglans* und insbesondere *Acer obtusilobum* dokumentiert wird. Die im Vergleich meist geringe Anzahl dieser Reste zeigt, daß diese Elemente eher nicht mehr in unmittelbarer Nähe dieses stehenden Gewässers vorkommen und dann auch allochthon abgelagert sein können, worauf insbesondere die durch den fluviatilen Einfluß verursachten Zusammenschwemmungen von *Acer obtusilobum* hinweisen.

Vereinzelt können die Bestandteile des an diese Überschwemmungsebene anschließenden mesophytischen Waldes – wie *Parrotia*, *Juglans*, *Quercus pseudocastanea*, vielleicht auch *Ilex* – gefunden werden, deren Erscheinen aber nicht repräsentativ für diesen sein wird.

Bezeichnung der Gesellschaft	Taxa	Standort (Standortzahl)
Freischwimmende <i>Salvinia-Limnobiophyllum</i> -Stillwassergesellschaft	<i>Salvinia cf mildeana</i> , <i>Limnobiophyllum expansum</i>	ständig offenes, ruhiges, eutrophes stehendes Gewässer auf der fluviatil beeinflussten Überschwemmungsebene eines Auwaldes; (0)
<i>Potamogeton</i> -Wasserpflanzengesellschaft	<i>Potamogeton martinianus</i>	lokale Stillwasserbereiche oder langsam fließendes Gewässer auf der fluviatil beeinflussten Überschwemmungsebene eines Auwaldes; (0)
Krautige, ufernahe Röhrichtzone fließender oder stehender Gewässer	Monokotyledonen	ufernaher, meist ständig unter Wasser stehender und häufig überfluteter Standort an fließenden oder stehenden Gewässern; (1)
Ufernahe Pioniergesellschaft	<i>Equisetum</i> , vielleicht auch <i>Salix holzeri</i> , <i>Pteris oeningensis</i>	Sandbänke oder offene Ufer eines fließenden Gewässers; (1)
Flußnahe <i>Glyptostrobos-Salix-Acer</i> -Sumpfwaldgesellschaft	<i>Glyptostrobos europaeus</i> , <i>Salix holzeri</i> , <i>Acer tricuspdatum</i> , <i>Alnus</i> sp, <i>Rosa</i> sp	länger überstauter, versumpfter, periodisch überschwemmter Standort an einem zunehmend verlandenden Altarm auf der fluviatil beeinflussten Überschwemmungsebene eines Auwaldes; (1)
Flußferne, farnreiche <i>Glyptostrobos-Nyssa-Myricaceen</i> -Sumpfwaldgesellschaft	<i>Glyptostrobos europaeus</i> , <i>Myrica lignitum</i> , <i>Comptonia oeningensis</i> , <i>Nyssa merianii</i> , cf <i>Ilex</i> sp, <i>Pronephrium stiriaticum</i> , <i>Pteris oeningensis</i>	meist ständig unter Wasser stehender, durch Grundwasser und gering fluviatil beeinflusster Standort an einem stehendem Gewässer auf der Überschwemmungsebene eines Auwaldes; (1–2)
Sommergrüner, flußbegleitender (<i>Ulmus-Populus</i> -) <i>Acer-Liquidambar-Platanus</i> -Auwaldgesellschaft	einerseits <i>Ulmus carpinoides</i> , <i>Populus balsamoides</i> , andererseits <i>Acer obtusilobum</i> , <i>Liquidambar europaea</i> , <i>Platanus leucophylla</i> , wahrscheinlich auch <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Laurophyllum cf pseudoprinceps</i> oder <i>Parrotia pristina</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Pterocarya paradisiaca</i> , <i>Pauliurus favonii</i>	flußbegleitender, zeitweilig und weniger oft überfluteter Standort auf der fluviatil beeinflussten Überschwemmungsebene eines Auwaldes; (2)
Mesophytische Waldgesellschaft	<i>Laurophyllum cf pseudoprinceps</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Quercus cf pseudocastanea</i> , <i>Parrotia pristina</i> , <i>Juglans acuminata</i> , <i>Pterocarya paradisiaca</i> , <i>Pauliurus favonii</i>	nicht repräsentatives Auftreten von Taxa aus dem mesophytischen Wald des Hinterlandes; (3)

Tabelle 8: Übersicht über die in der Monscheinkiesgrube Paldau aufgefundenen Vergesellschaftungen.

4.2. Pflanzengesellschaften

Die überlieferten Taxa der Monscheinkiesgrube Paldau dokumentieren azonale Gesellschaften einer Auwaldvegetation, die an unterschiedlichen Standorten innerhalb eines mäandrierenden Flußsystems (vgl. KRÄINER, 1987; GROSS & KRENN, 1995; GROSS, 1998a) ausgebildet sind. Durch die ständige Veränderung dieses dynamischen, von Sedimentation und Erosion beeinflussten Systems werden Taphozönosen überliefert, aus denen sich kleine Teilbereiche der vielfältigen Auwaldvegetation rekonstruieren lassen. Die vorgefundenen Vergesellschaftungen reichen von der Ausbildung der Wasserpflanzengesellschaften und der Röhrichtzone fließender oder stehender Gewässer sowie länger überstauter und versumpfter Auwaldbereiche und meist ständig unter Wasser stehender Bruch- und Sumpfwälder bis zu weniger oft überfluteten Standorten der Hartholzau (vgl. KRENN, 1997b). Die Bezeichnung der Gesellschaften in der Tabelle 8 hat nur informellen Charakter, ebenso beschränken sich die angeführten Taxa und Standorte auf das Vorkommen in der Monscheinkiesgrube Paldau.

4.3. Pannone Vergleichsfloren

Die Auswahl der Vergleichsfloren beschränkt sich auf neuere Bearbeitungen aus den pannonen Ablagerungen innerhalb des Steirischen Tertiärbeckens. Wegen ihrer Revisionsbedürftigkeit werden die zahlreichen älteren Bearbeitungen nicht miteinbezogen.

Taxa	Paldau	Wörth	Reith	Neuhaus/ Klausenbach
<i>Equisetum parlatorii</i>	+	+		
<i>Equisetum</i> sp	+	+		
<i>Pteris oeningensis</i>	+	+		
<i>Pronephrium stiriacum</i>	+	+		
<i>Salvinia</i> cf <i>mildeana</i>	+			
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	+	+		+
<i>Tetraclinis salicornoides</i>				+
<i>Daphnogene pannonica</i>				+
<i>Laurophyllum</i> cf <i>pseudoprinceps</i>	+			
Lauraceae gen et sp indet				+
<i>Platanus leucophylla</i>	+			+
<i>Liquidambar europaea</i>	+			+
<i>Parrotia pristina</i>	+			+
<i>Ulmus carpinooides</i>	+	+		+
cf <i>Ulmus</i> sp – Frucht	+			

Taxa	Paldau	Wörth	Reith	Neuhaus/ Klausenbach
<i>Zelkova zelkovifolia</i>				+
<i>Engelhardia orsbergensis</i>				+
<i>Juglans acuminata</i>	+	+		+
<i>Pterocarya paradisiaca</i>	+			
<i>Comptonia oeningensis</i>	+			
<i>Myrica lignitum</i>	+	+	+	+
<i>Fagus haidingeri</i>				+
<i>Quercus kubinyii</i>				+
<i>Quercus neriifolia</i>	+			
<i>Quercus cf pseudocastanea</i>	+			
<i>Alnus ducalis</i>				+
<i>Alnus menzelii</i>	+ ¹⁾			+
<i>Betula subpubescens</i>	+ ²⁾			+
<i>Carpinus parvifolia</i>				+
<i>Carpinus vera</i>				+
<i>Populus balsamoides</i>	+			+ ³⁾
<i>Populus populina</i>		+		+
<i>Salix holzeri</i>	+	+ ⁴⁾	+	+ ⁵⁾
<i>Salix</i> sp	+			
<i>Salix</i> sp 2				+
<i>Salix</i> sp – Blüten- und Fruchtstand	+	+	+	
<i>Rosa</i> sp	+			+ ⁶⁾
<i>Trapa silesiaca</i>		+		
<i>Nyssa merianii</i>	+			+
<i>Viscum miquelii</i>			+	
cf <i>Ilex</i> sp	+			
<i>Paliurus favonii</i>	+			
<i>Acer obtusilobum</i>	+	+ ⁷⁾	+ ⁸⁾	
<i>Acer tricuspdatum</i>	+	+	+	+
<i>Acer vindobonensis</i>		+		
<i>Acer</i> sp	+		+	
<i>Acer</i> sp – Frucht	+	+	+	
<i>Fraxinus ettingshausenii</i>			+	
<i>Fraxinus</i> sp – Frucht			+	
<i>Potamogeton martinianus</i>	+	+ ⁹⁾	+	
<i>Potamogeton</i> sp – Frucht		+	+	
<i>Limnobiophyllum expansum</i>	+			
Leguminosae-Typ sp. div.				+
Blütenkätzchen gen. et sp. indet.				+

Taxa	Paldau	Wörth	Reith	Neuhaus/ Klausenbach
Blütenstand gen. et sp. indet.	+			
Monokotylenschwimmblatt inc sed ? <i>Sparganium</i> sp		+		
Monocotyledonae gen. et sp. indet.	+	+		

Tabelle 9: Übersicht über die beschriebenen Taxa der Lokalitäten Paldau, Wörth (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990), Reith (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1991) und Neuhaus/Klausenbach (vgl. KOVAR-EDER et al., 1995).

Anmerkungen zur Tabelle:

- ¹⁾ umfaßt die als *Alnus* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 194f).
- ²⁾ umfaßt die als *Betula* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 195f).
- ³⁾ umfaßt die von KOVAR-EDER et al.(1995) als *Populus* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 196f).
- ⁴⁾ von KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) als *Salix* sp geführt (vgl. oben S. 197ff; KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990).
- ⁵⁾ umfaßt die von KOVAR-EDER et al. (1995) als *Salix* sp 1 bezeichneten Reste (vgl. oben S. 197ff).
- ⁶⁾ umfaßt die von KOVAR-EDER et al. (1995) als ?*Rosa* sp bezeichneten Reste.
- ⁷⁾ umfaßt die von KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) als *Acer jurenakyii* bezeichneten Reste (vgl. oben S. 204ff).
- ⁸⁾ umfaßt die von KOVAR-EDER & KRÄINER (1991) als *Acer jurenakyii* bezeichneten Reste (vgl. oben S. 204ff).
- ⁹⁾ von KOVAR-EDER & KRÄINER (1990) als *Potamogeton bruckmannii* geführt (vgl. oben S. 209f; KOVAR-EDER, 1992).

5. Paläoklimatische Auswertung

Die Rekonstruktion der klimatischen Verhältnisse erfolgt sowohl durch blattphysiognomische Methoden als auch durch einen Vergleich der fossilen mit den rezenten Floren (vgl. DOLPH & DILCHER, 1979). Die spezifischen Vor- und Nachteile dieser Methoden und die Probleme der tertiären Klimarekonstruktion erläutern ROTH & DILCHER (1978), BELZ & MOSBRUGGER (1994) und MAI (1995) ausführlich. In der vorliegenden Untersuchung wird die klimatische Rekonstruktion durch den Umstand erschwert, daß nahezu ausschließlich Fossilreste einer azonalen Auwaldvegetation vorliegen, die

in ihren Ansprüchen – insbesondere der Feuchtigkeit – vom regionalen Klima in höherem Maße unabhängig ist als zonale Vegetationsformen.

5.1. Auswertung nach blattphysiognomischen Methoden

5.1.1. Blattphysiognomische Methoden

Die von BAILEY & SINNOTT (1915) begründete und von anderen Autoren ausgebaut, blattphysiognomische Methode zur ökologischen und insbesondere klimatologischen Auswertung beruht auf dem Prinzip, daß in rezenten Floren einzelne Merkmale – wie etwa der Blattrand oder die Blattgröße – in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren ausgebildet sind (vgl. MAI, 1995). Mit Hilfe eines Vergleiches der blattphysiognomischen Daten von rezenten und fossilen Floren können Aussagen über die klimatischen Verhältnisse getroffen werden. Jedoch sind die mit diesen Methoden quantitativ ermittelten Klimadaten (vgl. WOLFE, 1979; 1993) in ihrem Aussagewert umstritten (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994). Belanglos bleiben bei diesen methodischen Ansätzen mögliche Fehler einer nicht korrekten taxonomischen Bestimmung, da sie unabhängig von der systematischen Zuordnung angewendet werden können (vgl. MAI, 1995). Hingegen tritt als grundsätzliche Fehlerquelle – wie bei der paläoökologischen Auswertung – die beim Transport und der Sedimentation erfolgte Sortierung (vgl. FERGUSON, 1985) auf. Für die paläoklimatische Rekonstruktion durch blattphysiognomische Methoden werden in der vorliegenden Arbeit die Blattrandanalyse und die Blattflächenanalyse verwendet.

5.1.2. Blattrandanalyse

Dieser Methode liegt die generelle und vom Klima abhängige Tendenz zur Häufigkeitsabnahme von Arten mit ganzrandigen Blättern von der tropischen in die gemäßigte Zone zugrunde (vgl. DILCHER, 1973; WOLFE, 1993). Obwohl ein strenger Zusammenhang zwischen der Ausbildung des Blattrandes und der mittleren Jahrestemperatur nicht immer anerkannt wird, ist die allgemeine Beziehung weitgehend unumstritten (vgl. DOLPH, 1978; 1990; DOLPH & DILCHER, 1979; 1980). Als mögliche Fehlerquelle ist immer die unterschiedliche Erhaltungswahrscheinlichkeit ganzrandiger und nicht-ganzrandiger Blätter zu berücksichtigen (vgl. ROTH & DILCHER, 1978).

Für die Auswertung wird nach WOLFE (1971; 1978) und DILCHER (1973) der Anteil der ganzrandigen, dikotylen Blatttaxa bestimmt. Im vorliegenden Fall werden auch die unter *Dicotylophyllum* sp angeführten Blätter berücksichtigt und dieser Wert wird mit den Daten aus rezenten Floren verglichen. Da sich die untersuchte Flora aus 11% Pteridophytentaxa, 3% Gymnospermentaxa,

63% dikotylen Blattaxa, 14% dikotylen Taxa, die ausschließlich durch Fruktifikationsreste überliefert sind sowie 9% monokotyler Taxa, in die die umfangreiche Gruppe der unbestimmbaren Monokotyledonenreste fällt, zusammensetzt und für diese Methode ausschließlich die dikotylen Blattaxa maßgeblich sind, müssen etwa 1/3 der bearbeiteten Taxa, die jedoch die unbestimmten Reste noch nicht beinhalten, bei der Blattrandanalyse unberücksichtigt bleiben, sodaß dadurch und hinsichtlich einer möglichen Änderung der prozentuellen Anteile beim Nachweis weiterer Arten das Ergebnis der Auswertung relativiert wird (vgl. KOVAR, 1982).

	Absolute Anzahl der Taxa	Relative Angabe in %
Dikotyle Blattaxa	22	100
Ganzrandige, dikotyle Blattaxa	6	27
Nicht-ganzrandige, dikotyle Blattaxa	16	73

Tabelle 10: Übersicht über die Verteilung ganzrandiger und nicht-ganzrandiger, dikotyler Blattaxa.

Von den 22 dikotylen Blattaxa sind sechs ganzrandig. Dies ergibt einen Anteil an ganzrandigen Blattaxa von 27% in der untersuchten Flora. Nach den Angaben von DILCHER (1973) entspricht dieser Anteil etwa jenem Wert, der aus dem Mixed Mesophytic Forest im östlichen Szechuan bis ins westliche Hupeh und südliche Kiangsi bekannt ist. WOLFE (1978) gibt für diesen Wert eine mittlere Jahrestemperatur von etwa 11°C an.

Der Informationsgehalt dieser Analyse ist im vorliegenden Fall jedoch insofern zu relativieren, als einerseits die von WOLFE (1971) geforderte Anzahl an den in die Untersuchung einzubeziehenden Taxa, die – um verlässliche blattphysiognomische Untersuchungen durchführen zu können – mindestens 30 Arten umfassen sollte, nicht erreicht werden kann und andererseits die Einbeziehung azonaler und Sonderstandortsgesellschaften, die in der vorliegenden Fundstelle überwiegen, in ihren Auswirkungen auf das Analyseergebnis eine beachtliche unbekannte Größe darstellen (vgl. MELLER, 1989).

5.1.3. Blattflächenanalyse

In Abhängigkeit von der Temperatur und der Feuchtigkeit kann eine generelle Abnahme der Blattgröße von den feuchten Tropen in die gemäßigte Zone festgestellt werden (vgl. DILCHER, 1973; WOLFE, 1979). Diese Reduktion der Blattflächen steht aber nicht unbedingt in einem linearen Zusammenhang mit der Temperaturabnahme (vgl. DOLPH, 1978; DOLPH & DILCHER, 1979; 1980),

sodaß ebenso wie bei der Auswertung mit der Blattrandanalyse diese nur relativ abgeleitete Klimadaten erbringt (vgl. WOLFE, 1979). Zudem wird die unterschiedliche Erhaltungsmöglichkeit der einzelnen Blätter beim Transport nicht berücksichtigt (vgl. ROTH & DILCHER, 1978).

Für die Auswertung wird von den vollständig erhaltenen und rekonstruierbaren, dikotylen Blättern gemäß der folgenden Formel nach DOLPH & DILCHER (1979) die Blattfläche errechnet und eine Einteilung in die von WEBB (1959) definierten Größenklassen vorgenommen: $A = 2/3 (L * W)$; wobei A die Blattfläche, L die Blattlänge und W die Blattbreite darstellen. Mithilfe der Größenverhältnisse lassen sich durch Rezentvergleiche relativ abgeleitete Klimadaten ermitteln (vgl. DILCHER, 1973; WOLFE, 1979).

Größenklasse nach WEBB (1959)	Absolute Anzahl der Blätter	Relative Angabe in %
(Anzahl bzw. Anteil der gesamten, vorgefundenen Reste)	(ca. 1.200)	(ca. 1.000)
Vollständig erhaltene Blätter	118	100
Mesophyll, 4.500-18.225 mm ² (groß)	11	9
Notophyll, 2.025-4.500 mm ² (groß)	28	24
Mikrophyll, 225-2.025 mm ² (klein)	74	63
Nanophyll, 25-225 mm ² (klein)	5	4

Tabelle 11: Übersicht über die Verteilung der vollständig erhaltenen Blätter in den Größenklassen nach WEBB (1959).

Die Auswertung der vollständig erhaltenen Blätter zeigt eine prozentuelle Verteilung in vier der sieben von WEBB (1959) definierten Größenklassen, die 63% als mikrophylle, 24% als notophylle, 9% als mesophylle und 4% als nanophylle Blätter ausweist. Das Verhältnis von großen zu kleinen Blättern ist etwa 1 : 2. Demzufolge könnte nach DILCHER (1973) ein feuchtes, temperiertes Klima vorherrschen. Die hier vorliegende Größenverteilung kann mit den Werten aus dem Mixed Mesophytic Forest, in dem laubwerfende Arten dominieren und immergrüne Elemente und Koniferen nur untergeordnet vorkommen (vgl. WANG, 1961), verglichen werden. Nach WOLFE (1979) haben diese in China verbreiteten Wälder mehr als 10% notophylle Blätter, der Hauptanteil entfällt jedoch auf kleinere Größenklassen und der Anteil an ganzrandigen Blättern liegt bei 28-38%. Im N dieser Gebiete unterschreitet die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats nie den Wert von -2°C und die mittlere Jahrestemperatur beträgt mindestens 10°C (vgl. WOLFE, 1979).

Im Mixed Broad-leaved Evergreen And Coniferous Forest, der ein Synonym zum Evergreen Sclerophyllous Broad-leaved Forest von WANG (1961) ist, kommen immergrüne Arten zusammen mit Koniferen dominant vor, wobei insbesondere in Sekundärvegetation und an gestörten Standorten häufig ein höherer Anteil an laubwerfenden Elementen vorhanden ist. WOLFE (1979) beschreibt aus diesen Wäldern einen Anteil von etwa 50% mikrophyllen Blättern und eine Ganzrandigkeit von 30-35%. Die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats liegt in dieser Region über 1°C, wobei dieser Wert eine Untergrenze für die meisten immergrünen Arten darstellt.

Da die untersuchte Flora als Bestandteil eines Auwaldes großteils niederschlagsindifferent ist, haben – wegen des wichtigen Einflusses der Feuchtigkeit auf die vorkommenden Taxa und auf die Ausbildung der Blattgröße (vgl. DOLPH, 1978) – die Ergebnisse dieser Analyse für die paläoklimatische Rekonstruktion eine geringere Aussagekraft.

5.2. Auswertung mit der Methode der nächsten lebenden Verwandten

5.2.1. Methode der nächsten lebenden Verwandten

Beruhend auf dem aktualistischen Prinzip wird bei der Anwendung dieser Methode von der Annahme ausgegangen, daß die klimatischen Ansprüche fossiler Pflanzen denen der rezenten Vergleichstaxa weitgehend ähnlich sind. Somit kann versucht werden, mithilfe der einzelnen Taxa, einer möglichst großen Zahl dieser und deren Vergesellschaftung die paläoklimatischen Verhältnisse einer fossilen Flora zu rekonstruieren (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994; MAI, 1995). Nach diesem methodischen Ansatz werden daher die klimatischen Ansprüche einzelner Taxa und jene von vergleichbaren pflanzengeographischen Regionen für eine Klimarekonstruktion herangezogen.

Der Vorteil dieser Methode liegt in der Möglichkeit einer quantitativen Rekonstruktion, deren Qualität jedoch von vielen verschiedenen Faktoren abhängig ist. Einerseits ist diese Methode abhängig von der korrekten Bestimmung der fossilen Reste und der Ermittlung deren möglicher rezenter Vergleichstaxa. Andererseits können bereits jene Prozesse, die bis zur Einbettung und Überlieferung der Taphozönosen stattgefunden haben (vgl. FERGUSON, 1985), das Spektrum der überlieferten Taxa möglicherweise beachtlich verändern (vgl. ROTH & DILCHER, 1978). Es kann aber auch bei den richtig bestimmten, rezenten Vergleichstaxa zu Fehlinterpretationen kommen, wenn diese heute klimageographisch indifferente Areale, Reliktareale oder Standorte, die für diese klimatisch nicht geeignet sind, besiedeln

oder auch ihre klimatischen Ansprüche verändert haben (vgl. BELZ & MOSBRUGGER, 1994; MOSBRUGGER, 1995).

Bei der Auswertung nach dieser Methode werden Gesellschaften aus verschiedenen pflanzengeographischen Regionen, die mit der untersuchten Flora näher verglichen werden können, charakterisiert und die Gemeinsamkeiten herausgearbeitet sowie die klimatischen Verhältnisse dieser Gebiete festgehalten. Die Ausführungen zu den Vegetationseinheiten in Nordamerika orientieren sich an KNAPP (1965), jene zu den Vegetationseinheiten Chinas an WANG (1961) und jene zu den Vegetationseinheiten im Kaukasus an WALTER (1974). Die Klimadaten, die aus diesen Gebieten aus den oben zitierten Werken sowie aus WALTER & LIETH (1967) entnommen sind, sollen ausschließlich zur klimatischen Charakterisierung dieser Regionen dienen und müssen daher nicht unbedingt die Klimaverhältnisse des Untersuchungsgebietes repräsentieren. Die klimatischen Ansprüche der einzelnen fossilen Taxa sowie der möglichen rezenten Vergleichsarten und -gattungen werden bereits in den Bemerkungen zur systematischen Auswertung der einzelnen Taxa erläutert.

5.2.2. Vergleich mit Vegetationseinheiten in Nordamerika

Die Vegetation des südöstlichen Nordamerika hat einen überwiegend holarktischen Charakter, jedoch weist sie aufgrund guter Einwanderungsmöglichkeiten einen hohen Anteil an neotropischen Formen auf. Häufig sind in diesen Gebieten Moore und durch einen hohen Wasserstand beeinflusste Vegetationseinheiten anzutreffen. Die artenreichen Auwälder des südöstlichen Nordamerika sind in Flußauen oder anderen gelegentlich überfluteten, nährstoffreichen Standorten ausgebildet.

Die Auwälder der vorwiegend sommergrünen Laubwälder des südöstlichen Nordamerika weisen einige Taxa auf, die für jene der untersuchten Flora als mögliche rezente Vergleichstaxa in Betracht gezogen werden. Dazu zählen *Platanus occidentalis*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus phellos* und *Acer rubrum* sowie auf Gattungsniveau *Ulmus* und *Quercus*. Diese in verschiedenen Typen auftretenden Auwaldvergesellschaftungen können aufgrund ihrer Zusammensetzung mit der untersuchten Flora verglichen werden.

Insbesondere zeigen auch die an kleineren Flüssen ausgebildeten und auch weiter nach Norden reichenden Auwälder mit *Alnus* und *Betula*, die *Populus*- und auch die *Salix*-Auwälder Ähnlichkeiten mit der Vegetationsausbildung in der überlieferten Biozönose. Die oben erwähnten Auwälder gehen im Norden in die sommergrünen Auwälder und -gebüsche des östlichen Nordamerika über. Diese vielseitig ausgebildeten Gesellschaften an Flußauen und nassen Standorten zeigen aufgrund ihrer generischen

Zusammensetzung ebenfalls weitreichende Gemeinsamkeiten mit der untersuchten Flora.

Die im südöstlichen Nordamerika ausgebildeten sommergrünen Sumpfwälder, die überwiegend aus *Taxodium* und *Nyssa* gebildet werden, und die oftmals an nassen Standorten auftretenden Mooregebiete, in denen unter anderem *Myrica*- und *Ilex*-, aber auch Lauraceen-Arten vorkommen, stellen Vegetationseinheiten dar, die ähnlich ausgebildet auch im untersuchten Gebiet entwickelt sein können. Für einen Vegetationsvergleich interessant sind insbesondere die sommergrünen Moorebüsche dieses Gebietes, die bei der Verlandung von Gewässern, an anmoorigen und nassen Standorten vorkommen. Diese Gesellschaften zeigen mit der untersuchten Flora Gemeinsamkeiten durch das Vorkommen der Gattungen *Myrica*, *Alnus*, *Salix*, *Rosa* und *Ilex* sowie im Auftreten von Pteridophyten.

Das südöstliche Nordamerika zeichnet sich generell durch warme Sommer mit einer mittleren Monatstemperatur des wärmsten Monats von 25-28°C und durch nicht zu kalte Winter mit einer mittleren Monatstemperatur des kältesten Monats von 5-15°C, in denen aber Kälteeinbrüche unter -20°C möglich sind, aus. Die Niederschläge fallen vorwiegend in den Sommermonaten und die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt im Durchschnitt ca. 1.500 mm. Im Vergleich dazu ist im östlichen Nordamerika sowohl die mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats, die zwischen 18 und 27°C liegt, und auch jene des kältesten Monats, die im Norden unter -10°C und an der Südgrenze wenig über 0°C beträgt, als auch die mittlere jährliche Niederschlagsmenge etwas geringer.

5.2.3. Vergleich mit Vegetationseinheiten in China

Entlang des Yangtze-Tales von der Küste des Pazifischen Ozeans bis in die Provinz Szechuan und im umgebenden Hügelland ist der Mixed Mesophytic Forest in den Höhenlagen von 500 bis über 1.500 m NN ausgebildet. Diese artenreichen und in ihrer Zusammensetzung lokal stark variablen Wälder, die dem Deciduous Broad-leaved Forest zugerechnet werden, bestehen aus meist laubwerfenden, aber auch immergrünen Bäumen und Koniferen, von denen aber keine immer dominant auftreten. Aufgrund der generischen Zusammensetzung dieser Wälder läßt sich ein Vergleich mit der überlieferten Flora anstellen, der aber wegen der Tatsache, daß aus den überlieferten Taphozöosen die Zusammensetzung des mesophytischen Waldes nur ungenügend bekannt ist, nur wenig differenziert erfolgen kann. Die Übereinstimmung der Vegetation zeigt sich in den folgenden Gattungen: *Liquidambar*, *Ulmus*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Myrica*, *Alnus*, *Betula*, *Populus*, *Salix*, *Rosa*, *Nyssa*, *Ilex*, *Paliurus* und *Acer* sowie durch die Lauraceen und die Pteridophyten. Obwohl die laubwerfenden

Bäume grundsätzlich dominieren, nehmen mit abnehmender Höhe und nach Süden hin die immergrünen Elemente, die auch in der untersuchten Flora auftreten, zu, sodaß die größte Ähnlichkeit zur untersuchten Flora in den tieferen Lagen und den südlichen Teilen innerhalb des Mixed Mesophytic Forest festgestellt werden kann.

Über eine breite Übergangszone schließt im Süden der Evergreen Sclerophyllous Broad-leaved Forest an, der unter anderem von immergrünen Lauraceen, Magnoliaceen, Hamamelidaceen und Fagaceen dominiert wird und in dem laubwerfende Bäume nur untergeordnet vorkommen. Innerhalb dieser Formation befindet sich in Kwangsi auch das Reliktareal von *Glyptostrobus pensilis*. Nach Norden geht der Mixed Mesophytic Forest in den Temperate Deciduous Broad-leaved Forest über, an den der Mixed Northern Hardwood Forest anschließt. Diese Wälder beinhalten – wenn auch artenärmer – viele laubwerfende Bäume aus dem Mixed Mesophytic Forest. Sie liegen aber teilweise bereits nördlich der Verbreitungsgrenze von *Ginkgo*, *Liquidambar*, *Fagus* und *Nyssa*.

Die klimatischen Verhältnisse jener Gebiete, in denen der Mixed Mesophytic Forest ausgebildet ist, sind gekennzeichnet durch warme Sommer, in denen in vier Monaten die mittleren Monatstemperaturen über 22°C liegen, und milde Winter, in denen die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats nicht unter 0°C liegt, die Fröste aber bis -14°C betragen können. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt meist zwischen 1.000 und 1.500 mm, wobei aber kein Monat ohne Niederschlag ist. Nach Süden hin steigen die Temperaturen, sodaß die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats über 5°C liegt und die Fröste meist nur Temperaturen über -7°C erreichen. In den Gebieten nördlich des Mixed Mesophytic Forest sinken sowohl die Temperaturen als auch die Niederschläge.

5.2.4. Vergleich mit Vegetationseinheiten im Kaukasus

Die Vegetation des im kaukasischen Gebirges liegenden kolchischen Gebietes ist durch sommergrüne Wälder mit immergrünen, holzigen Pflanzen im Unterwuchs gekennzeichnet. In diesen Wäldern, die bis 600 m NN ausgebildet sind, kommen zahlreiche Reliktarten vor. Die ursprünglichen Sumpfwälder der Niederungen zeigen enge Beziehungen mit der untersuchten Flora im Auftreten von *Pterocarya fraxinifolia* sowie dem Vorkommen von *Acer campestre* an weniger feuchten Standorten. Zudem bestehen mit den an den Hängen ausgebildeten Wäldern Ähnlichkeiten auf Gattungsniveau durch *Liquidambar*, *Ulmus*, *Quercus*, *Alnus* und *Ilex* sowie durch Pteridophyten in der Krautschicht.

Den kolchischen Wäldern ähnlich sind die am Kaspischen Meer liegenden hyrkanischen Wälder. Wegen der geringen Auswirkungen der Eiszeiten treten in diesem Gebiet mehrere Reliktarten, von denen *Parrotia persica* hervorzuheben ist, dominant auf. Im Kaukasus ist in den Tälern und in den Auwäldern die Gattung *Paliurus* weit verbreitet. Dieses, heute mediterrane Element kommt zudem in Vorderasien und in Südeuropa in milden Gebieten vor.

Im kolchischen Gebiet herrscht ein warmtemperiertes Klima mit gleichmäßig verteilten Niederschlägen. Die mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats liegt über 22°C und die Winter sind mit nur gelegentlich auftretenden Frösten recht mild.

5.2.5. Klimadaten aus den in den Vergleich einbezogenen Gebieten

Klimastation, NN	A	B	C	D	E	F	G
El Dorado, Arkansas, 87 m	18,4	28	8	9	0	–	1.310
New Orleans, Louisiana, 3 m	21,1	29	13	12	0	-14	1.614
Natchez, Mississippi, 63 m	19,3	28	11	12	0	–	1.417
Greenville, Mississippi, 38 m	18,3	28	8	9	0	–	1.313
Meridian, Mississippi, 90 m	18,1	27	8	10	0	–	1.399
Birmingham, Alabama, 211 m	16,9	26	7	9	0	-23	1.353
Columbus, Georgia, 117 m	17,9	27	8	9	0	-12	1.245
Albany, Georgia, 70 m	20,0	28	12	12	0	–	1.212
Atlanta, Georgia, 297 m	16,8	25	6	9	0	-22	1.249
Jacksonville, Florida, 7 m	20,7	28	13	12	0	-12	1.323
Columbia, South Carolina, 66 m	17,8	27	8	9	0	-19	1.172
Charlotte, North Carolina, 221 m	15,8	26	5	8	0	-21	1.094
Boone, North Carolina, 1.016 m	10,9	21	2	6	0	–	1.384
Chattanooga, Tennessee, 208 m	15,6	25	5	8	0	-23	1.361
Memphis, Tennessee, 80 m	16,6	27	5	8	0	-24	1.225
Nashville, Tennessee, 176 m	15,6	27	4	7	0	-25	1.144
Louisville, Kentucky, 144 m	13,6	25	2	7	0	-29	1.053
Roanoke, Virginia, 358 m	13,7	24	3	7	0	-16	1.056
Charleston, West Virginia, 289 m	13,2	25	2	7	0	-27	1.143
Baltimore, Maryland, 4 m	13,9	26	2	7	0	-21	1.082
Harrisburg, Pennsylvania, 102 m	11,7	23	-1	7	1	–	914
Yungning, Kwangsi, 80m	22,2	29	13	12	0	2	1.350
Kweilin, Kwangsi, 154 m	19,3	29	8	10	0	-5	1.947
Changting, Fukien, 200 m	18,7	27	9	11	0	-4	1.833
Kunming, Hunan, 1.922 m	15,9	21	10	10	0	-4	1.284
Tengchung, Hunan, 1.634 m	15,4	20	9	9	0	-7	1.498

Klimastation, NN	A	B	C	D	E	F	G
Kian, Kiangsi, 53 m	17,7	29	5	9	0	-4	1.389
Kuling, Kiangsi, 1.070 m	11,4	23	1	7	0	-14	1.979
Engshih, Hupeh, 469 m	16,4	28	5	9	0	-5	1.407
Hangchow, Chekiang, 10 m	16,4	28	4	8	0	-11	1.481
Tienmushan, Chekiang, 1.060 m	11,1	24	-3	6	1	-13	–
Yungkia, Chekiang, 4 m	18,5	29	8	10	0	-6	1.721
Nanking, Kiangsu, 68 m	15,3	28	2	8	0	-5	1.407
Kaifeng, Honan, 115 m	14,4	28	-1	7	1	-15	716
Tsinan, Shantung, 54 m	14,6	28	-2	7	1	-18	639
Taishan, Shantung, 1.541 m	5,0	18	-11	5	5	-24	1.041
Kutaisi, Georgien, 156 m	14,6	24	4	9	0	–	1.317
Sotschi, Georgien, 78 m	13,8	23	6	8	0	–	1.413
Suchum, Georgien, 9 m	14,5	23	5	8	0	–	1.396

Tabelle 12: Auswahl an Klimadaten aus Klimastationen, welche in den Gebieten, die in den Vergleich einbezogen werden, liegen. A – Mittlere Jahrestemperatur in °C. B – Mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats in °C. C – Mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats in °C. D – Anzahl der Monate mit mittleren Monatstemperaturen über 10°C. E – Anzahl der Monate mit mittleren Monatstemperaturen unter 0°C. F – Absolute Minimumtemperatur in °C. G – Mittlere jährliche Niederschlagsmenge in mm.

5.3. Paläoklimatische Gesamtinterpretation

Unter Verwendung der Ergebnisse der blattphysiognomischen Methoden wird mit Hilfe der Daten aus den klimatischen Ansprüchen der fossilen Taxa und der möglichen rezenten Vergleichstaxa sowie der klimatischen Bedingungen aus den vergleichbaren pflanzengeographischen Regionen versucht, die paläoklimatischen Verhältnisse zu rekonstruieren. Da durch die Überlieferung einer Auwaldvegetation eine Klimarekonstruktion problematisch ist, können quantitativ ermittelte Klimadaten nur unter Vorbehalt zu betrachtende Minimum- oder Maximumwerte darstellen. In bestimmten Fällen – wie bei der Niederschlagsmenge und -verteilung – lassen sich überhaupt keine quantitativen Werte angeben.

Die mit der untersuchten Flora aufgrund des Auftretens zahlreicher möglicher rezenter Vergleichsarten gut vergleichbaren Au- und Sumpfwälder

des südöstlichen Nordamerika können hinsichtlich ihrer Ansprüche an die Temperatur für die klimatische Interpretation verwendet werden, sodaß ähnliche Temperaturmittelwerte und -verteilungen im regionalen Klima mit jahreszeitlichem Rhythmus vermutet werden können. Demnach könnte die mittlere Jahrestemperatur zwischen 10 und 16°C liegen. Werte innerhalb dieser Variationsbreite werden auch aus dem kolchischen Refugium im Kaukasus, das insbesondere durch das Auftreten von Reliktarten – wie etwa *Pterocarya* – in den Vergleich einbezogen wird, und aus dem Mixed Mesophytic Forest in China, der einerseits aufgrund der Ähnlichkeit in der generischen Zusammensetzung und andererseits durch die Ergebnisse der blattphysiognomischen Methoden mit der untersuchten Flora vergleichbar ist, angegeben.

Für die mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats können mindestens 18°C angenommen werden, denn sowohl im östlichen Nordamerika als auch an der Nordgrenze der Verbreitung von *Salvinia* wird diese Temperatur als Mindestwert angegeben. Aus dem Mixed Mesophytic Forest, dem kolchischen Refugium, dem südöstlichen Nordamerika und dem Verbreitungsgebiet verschiedener rezenter Vergleichsarten – wie etwa *Quercus phellos* und *Glyptostrobus pensilis* – lassen sich jedoch höhere Werte, die über 22°C liegen, ableiten, sodaß dieser eher ein Mindestwert für die mittlere Monatstemperatur des wärmsten Monats sein wird. Das Auftreten vieler wärme liebender Taxa – wie etwa *Parrotia pristina*, *Juglans acuminata*, *Paliurus fawonii*, *Acer obtusilobum*, *Potamogeton martinianus* und der Lauraceen – weist auf höhere mittlere Monatstemperaturen des wärmsten Monats, die zwischen 25 und 28°C liegen könnten, hin.

In den in den Vergleich einbezogenen Gebieten haben mindestens sechs Monate mittlere Monatstemperaturen über 10°C, und für weniger als drei Monate werden mittlere Monatstemperaturen unter 0°C angegeben, sodaß ein Hinweis auf ein warmtemperiertes (vgl. WALTER & BRECKLE, 1983) bzw. warmgemäßigtes (vgl. BLÜTHGEN, 1964) Klima gegeben ist. Dies kann auch durch die Gesamtheit der vorliegenden Daten bestätigt werden.

Die mittlere Monatstemperatur des kältesten Monats werden sowohl für das südöstliche Nordamerika als auch für die Gebiete des Mixed Mesophytic Forest mit Werten von meist über 0°C angegeben. Aufgrund des Vorkommens verschiedener kälteempfindlicher Taxa (siehe unten) scheinen die tieferen Temperaturen, die aus den nördlich der oben genannten Gebiete bekannt sind, die klimatischen Verhältnisse im Gebiet der untersuchten Flora nicht mehr widerzuspiegeln.

Die aufgefundenen Taxa – wie etwa *Glyptostrobus*, *Pterocarya*, *Potamogeton* - können in der Regel gelegentlich auftretende Fröste ertragen. Es kann angenommen werden, daß die absoluten Minimumtemperaturen etwa

jenen Werten entsprechen, die aus dem kolchischen Refugium und dem Evergreen Sclerophyllous Broad-leaved Forest bekannt sind und bei ca. -7°C liegen. Aus dem Gebiet des Mixed Mesophytic Forest werden absolute Minimumtemperaturen angegeben, die knapp -15°C betragen, sodaß auch diese Werte möglich wären. Generell ist dabei anzumerken, daß vielen Arten – wie etwa *Pterocarya* – weniger eine tiefe Temperatur, sondern vielmehr das Auftreten von Spätfrösten schadet. Die aus dem südöstlichen Nordamerika bekannten absoluten Minimumtemperaturen von unter -20°C sind für die klimatischen Verhältnisse des untersuchten Gebietes wahrscheinlich nicht relevant, sondern dort geomorphologisch bedingt.

Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen der in den Vergleich einbezogenen Gebiete liegen zwischen 1.000 und 2.000 mm. Die überlieferte Auwaldvergesellschaftung kann aber für die Rekonstruktion der Niederschlagsverhältnisse keine Ansätze liefern, da der Wasserhaushalt der Pflanzen dieser azonalen Standorte weniger von den Niederschlägen, sondern vielmehr durch die Hochwässer und den Grundwasserspiegel beeinflusst wird.

6. Schrifttum

- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. - 360 S., Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BAILEY, I. W. & SINNOTT, E. W. (1915): A botanical index of Cretaceous and Tertiary floras. - Science, **41**: 831-834, New York.
- BELZ, G. & MOSBRUGGER, V. (1994): Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analyse von Blattfloren im Mio-/Pliozän der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland). - Palaeontographica, Abt. B, **233**: 19-156, Stuttgart.
- BERGER, W. (1952): Die altpliozäne Flora der Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. - Palaeontographica, Abt. B, **92**: 79-121, Stuttgart.
- BERGER, W. (1955): Die altpliozäne Flora des Laaerberges in Wien. - Palaeontographica, Abt. B, **97**: 81-113, Stuttgart.
- BLÜTHGEN, J. (1964): Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. II. Allgemeine Klimageographie. - 599 S., Walter de Gruyter & Co, Berlin.
- BRAUN, A. (1845): Die Tertiär-Flora von Öningen. - Neues Jahrb. Mineral. Geognosie, **1845**: 164-173, Stuttgart.
- BRONGNIART, A. (1833): Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'île d'Iliodroma. - Ann. Sci. Nat. (Paris), **30**: 168-176, Paris.
- BRONN, H. G. (1838): Lethaea geognostica II. - 577 S., Schweizerbartscher Verlag, Stuttgart.

- BUCKLAND, W. (1836): *Geology and mineralogy considered with reference to natural theology*. I. - 599 S., William Pickering, London.
- BUZEK, C. (1971): Tertiary flora from the northern part of the Petipsy area (North-Bohemian Basin). - *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, **36**, Prag.
- BUZEK, C. & HOLY, F. (1964): Small-sized plant remains from the coal formation of the Chomutov-Most-Teplice Basin. - *Sbornik geologických věd, paleontologie*, **4**: 105-138, Prag.
- BUZEK, C., HOLY, F. & KVACEK, Z. (1976): Tertiary flora from the volcano-genic series at Markvartice and Veselicko near Česká Kamenice (České středohoří Mts.). - *Sbornik geologických věd, paleontologie*, **18**: 69-130, Prag.
- BUZEK, C., HOLY, F. & KVACEK, Z. (1996): Early Miocene flora of the Cypris shale (Western Bohemia). - *Sborn. Nar. Mus. v Praze, Rada B, Prir. Vedy*, **52**: 1-72, Prag.
- BUZEK, C., KONZALOVA, M. & KVACEK, Z. (1971): The genus *Salvinia* from the Tertiary of the North-Bohemian Basin. - *Sbornik geologických věd, paleontologie*, **13**: 179-222, Prag.
- BUZEK, C. KVACEK, Z. & MANCHESTER, S. R. (1989): Sapindaceous affinities of the *Pteleaecarpum* fruits from the Tertiary of Eurasia and North America. - *Bot. Gaz.*, **150**: 477-489, Chicago.
- CHRISTENSEN, E. F. (1976): The Søby flora: Fossil plants from the Middle Miocene delta deposits of the Søby-Fasterholt area, Central Jutland, Denmark. II. - *Danmarks Geol. Undersøgl., Række 2*, **108**: 1-51, København.
- CRONQUIST, A. (1988): *The evolution and classification of flowering plants*. - 2. Aufl, 555 S., The New York Botanical Garden, New York.
- DILCHER, D. L. (1973): A paleoclimatic interpretation of the Eocene floras of southeastern North America. - In: GRAHAM, A. [Hrsg.]: *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. - Elsevier, 39-59, Amsterdam.
- DILCHER, D. L. (1974): Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. - *Bot. Rev. (London)*, **40**: 1-157, London.
- DOLPH, G. E. (1978): Variation in leaf size and margin type with respect to climate. - *Courier Forschungsinstit Senckenberg*, **30**: 153-158, Frankfurt/M.
- DOLPH, G. E. (1990): A critique of the theoretical basis of leaf margin analysis. - *Proc. Indiana Acad. Sci.*, **99**: 1-10, Brookville.
- DOLPH, G. E. & DILCHER, D. L. (1979): Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. - *Palaeontographica, Abt. B*, **170**: 151-172, Stuttgart.
- DOLPH, G. E. & DILCHER, D. L. (1980): Variation in leaf size with respect to climate in the tropics of the western hemisphere. - *Bull. Torrey Bot. Club*, **107**: 154-162, Lancaster.

- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R. F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. - Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, **49**: 1-96, Graz.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1851): Die Tertiaer-Floren der Oesterreichischen Monarchie. I. Fossile Flora von Wien. - 36 S., Wilhelm Braumüller, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1857): Die fossile Flora von Köflach in Steiermark. - Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst., **8**: 738-756, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1869): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora Steiermarks. - Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **60**: 17-100, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1877): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora von Parschlug in Steiermark. I. Die Blattpilze und Moose. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **38**: 81-92, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1888a): Die fossile Flora von Leoben in Steiermark. I. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **54**: 260-318, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1888b): Die fossile Flora von Leoben in Steiermark. II. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **54**: 319-384, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1890): Die fossile Flora von Schoenegg bei Wies in Steiermark. I. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **57**: 61-112, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1891): Die fossile Flora von Schoenegg bei Wies in Steiermark. II. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **58**: 283-304, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1893): Über neue Pflanzenfossilien aus den Tertiärschichten Steiermarks. - Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **60**: 313-344, Wien.
- FERGUSON, D. K. (1971): The Miocene flora of Kreuzau, Western Germany. - Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk., Tweede Reeks, **60**: 1-297, Amsterdam.
- FERGUSON, D. K. (1985): The origin of leaf-assemblages – new light on an old problem. - Rev. Palaeobot. Palynol., **46**: 117-188, Amsterdam.
- FISCHER, O. & HABLY, L. (1991): Pliocene flora from the alginite of Gêrce. - Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung., **83**: 25-47, Budapest.
- FLORIN, R. (1940): Zur Kenntnis einiger fossiler *Salvinia*-Arten und der früheren geographischen Verbreitung der Gattung. - Svensk Bot. Tidskr., **34**: 265-292, Stockholm.
- GASTALDO, R.A., BEARCE, S. C., DEGGES, C. W., HUNT, R. J., PEEBLES, M. W. & VIOLETTE, D. L. (1989): Biostratonomy of a Holocene oxbow lake: a backswamp to mid-channel transect. - Rev. Palaeobot. Palynol., **58**: 47-59, Amsterdam.
- GASTALDO, R. A., FERGUSON, D. K., WALTHER, H. & RABOLD, J. M. (1996): Criteria to distinguish parautochthonous leaves in tertiary alluvial channel-fills. - Rev. Palaeobot. Palynol., **91**: 1-21, Amsterdam.

- GIVULESCU, R. (1986): Bemerkungen über die Morphologie der dreilappigen Blätter von *Liquidambar europaea* AL. BRAUN aus dem Neogen von Chiuzbaia/Kreis Maramures (Rumänien). - Courier Forschungsinst. Senckenberg, **86**: 261-269, Frankfurt/Main.
- GIVULESCU, R. & GHIURCA, V. (1969): Flora pliocena de la Chiuzbaia (Maramures) cu un studiu geologic introductiv. - Inst. Géol., Mém., **10**: 1-81, Bukarest.
- GOEPPERT, H. R. (1852): Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens. - Palaeontographica, **2**: 260-282, Kassel.
- GOEPPERT, H. R. (1855): Die tertiäre Flora von Schosnitz in Schlesien. - 52 S., Heynsche Buchhandlung, Görlitz.
- GREGOR, H. J. (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. - Palaeontographica, Abt. B, **174**: 7-94, Stuttgart.
- GREGOR, H. J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. - 278 S., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- GREGOR, H. J., HOTTENROTT, M., KNOBLOCH, E. & PLANDEROVA, E. (1989): Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns. - Geol. Bavar., **94**: 281-369, München.
- 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., Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät, Institut für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität Graz.
- GROSS, M. (1998a): Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Unterpannonium, Südoststeiermark, Österreich). - Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmus. Joanneum, **56**, Graz (im Druck).
- GROSS, M. (1998b): Floren- und Faziesentwicklung im Unterpannonium (Obermiozän) des Oststeirischen Neogenbeckens (Österreich). - Geol. Paläontol. Mitt., **23**, 1-35, Innsbruck.
- GROSS, M. & KRENN, H. (1995): Zur Paläoökologie der obermiozänen Flora von Paldau (Pannonium C, Oststeiermark). - In: HUBMANN, B. [Hrsg.]. 2. Tagung der Österreichischen Paläontologischen Gesellschaft – Kurzfassungen der Vorträge und Poster. - Institut für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität Graz: 10-11, Graz.
- HABLY, L. (1985): Early Miocene plant fossils from Ipolytarnoc, Hungary. - Geol. Hung., Ser. Palaeontol., **45**: 133-255, Budapest.
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg (Schienerberg, Süd-Baden). - Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., **80**: 28-118, Zürich.

- HANTKE, R. (1965): Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Süd-Baden). - Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich, **167**: 1-140, Zürich.
- HEER, O. (1855): Flora tertiaria Helvetiae. I. - 118 S., Wurster, Winterthur.
- HEER, O. (1856): Flora tertiaria Helvetiae. II. - 110 S., Wurster, Winterthur.
- HEER, O. (1859): Flora tertiaria Helvetiae. III. - 378 S., Wurster, Winterthur.
- HICKEY, L. J. (1973): Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. - Amer. J. Bot., **60**: 17-33, Lancaster.
- HICKEY, L. J. (1979): A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. - In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. [Hrsg.]. Anatomy of the dicotyledons. I. - 2. Aufl., 25-39, Clarendon Press, Oxford.
- HÜBL, H. H. (1941): Beitrag zur Kenntnis der jungtertiären Sedimente im Gebiete Weiz-Gleisdorf-Pischelsdorf (Oststeiermark) mit besonderer Berücksichtigung ihres phytogenen Inhalts. - Zentralbl. Mineral. Geol. Paläontol., Abt. B, **1941**: 69-80, Stuttgart.
- HUMMEL, A. (1983): The Pliocene leaf flora from Ruszów near Zary in Lower Silesia, SW Poland. - Prace Muzeum Ziemi, **36**: 9-104, Warschau.
- HUMMEL, A. (1991a): Revision of the oldest original specimens of *Betula prisca* ETTINGSHAUSEN. - Acta Palaeobot., **31**: 63-71, Krakau.
- HUMMEL, A. (1991b): The Pliocene leaf flora from Ruszów near Zary in Lower Silesia, South-West Poland. II (Betulaceae). - Acta Palaeobot., **31**: 73-151, Krakau.
- ILJINSKAJA, I. A. (1959): Verchnemiocenovaja flora gory Povitrule v Zakarpatii. - Bot. Zhurn., **44**: 604-616, Moskau, Leningrad.
- ILJINSKAJA, I. A. (1962): Tortonskaja flora Svosovice i pliocennovyie flory Zakarpatja. - Paleontol. Zhurn., **3**: 102-110, Moskau, Leningrad.
- JÄHNICHEN, H. (1966): Morphologisch-anatomische Studien über struktur-bietende ganzrandige Eichenblätter des Subgenus *Euquercus* – *Quercus lusatica* n sp – im Tertiär Mitteleuropas. - Monatsber. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Mitt. Math. Naturwiss. Medizin und Technik, **8**: 477-512, Berlin.
- JUNG, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). - Palaeontographica, Abt. B, **112**: 119-166, Stuttgart.
- KNAPP, R. (1965): Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume. I. Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln. - 373 S., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. - 201 S., Moravské Museum, Brünn.
- KNOBLOCH, E. (1971): Nomenklatorisch-taxonomische Bemerkungen zu *Platanus aceroides* GOEPPERT und *Quercus attenuata* GOEPPERT. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläontol., **11**: 263-265, München.
- KNOBLOCH, E. (1986): Die Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern). - Documenta naturae, **30**: 4-48, München.

- KNOBLOCH, E. (1988): Neue Ergebnisse zur Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Aubenham bei Ampfing (Krs. Mühldorf am Inn). - *Documenta naturae*, **42**: 1-27, München.
- KNOBLOCH, E. & KVACEK, Z. (1976): Miozäne Blätterflore vom Westrand der Böhmisches Masse. - *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, **42**, Prag.
- KNOBLOCH, E. & KVACEK, Z. (1996): Miozäne Floren des südböhmischen Beckens. - *Sbornik geologických věd, paleontologie*, **33**: 39-77, Prag.
- KNOBLOCH, E. & VELITZELOS, E. (1986): Die obermiozäne Flora von Likudi bei Ellassona/Thessalien, Griechenland. - *Documenta naturae*, **29**: 5-20, München.
- KNOLL, F. (1902): Die miocäne Flora von Andritz. - *Festschrift der Abituranten des K. K. I. Staats-Gymnasiums in Graz*, **1902**: 36-38, Graz.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. - *Mitt. Geol. Ges.*, **57**: 479-562, Wien.
- KOVAR, J. (1982): Eine Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Österreich). - *Beiträge zur Paläontologie von Österreich*, **9**: 1-134, Wien.
- KOVAR-EDER, J. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. - *Beiträge zur Paläontologie von Österreich*, **14**: 19-121, Wien.
- KOVAR-EDER, J. (1992): A remarkable preservation state of fossil leaves recognized in Potamogeton. - *Courier Forschungsinst. Senckenberg, Frankfurt/Main*.
- KOVAR-EDER, J. (1996): Eine bemerkenswerte Blätter-Vergesellschaftung aus dem Tagebau Oberdorf bei Köflach, Steiermark (Unter-Miozän). - *Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmus. Joanneum*, **54**: 147-172, Graz.
- KOVAR-EDER, J., GIVULESCU, R., HABLY, L., KVACEK, Z., MIHAJLOVIC, D., TESLENKO, J., WALTHER, H. & ZASTAWNIK, E. (1995): Floristic changes in the areas surrounding the Paratethys during Neogene time. - In: BOULTER, M. C. & FISHER, H. C. [Hrsg.]. *Cenozoic plants and climates of the Arctic*. - NATO ASI Series I, Vol. **27**, 347-369, Springer Verlag, Berlin.
- KOVAR-EDER, J., HABLY, L. & DEREK, T. (1995): Neuhaus/Klausenbach – eine miozäne (pannone) Pflanzenfundstelle aus dem südlichen Burgenland. - *Jahrb. Geol. Bundesanst.*, **138**: 321-347, Wien.
- KOVAR-EDER, J., KRÄINER, B. (1988): Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz, Unterpannonium, Steirisches Becken. - *Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmus. Joanneum*, **47**: 27-51, Graz.
- KOVAR-EDER, J., KRÄINER, B. (1990): Faziesentwicklung und Florenabfolge des Aufschlusses Wörth bei Kirchberg/Raab (Pannon, Steirisches Becken). - *Ann. Naturhist. Mus. Wien, A*, **91**: 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). - *Jahrb. Geol. Bundesanst.*, **134**: 737-771, Wien.
- KOVAR-EDER, J., KVACEK, Z., ZASTAWNIAK, E., GIVULESCU, R., HABLY, L., MIHAJLOVIC, D., TESLENKO, J. & WALTHER, H. (1996): Floristic trends in the vegetation of the Paratethys surrounding areas during Neogene time. - In: BERNOR, R. L., FAHLBUSCH, V. & MITTMANN, H. W. [Hrsg.]. The evolution of western Eurasian Neogene mammal faunas. - Columbia University Press, 395-413, New York.
- KRAINER, B. (1986): Untersuchungen an fluviatilen Sedimenten zur Bewertung von Lockergesteinsvorkommen am Beispiel des Unterpannons im Oststeirischen Becken. - *Archiv für Lagerstättenf. Geol. B.-A.*, **7**: 167-172, Wien.
- KRAINER, B. (1987): Fluviatile Faziesentwicklung im Unterpannonien des Steirischen Beckens (Zentrale Paratethys, Österreich). - *Facies*, **17**: 141-148, Erlangen.
- KRÄUSEL, R. (1919): Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. - *Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, **38**: 1-338, Berlin.
- KRÄUSEL, R. (1920a): Nachträge zur Teriärfloora Schlesiens. I. - *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **39**: 329-417, Berlin.
- KRÄUSEL, R. (1920b): Nachträge zur Tertiärfloora Schlesiens. III. Über einige Originale GOEPPERTS und neuere Funde. - *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **40**: 363-433, Berlin.
- KRÄUSEL, R. & WEYLAND, H. (1950): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. I. - *Palaeontographica, Abt. B*, **91**: 7-92, Stuttgart.
- KRÄUSEL, R. & WEYLAND, H. (1954): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. II. - *Palaeontographica, Abt. B*, **96**: 106-163, Stuttgart.
- KRENN, H. (1997a): Systematische, paläoökologische und paläoklimatische Analyse der obermiozänen (pannonen) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. - 103 S., Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät, Institut für Botanik der Karl-Franzens-Universität Graz.
- KRENN, H. (1997b): Ergebnisse der paläoökologischen und paläoklimatischen Auswertung der obermiozänen (pannonen) Pflanzenfundstelle in Paldau, Steiermark, Österreich. - *Symposium Paläobotanische Forschung 100 Jahre nach Constantin Freiherr von Ettingshausen*, Graz – Kurzfassungen der Vorträge und Poster - Karl-Franzens-Universität Graz: 15-16, Graz.
- KRÜSSMANN, G. (1976): *Handbuch der Laubgehölze. I.* - 2. Aufl, 486 S., Verlag Paul Parey, Berlin.
- KRÜSSMANN, G. (1977): *Handbuch der Laubgehölze. II.* - 2. Aufl, 466 S., Verlag Paul Parey, Berlin.

- KRÜSSMANN, G. (1978): Handbuch der Laubgehölze. III. - 2. Aufl, 496 S., Verlag Paul Parey, Berlin.
- KUBITZKI, K. [Hrsg.], (1990): The families and genera of vascular plants. I. Pteridophytes and Gymnospermes. - 404 S., Springer Verlag, Berlin.
- KUNZMANN, L. (1995): Rekonstruktion einer tertiären Flußlandschaft. - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **41**: 73-95, Dresden.
- KVACEK, Z. (1971): Fossil Lauraceae in the stratigraphy of the North-Bohemian Tertiary. - Sbornik geologických věd, paleontologie, **13**: 47-86, Prag.
- KVACEK, Z. (1995a): The Hydrocharitaceae foliage from the North Bohemian Early Miocene. - Vestník Českého geologického ústavu, **70**: 21-28, Prag.
- KVACEK, Z. (1995b): *Limnobiophyllum* KRASSILOV – a fossil link between the Araceae and the Lemnaceae. - Aquatic Bot., **50**: 49-61, Amsterdam.
- KVACEK, Z. & BUZEK, C. (1972): *Nyssa*-leaves from the Tertiary of Central Europe. - Casopis pro mineralogii a geologii, **17**: 373-382, Prag.
- KVACEK, Z., BUZEK, C. & MANCHESTER, S. R. (1991): Fossil fruits of *Pteleaecarpum* WEYLAND – tiliaceous not sapindaceous. - Bot. Gaz., **152**: 522-523, Chicago.
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1978): Anisophylly and leaf homeomorphy in some Tertiary plants. - Courier Forschungsinst. Senckenberg, **30**: 84-94, Frankfurt/Main.
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1981): Studium über „*Quercus*“ *cruciata* AL. BRAUN und analoge Blattformen aus dem Tertiär Europas. - Acta Palaeobot., **21**: 77-100, Krakau.
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1988): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken II. *Castanopsis* (D. DON.) SPACH, *Trigonobalanus* FORMAN, *Trigonobalanopsis* KVACEK et WALTHER. - Feddes Repert., **99**: 395-418, Berlin.
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1989): Paleobotanical studies in Fagaceae of the European Tertiary. - Pl. Syst. Evol., **162**: 213-229, Wien/New York.
- MAI, D. H. (1964): Die Mastixioideen-Floren im Tertiär der Oberlausitz. - Paläontol. Abh., Abt. B, Paläobot., **2**: 1-192, Berlin.
- MAI, D. H. (1983): Studien an Endokarprien europäischer und westasiatischer Arten der Gattung *Acer* L. (Aceraceae). - Gleditschia, **10**: 37-57, Berlin.
- MAI, D. H. (1984): Die Endokarprien bei der Gattung *Acer* L. (Aceraceae) – Eine biosystematische Studie. - Gleditschia, **11**: 17-46, Berlin.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. - 691 S., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1978): Die Flora der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **28**: 1-200, Dresden.

- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **33**: 5-260, Dresden.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen, Deutsche Demokratische Republik. - Quartärpaläontologie, **7**: 55-297, Berlin.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren Nordwest-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **38**: 1-230, Dresden.
- MANCHESTER, S. R. (1987): The fossil history of the Juglandaceae. - Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard., **21**: 1-137, St. Louis.
- MANCHESTER, S. R. (1989a): Early history of the Juglandaceae. - Pl. Syst. Evol., **162**: 231-250, Wien, New York.
- MANCHESTER, S. R. (1989b): Systematics and fossil history of the Ulmaceae. - In: CRANE, P. R. & BLACKMORE, S. [Hrsg.]. Evolution, systematics and fossil history of the Hamamelidae. II. "Higher" Hamamelidae. - The Systematics Association, Special Volume **40 B**: 221-251, Clarendon Press, Oxford.
- MANCHESTER, S. R. & DILCHER, D. L. (1982): Pterocaryoid fruits (Juglandaceae) in the Paleogene of North America and their evolutionary and biogeographic significance. - Amer. J. Bot., **69**: 275-286, Lancaster.
- MELLER, B. (1989): Eine Blatt-Flora aus den obermiozänen Dinotherien-Sanden (Vallesium) von Sprendlingen (Rheinhessen). - Documenta naturae, **54**: 1-109, München.
- MENZEL, P. (1906): Über die Flora der Senftenberger Braunkohlenablagerungen. - Abh. Königl. Preuss. Geol. Landesanst., **46**: 1-176, Berlin.
- MOSBRUGGER, V. (1989): Zur Gliederung und Benennung von Taphozöosen. - Courier Forschungsinst. Senckenberg, **109**: 17-28, Frankfurt/Main.
- NOE VON ARCHENEGG, A. (1899): Beiträge zur Tertiärflora Steiermarks. - Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, **35**: 56-63, Graz.
- NÖTZOLD, T. (1957): Miozäne Pflanzenreste von der Schrotzburg am Bodensee. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg, **47**: 71-102, Freiburg/Breisgau.
- PAX, F. (1885): Monographie der Gattung *Acer*. - Bot. Jahrb. Syst., **6**: 287-374, Leipzig.
- POP, E. (1936): Die pliozäne Flora von Borszek. - Universitatea Regele Ferdinand Cluj, Fac. de Stiinte, **1**: 1-189, Cluj.
- PROCHAZKA, M. & BUZEK, C. (1975): Maple leaves from the Tertiary of North Bohemia. - Rozpravy Ústředního ústavu geologického, **41**, Prag.
- RANIECKA-BOBROWSKA, J. (1954): Tertiary foliaceous flora from Konin. - Biuletyn Instytutu Geol., **71**: 5-40, Warschau.
- RÖGL, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **41**: 65-73, Wien.

- ROTH, J. L. & DILCHER, D. L. (1978): Some considerations in leaf size and leaf margin analysis of fossil leaves. - Courier Forschungsinst. Senckenberg, **30**: 165-171, Frankfurt/Main.
- RÜFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. - Paläontol. Abh., **1**: 139-298, Berlin.
- SAPORTA, G. (1865): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. - Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 5, **4**: 5-264, Paris.
- SCHIMPER, W. P. (1869): Traité de paléontologie végétale. I. - 738 S., Bailliére et Fils, Paris.
- SCHLECHTENDAL, D. von (1896): Beiträge zur Kenntniss der Braunkohlenflora von Zschipkau bei Senftenberg. - Z. Naturwiss., **69**: 193-216, Berlin.
- SITÁR, V. (1969): Die Paläoflora des Turiec-Beckens und ihre Beziehung zu den mitteleuropäischen Floren. - Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, **17**: 99-174, Preßburg.
- SITÁR, V. (1973): Die fossile Flora sarmatischer Sedimente aus der Umgebung von Mociar in der mittleren Slowakei. - Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, **26**: 5-85, Preßburg.
- SPIITZBERGER, G. (1982): Probleme der Artenabgrenzung in tertiären Blattfloren im Lichte phylogenetischer Heterophyllie bei rezenten Salicaceen. - Courier Forschungsinst. Senckenberg, **56**: 101-110, Frankfurt/Main.
- SPIITZBERGER, G. (1986): Die miozänen Blattfloren von Maßendorf und Berg bei Mainburg (Niederbayern). - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläontol., **26**: 59-88, München.
- STACE, C. A. (1965): Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. - Bull. Brit. Mus., Bot., **4**: 1-78, London.
- STACE, C. A. (1984): The taxonomic importance of the leaf surface. - In: HEYWOOD, V. H. & MOORE, D. M. [Hrsg.]. Current concepts in plant taxonomy. - The Systematics Association, Special Volume **25**: 67-94, Academic Press London.
- STERNBERG, K. v. (1820-38): Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. - 8 Teile, 1: 1820, 2: 1821, 3: 1823, 4: 1825, 5-6: 1833, 7-8: 1838, Fleischer, Leipzig, Prag.
- STUR, D. (1867): Beiträge zur Kenntniss der Flora der Süßwasserquarze der Congerien- und Cerithien-Schichten im Wiener und Ungarischen Becken. - Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst., **17**: 77-188, Wien.
- TAKHTAJAN, A. L. [Hrsg.] (1982): Magnoliophyta Fossilia URSS. II. - 216 S., Leninopoli Nauka, Leningrad.
- TRALAU, H. (1963): Asiatic dicotyledonous affinities in the Cainozoic flora of Europe. - Kongl. Svenska Vetensk Acad. Handl., **9**: 1-87, Stockholm.
- UNGER, F. (1847): Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt. - 149 S., H. 1: 1841, H. 2-3: 1842, H. 4-5: 1843, H. 6-7: 1845, H. 8-10: 1847, Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- UNGER, F. (1848): Die fossile Flora von Parschlug. - Steiermärkische Zeitschrift, Neue Folge, Jahrgang 9, Heft 1, Graz.

- UNGER, F. (1849): Blätterabdrücke aus dem Schwefelflötz von Swoszo-
wice in Galicien. - Naturwiss. Abh. (Vienna), **3**: 121-128, Wien.
- UNGER, F. (1850a): Die Gattung *Glyptostrobus* in den Tertiär-Formationen.
- Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **5**: 434-435,
Wien.
- UNGER, F. (1850b): Genera et species plantarum fossilium. - 627 S,
Wilhelm Braumüller, Wien.
- UNGER, F. (1854): Die fossile Flora von Gleichenberg. - Sitzungsber.
Kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **4**: 137-184, Wien.
- UNGER, F. (1860): Sylloge plantarum fossilium. - Denkschr. Kaiserl. Akad.
Wiss., math.-naturwiss. Cl., **19**: 1-48, Wien.
- WALTER, H. (1974): Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume.
VII. Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. - 452 S.,
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- WALTER, H. & BRECKLE, S. W. (1983): Ökologie der Erde. I. Ökologische
Grundlagen in globaler Sicht. - 238 S., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- WALTER, H. & LIETH, H. (1967): Klimadiagramm-Weltatlas. - VEB Gustav
Fischer Verlag, Jena.
- WALTHER, H. (1964): Paläobotanische Untersuchungen im Tertiär von Seif-
hennersdorf. - Jahrb. Staatl. Mus. Mineral. Geol., **1964**: 1-131, Dresden.
- WALTHER, H. (1968): Zur Nomenklatur von *Acer „trilobatum“*. - Monatsber.
Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, **10**: 630-638, Berlin.
- WALTHER, H. (1972): Studien über tertiäre *Acer* Mitteleuropas. - Abh. Staatl.
Mus. Mineral. Geol., **19**: 1-309, Dresden.
- WALTHER, H. (1992): Die Bedeutung der epidermalen Strukturen für die
Taxonomie tertiärer Blätter. - Courier Forschungsinst. Senckenberg,
147: 329-343, Frankfurt/Main.
- WALTHER, H. (1994): Entwicklung der Fagaceae (Buchengewächse) im
Tertiär Mitteleuropas. - Berichte der naturforschenden Gesellschaft der
Oberlausitz, **3**: 27-42, Görlitz.
- WALTHER, H. & ZASTAWNIAK E. (1991): Fagaceae from Sosnica and Mal-
czyce (near Wroclaw, Poland). A revision of original materials by
GOEPPERT 1852 and 1855 and a study of new collections. - Acta
Palaeobot., **31**: 153-199, Krakau.
- WANG, C. W. (1961): The forests of China with a survey of grassland and
desert vegetation. - 313 S., Maria Moors Cabot Foundation Publication,
V, Cambridge.
- WEBB, L. J. (1959): A physiognomic classification of Australian rain forests.
- J. Ecol., **47**: 551-570, London.
- WEYLAND, H. (1937): Beiträge zur Kenntnis der Rheinischen Tertiärflora. II.
Erste Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und
des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. - Palaeontographica,
Abt. B, **83**: 67-122, Stuttgart.

- WEYLAND, H. (1938): Beiträge zur Kenntnis der Rheinischen Tertiärflora. III. Zweite Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. - *Palaeontographica*, Abt. B, **83**: 123-171, Stuttgart.
- WEYLAND, H. (1941): Beiträge zur Kenntnis der Rheinischen Tertiärflora. V. Dritte Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. - *Palaeontographica*, Abt. B, **86**: 79-112, Stuttgart.
- WEYLAND, H. (1948): Beiträge zur Kenntnis der Rheinischen Tertiärflora. VII. Fünfte Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. - *Palaeontographica*, Abt. B, **88**: 113-188, Stuttgart.
- WEYLAND, H. & KLIPPER, K. (1963): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. VI. Weitere Dikotyledonen aus der Rheinischen Braunkohle. - *Palaeontographica*, Abt. B., **113**: 151-167, Stuttgart.
- WOLFE, J. A. (1971): Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. - *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **9**: 27-57, Amsterdam.
- WOLFE, J. A., (1978): A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the northern hemisphere. - *Amer. Sci.*, **66**: 694-703, Burlington.
- WOLFE, J. A. (1979): Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the northern hemisphere and Australasia. - *United States Geological Survey Professional Paper*, **1106**: 1-37, Washington.
- WOLFE, J. A. (1993): A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. - *United States Geological Survey Bulletin*, **2040**: 1-71, Washington.
- WOLFE, J. A. & TANAI, T. (1980): The Miocene Seldovia point flora from the Kenai Group, Alaska. - *United States Geological Survey Professional Paper*, **1105**: 1-52, Washington.
- ZASTAWNIAK, E. (1972): Pliocene leaf flora from Domanski Wierch near Czarny Dunajec (Western Carpathians, Poland). - *Acta Palaeobot.*, **13**: 1-73, Krakau.
- ZASTAWNIAK, E. (1980): Sarmatian leaf flora from the southern margin of the Holy Cross Mts. (South Poland). - *Prace Muzeum Ziemi*, **33**: 39-108, Warschau.

Anschrift des Autors:

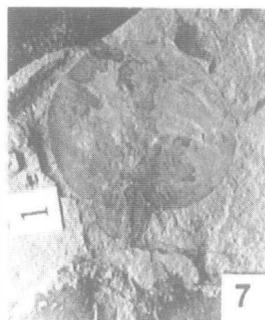
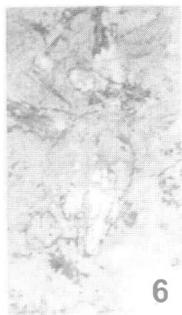
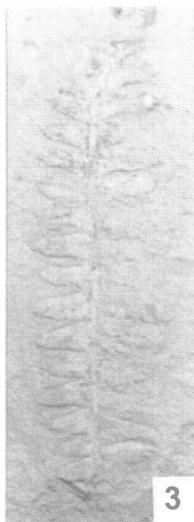
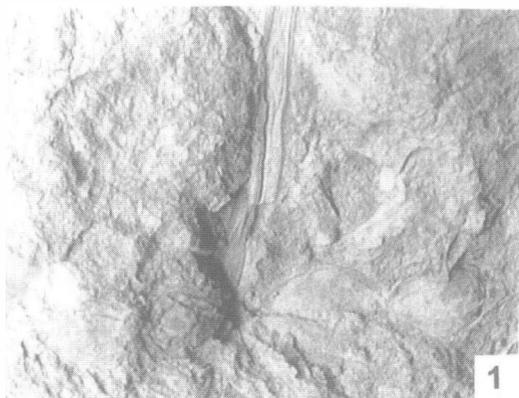
Mag. Harald KRENN, Institut für Botanik, Karl-Franzens-Universität Graz,
Holteigasse 6, A-8010 Graz.

Erläuterungen zu den Tafeln

Abbildungsmaßstab der Objekte (sofern nicht anders angegeben): 1 : 1

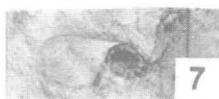
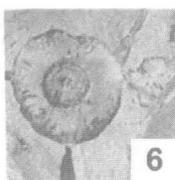
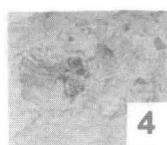
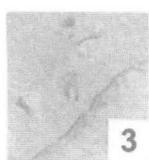
Tafel 1

- Fig. 1: *Equisetum parlatorii* (HEER) SCHIMPER, Paldau, Schicht F, Stück/
Fossil Nr 78.417/1.
- Fig. 2: *Equisetum* sp, Paldau, Schicht F, Stück/Fossil Nr 78.418/1.
- Fig. 3: *Pteris oeningensis* UNGER, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil
Nr 78.195/1.
- Fig. 4: *Pronephrium stiriacum* (UNGER) KNOBLOCH et KVACEK, Paldau,
Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.353/1.
- Fig. 5: *Salvinia* cf *mildeana* GOEPPERT, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil
Nr 78.219/2.
- Fig. 6: *Potamogeton martinianus* SITÁR, Paldau, Schicht E3, Stück/Fossil
Nr 78.414/5.
- Fig. 7: *Limnobiophyllum expansum* (HEER) KVACEK, Paldau, Schicht H2,
Stück/Fossil Nr 78.234/1.



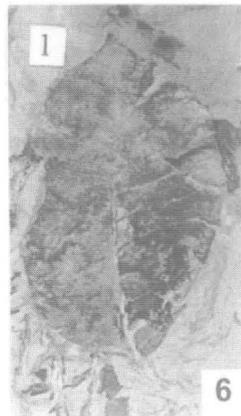
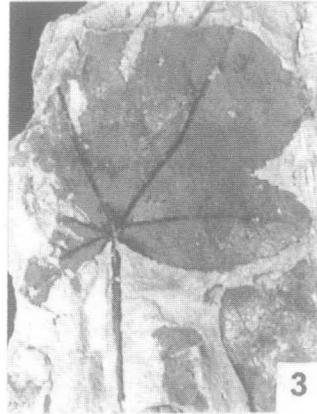
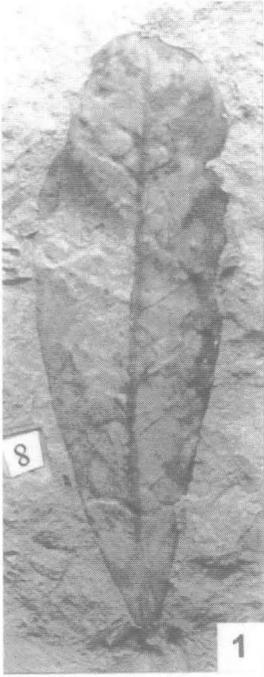
Tafel 2

- Fig. 1: *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER, Zapfen, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil Nr 78.143/1.
- Fig. 2: *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER, Samen, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.082/2.
- Fig. 3: cf *Ulmus* sp – Frucht, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.348/1.
- Fig. 4: *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) LJINSKAJA, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.116/3.
- Fig. 5: *Salix* sp – Blüten- und Fruchtstand, weiblicher Blütenstand, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.012/3.
- Fig. 6: *Paliurus favonii* UNGER, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.020/1.
- Fig. 7: *Acer* sp – Frucht, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.108/1.
- Fig. 8: Blütenstand gen et sp indet, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.086/1.



Tafel 3

- Fig. 1: *Laurophyllum cf pseudoprinceps* WEYLAND et KLIPPER, Paldau, Schicht E4, Stück/Fossil Nr 78.245/8.
- Fig. 2: *Platanus leucophylla* (UNGER) KNOBLOCH, Paldau, Schicht C, Stück/Fossil Nr 78.383/1.
- Fig. 3: *Liquidambar europaea* BRAUN, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil Nr 78.314/3.
- Fig. 4: *Parrotia pristina* (ETTINGSHAUSEN) STUR, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil Nr 78.366/2.
- Fig. 5: *Ulmus carpinoides* GOEPPERT emend ILJINSKAJA, Paldau, Schicht C, Stück/Fossil Nr 78.391/1.
- Fig. 6: *Juglans acuminata* BRAUN ex UNGER, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.026/1.



Tafel 4

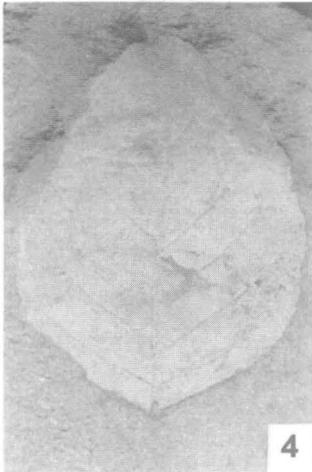
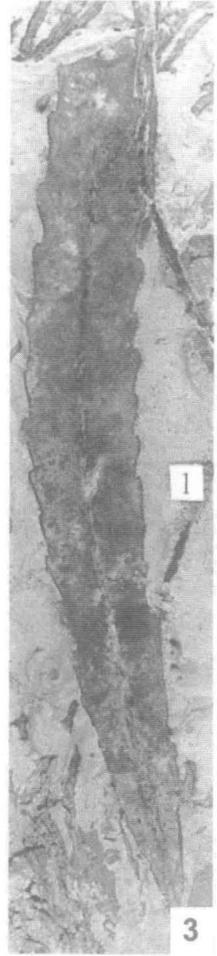
Fig. 1: *Comptonia oeningensis* BRAUN, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.316/1.

Fig. 2: *Myrica lignitum* (UNGER) SAPORTA, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.180/2.

Fig. 3: *Myrica lignitum* (UNGER) SAPORTA, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.180/1.

Fig. 4: *Betula* sp, Paldau, Schicht C, Stück/Fossil Nr 78.381/1.

Fig. 5: *Alnus* sp, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.127/1.

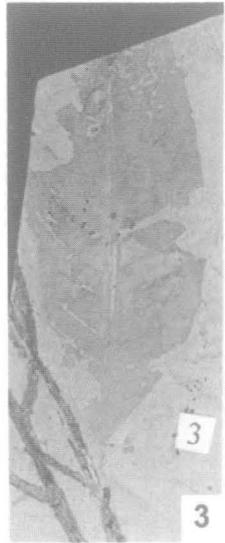
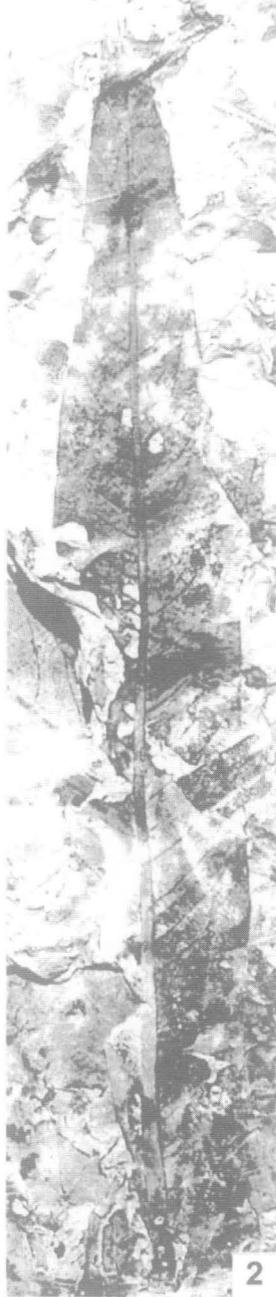
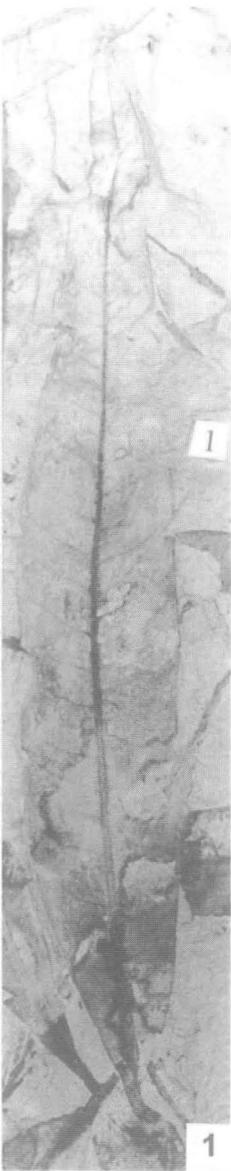


Tafel 5

Fig. 1: *Quercus neriifolia* BRAUN, Paldau, Schicht E4, Stück/Fossil
Nr 78.245/1.

Fig. 2: *Dicotylophyllum* sp 1, Paldau, Schicht E3, Stück/Fossil Nr 78.266/4.

Fig. 3: *Dicotylophyllum* sp 3, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.190/3.



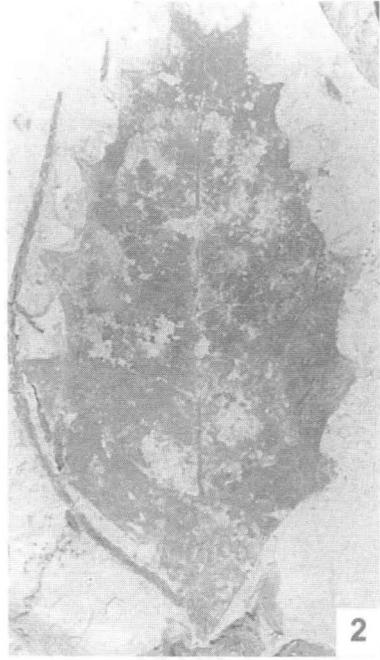
Tafel 6

Fig. 1: *Quercus cf pseudocastanea* GOEPPERT emend WALTHER et ZASTAW-
NIAK, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.223/1.

Fig. 2: *Nyssa merianii* (HEER) KNOBLOCH, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil
Nr 78.312/1.

Fig. 3: cf *Ilex* sp, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil Nr 78.225/1.

Fig. 4: *Dicotylophyllum* sp 2, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.119/1.



Tafel 7

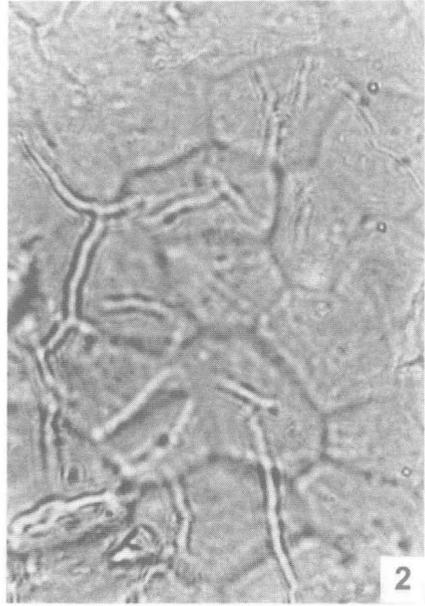
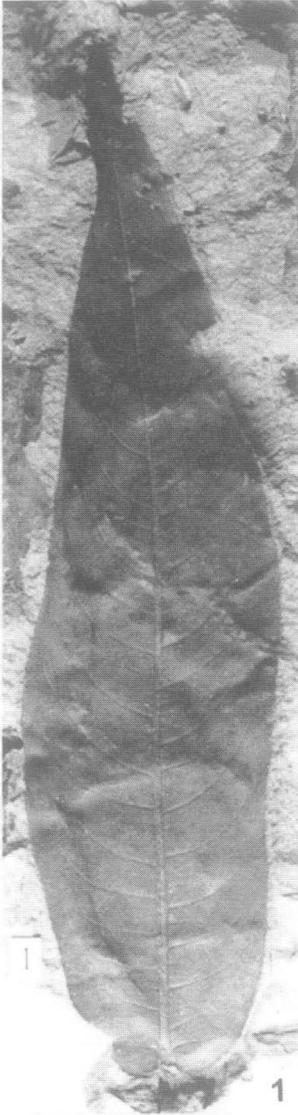
Fig. 1: *Populus balsamoides* GOEPPERT, Paldau, Schicht C, Stück/Fossil Nr 78.367/1.

Fig. 2: *Rosa* sp, Fiederblatt, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.092/1-5.



Tafel 8

- Fig. 1: *Salix holzeri* KOVAR-EDER et KRAINER, Paldau, Schicht E2, Stück/
Fossil Nr 78.001/1.
- Fig. 2: *Salix holzeri* KOVAR-EDER et KRAINER, obere Epidermis, Paldau,
Schicht E4, Stück/Fossil Nr 78.076/1, Präparat Nr 2, ca. 800-fach
vergrößert.
- Fig. 3: *Salix holzeri* KOVAR-EDER et KRAINER, untere Epidermis, Paldau,
Schicht E4, Stück/Fossil Nr 78.076/1, Präparat Nr 2, ca. 800-fach
vergrößert.

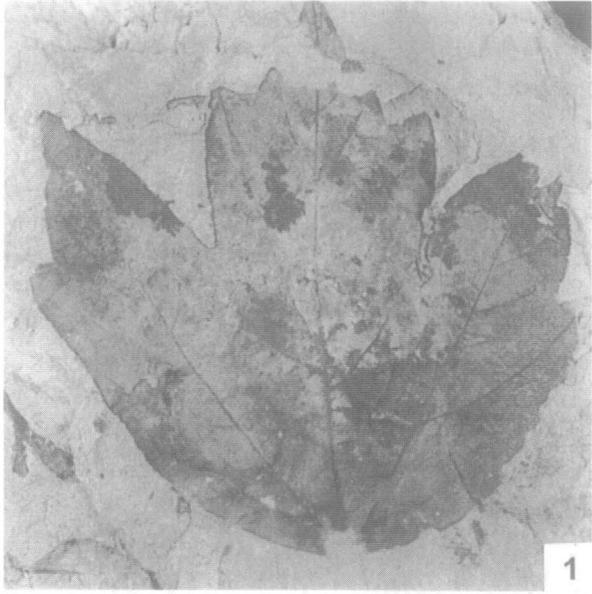


Tafel 9

Fig. 1: *Acer obtusilobum* UNGER, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil
Nr 78.299/1.

Fig. 2: *Acer obtusilobum* UNGER, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil
Nr 78.101/1.

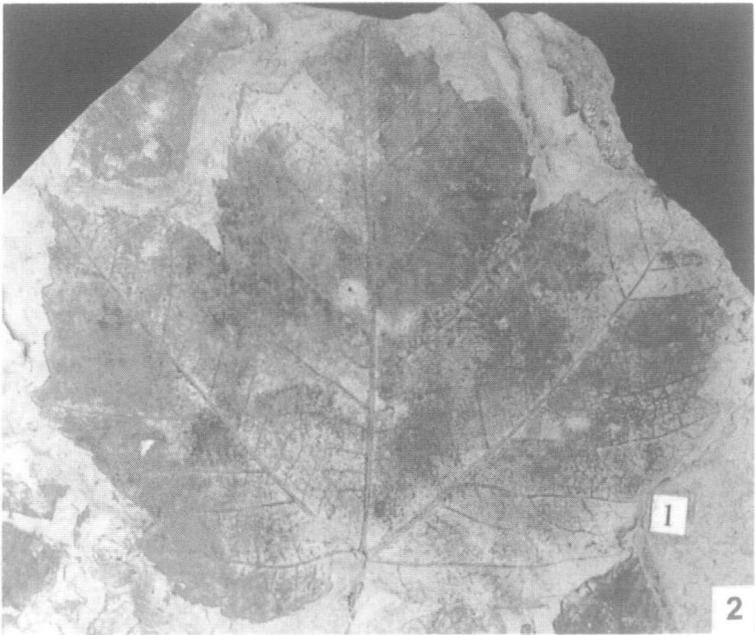
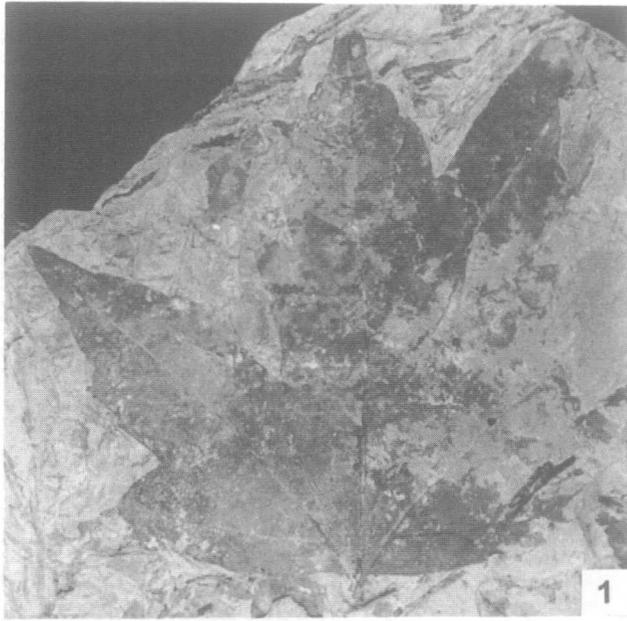
Fig. 3: *Acer obtusilobum* UNGER, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil
Nr 78.302/1.



Tafel 10

Fig. 1: *Acer obtusilobum* UNGER, Paldau, Schicht H1, Stück/Fossil Nr 78.308/4.

Fig. 2: *Acer tricuspidatum* BRAUN et AGASSIZ ex BRONN, Paldau, Schicht E2, Stück/Fossil Nr 78.074/1.



Zur Taxonomie der känozoischen Weichschildkröten Österreichs und Deutschlands (Trionychidae: Trionychinae)

On the taxonomy of the cenozoic soft shelled turtles of Austria and Germany (Trionychidae: Trionychinae)

Hans-Volker KARL

Mit 9 Abbildungen und 10 Tafeln

Zusammenfassung

Das Genus *Amyda* GEOFFROY 1809 ist seit dem Obermiozän des Wiener Beckens durch die einzige bekannte Spezies *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770) (Homonym *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898), *Trionyx triunguis* FORSKÄL 1775 seit dem Oligozän und Miozän Zentraleuropas und aus dem Neogen Ägyptens, prähistorisch von Ägypten und rezent aus Südwestasien und Afrika bekannt. Das eozäne Material Zentraleuropas zeigt zwei sexualspezifische morphologische Typen der Spezies *Rafetoides austriacus* (REINACH 1900). Dieser Angehörige des Subtribus Rafetoidina n. subtr. zeigt morphologische Beziehung zu den rezenten *Rafetus*- sowie den fossilen und rezenten amerikanischen *Apalone*-Spezies und zu *Trionyx*.

Abstract

The genus *Amyda* GEOFFROY 1809 is known from the Upper Miocene to the recent time. The only known species is *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770). The recent species *Trionyx triunguis* Forskäl 1775 is known up the Oligocene and Miocene of Central Europe, the Neogene and the prehistoric time of Egypt, and recent from Southwest Asia and Africa. The eocene samples of Central Europe shows sexual dimorphic types of the species *Rafetoides austriacus* (PETERS 1858). This member of the new subtribe Rafetoidina shows morphological relations to the recent *Rafetus*- and the fossil and recent *Apalone*- species, an *Trionyx* too.

Einleitung

Die vorliegende Studie hat zur Aufgabe, auf Grundlage der vergleichenden Morphologie die bislang bekannten känozoischen Weichschildkröten-Taxa Österreichs und Deutschlands revidierend zu beschreiben und nach aktuell gültigen Kriterien taxonomisch festzulegen. Es werden vorerst nur jene Taxa neu bearbeitet und in die Diskussion einbezogen, die in einer relevanten theoretischen bzw. geographisch - stratigraphischen Beziehung zu den klassischen tertiären trionychninen Schwerpunkt-Taxa *Trionyx stiriacus* PETERS 1855 (Österreich) und *Trionyx messelianus* REINACH 1900 (Deutschland) stehen und in repräsentativen Exemplaren und Stückzahlen vorliegen. Bei der Fülle von fragmentarischem Material muß für die Wiedergabe eine Auswahl getroffen werden. Weitgehend ausgeklammert wird das Material aus West- und Nordeuropa (England, Frankreich, Belgien). Dieses muß neu bearbeitet werden und wird hier, nur wenn für die Thematik bedeutsam, auf Literatur bezogen, vergleichend diskutiert. Kernstück der folgenden Studie ist die Arbeit von KARL (1997). Aus Raumgründen wurden hier die Ausführungen zur Forschungsgeschichte und der geologischen Einführung ausgespart, auch wenn der kritischen Neubewertung der Originalarbeiten weiterhin große Bedeutung beigemessen wird. Dort finden sich auch weitere Abbildungen und umfangreichere Literaturangaben, die hier ausgelassen wurden. Die Beschreibung der Materialien aus der Schweiz und Italien sowie Angaben zur paläogeographischen Verbreitung erfolgen vervollständig in einer gesonderten Arbeit.

Abkürzungen:

BMNH: British Museum (Natural History); **BSP:** Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München; **CK:** Collection Karl; **FSH:** Franckesche Stiftungen zu Halle a. d. Saale; **GBW:** Geologische Bundesanstalt Wien; **GMH:** Geiseltalmuseum Halle a. d. Saale; **HLD:** Hessisches Landesmuseum Darmstadt; **IGPG:** Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz; **IGPW:** Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Wien; **IPDM:** Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin der Uni München; **MMNA:** Mauritium-Museum für Naturkunde; **MNB:** Museum für Naturkunde der Humboldt- Universität Berlin; **MNG:** Museum der Natur Gotha; **NMK:** Naturkundemuseum Kassel; **MNHN:** Muséum National d'Histoire Naturelle Paris; **NMOR:** Naturkundemuseum Ostbayern Regensburg; **NMW:** Naturhistorisches Museum Wien; **SLMJ:** Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum; **SMF:** Senckenbergmuseum Frankfurt a. Main; **ZSMH:** Zoologische Staatssammlung München.

Terminologie

Schädel: Die hier verwendbaren Elemente des Schädels sind in den Abbildungen dargestellt. Das wichtigste Merkmal für die Beurteilung der Unterkiefer des vorliegenden Materials sind die Existenz und Ausprägung eines Symphysengrates und von Symphysenmulden, wie sie z.T. schon von LOVERIDGE & WILLIAMS (1957) verwendet wurden:

Untergruppe 1: Relativ unspezialisierte Spezies mit vorwiegend orientalischer Verbreitung und dorsalem Ocellenmuster des Carapaxes.

- A Mit einem Praeneurale bei: *Aspideretes hurum*, *Aspideretes leithii*, *Aspideretes nigricans*, *Aspideretes gangeticus*
- B Ohne Praeneurale bei: *Nilssonia formosa*, *Amyda cartilaginea*
- C Ohne Praeneurale und ohne Symphysengrat bei: *Dogania subplana*

Untergruppe 2: Spezies mit stark modifizierten Schädeln und vorwiegend orientalischer Verbreitung: *Pelochelys bibroni*, *Chitra indica*.

Untergruppe 3: Relativ unspezialisierte Spezies, vorwiegend extraorientalisch verbreitet und ohne dorsales Ocellenmuster des Carapaxes.

- A Pleuralia VIII sind typischerweise nicht reduziert bei: *Trionyx triunguis*, *Pelodiscus sinensis*, *Palea steindachneri*
- B Pleuralia VIII sind typischerweise teilweise reduziert bei: *Rafetus euphraticus*, *Rafetus swinhoei*
- C Pleuralia VIII sind typischerweise stark reduziert oder fehlen bei: *Apalone ferox*, *Apalone sinifer*, *Apalone muticus*

Diskussion: Der typisch ausgebildete dermale Knochenpanzer der Trionychinae ist das Ergebnis tiefgreifender Reduktionen. In deren Vollendung liegen im Gegensatz zu anderen bekannten Schildkröten einige Knochenplatten des Carapax nicht mehr vor. Es handelt sich hierbei um die Peripheralia, die Metaneuralia und das Pygale, also nahezu den gesamten peripheren Bereich. Daher wird bei den Trionychinae nur noch der zentrale Bereich des Carapax, bestehend aus dem Nuchale, den Neuralia und den Pleuralia angetroffen, welcher als Diskus bezeichnet wird (Abb. 1/1). Das Nuchale ist eine unpaare Knochenplatte, die mit den peripheralen Seiten der Pleuralia I den anterioren Diskusrand bildet und den medianen Neuralia- sowie den lateral gelegenen Pleuraliareihen vorgelagert ist. In seiner Ausbildung ist diese Platte ontogenetisch bedingten Wandlungen unterworfen, deren Stadien gelegentlich Anlaß von taxonomischen Veränderungen war. So wurde das Genus *Palaeotrionyx* K. P. SCHMIDT 1945 lediglich auf der fehlenden knöchernen Verbindung des Nuchale mit den Pleuralia I begründet (SCHMIDT 1945). Weiterhin ist die individuelle Variationsbreite im Bau des Diskus beträchtlich.

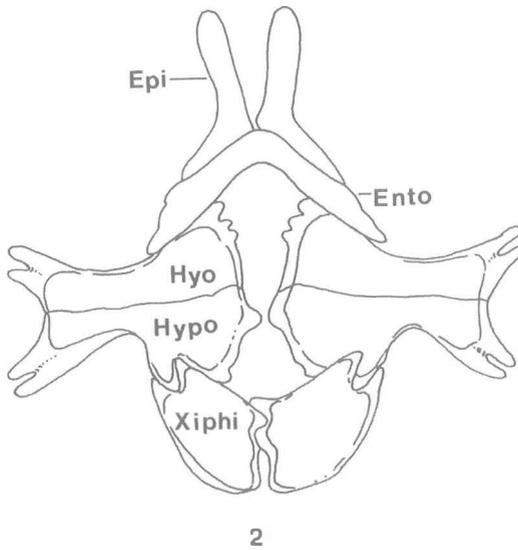
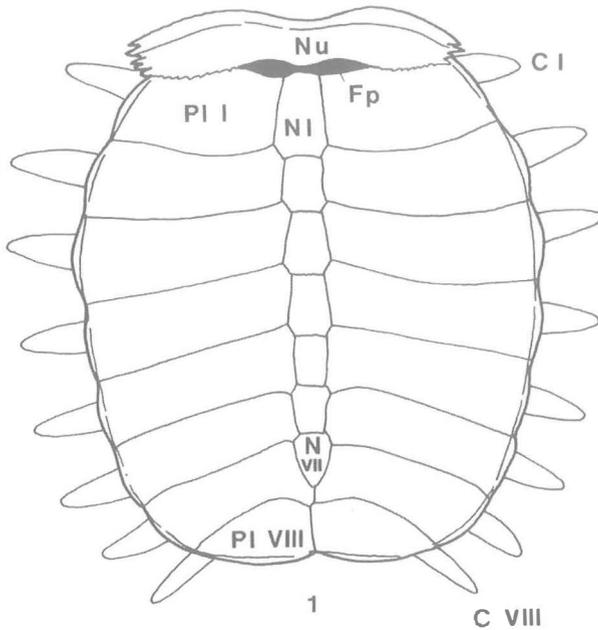


Abb. 1: Schematische Darstellung zur Terminologie am Panzer der Trionychinae. Fig. 1: Diskus; Fig. 2 Plastron von *Pelodiscus sinensis* nach OGUSHI (1911).

NI - N VII = Neurale, I - VII, Nu = Nuchale, PI I - PI VIII = Pleurale I - VIII, C I - C VIII = Costa, I - VIII, Fp = Foramina postnuchalia, Epi = Epiplastron, Ento = Entoplastron, Hyo = Hyoplastron, Hypo = Hypoplastron, Xiphi = Xiphiplastron. Ohne Maßstab.

Es wird auf die zusammengestellten Beispiele von HUMMEL (1929), MLYNARSKI (1969) sowie MEYLAN (1984) für Diskusvarietäten von *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770) verwiesen. Ergänzt wurden diese durch die von PRITCHARD (1979), MEYLAN (1984) und GARDNER & RUSSELL (1994) gegebenen Beispiele der Diskusvariation von *Apalone (Platypeltis) ferox* (SCHNEIDER 1783) sowie *Aspideretoides foveatus* (LEIDY 1856). Reduktionen in der Anzahl der Pleuralia können in ihrem tendenziösen Charakter in die Diskussion einbezogen werden. Neuraliazahlen scheinen nicht konstant zu sein (PRITCHARD 1988), ebenfalls die Position der s.g. korrespondierenden oder vermittelnden Platte (Obliteration) nach HUMMEL (1927, 1929). Zu den von GARDNER & RUSSELL (1994) vorgeschlagenen Diskusmerkmalen (siehe dort), kommt die bei KARL (1993, 1997) angewendete Beurteilung der Kallositätenstruktur (Abb. 2).

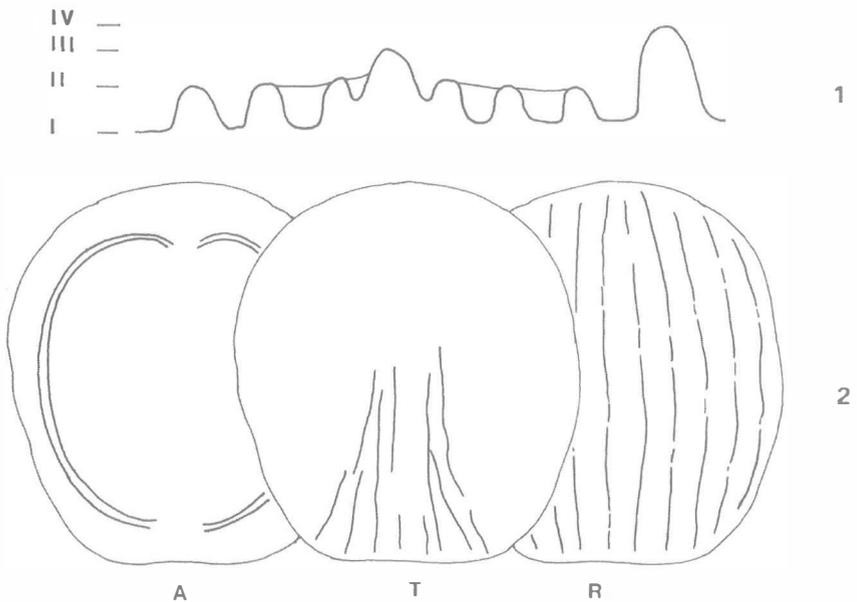


Abb. 2: Schematische Darstellung zur Terminologie überhöhter Anteile des Ornaments am Diskus. Fig. 1: Vertikale Gliederung des Ornaments. I = 1. Ordnung (Plattengrundfläche); II = 2. Ordnung (gleichhohe, flache, vermikuläre, tessellate oder tuberkuläre Muster); III = 3. Ordnung (aus II direkt hervorgehende und diese überragende einzelne axiale Leisten); IV = 4. Ordnung (grobe, axiale, unabhängige, höchste Knotenwülste). Fig. 2: Horizontale Verteilung überhöhter Ornamentteile. A = *Amyda* als cirkumperipherer Typ in C/III, T = *Trionyx* als posteriorer Typ in C/III, R = *Rafetoides* als flächendeckender Typ in C/IV. Nach KARL (1997).

Plastron: Um eine korrekte Merkmalsbeschreibung der knöchernen Plastral-elemente (Abb. 1/2) zu ermöglichen, ist es notwendig, einige nomenklatorische Änderungen bzw. Erweiterungen vorzunehmen, da die in der wissenschaftlichen Literatur bisher verwendeten teilweise unklar sind und zu Wiederholungen in Bestimmungsschlüsseln führten. Auch muß die Zugehörigkeit eines benannten Details nomenklatorisch relevant sein, um die ursprüngliche Lage in den entsprechenden einzelnen Knochenelementen auszudrücken (Abb. 3).

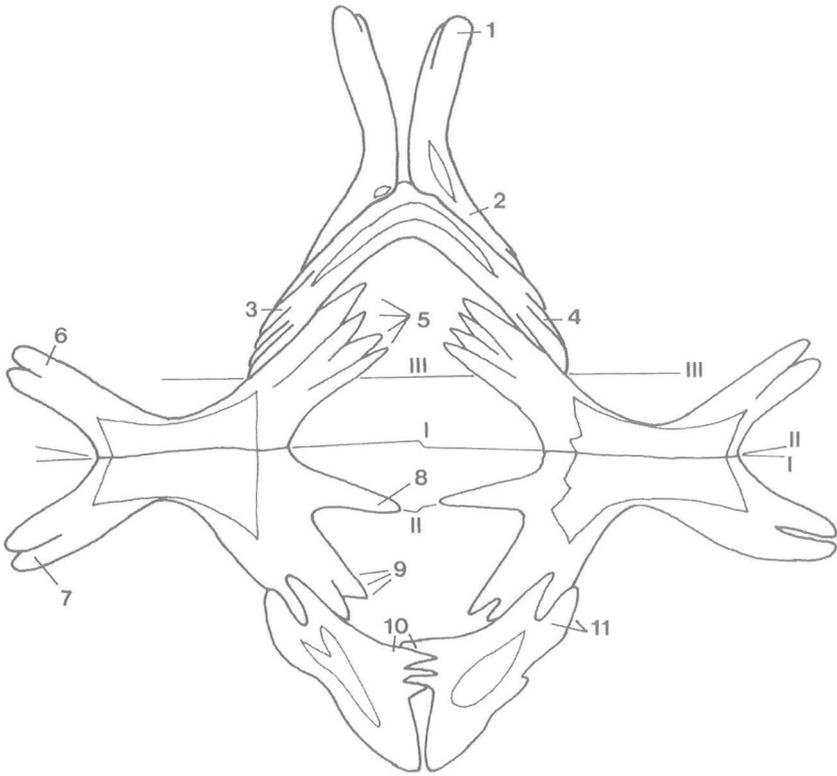


Abb. 3: Schematische Darstellung zur Terminologie am Plastron von *Amyda cartilaginea* CK 31 nach KARL (1997).

1 = Processus epiplastralis anterior, 2 = Processus epiplastralis posterior, 3 = Processus entoplastralis dexter, 4 = Processus entoplastralis sinister, 5 = Processus hyoplastrales media, 6 = Processus cardinus masculi anterior, 7 = Processus cardinus masculi posterior, 8 = Processus hypoplastralis medialis anterior, 9 = Processus hypoplastralis medialis posterior, 10 = Processus xiphiplastrales media, 11 = Processus xiphiplastrales anterior.

I = Ebene der Suturae hyohypoplastrales, II = Ebene der Processus hypoplastrales medialis anterior, III = Ebene der Processus epiplastrales posterior.

Es gilt hier folgende Synonymie (Proc. = Processus):

BOJANUS 1819 - 21; OGUSHI 1911	RATHKE 1846, 1848; SIEBENROCK 1902	KARL 1997
Proc. cardinus masculi anterior	laterale Enden	Proc. cardinus masculi anterior
Proc. cardinus masculi posterior	laterale Enden	Proc. cardinus masculi posterior
	vordere gerade Schenkel	Proc. epiplastralis anterior
	hintere schiefe Schenkel	Proc. epiplastralis posterior
		Proc. entoplastralis dexter
		Proc. entoplastralis sinister
	Proc. medialis anterior	Proc. hypoplastrales medialis
	Proc. medianus	Proc. hypoplastralis med. ant.
	Proc. medialis posterior	Proc. hypoplastralis med.post.
		Proc. hypoplastralis lateralis
		Proc. xiphiplastrales anterior
	[Commissur]	Proc. xiphiplastrales media

Somit lautet der aktualisierte Bestimmungsschlüssel für die Plastra der rezenten Spezies von Trionychinae in Anlehnung an SIEBENROCK (1902) wie folgt:

1. Proc.hyoapl.med.ant. fehlt.

Entoplastron stumpfwinklig; Epiplastra getrennt, Proc. epipl. ant. et post. gleich lang
Dogania

2. Proc.hyoapl.med.ant. vorhanden.

a. Entoplastron stumpfwinklig.

Epiplastra getrennt, *Proc. epipl. ant.* kürzer als Proc. epipl. post.; Xiphiplastra lang
Aspideretes gangeticus

Epiplastra getrennt, Proc. epipl. ant. länger als Proc. epipl. post.; Xiphiplastra sehr kurz und breit
Pelodiscus sinensis

Epiplastra getrennt
Nilssonina formosa

Epiplastra weit getrennt, Proc. epipl. ant. nur hlb so lang wie Proc. epipl. post.; Xiphiplastra lang und breit
Apalone(Apalone) mutica

Epiplastra in Verbindung, Proc. epipl. ant. länger als Proc. epipl. post; Xiphiplastra lang
Amyda cartilaginea

b. Entoplastron rechtwinklig.

Epiplastra weit getrennt, Proc. epipl. ant. halb so lang wie Proc. epipl. post.;
Xiphiplastra lang

Trionyx triunguis

Epiplastra getrennt, Proc. epipl. ant. kürzer als Proc. epipl. post.;
Xiphiplastra kurz und schmal

Rafetus swinhoei

Epiplastra weit getrennt, Proc. epipl. ant. viel kürzer als Proc. epipl. post.;
Xiphiplastra kurz und breit

Apalone (Apalone) spinifera

c. Entoplastron spitzwinklig.

Epiplastra getrennt, Proc. epipl. ant. viel kürzer als Proc. epipl. post.;
Xiphiplastra lang und schmal

Rafetus euphraticus

Die Plastronelemente sind ebenfalls starken ontogenetisch bedingten Veränderungen unterworfen. Während die einzelnen Plastronknochen bei Hatchlings nur als schmale Knochenspangen vorliegen, tritt mit zunehmender Größe und fortschreitendem Alter eine flächenmäßige Verbreiterung dieser ein. Auch die vertikale Ausbildung der Oberflächenstrukturen erfolgt daraufhin und kann die Grundfläche der Panzerplatten überschreiten. Zuerst kommt es allgemein zu einer starken Ausdehnung der Proc. hyopl. media, Proc. hypopl. med. ant. und Proc. hypopl. med. post. nach zentral. Auch dehnen sich die Bereiche der Proc. xiphipl. media aus, um sich letztendlich in eine Commissura umzubilden. Gleichzeitig dehnen sich die medianen Processus von Hyo- und Hypoplastron entlang ihrer Plattenränder aus, auch unter Bildung neuer, kleinerer und dichter stehender zusätzlicher Processus, welche große Bereiche des medianen Plattenrandes einnehmen können. Im Gleichzug mit den sich stark darauf ausprägenden und ausdehnenden Oberflächenstrukturen (Kallositäten), kommt es im fortgeschrittenen Wachstumsstadium zu einem weitestgehenden Zusammenschluß von Hyo-, Hypo- und Xiphiplastra, wobei nur kleinere Fontanellen verbleiben. Auch die Epiplastra und das Entoplastron sind dann mit Kallositäten bedeckt. In etwa gleichweiten Entwicklungsstadien sind verschiedene Spezies bzw. Genera schwer zu unterscheiden.

Postcraniale Skelettelemente: Postcraniale Skelettmerkmale sind gut für höhere Taxa, für untere sehr begrenzt anwendbar. Hier wird neben der Ausbildung der Spina ischiadica besonders der Coracoid berücksichtigt (Abb. 4).

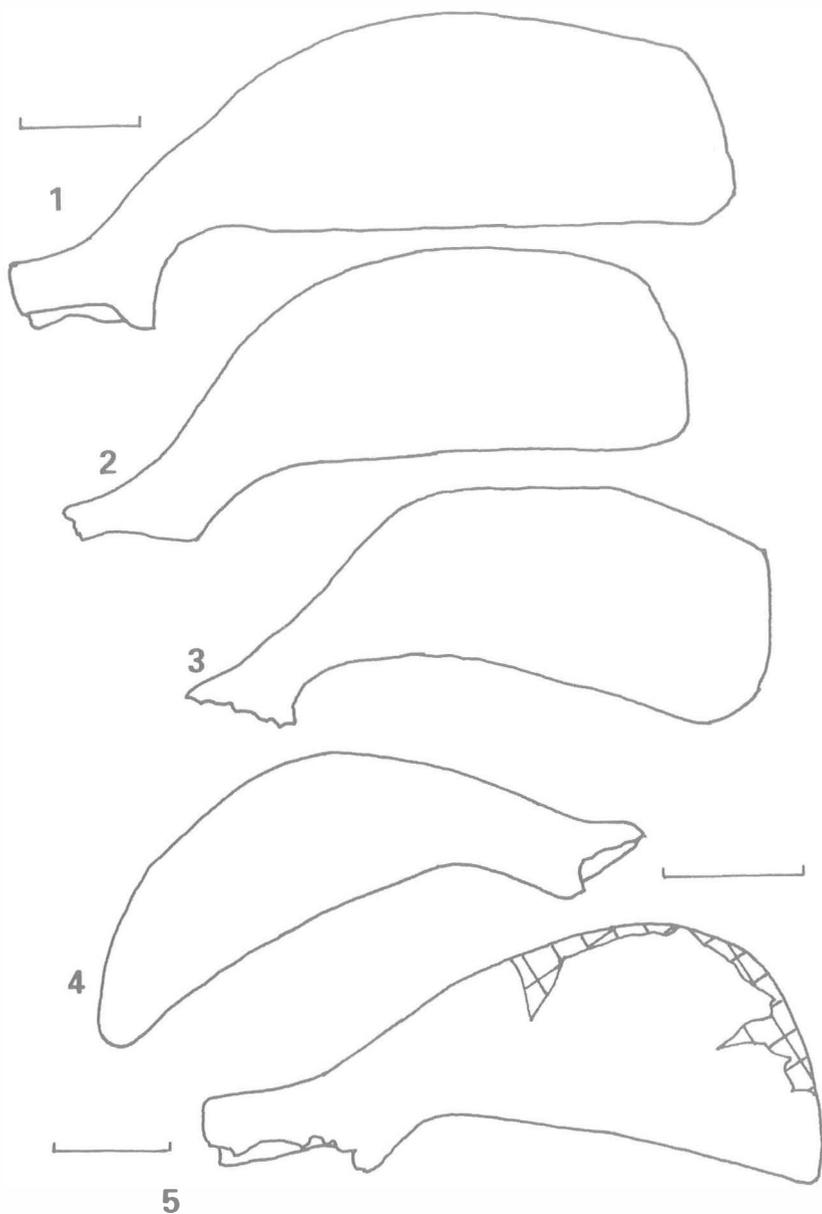


Abb. 4: Schematische Darstellung der Umriss des Coracoids bei: Fig. 1: *Amyda cartilaginea* CK 31, Fig. 2: *Trionyx triunguis* nach BROIN (1977), Fig. 3: *Rafetus euphraticus* IPDM Nr. 2, Fig. 4: *Rafetoides austriacus* HLMD Nr. Me 1467, Fig. 5: *Rafetoides henrici* nach OWEN (1849). Maßstäbe 1 cm.

Systematische Paläontologie

Ordo Testudines LINNAEUS 1758
Subordo Cryptodira COPE 1868
Familia Trionychidae BELL 1828
Subfamilia Trionychinae LYDEKKER 1889

Diagnose nach MEYLAN (1987) verändert: Trionychidae; Nuchale mehr als dreimal breiter als lang; Processus nuchalis anterior et posterior vereinigt; Peripheralia fehlen; Neuraliareihen enthalten überall wenigstens ein umgekehrt orientiertes Neurale; Artikulationsfläche zum Ilium am Pleurale VIII fehlt¹; Brücke kurz; zwei oder mehr Ossifikationen im Cornu branchiale II (außer bei einigen *Aspideretes hurum*); dorsale Einfassung der Aperturarium externum leicht bis stark begrenzt; Epipterygoid bei Adulti typisch mit Pterygoid verschmolzen.

Tribus Chitrini (GRAY 1870)

Diagnose nach MEYLAN (1987) verändert: Trionychinae bei welchen das Foramen posterius canalis carotici interni an einem lateral des Basioccipitaltuberkels ausgehenden Wulstes liegt; achter Cervicalwirbel mit leichtem Ventralkiel; Epipterygoides gewöhnlich nicht mit den Palatina in Kontakt; Foramen nervi trigemini berührt Prooticum anterior. Beinhaltet *Chitra* GRAY 1844, *Pelochelys* GRAY 1864 und *Amyda* GEOFFROY 1809.

Subtribus Amydina (LOVERIDGE 1942)

Diagnose nach MEYLAN (1987) verändert: Chitrini mit fünf plastralen Kallositäten; Processus epiplastrales anterior lang ausgezogen; Mandibularsymphyse lang mit starkem Symphysengrat und tiefen Symphysenmulden; Basisphenoid oft in der Mitte eingezogen. Beinhaltet nur *Amyda* GEOFFROY 1809.

Genus *Amyda* GEOFFROY SAINT-HILAIRE 1809

Spezies typica: *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770); Monogenerotypus.

Bekannte Verbreitung: Obermiozän: Wiener Becken; Pleistozän: Java; Rezent: Südliches Burma bis Vietnam und südwärts bis Sumatra, Kalimantan (Borneo) und Java, Indonesien (IVERSON 1992). DACQUÉ (1912)

¹ Diese Artikulationsstellen können nicht vorhanden sein, da die dorsalen Ilienden außerhalb des posterioren Diskusbereiches liegen und mit den sakralen Zygapophysen alternieren (KARL 1997).

beschreibt u.a. ein Pleurale vom Typ C/ III aus dem Mittelplozän von Ägypten, welches er mit *Amyda cartilaginea* (syn. *Trionyx trinilensis*) vergleicht. Diskussion bei KARL (1993).

Terra typica: „Java“- „Not stated; designated as „Java“ by BAUR (1893: 220)“ nach IVERSON (1992: 300)

Referenzmaterial: 1 vollständiges Skelett von *Amyda cartilaginea*, CK Nr. 31, fossil s. u.

Synonyma: WERMUTH & MERTENS (1961) für rezente, s.a. WEBB (1985); *Trionyx nakornsrihammarajensis* WIROT 1979 aus Thailand könnte nach ERNST & BARBOUR (1989) auf Grund von Pholidosemerkmalen valid sein.

***Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770)**

Diagnose nach MEYLAN (1987) ergänzt: Amydina. Oberflächenstruktur des Diskus flach tesselat mit vereinzelt erhobenen cirkumperipher ausgerichteten erhöhten Leisten vorhanden, d.h. C/III Foramen nervi vidiani hinter den Foramina palatinum posterius im Palatinum liegend. Lateralwärts des starken Symphysengrates tiefe Symphysenmulden vorhanden.

Homonym: *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 von *Trionyx rostratus* (THUNBERG 1787).

Locus typicus: Au bei Wien.

Stratum typicum: „Tortonische Stufe“, Leithakalk, Badenien, Obermiozän.

Nach den eingehenden Untersuchungen am Holotypus von *Testudo rostrata* THUNBERG 1787 durch WEBB (1985), konnte dieses Taxon entgegen der früheren Annahme einer Zugehörigkeit zu *Amyda cartilaginea* (= *Trionyx cartilagineus*) (BODDAERT 1770), in seinem Synonymcharakter zu *Pelodiscus sinensis* (= syn. *Trionyx sinensis*) (WIEGMANN 1835) erkannt werden. *Trionyx sinensis* erhielt auf Grund der weiteren Verbreitung und Anwendung (Nomen veneratum) den Vorrang vor dem älteren Namen *Testudo rostrata*, welcher wenigstens seit BOULENGER (1889), dort als Synonym von *Trionyx cartilagineus*, kaum noch verwendet wurde (WEBB 1985, s.a. WERMUTH & MERTENS 1961; SMITH & SMITH 1979). Zum Zeitpunkt der Publikation von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 hatte LÖNNBERG nach WEBB (1985) bereits 1896 *Testudo rostrata* durch Identifizierung dieser mit *Rafetus swinhoei* (dort *Trionyx swinhonis* = *Trionyx swinhoei*) der richtigen Gruppe zugeordnet und in *Trionyx rostratus* (THUNBERG 1787) umbenannt. Aus diesem Grunde ist die Vergabe des Namens *Trionyx rostratus* durch ARTHABER 1898 für das vorliegende Fossilmaterial unzulässig gewesen. Es handelt sich bei *Trionyx rostratus* (THUNBERG 1787) (= syn. *Testudo rostrata* THUNBERG 1787) um einen klassischen Nomen praecoccupatum. Auf Grund der

Tatsache, daß sich das Typusmaterial des Homonyms *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 problemlos in das Variationsspektrum von *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770) einreihen läßt, gilt es jetzt lediglich als Belegmaterial für die weitere stratigraphische Verbreitung dieser, wobei der alte Name keine Bedeutung mehr hat. Im Zuge einer herkömmlichen künstlichen Vereinigung aller Weichschildkrötenreste zu „*Trionyx*“ hätte allerdings eine Verschiebung in der Nomenklatur eintreten müssen. Als Homonym wäre *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 zumindest seit WEBB (1985) folgendermaßen einzuziehen gewesen:

***Pelodiscus sinensis* (WIEGMANN 1835) emend. MEYLAN 1987**

**Synonym: *Testudo rostrata* THUNBERG 1787 (nomen praeoccupatum)
= *Trionyx rostratus* (THUNBERG 1787)
non *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898**

Synonym von:

- *Trionyx cartilagineus* (BODDAERT 1770); BOULENGER 1889, S. 253; 1787); LÖNNBERG 1896, S. 34 (nach WEBB 1985);
- *Trionyx boddaerti* SCHNEIDER 1787; SCHNEIDER 1792, S. 267 (nach WEBB 1985);
- *Trionyx swinhonis* GRAY 1873 (= *Trionyx swinhoei*) syn. *Trionyx rostratus* (THUNBERG)
- *Trionyx cartilagineus* (BODDAERT 1770); WERMUTH & MERTENS 1961, S. 264;
- *Trionyx sinensis* WIEGMANN 1835; WEBB 1985, S. 84-88;
- *Pelodiscus sinensis* (WIEGMANN 1835); ZHAO & ADLER 1993, S. 175-176.

Homonym: *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898

Holotypus: IGPW 1897 IV 1: Cranium fast vollständig, Mandibula auf Gipsbett montiert, Symphysenregion ergänzt, da fehlend. (XXVII, 1a-b, 2 a-b: 193, 195). Hierzu gehört auch das folgende Stück.

Referenzmaterial: IGPW 1897/IV 1: Das Originaletikett enthält die Angaben: „*Trionyx rostratus* Arth. (Kopf): Fragment d. link. Unterkiefer Kauplattenhälfte...“. Vielmehr handelt es sich hierbei um den Processus mastoideus des Squamosums dex.. Der Schädel wurde inzwischen vervollständigt (XXVII, 3: 196). IGPW 1897/IV 3: 2 Fragmente vom Atlas (XXVIII, 11 a-c: 197). Epistropheus früher unter gleicher Inventarnummer, heute verschollen. IGPW o. Nr.: Cervikalwirbel II, Condylarlänge 43 mm und III, Condylarlänge 48 mm (XXVIII, 12 a-b, 13 a-b:197). IGPW 1897/IV 5: Thorakalwirbel X, Fragmente der Sacralwirbel I-II sowie Caudalwirbel II-V, montiert auf

Gipsbett (XXVIII, 14, 15: 198). IGPW 1897/IV 8: Humerus sin.: Länge Caput, Condylus 99 mm, Caput 23x19 mm, größte proximale Breite über die Trochanter 45 mm, Breite distal 31 mm (XXVIII, 16 a-b: 19). IGPW 1897/IV 9: Radius. Länge 56,5 mm, Breite proximal 12 mm, Breite distal 12 mm (XXVII, 6: 191). IGPW 1897 o.Nr.: früher bei 1897/IV 10: Ulnare und Intermedium (XXVII, 8, 9: 191). IGPW 1897/IV 15: Metatarsale II, Länge 31 mm, Breite proximal 12 mm, Breite distal 10 mm; Metatarsale III, Länge 38 mm, Breite proximal 9 mm, Breite distal 7 mm (XXVII, 16 b-c: 192; XXVIII, 4 a-b, 8 a-b: 192). IGPW 1897/IV 12: Phalanx II und III Fragment des 2. Fingers sin (XXVII, 7 g, h, 14 a-b, 15: 192). IGPW 1897/IV 11: Phalanx I des 1. Fingers, Daumen (XXVII, 7 f, 13 a-b: 191). IGPW 1910/II 1: leg. O. ABEL 1909. Femur, proximaler Bereich fehlt bis auf den separaten Caput. Breite distal 31 mm, Caput 26x25,5 mm². IGPW 1897/IV 13: Tibia sin.; Länge 74 mm, Breite proximal 24 mm, Breite distal 15 mm (XXVIII, 18 a-b: 192). IGPW 1897/IV 14: Tibia und Fibulafragment (XXVIII, 17 a-b: 192). IGPW 1897/IV 10: Metacarpalia sin., Radiale, 1. Digitocarpale und 5. Digitocarpale (XXVII, 7 c, d, e, 11, 12 a-b: 191). IGPW 1897/IV 2: lt. Etikett Ostyoideum; entspricht dem „S“ nach OGUSHI (1911: 93, Fig. 44). Bei ARTHABER (1898) nicht abgebildet. IGPW 1897/IV 16: 1. Zehe mit Metatarsale I und Phalanx I und II (XXVII, 16 a, d, e: 192; XXVIII, 1 a-b, 2: 192, 3, a-b: 193). IGPW 1897/IV 17: 2. Zehe, Phalanx I-III (XXVII, 16 f, g, h: 192; XXVIII, 5 a-c, 6 a-c, 7 a-b: 193). IGPW 1897/IV 18: 3. Zehe Phalanx I (XXVII, 16 i: 192; XXVIII, 9: 193). IGPW 1897/IV 19: Metacarpale V (XXVII, 16 k: 192; ?5. Zehe 1. Glied: XXVIII, 10 a-b: 193). IGPW 1897/IV: Diskus (XXV: 181)³. IGPW 1897/IV 7: Epiplastra sin. et dex., fragmentär (XXVII, 5 a-b: 190). IGPW 1897/ o.Nr.: Corpus hyoideus mit sechs Ossifikationszentren, das anteriore sin. fehlt (XXVII, 4 a-b: 196).

Die Verweise auf die Abbildungen und Textstellen bei ARTHABER (1898) sind in Klammern angefügt. Hier bedeuten römische Zahlen die Tafel, arabische Zahlen die Figuren und jene nach dem Doppelpunkt die Seitenzahl des Textes der Originalbeschreibung.

² Hierbei handelt es sich um einen Knochen, der ursprünglich nicht von ARTHABER (1898) beschrieben wurde.

³ Dieser Diskus und das von HUMMEL (1932) erwähnte zweite Stück sind nach pers. Auskunft von Herrn Dr. K. Rauscher, Wien, z.Z. in den Sammlungen der Universität nicht auffindbar. Es wird hier an die guten Abbildungen von ARTHABER (1898) gehalten.

Synonyma

- *Trionyx rostratus* n.sp., ARTHABER 1898, S. 179; Taf. XXV- XXVIII;
- *Trionyx (Amyda) rostratus* v.ARTHABER 1898; HUMMEL (1929: 46);
- *Trionyx (Amyda) rostratus* v.ARTHABER 1898; HUMMEL (1932: 39);
- *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898; KUHN (1964: 198);
- *Trionyx (Platypeltis) rostratus* ARTHABER 1898; MLYNARSKI (1976: 79, Abb. 75);
- *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898, BROIN 1977, S. 190 ff.

Beschreibung: Schädelmerkmale wie bei Diagnose angegeben. Der Diskusumriß (A)⁴ ist oval (1). Die Nuchalregion (B) ist gerade (3) bis breit konkav (4) begrenzt. Postnuchalfontanellen und artikulierbares Nuchale nur bei jüngeren Stadien (CK Nr. 31). Beim semiadultem Exemplar IGPW 1897/IV ist das Nuchale durch Suture mit Pleuralia I und Neurale I verbunden. Der posteriore Diskusrand (C) zeigt eine flach konvexe (2) Begrenzung. Das Diskusquerprofil (D) ist breit konvex (2). Die distalen Pleuraliaränder (E) sind leicht gewölbt (2). Die Ausbildung der peripheren Dorsalränder entsprechen beim vorliegenden Material den von GARDNER & RUSSELL (1994) angegebenen Typen (F), „A“ bis „B“ sind aber in den vorliegenden Fällen CK Nr. 31 und IGPW 1897/IV ontogenetisch bedingt. Gleiches gilt für die freien, abgerundet spitzen, distalen Costaenden (G). Ornament wie in Diagnose angegeben (Tafel 3, Tafel 4, Figur 1). Processus hyoplastralis medialis anterior ist vorhanden. Das Entoplastron ist rechtwinklig. Epiplastra dicht beisammen, Processus epiplastralis anterior sehr viel länger als Processus epiplastralis posterior. Betrifft CK Nr. 31, von IGPW 1897/IV nur Reste von Epiplastra erhalten. Processus cardinus masculi anterior und Proc. card. masc. posterior paarig (Tafel 4, Figur 2-4). Der Humerus IGPW 1897/8 und der Femur IGPW 1910 II 1, soweit verfolgbar, entsprechen in allen Details denen von CK Nr. 31. Das Fossilmaterial ist lediglich etwas größer und kräftiger. Os hyoideum mit 6 Ossifikationszentren (ARTHABER 1898).

Differentialdiagnose: Die Merkmale des Materials von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 und *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770) differieren in keinem der wesentlichen Kriterien. ARTHABER (1898) selbst verglich nur mit den damals gängigen fossilen Taxa *Trionyx partschi*, *vindobonensis*, *styriacus*, *petersi*, *septemcostatus*, *pontanus*, *austriacus* und rezentem Material von *Apalone ferox*. Unter Berücksichtigung der Variationsbreiten für die Panzer der Trionychinae fällt ebenfalls die Ausbildung der Neuralreihe (7 Neuralia) von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 (Tafel 3) in das

⁴ Im folgenden entspricht dieser Buchstaben-Zahlen-Code KARL (1997) nach GARDNER & RUSSELL (1994).

Spektrum von *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770). Das vorliegende rezente Vergleichsmaterial besitzt 8, wobei das letzte sogar längs geteilt ist (Tafel 4, Figur 1). Auch die Anzahl von 8 Pleuraliapaaren stimmt überein. Die Differenzen in der Nuchalmorphologie sind in den unterschiedlichen ontogenetischen Stadien zu sehen, die beide repräsentieren. Das rezente Exemplar war individuell jünger, das fossile von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 entsprechend älter, wobei an ersterem das Nuchale noch nicht durch eine feste Knochensutur mit dem Neurale I und den Pleuralia I verbunden war. Im Gegensatz hierzu zeigt das Vergleichsmaterial von *Rafetus euphraticus* (DAUDIN 1802) IPDM Nr. 1 (Diskus 430 mm lang, 320 mm breit) und Nr. 2 (Carapaxlänge 380 mm, Diskus 380 mm lang, 167 mm breit) Besonderheiten in den deutlich entwickelten echten *Foramina post-nuchalia*, welche selbst noch bei dem größeren Stück Nr. 1 bei vollständig durch Suturen verbundenem Nuchale ausgeprägt sind. Es handelt sich hierbei um die oben erwähnten permanenten Postnuchalfontanellen, die bei *Amyda* adult fehlen. Die Maße verschieben sich mit zunehmendem Individualalter zu Gunsten der Länge: IPDM Nr. 2- dex. = 11 x 10 mm, sin.= 11 x 11 mm; IPDM Nr. 1- dex.= 17 x 14 mm, sin.= 16 x 13 mm. Am eindrucksvollsten sind die nahezu identischen Verhältnisse am Schädel der hier zu vergleichenden Exemplare. Der nunmehr wieder angefügte *Processus mastoideus* (Tafel 1 unten) ist beim fossilen Stück von Au etwas stärker entwickelt als beim rezenten Vergleichsmaterial, was ebenfalls auf durch das Individualalter bedingte Variation zurückzuführen ist. Die Differenzen zwischen den Schädelindizes liegen weit unter 1,0 – max. um 0,5 für l/h:

- Condylbasallänge/Schädelbreite: *Amyda cartilaginea* IGPW 1897/IV 1 = 1,4; CK Nr. 31 = 1,48; *Rafetus euphraticus* IPDM Nr. 1 = 1,3
- Condylbasallänge/Schädelhöhe: *Amyda cartilaginea* IGPW 1897/IV 1 = 2,9; CK Nr. 31 = 2,44; *Rafetus euphraticus* IPDM Nr. 1 = 2,2

Das bedeutet, daß der rezente Vergleichsschädel nur geringfügig schmaler und höher als der Originalschädel von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 ist, welches aber durchaus im intraspezifischen Variationsbereich liegt (Tafel 1). Der Schädel von *Rafetus euphraticus* ist entsprechend gedrungener. Das große Foramen intermaxillaris ist hier 10 mm lang und 6 mm breit. Die übrigen nicht durch Maßverhältnisse auszudrückenden Proportionen sind den Tafeln zu entnehmen. So stimmen die *Foramina nervi vidiani* in ihrer Ausbildung sowie in ihrer hinter den *Foramina palatinum posterius* gelegenen Position auf dem Palatinum bei *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 und dem rezenten Vergleichstück überein. Die Symphysenregion der Mandibula des fossilen Materials ist nicht überliefert und entzieht sich dem Vergleich (Tafel 2, Figur 2-3). Die Tafelabbildung dieses Stückes bei ARTHABER (1898) suggeriert vollständigeres Material. Die Dorsalseiten der Schädel zeigen ebenfalls keine deutlichen Unterschiede, wobei das fossile Stück hier durch multiple Splitterbrüche besonders im Bereich beider Supraoccipitalia sowie

Quadrati die Einsicht verhindert (Tafel 2, Figur 1). Der Verlauf der Knochen-suturen im parietalen, frontalen und rostralen Bereich weist keinerlei Unterschiede auf. Die Palatinal- und Occipitalregion ist unversehrt. Die noch vorhandenen Elemente des Axialskelettes und der Extremitäten differieren lediglich in der Größe. Der Cervicalwirbel VIII ist fossil nicht erhalten, so daß über den Ventral Kiel nichts ausgesagt werden kann. Der Corpus hyoideus von *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 zeigt die 6 Ossifikationszentren wie die Trionychinae und die der rezenten *Amyda cartilaginea*. Nicht zuletzt kommen bei beiden die C/III der cirkumperipheren vertikalen Strukturelemente der dorsalen Diskusoberfläche vor (Abb. 2, Fig. 2 A), was für wichtig erachtet wird. Schon ARTHABER (1898: 182) stellte die hier als Struktur C/III bezeichneten Gebilde als „eine rundherum laufende Grubenlinie“ und „wurmformige Leisten“ heraus. Bei den hier behandelten Chittrini gehen die groben Leisten der C/III aus den tessellaten Bildungen der C/II hervor bzw. stehen mit diesen in Verbindung. Bei ganz alten Tieren können diese auch verschwinden, wie ein Stopfpräparat der Schausammlung des HLMD zeigt. Siehe auch bei *Trionyx triunguis*. An plastralen Elementen sind nur zwei Epiplastrafragmente sin. et dex. mit den Ansatzbereichen der Processus epiplastrales anterior und posterior erhalten, welche im Vergleich mit CK Nr. 31 auf einen sehr langen Processus epiplastralis anterior schließen lassen (Tafel 4, Figur 2-4), wie er für *Amyda cartilaginea* typisch ist (MEYLAN 1987).

Tribus Trionychini FITZINGER 1826

Diagnose nach MEYLAN (1987): Trionychinae mit acht oder weniger Neuralia, wobei verschmolzene N I und N II als zwei zählen⁵. Parietale macht bis zu ein Viertel des Processus trochlearis oticum aus. Dorsaler Rand der Apertura narium externum ist stark erweitert (außer bei *Rafetus swinhoei* und *Rafetus euphraticus*).

Subtribus Trionychina (FITZINGER 1826)

Diagnose nach MEYLAN (1987): Trionychini mit sechs Ossifikationen im Corpus hyoideus. Epipterygoid bei sehr großen ausgewachsenen Tieren mit dem Pterygoid verschmolzen. Exoccipitale teilweise oder vollständig durch das Basioccipitale vom Pterygoid getrennt. Weiterhin durch das Beibehalten von ursprünglichen acht vollzähligen Pleuralipaaren und dem kleineren Maxillarforamen (über ein Drittel des primären Palatinums einnehmend) vom Schwestern-Subtribus Apalonina unterschieden.

⁵ Hier wird aus praktischen Gründen die eingebürgerte Zählweise N I bis N VII, d.h. verschmolzene N I (Praeneurale) und N II als N I verwendet.

Genus *Trionyx* GEOFFROY SAINT-HILAIRE 1809

Species typica: *Trionyx triunguis* (FORSKÄL 1775).

Terra typica: „In Nilo rarior“ [= Nile River] (IVERSON 1992).

Bekannte Verbreitung: Oberoligozän bis Miozän von Österreich, Slowenien, Süd- und Mitteleuropa, Frankreich, Ungarn, Rumänien, Böhmen. Miozän bis Pliozän von Deutschland und Ägypten (s. *Amyda*). Tertiär von Nürpur in Nepal. Prähistorisch von Ägypten. Rezent: Südliche Türkei, südlich bis Afrika von Senegal bis Angola, Somalia und Ägypten (IVERSON 1992).

Weitere Spezies: *Trionyx gregarius* (GILMORE 1931), syn. *Amyda gregaria* GILMORE 1931 (s. KARL 1997).

Bekannte Verbreitung: Houldjin Formation, Unter- oder Mitteloligozän von Camp Margetts, 25 Meilen südwestlich von Iren Babasu, Innere Mongolei.

Synonyma: HUMMEL (1929, 1932), KUHN (1964), LOVERIDGE & WILLIAMS (1957) und WERMUTH & MERTENS (1961).

Diagnose: Trionychina. Oberflächenstruktur des Diskus flach tesselat bis knopfförmig. Vereinzelt erhabene axial ausgerichtete und proximal sowie posterior konzentrierte Wülste (C/III). Normaltyp C/II.

Trionyx triunguis FORSKÄL 1775

Diagnose: Wie Subtribus. Oberflächenstruktur des Diskus flach tesselat bis knopfförmig ohne erhabene Wulstbildungen C/IV, gelegentlich C/III; Schädel flach und breit; Orbitae dorsalwärts gerichtet; Symphyse lang, Alveolarfläche flach, glatt, unstrukturiert; kein starker Symphysengrat, keine Symphysenmulden entwickelt. Processus epiplastralis anterior bis halb so lang wie der posterior. Entoplastron etwa rechtwinklig. Processus cardinus masculi anterior/posterior -1/2.

Referenzmaterial: *Trionyx stiriacus*: SLMG Nr. 5847 (Holotypus) Diskusfragment sin. dorsal auf Matrix mit Kallositätenabdruck; Diskusfragment juv. sin. SLMJ Nr. 58787; Diskusfragment ant. dex. adult mit Pleuralia I-III SLMJ Nr. 5849; Diskus fast vollständig, Viszeralansicht auf Matrix SLMJ Nr. 5850; Diskus fast komplett auf Matrix DLMJ Nr. 56655; Diskusabdruck komplett SLMJ Nr. 56704; div. Panzerfragmente SLMJ Nr. 56706; Diskus auf Gipsbett SLMJ Nr. 5842; Diskusfragment in Gips SLMJ Nr. 5845; Diskusfragmente fragmentiert, verleimt und auf Gips montiert SLMJ Nr. 5846; Pleurale SLMJ Nr. 64140; Diskusfragment und Kallositätenabdruck SLMJ Nr. 64141; Diskusfragment mit großflächigen Defekten der Dorsalschicht

NMW Schausammlung⁶, Trifail; *Trionyx septemcostatus*: Diskus z. T. fragmentiert (Holotypus) IGPG, Originalabguß im SLMJ Nr. 5843 und IGPW Nr. 1882.X.4/1882.X.5; Platte mit Hyo- Hypo- und Xiphiplastronfragmenten sowie Extremitätenresten IGPG, Abguß im SLMJ Nr. 5844; *Trionyx stadleri*: SLMJ Nr. 11831 (Holotypus); *Trionyx hilberii*: Diskus auf Matrix IGPG (Holotypus), Originalabguß von Prof. Dr. Hoernes vom 19. 12. 1892 Nr. 64136 im SLMJ; Diskusfragmente: Nuchale, Pleuralia I-IV, Neuralia I-III SLMJ Nr. 56711; *Trionyx petersi*: Diskusabdruck dorsal in Matrix mit Resten von Neuralia und Pleuralia SLMJ Nr. 11832; Schädelfragmente IGPG, Abguß im SLMJ Nr. 5789; *Trionyx petersi* HOERNES var. *siegeri*, Coll. M. Wank, Wolfsberg; *Trionyx bouleengeri*: Diskusfragmente mit Kallositätenabdruck auf Matrix SLMJ Nr. 5836; Weiteres dürrtiges Material unter *Trionyx spec.* oder cf. *Trionyx* SLMJ Nr. 56708, 56709, 56710, 56712, 59789, 59790, 56700, 56701, 56702, 56703, 56705, 56707, 11836, 11837, 11838, 11839, 21271, 21272, 64139, 5907, 9191, 11833, 11834, 11835, 1776, 1777, 5837, 5848, 5852, 14721, 62228; *Trionyx vindobonensis*: Nuchale IGPW o. Nr., Sarmatien, Hernals; Hyohopoplastron dex. IGPW o. Nr.; Sarmatien, Hernals; 2 Pleuraliafragmente IGPW o.Nr.; 2 Pleuraliafragmente IGPW Nr. 88, Sarmatien, Mödling; Epiplastronfragment IGPW o.Nr., Sarmatien, Hernals; Phalanx IGPW o.Nr., Sarmatien, Heiligenstadt (*Trionyx spec.*); Extremitäten- und Wirbelreste IGPW Nr. 8.; *Trionyx pliocaenicus*, SMNF Nr. R 4144, Neurale I, Pleurale I dex.; R 309, Pleuraliafragmente; R 4149 a-d, Plastronfragmente, M-Pliozän, Dêr Baramûs, Natrontal; R 239, 5 Pleuraliafragmente; R 238, 3 Pleuraliafragmente; R 4145 a-n, Pleuraliafragmente, Wadi Faregh; R 4144 a-z III, M - Pliozän, Dêr Baramûs; *Trionyx senckenbergianus*, SMNF Nr. R 4147 a-c (Holotypus), Pleuraliafragmente, ob. Untermiozän, Wadi Faregh; *Trionyx spec.*, SMNF Nr. R 4148 a-b, Nuchale, Pleuralia I, Senckenberghügel, Wadi Faregh, Untermioz. Eisensandstein; R 4177 a-b, Pleuraliafragment, Abusir b. Kairo, Ausgr. XX. Dynastie, 30 m NN, Dr. E. Baumwarth S. V. 1913; R 4904, d- Schädelabguß, f- Tibia, Fibula, u- Femurfragment, g- Pleuralefragment, e- Scapula, Coracoid, Miozän v. Beuren; *Trionyx triunguis*, Carapax, Teilskelett, IPDM Nr. 1, Lake Turkana (Rudolfsee), leg. Prof. Boessneck; *Trionyx triunguis*, Schädel IPDM Nr. 163036, Elephantine/Ägypten; *Trionyx triunguis*, IPDM Nr. T81/450, Pleurale VI dex., Tell el Dabá; *Trionyx triunguis*, Diskus, MNG Nr. 4799, O.F. und Carapax, MNG Nr. 2990, O.F. (beide vermutlich Ägypten).⁷

⁶ Nach freundlicher pers. Auskunft von Frau Dr. G. Höck vom NMW ist z. Z. fast das gesamte fossile Reptilmaterial des Museums aus technischen Gründen verpackt und steht deshalb einer wissenschaftlichen Bearbeitung nicht zur Verfügung. Für die mir gestattete Ausnahmeregelung bezüglich anderen Materials sei herzlich gedankt (*P. polygonus*).

⁷ HUMMEL 1929: 48; 1932: 42) gibt unter Berufung auf SCHMUT (1924: 117-119) an: *Trionyx?* (Schädel-Ausguß); Tombach bei Eibiswald. Dieses Stück, SLMJ Nr. 5894 lt. Etikett von Tombach bei Oberhaag, ist ein im Sediment belassener vermutlicher Säugetierwirbel.

Synonyma

- *Trionyx oweni* KAUP 1834 (nomen nudum);
- *Trionyx partschii*, FITZINGER 1836, S. 128 (nomen nudum);
- *Aspidonectes gergensi* H. v. MEYER 1844, S. 565 (nomen nudum);
- *Trionyx (Gymnopus) vindobonensis* n.sp., PETERS 1855, S. 3, Taf. I-III;
- *Trionyx partschii* FITZINGER, PETERS 1855, S. 10, Taf. IV;
- *Trionyx (Gymnopus) striiacus* n. sp., PETERS 1855, S. 12, Tafel IV u. VI;
- *Trionyx spec.*, H.v.MEYER 1865, S. 32-35, Taf. V;
- *Trionyx spec.* H.v.MEYER 1865, MAACK 1829, S. 236 (*Trionyx gergensi*);
- *Trionyx Teyleri* n.sp., WINKLER 1869a, S. 73-80, Taf. XV, Fig. 51-53;
- *Trionyx Teyleri* WINKLER, WINKLER 1869b, S. 342- 350;
- *Trionyx pliocenicus* n. sp., LAWLEY 1876, S. 100 (nomen nudum);
- *Trionyx petersi* n. sp., HOERNES 1881, S. 479, Fig. 4;
- *Trionyx septemcostatus* HOERNES 1881, S. 481, Fig. 3;
- *Trionyx gergensi* (MEYER), LYDEKKER 1889, S. 11, Fig. 3 (s. Karl 1993, S. 117 Fußn.);
- [*Trionyx hilberii* nov.form., HOERNES 1892, S. 242]; siehe Bemerkung oben und Vermerk unten;
- *Trionyx pontanus* LAUBE 1895, S. 7;
- *Trionyx Preschenensis* LAUBE 1898, S. 232-133;
- *Trionyx Preschenensis* LAUBE 1900, S. 40, Taf. 1 (Typus), Taf. 2, Fig. 1;
- *Trionyx (Aspideretes) gergensi* (H.v.MEYER 1844), REINACH 1900, S. 115-118;
- *Trionyx senckenbergianus* spec. nov., REINACH 1903,
- *Trionyx Hilberii* R. Hoernes; HERITSCH 1909, S. 339, Taf. IX, Fig. 1; gültiges Jahr;
- *Trionyx Siegeri* spec.nov., HERITSCH 1909, S. 338, 378, Taf. XI, Fig. 4;
- *Trionyx Sophiae* spec.nov., HERITSCH 1909, S. 338, 373, Taf. XI, Fig. 3;
- *Trionyx Hoernesii* spec.nov., HERITSCH 1909, S. 334-367, Taf. IX, Fig. 3, 4;
- *Trionyx Peneckeii* spec.nov., HERITSCH 1909, S. 338, 339, 366, Taf. 10, Fig. 1, 2;
- *Trionyx Brunhuberi* n.sp., AMMON 1911, S. 12, Doppeltafel u. Faltpfand;
- *Trionyx brunhuberi* AMMON 1911, FUCHS 1938, S. 61, Fig. 1-9, Taf.II, Fig. 1, 2;
- *Trionyx stadleri* spec.nov., TEPPNER 1913, S. 323, Fig. 1;
- *Trionyx petersi* HOERNES var. *trifailensis* TEPPNER 1914, S. 633;
- *Trionyx croaticus* KOCH 1915, S. 203;
- [*Trionyx gergensi* (H.v.MEYER 1844)], HUMMEL 1929, S. 56; (Subgen.indet.);
- [*Trionyx gergensi* (H.v.MEYER 1844)], HUMMEL 1932, S. 69; (Subgen.indet.);

- *Trionyx spec.* H.v.MEYER 1865, HUMMEL 1929, S. 57;
- *Tr. (Amyda) croaticus* KOCH; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Amyda) stiriacus* PETERS; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Trionyx Teyleri* WINKLER; HUMMEL 1929, S. 55;
- *Tr. (Amyda) Siegeri* HERITSCH; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Amyda) Sophiae* HERITSCH; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Amyda) Petersi* HOERNES; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Amyda) Hoernesii* HERITSCH; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Amyda) Hilberii* HOERNES; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Tr. (Platypeltis ?) septemcostatus* HOERNES; HUMMEL 1929, S. 404;
- *Tr. (Amyda) Stadleri* TEPPNER; HUMMEL 1929, S. 404;
- *Tr. (Amyda) Petersi* HOERNES var. *trifailensis* TEPPNER; HUMMEL 1929, S. 404;
- *Trionyx (Amyda) pontanus* LAUBE; HUMMEL 1929, S. 403;
- *Trionyx (Amyda) preschenensis* LAUBE; HUMMEL 1929, S. 404;
- *Trionyx (Amyda) aspidiformis* LAUBE; HUMMEL 1929, S. 404;
- *Trionyx spec.* H.v.MEYER 1865, HUMMEL 1932, S. 71;
- *Trionyx (Amyda) croaticus* KOCH; HUMMEL 1932, S. 40;
- *Tr. (Amyda) stiriacus* PETERS; HUMMEL 1932, S. 40;
- *Trionyx teyleri* WINKLER 1869; HUMMEL 1932, S. 65;
- *Tr. (Amyda) siegeri* HERITSCH; HUMMEL 1932, S. 41;
- *Tr. (Amyda) sophiae* HERITSCH; HUMMEL 1932, S. 41;
- *Tr. (Amyda) petersi* HOERNES; HUMMEL 1932, S. 41;
- *Tr. (Amyda) hoernesii* HERITSCH; HUMMEL 1932, S. 41;
- *Tr. (Amyda) hilberii* HOERNES; HUMMEL 1932, S. 42;
- *Tr. (Platypeltis ?) septemcostatus* HOERNES; HUMMEL 1932, S. 42;
- *Tr. (Amyda) stadleri* TEPPNER; HUMMEL 1932, S. 44;
- *Tr. (Amyda) Petersi* HOERNES var. *trifailensis* TEPPNER; HUMMEL 1932, S. 44;
- [*Trionyx oweni* KAUP 1834.]; HUMMEL 1932, S. 61;
- *Trionyx (Amyda) preschenensis* LAUBE 1898; HUMMEL 1932, S. 43;
- *Trionyx (Amyda) aspidiformis* LAUBE 1900; HUMMEL 1932, S. 43;
- *Trionyx (Amyda) bohemicus* LIEBUS 1930; HUMMEL 1932, S. 43;
- *Trionyx (Platypeltis) elongatus* LIEBUS 1930; HUMMEL 1932, S. 44;
- [*Trionyx sp. indet.* LAUBE 1901]; in part.; HUMMEL 1932, S. 68;
- *Trionyx senckenbergianus* REINACH 1903; HUMMEL 1932, S. 70;
- *Trionyx pseudovindobonensis* SZALAI 1934, S. 134, Taf. 5, Fig. 23;

- *Trionyx pseudovindobonensis* SZALAI 1934; KUHN 1964, 197 (nicht valid);
- *Trionyx pseudovindobonensis* SZALAI 1934; MLYNARSKI 1966, S. 273 (valid);
- *Trionyx croaticus* KOCH; KUHN 1964, S. 191;
- *Trionyx hilberti* HOERNES; KUHN 1964, S. 193 (Druckf.);
- *Trionyx gergensi* (H.v.MEYER 1844), KUHN 1964, S. 192;
- *Trionyx hoernesii* HERITSCH; KUHN 1964, S. 193;
- *Trionyx peneckeii* HERITSCH; KUHN 1964, S. 196;
- *Trionyx petersi* HOERNES; KUHN 1964, S. 196;
- *Trionyx petersi* var. *trifailensis* TEPPNER; KUHN 1964, S. 196;
- *Trionyx septemcostatus* HOERNES; KUHN 1964, S. 199;
- *Trionyx sophiae* HERITSCH; KUHN 1964, S. 199;
- *Trionyx stadleri* TEPPNER; KUHN 1964, S. 200;
- *Trionyx styriacus* PETERS; KUHN 1964, S. 200;
- *Trionyx taylori* WINKLER 1869; KUHN 1964, S. 200;
- *Trionyx aspidiformis* LAUBE 1900; KUHN 1964, S. 188;
- *Trionyx bohemicus* LIEBUS 1930; KUHN 1964, S. 188;
- *Trionyx preschenensis* LAUBE 1898; KUHN 1964, S. 197;
- *Trionyx elongatus* LIEBUS 1930; KUHN 1964, S. 191;
- *Trionyx senckenbergianus* REINACH 1903; KUHN 1964, S. 199;
- *Trionyx pliocaenicus* LAWLEY 1876; KUHN 1964, S. 197 (nomen nudum, s.o.)
- *Trionyx petersi* R.HOERN. var. *siegeri* HER.; MOTTL 1967, S.169-182, Abb.1-4;
- *Trionyx (Aspideretes) gergensi* (H. v. MEYER 1844), MLYNARSKI 1976, S. 78;
- *Trionyx (Aspideretes) styriacus* PETERS, s.o.; MLYNARSKI 1976, S. 7-8;
- *Trionyx (Amyda) petersi* HOERNES, s.o.; MLYNARSKI 1976, S. 78;
- *Trionyx (Amyda) hilbari* (HOERNES 1892), s.o.; MLYNARSKI 1976, S. 78 (Druckf.);
- *Trionyx stiriacus* PETERS 1855; BROIN 1977, S. 175, Fig. 28-32, Taf. XI- XIII;
- *Trionyx bohemicus* LIEBUS 1930; BROIN 1977, S. 189;
- *Trionyx stadleri* TEPPNER var. *croaticus* KOCH, s.o.; PAUNOVI_ 1986, S. 183-186;
- *Aspideretes gergensi* (H.v.MEYER 1844), KARL 1993, S. 116.

Neubeschreibung des Holotypus von *Trionyx stiriacus* PETERS 1855:

SLMJ 5847: Diskushälfte sin. bestehend aus Neuralia I bis III, Pleuralia I bis VI/VII sin. und Pleurale I dex. prox (Taf. 12, Fig. 1). Die erhaltengebliebenen Knochenplatten liegen mit ihrer Dorsalseite der Matrix auf. An einigen Stellen, an denen Platten abgebrochen sind, läßt sich die Dorsalstruktur im Negativ einsehen. Das Nuchale korrespondiert mit den Pleuralia I und dem Neurale I durch Knochensutur, besitzt aber anterolateral noch die spinösen

Flügelplatten. Die freien Costaenden ragen, soweit erhalten, über die Pleuralplatten hinaus. Die dorsale Oberflächenstruktur zeigt sich im anterioren Bereich (Nuchale) fein tesselat, auf den Pleuralia (I?) II, III und IV in deutlich längsorientierten parallelen Leistchen, welche nur gelegentlich untereinander in Verbindung stehen bzw. sich längsgerichtet verzweigen. Auf den Pleuralia VI und VII sind diese Leistchenbildungen mehrfach unterbrochen und bilden auch kurze knopfförmige Gebilde. Dieser Beschreibung des Negativabdruckes der Dorsalstruktur von PETERS (1855) entspricht eine tesselate Struktur im ursprünglichen Positiv (s. Diskussion⁸).

Beschreibung: Die Ausmaße des Schädelfragments SLMJ 5789 (Tafel 5, Figur 1-2) betragen in der Länge 68 mm, der Breite 63 mm und der Höhe 30 mm. Das Foramen intermaxillaris hat bei 10 mm Länge und 8,5 mm Breite einen *l/b*- Index von 1,2. Die Länge des verbleibenden primären Palatinums beträgt 22 mm. Das ca. 5 mm lange Foramen palatinum posterius sin. liegt mit seiner anterioren Spitze auf der gleichen Ebene wie die posteriore Begrenzung der Foramina orbito-nasale. Lateralprocessus des Quadratum unmittelbar posterior des Hofes der Foramina orbito-nasale liegend; Foramen palatinum posterius und Foramen nervi vidiani auf einer Ebene liegend. Die Alveolarfläche ist eben und glatt, nur an den Lateralkanten sind leichte Knoten ausgebildet. Die Lage der Suturen der Knochenplatten ist aus den Abbildungen ersichtlich. Die Symphyse hat eine Länge von 30 mm bei einer Breite von 60 mm auf dieser Höhe (Tafel 5, Figur 3). Die Dicke beträgt dort 27 mm. Die Oberfläche ist glatt, nur parallel des Randes ist eine schwache Knotenreihe ausgebildet. Der sehr stumpfe und schwache Symphysengrat (vgl. Abb. 6) beginnt auf der Hälfte der Länge und verläuft posterior bis zum Rand spitz zu. Die Symphysenkaverne hat eine Tiefe von 5 mm. Die posteriore Aufwölbung des Dentale zum Processus coronoideus erfolgt schon vor dem posterioren Symphysenende (SLMJ 5789). Der beschädigte prähistorische Schädel IPDM Nr. 163036 zeigt keine Differenzen zu den erhaltenen Bereichen von SLMJ 5789, außer den feiner ausgebildeten Alveolarflächen. Die Dorsalstruktur von letzterem ist narbig. Der Diskusumriß (A) schwankt von oval (1) (z.B. SLMJ 5847, 11831; IPDM Nr. 1), rundlich (2) (z.B. SLMJ 64136) bis fast queroval (5) (z.B. MNG 2990, 4799). Die Nuchalregion (B) ist leicht konkav (4) begrenzt. Der posteriore Diskusrand (C) ist leicht konkav (5) (SLMJ 64136; MNG 1990, 4799) bis gerade (SLMJ 5847). Das Diskusquerprofil (D) ist breit konvex (2) (SLMJ 11831) bis lordotisch (5) (SLMJ 64136; MNG 2990, 4799). Das Nuchale ist dabei immer leicht gewölbt (D 2). Die Form der distalen Pleuraliabegrenzung ist in fast allen beobachteten Fällen leicht gewölbt (2), bei einigen Stücken gewölbt (3). Ansonsten: (F1-2) und (G1-2).

⁸ Auf die Abbildung von Panzerresten der Steiermark wird hier verzichtet, da diese komplett in der folgenden Checklist erfolgt.

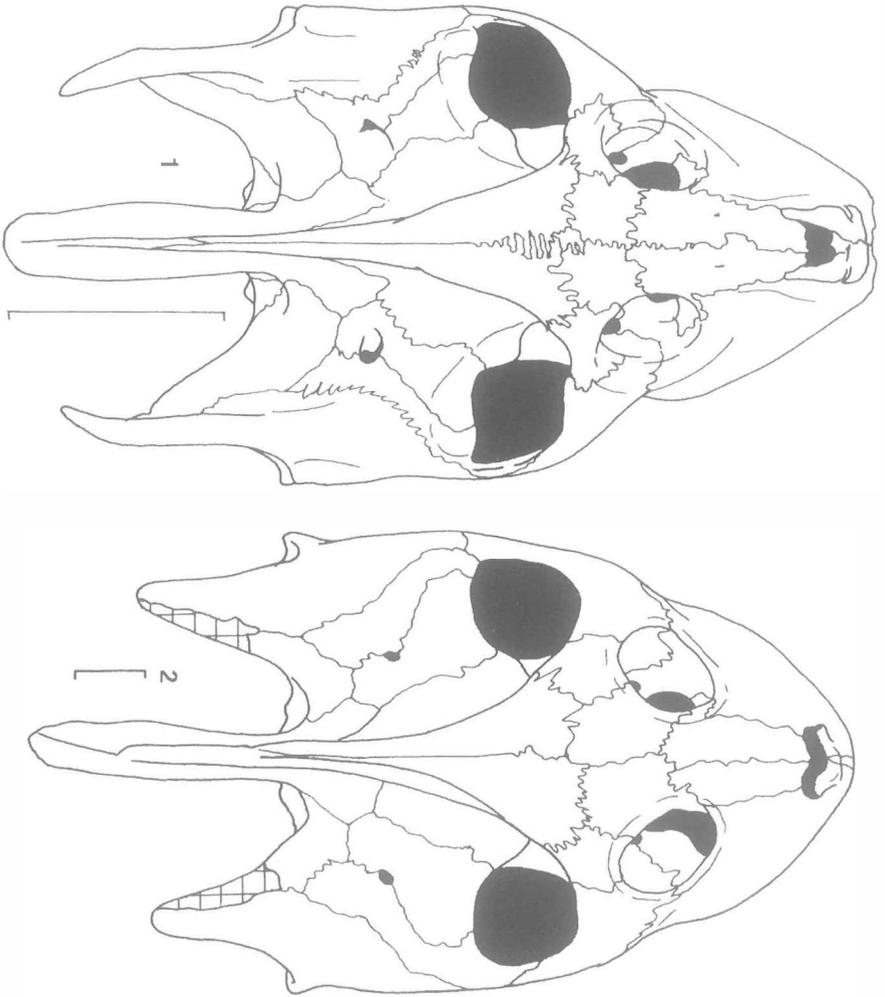


Abb. 5: Vergleich der Dorsalansichten von Schädeln des *Trionyx triunguis*. Fig 1: Rezent nach LOVERIDGE & WILLIAMS (1957). Fig 2: syn. *Trionyx stiriacus* aus dem Burdigalien von Arternay/Frankreich nach BROIN (1977). Schraffiert = fehlend. Maßstäbe 1 cm.

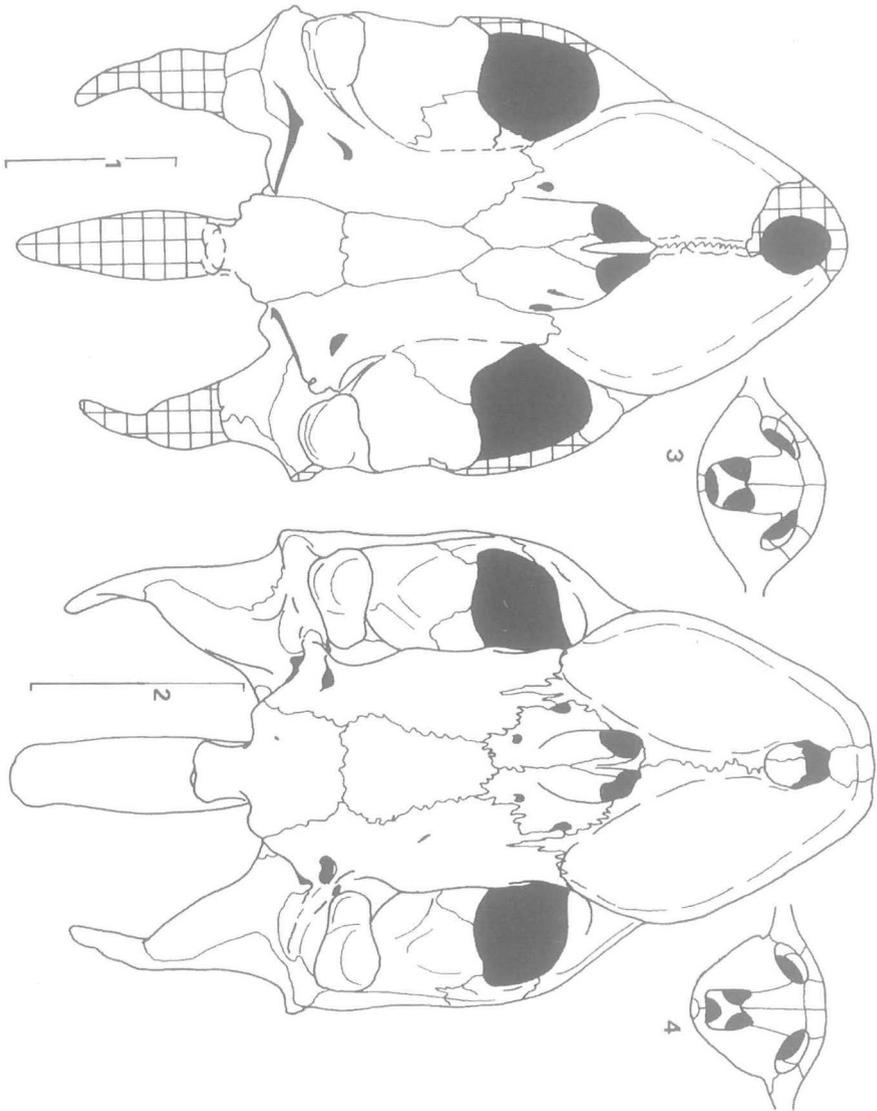


Abb. 6: Vergleich von Palatal- und Frontalansichten von Schädeln der Trionychini: Fig. 1: *Rafetoides henrici* (syn. *Trionyx silvestris*) BMNH R 8567 nach WALKER & MOODY (1974). Fig. 2: *Trionyx triunguis*, rezent nach LOVERIDGE & WILLIAMS (1957). Fig. 3: Wie Fig. 1 in Frontalansicht. Fig. 4: Wie Fig. 2 in Frontalansicht. Schraffiert = fehlend. Maßstäbe 1 cm.

Processus hypoplastralis medialis anterior ist vorhanden, bei jüngeren Stadien solid, bei älteren vervielfacht (ca. 6). Das Entoplastron ist stumpf- bis rechtwinklig. Epiplastra getrennt. Processus epiplastralis anterior bei jüngeren Stadien gleichlang wie Processus epiplastralis posterior, bei Adulti halb so lang. Processus cardinus masculi anterior einfach, Pr. card. masc. posterior doppelt. Xiphiplastra lang.

Differentialdiagnose: Die erwähnten Differenzen in der Ausbildung der Alveolarflächen zwischen den verglichenen Exemplaren (Abb. 5; Abb. 6, Fig. 2; Tafeln 5 und 6) werden als Nahrungsadaptionen oder ontogenetisch bedingte Variationen gedeutet (KARL 1997). Letzteres gilt auch für die Ausbildung des Processus hypoplastralis medialis anterior und den Processus hypoplastralis medialis posterior sowie die Diskusmerkmale, besonders die distalen Pleuraliabegrenzungen und die freien Pleurazapfen. Weiteres siehe Diskussion. Hierzu werden auch auf Grund der großen Ähnlichkeit im C/II-Ornament die untersuchten Reste von *Trionyx senckenbergianus* REINACH 1903 und nach Literaturangaben m.E. *Trionyx spec.* von Nürpur in Nepal (H. v. MEYER 1865) gerechnet. Die Variationsbreite der Merkmale von *Trionyx triunguis* kann unter Hinzuziehung des neogenen Materials nunmehr folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die dorsale Oberflächenstruktur des Diskus zeigt bei allen Stücken den gleichen Charakter in Form von gleichmäßig tesselater bis knopfförmiger Leistenbildungen, die mehr oder weniger deutlich erhaben hervortritt. Auch die Entfernung und Ausbildung der Anostomosen untereinander variiert, sie können auch fehlen. Diese und die Längsleisten sind gleichhoch (C/II). Es gibt nur ausnahmsweise darüber hinausgehende Leistenbildungen (C/III). Die Originalbeschreibung von *Trionyx stiriacus* PETERS 1855 basiert auf den angeblich z.T. fehlenden Anostomosen zwischen den axialen Leisten der distalen Pleuraliasculptur, gegenüber dem Material von *Trionyx vindobonensis* und *Trionyx partschi* (PETERS 1855). Diese Beschreibung bezieht sich aber nur auf den Negativabdruck distaler Bereiche der Pleuralia III-V, da der Diskus mit der Dorsalfäche auf der Matrix aufliegt und nur an diesen Stellen die Originalplatten fehlen. Somit sind die Unterbrechungen der im Negativ erhabenen Leisten als die Vertiefungen zwischen den Anostomosen am ursprünglichen Positiv zu deuten. Damit gibt es keine Differenzen zu den genannten anderen Typen der Steiermark. Wie bereits erwähnt, variiert der Bau des Diskus während der Ontogenese sowie individuell sehr stark. Fast alle bekannten Entwicklungsstadien der rezenten Trionychinae sind auch vom vorliegenden Material bekannt. Der Diskus ist in der Regel etwas länger als breit. Die Anzahl der Neuralia beträgt sieben, wobei die N I-VI hexagonal und das N VII tetra- bis septagonal sein können. Die Zahl der Pleuraliapaare beträgt gewöhnlich acht, in Einzelfällen nur sieben. Letztem Stadium entspricht das als Homonym *Trionyx septemcostatus* HOERNES 1881 (IGPG, SLMJ Nr. 5844, IGPW Nr. 1882.X.4 und 5) beschriebene Material, wie auch jenes durch TEPPNER (1913). Dieser Umstand ist nicht ungewöhnlich, nach MEYLAN (1987:91) ist

der Schwestern-Subtribus der Trionychina, die Apalonina, auch gekennzeichnet: „Members of the Tribe Trionychini in which the eight pair of pleurals is reduced or absent...“. Die letzten Pleuralia des vorliegenden Materials sind bis auf wenige Ausnahmen deutlich breiter als lang. Je nach Individualalter schwankt die Länge der freien Costaenden, bei Adulti schließen sie fast mit dem Diskusrand ab. Ebenso altersabhängig ist die Ausbildung des Nuchale. Entlang der Neuraliareihe kann mit zunehmendem Alter eine mehr oder weniger tiefe Lordose ausgebildet sein. Die Processus epiplastrales anterior sind kürzer bis gleichlang wie die posterior. Die Processus entoplastrales schließen einen Winkel von genau oder etwas mehr als 90° ein. Kallositäten befinden sich auf dem Fossilmaterial, soweit beobachtet nicht. Die Processus cardinus masculi anterior sind solide, die posterior hingegen paarig. Den Processus entoplastralis liegen die distal vierfach gefingerten Processus hypoplastralis medialis an. Die soliden Processus hypoplastrales lateralis der Hypoplastra sind zwischen den paarigen Processus xiphiplastralis anterior gelagert. Lateral ist eine Konkavität ausgebildet, die den Processus hypoplastralis lateralis von den Processus hypoplastrales medialis posterior separiert. Der bei *Amyda* GEOFFROY 1809 solide Processus hypoplastralis medialis anterior ist bei juvenilen Individuen von *Trionyx* ebenfalls vorhanden, bei semiadulten ist er gemeinsam mit denen posterior in drei bis vier fingerförmige Bereiche gegliedert, so wie der Bereich zwischen diesem und der Konkavität ausgezogen, verbreitert und vier- bis fünffach gegliedert sein kann. Adulti zeigen einen durchgehenden Rand von Processus hypoplastrales medialis. Die Xiphiplastra berühren sich mit einem soliden oder paarigen Processus xiphiplastralis media, auch posterior kann das vorkommen. Die Hypo-, Hypo- und Xiphiplastra besitzen großflächige gut strukturierte Kallositäten, die aber nicht tesselat sein müssen. Hier kommen auch knopfförmige bis vermikuläre Gebilde vor, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Die Kallositätenzahl beträgt vier. Unter der Prämisse der ontogenetischen Variabilität und der oben festgestellten Plastralmerkmale lassen sich die entsprechenden Reste aus Böhmen um *Trionyx bohemicus* LIEBUS 1930 und der Steiermark sowie des Wiener Beckens um *Trionyx stiriacus* PETERS 1855 und *Trionyx vindobonensis* PETERS 1855 als unterschiedliche Altersstadien von *Trionyx triunguis* FORSKÅL 1775 auffassen (Abb. 7). Die hier untersuchten tertiären Reste von *Trionyx triunguis* (syn *Trionyx stiriacus*) entsprechen in der vertikalen Ornamentgliederung alle dem Merkmalskomplex C/II, während die miozäne *Amyda cartilaginea* (BODDAERT 1770) von Au bei Wien (Homonym *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898) den von C/III aufweist. In Einzelfällen kommen derartige C/III-Varianten auch bei *Trionyx triunguis* vor, genauso wie sich im HLMD ein Stopfpräparat einer adulten *Amyda cartilaginea* befindet, der offenbar die C/III fehlen. Die rezenten Vergleichsdiskens von *Trionyx triunguis* IPDM Nr. 1 und MNG Nr. 4799 zeigen ein C/III im posterioren Drittel. Auf Grund der identischen Merkmale des Ornaments (C/II) wird hier auch das im SMNF aufbewahrte Material zu *Trionyx senckenbergianus* REINACH 1903, *Trionyx pliocaenicus* LAWLEY

1876 und *Trionyx spec.* aus dem Untermiozän von Ägypten zu *Trionyx triunguis* gerechnet.

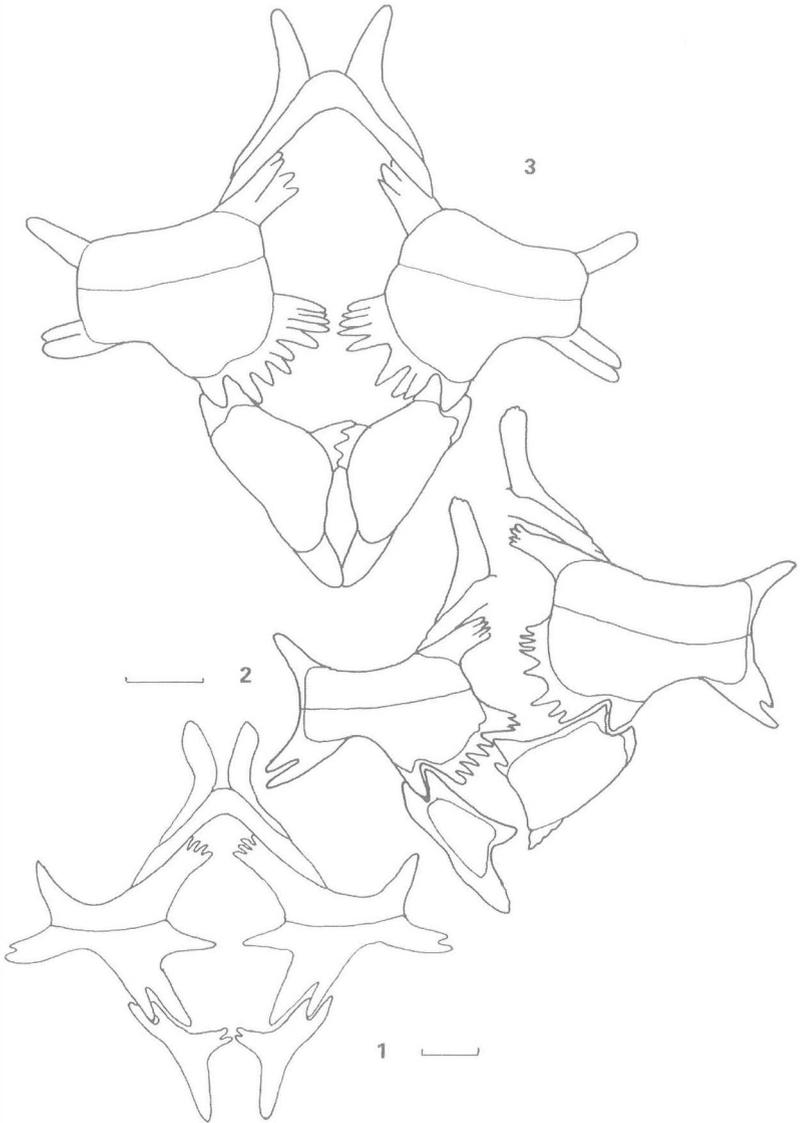


Abb. 7: Ontogenetische Stadien am Plastron von *Trionyx triunguis*. Fig. 1: Juveniles Stadium=syn. *Trionyx bohemicus* aus dem Miozän von Böhmen nach LIEBUS (1930). Fig. 2: Semiadultes Stadium=syn. *Trionyx vindobonensis* (links) und *Trionyx stiriacus* (rechts) aus dem Miozän von Österreich nach PETERS (1855). Fig. 3: *Trionyx triunguis*, rezent nach SIEBENROCK (1902). Maßstäbe 1 cm.

Subtribus Rafetoidina subtr. nov.

Diagnose: Trionychini mit ausgeprägtem Pleuraliapaar VIII; Cornu branchiale II mit mehreren Ossifikationen; Foramen intermaxillare ist weniger als ein Drittel der Länge des primären Palatinums ausgedehnt; Alveolarfläche der Mandibula vollständig glatt oder mit solidem Symphysenwulst; Spina ischiadica gut entwickelt; Praeneurale und permanente Postnuchalfontanellen fehlen; Entoplastron spitzwinklig, mit deutlich verbreiteter Entoplastralsymphyse; Epiplastra weit getrennt; Processus epiplastralis anterior kürzer als Proc. epipl. posterior; Processus cardinus masculi anterior und Pr. card. masc. posterior paarig; 2 bis 4 plastrale Kallositäten; Xiphiplastra klein. Beinhaltet momentan nur die Gattung *Rafetoides* gen. nov. in zwei Spezies.

Genus *Rafetoides* gen. nov.

Derivatio nominis: *-oides* = Bezugnahme auf das Genus *Rafetus* GRAY 1864 (Species typica: *Rafetus euphraticus* (DAUDIN 1802)).

Species typica: *Rafetoides henrici* (OWEN 1849) (s. KARL 1997).

Bekannte Verbreitung: Eozän von England und Frankreich.

Weitere Spezies: *Rafetoides austriacus* (PETERS 1858).

Bekannte Verbreitung: Untereozän bis Mitteloligozän von Mitteldeutschland, Österreich, Slowenien und Kis-Győr, Ungarn.

Diagnose: Wie Subtribus.

***Rafetoides austriacus* (PETERS 1858)**

Locus typicus: Auversien, Eozän; Siverich (Mte. Promina), Dalmatien.

Referenzmaterial: *Trionyx austriacus*: GBAW (o.Nrn.), Diskusreste (Holotypus); *Trionyx messelianus*: SMNF Nr. R 106, fast vollständiger Diskus, Hypoplastronfragment (Holotypus); SMNF⁹ o.Nr., Diskus; SMNF Nr. R 4044, Diskus; R 4150; R/Schausammlung, vollständiges Skelett in Dorsalansicht; HLMD Nr. Me 606, Plastonelemente und sehr schlecht erhaltene Diskusreste; (Me 770 a), posteriorer Diskusteil; (Me 770 b), posteriorer Plastralteil; (Me 1456), fast kompletter Diskus und Plastron; (Me 1458), schlecht erhaltener und unvollständiger Panzer; (Me 1459), unvollständiger Diskus, Plastronreste Extremitätenfragmente; *Trionyx messelianus* var. *lepsiusi*: HLMD Nr. Me 1447, beschädigte anteriore Diskushälfte (Typus); (Me 91), beschädigter Diskus, Plastron- und Innenskelettreste im Sediment; (Me 1448),

⁹ Die eingeklammerten Nummern bezeichnen die Exemplare, die aus technischen Gründen nicht eingesehen werden konnten. Hier wird auf die Literatur zurückgegriffen.

fast vollständiger aber sehr schlecht erhaltener Panzer und Extremitätenreste; (Me 1453), Diskus-, Plastron-, Postkranialskelettreste; Me 1454, Diskus-, Plastron-, Postkranialskelettreste; (Me 1455), Diskus-, Plastron-, Postkranialskelettreste; Me 1457, anteriore sehr gut erhaltene Diskushälfte, Plastron-, Postkranialskelettreste; Me 1460, Diskus, Plastron-, Postkranialskelettreste; (Me 4387), Diskus, Plastron-, Postkranialskelettreste; *Trionyx messelianus* var. *kochi*: HLMD Nr. Me 4194 (a und b), unvollständige Diskushälfte dex., Plastron und Innenskelettreste (Typus); Me 1462 a, unvollständiger Diskus; Me 1462 b, Plastronreste, Hinterextremitätenreste, Caudalwirbelreste; Neues Material: Me 5036, vollständiges Skelett; ein weiteres Me o.Nr.; Me 5509, Diskus- und Plastronreste; Me 76 v. 15. VI: 34, Plastronansicht stark fragmentiert; Me 5494, Diskus und Plastron; Me o. Nr., Diskusrest; Me 5036, Diskusrest; fragmentäres Material: Me 6218, 6204, 6223, 6222, 6219, 6220; Grube Prinz von Hessen als Originale: Me 5000, Diskusrest; Me 6212, Diskussteinkern v. 1922; Me 6211, Diskus dorsal auf Matrix v. 1922; *Apalone spiniferus spiniferus*, 3 juvenile Exemplare, ausgetrocknete Alkoholpräparate, FSH Nr. 10.I; *Apalone ferox*, Skelett juv. CK Nr 32; *Apalone muticus*, Plastronansicht im Alkoholpräparat subad. CK Nr. 33; Skelett juv. CK Nr. 36; *Apalone spiniferus emoryi*, montiertes Skelett CK Nr. 34 und Aufhellungspräparat nach SPALTEHOLZ, CK Nr. 35; *Rafetus euphraticus* IPDM Nr. 1u. 2, (2,0), Lake Assad/ Syrien, August 1978, Dr. Cornelissen.

Synonyma

- *Trionyx austriacus*, PETERS 1858, S. 61, Taf. 3, Fig. 1;
- *Trionyx gergensi* (Meyer) in part., LYDEKKER 1889, S. 11, Fig. 3;
- *Tr. cf. gergensi* in part, ANDRAE 1895, S. 354;
- *Trionyx boulengeri*, REINACH 1900, S. 104- 107;
- *Trionyx messelianus*, REINACH 1900, 118- 124, Taf. 42;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, KINKELIN 1903, S. 19;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, HERITSCH 1909, S. 346;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, TEPPNER 1913, S. 328;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, HARRASSOWITZ 1919, S. 147;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* REINACH 1900, HUMMEL 1927, S. 56, Fig. 23- 26, Taf. 7, Fig. 29, Taf. 8, 9;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* var. *kochi* HUMMEL 1927, S. 76, Taf. 6, Fig. 27, 28, Taf. 7, Fig. 30, Taf. 11, Fig. 38;
- *Trionyx austriacus* PETERS 1858; HUMMEL 1929, S. 50;
- *Trionyx (Amyda) boulengeri* v. REINACH 1900, HUMMEL 1929, 16, 49;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* v. REINACH 1900, HUMMEL 1929, S. 50;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* var. *kochi* HUMMEL 1927, HUMMEL 1929, S. 50;
- *Trionyx austriacus* PETERS 1858; HUMMEL 1932, S. 49;

- *Trionyx (Amyda) boulengeri* v. REINACH 1900, HUMMEL 1932, S. 46;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* REINACH 1900, HUMMEL 1932, S. 50;
- *Trionyx (Amyda) messelianus* var. *kochi* HUMMEL 1927, HUMMEL 1932, S. 50;
- *Trionyx austriacus* PETERS 1858; KUHN 1964, S. 188;
- *Trionyx boulengeri* REINACH 1900, KUHN 1964, S. 188;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, KUHN 1964, S. ;
- *Trionyx messelianus* REINACH 1900, BROIN 1977, S. 189.
- *Amyda* cf. *boulengeri* REINACH 1900 in part; KARL 1996, S. 393, Faf. III, Fig. 2- 3.

Synonymie zum Geiseltal bei Halle/ Saale siehe KARL (1997).

Diagnose: Rafetoidina. Ornament gewöhnlich C/II bei juvenilen oder männlichen Individuen C/IV, diese längsorientiert und über den ganzen Diskus verteilt. Mandibulare Alveolarfläche glatt.

Beschreibung: Der Diskusumriß (A) ist gewöhnlich oval (1). Die Nuchalregion (B) ist leicht konkav (4). Der posteriore Diskusrand (C) ist gerade (3) bis leicht konkav (5). Das Diskusquerprofil (D) ist breit konvex (2) bis konvex (3), nur ausnahmsweise lordotisch (5). Die Form der distalen Pleuraliaränder ist leicht gewölbt (2) bis glatt (1). Die freien Costaenden entsprechen (F: „A“-„B“) und (G: 1-2). Die Ornamentstruktur entspricht C/II - C/IV. Die Plastronmorphologie entspricht den in der Diagnose der Rafetoidina subtr. nov. angegebenen Verhältnissen. Die Spina ischiadica ist etwas länger als die Corpusbreite des Ischiums an ihrer Stelle. Coracoid gleichmäßig gebuchtet (Abb. 4, Fig. 4).

Differentialdiagnose: Der Schädel (HLMD Nr. Me 1445a, 5036) entspricht im wenig zerdrückten Zustand in den Proportionen von dorsal (Abb. 8, Fig. 1-2) dem Vergleichsmaterial von *Rafetus euphraticus* und besonders dem von *Rafetoides henrici* (OWEN 1849) (syn. *Trionyx silvestris* WALKER & MOODY 1974). Von letzteren Autoren wird auch die große Ähnlichkeit mit *Trionyx triunguis* hervorgehoben (Abb. 6). Das gilt auch für das stumpf abgerundete rostrale Ende und die frontodorsale Position der Orbitae. Das Maxillare zeigt eine scharfe labiale Kante, welche mit der medianen Knochengrenze auf der Palatinalfläche nahezu parallel verläuft (HLMD o.Nr.) (Abb. 8, Fig. 3). Mit zunehmender Größe stumpft diese Kante ab, wie auch die Alveolarfläche kompakter wird (HLMD Nr. Me 1445a). Die Alveolarfläche der Mandibula ist glatt und die Symphyse im Gegensatz zu *Amyda* und *Trionyx* kurz (HLMD Nr. Me 1445b). Der Mandibularwinkel ist dort wie auch bei Me o.Nr. spitz. Eine Symphysenkaverne ist ausgebildet (HLMD Me o.Nr.). Der proximale und distale Teil des Cornu branchiale II sind gleich lang. Letzterer sin. zeigt noch vier Ossifikationskerne, ca. die halbe Länge ist durch den Processus mastoideus sin. verdeckt (Abb. 8, Fig. 2).

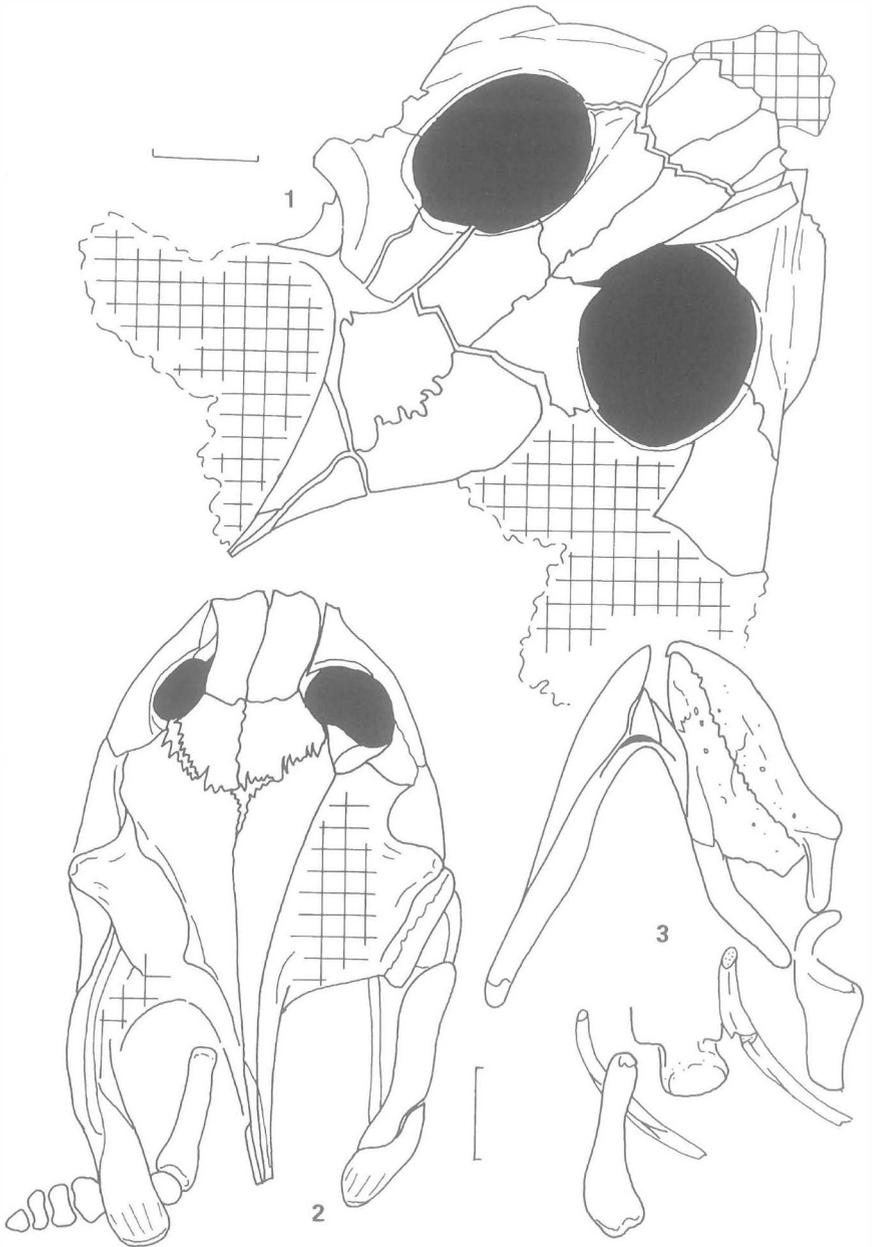


Abb. 8: Schematische Darstellung überlieferter Schädelreste von *Rafetoides austriacus* (syn. *Trionyx messelianus*) nach KARL (1997). Fig. 1: HLMD Nr. Me 1445a von dorsal. Fig. 2: HLMD Me o. Nr., von dorsal. Fig. 3: HLMD Nr. Me 5036, von palatinal. Fig. 2 und 3 mit Hyoidelementen. Maßstäbe 1 cm.

Es könnten ca. acht dieser Kerne angenommen werden (HLMD Nr. Me 5036). *Nasalia* wie HUMMEL (1927) beschreibt, kommen nicht vor (HLMD Nr. Me 1445a). Die wesentlichen Merkmale der erhaltenen Teile entsprechen denen von BMNH Nr. R 8567. Lediglich der o.g. vermutliche Symphysenwulst bei MNHN Nr. BR 9059 könnte als Differenzierungskriterium gewertet werden, wenn sich das französische Material als hierher gehörig erweist. *Rafetoides austriacus* unterscheidet sich von *Trionyx triunguis* durch die gewöhnlich paarigen Processus cardinus masculi anterior und posterior (HLMD Nr. Me 1456, 5036, o.Nr.). Processus epiplastrales anterior ist kürzer als posterior (HLMD Me o.Nr., 1454, 1460, 5036) (Abb. 9, Fig. 2-3). *Amyda cartilaginea* zeigt wesentlich längere Processus epiplastrales anterior (Tafel 4, Figur 2, Abb. 3) und einen Symphysengrat. Die Zahl der plastralen Kallositäten beträgt im Gegensatz zu den zwei (juv., HLMD Nr. Me 1456, 606, 5509) und vier (ad., HLMD Nr. Me 5494, 1460) von *Rafetoides*, bei *Amyda* fünf und ebenfalls vier bei *Trionyx*. Am Hyo- und Hypoplastron HLMD Nr. 1453 ist nur ein solider Processus cardinus masculi posterior vorhanden (HUMMEL 1927). Hierbei könnte eine Anomalie angenommen werden. Der Diskusumriß (A) ist gewöhnlich oval bei HLMD Nrn. Me 5509 (Tafel 7, Figur 4), 1457 (Tafel 7, Figur 2), 5494 (Tafel 7, Figur 6), 1462a, 4194a, o.Nr., 5036 (Tafel 9), 5000; SMNF Nrn. R 106 und o.Nr., nur HLMD Nr. Me 1460 (Tafel 7, Figur 3) zeigt einen annähernd kreisförmigen Umriß, ebenso wie der Typus von *Trionyx austriacus* PETERS (1858). Der anteriore Diskusrand (B) ist bei HLMD Nr. Me 5509 und SMNF R o.Nr. konvex, bei HLMD Nrn. Me 1457, 1462a, 5036 leicht konvex sowie bei HLMD Me o.Nr., SMNF Nr. R 106 leicht konkav. Der posteriore Diskusrand (C) ist gewöhnlich konvex, lediglich HLMD Nr. Me 1460 kann fast gerade sein und Me 5509 ist leicht konkav. Das Diskusquerprofil (D) ist leicht konvex, außer bei HLMD Nrn. Me 4194a, 5000 und SMNF o.Nr. fast flach. HLMD Nr. Me 1457 zeigt einen deutlich ausgeprägten konvexen Querschnitt. Die einigermaßen sicher feststellbaren Diskuslängen reichen von 181 mm (HLMD Me o.Nr.) bis 385 mm (ohne Nuchale HLMD Nr. Me 5000). Hierbei zeigt sich, daß das Merkmal C/IV am deutlichsten bei den kleineren Exemplaren auftritt. Das trifft zusammen mit einem konvexen Diskusquerprofil und dem weit fortgeschrittenen Schluß der Plastralfontanelle (HLMD Nr. Me 1457). Die untersuchten großen Disken besitzen alle Ornament C/II. Das Ornament C/IV kommt auch beim Material aus dem Geiseltal vor. Das Nuchale ist breiter als lang. Die Indizes (b/l) der unter suchten Stücke reichen von min. 3,2 bis max. 4,3, bei einem Mittelwert von 3,8. Die juv. Vergleichsstücke liegen hier bei 9,9 für *Amyda cartilaginea* und 5,3 für *Apalone spinifera*. Postnuchalfontanelle konnten in keinem der Fälle, auch nicht bei so kleinen Disken von 204 mm Länge wie SMNF Nr. R 106 beobachtet werden.

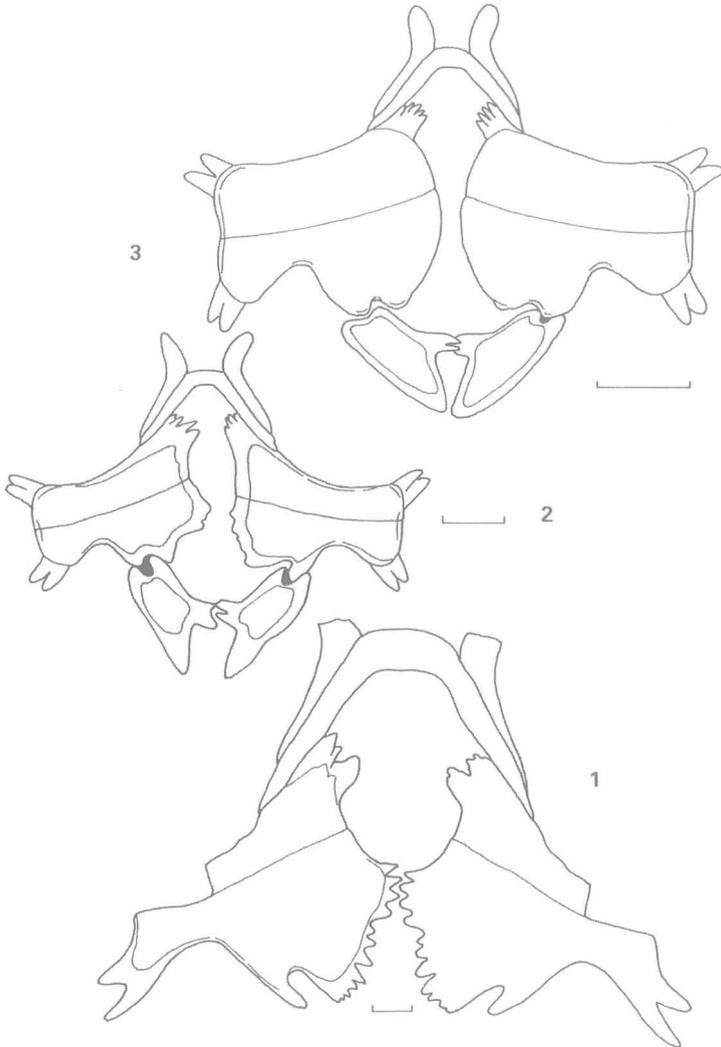


Abb. 9: Schematische Darstellung von *Rafetoides* n. gen. nach KARL (1997).
 Fig. 1: *Rafetoides henrici*, fragmentäres Plastron ohne Xiphiplastra nach OWEN (1849), u.a. nach BMNH 32350. Beachte hier den weit vorgelagerten Schnittpunkt der Ebene I vor den der Ebene III (vgl. Abb. 3) in der Rekonstruktion. Fig. 2: *Rafetoides austriacus*, entspricht dem relativ schwach ossifiziertem Typ, der in noch schwächerer Form bei den größten Individuen von Grube Prinz von Hessen vorkommt. Fig. 3: *Rafetoides austriacus*, entspricht dem progressiver ossifiziertem Typ, der schon bei kleineren Individuen wie HLMD Nr. Me 606 vorkommt. Fig. 2 und 3 nach HLMD Nr. Me 5490, 1460, 1457, 5494, 4194, o. Nr. und 606. Maßstäbe 5 cm.

Die lateralen Nuchalprocessus sind bei jüngeren Exemplaren mehr nach posterolateral orientiert, aber auch nach lateral. Die Neuraliazahl beträgt gewöhnlich sieben. Nur von SMNF Nr. R 106 (Holotypus von *T. messelianus*) ist die Reduktion auf sechs Neuralia bekannt. Das tetragonale Neurale („vermittelnde Platte“) ist gewöhnlich N V, Neurale VI und VII sind dementsprechend umgekehrt orientiert (reversal). Bei SMNF Nr. R 106 nur Neurale VI. HUMMEL (1927: Taf VI, Fig. 23) beschreibt für Nr. 1459 eine unterbrochene Neuraliareihe, wobei das N VII separiert ist und die Pleuralia VI und VII nur posterior berühren. Dem mir vorliegenden Material ist soweit erhalten, eine durchgehende Neuraliareihe von V I bis N VII eigen. Gelegentlich beschriebene lordotische Tendenzen scheinen mir meist mehr durch Druck während der Sedimentation entstanden zu sein. Nur HLMD Nr. Me 'Prinz 2' zeigt dieses Merkmal sicher. Ein Praeneurale ist in keinem der untersuchten Fälle vorhanden gewesen. Die Pleuraliazahl beträgt acht, wobei PI VIII eine deutliche Abnahmetendenz in der Plattenbreite aufweist. Die Indizes (b/l) reichen hier von min. 1,2 (HLMD Nr. Me 5494) bis max. 2,05 (Prinz HLMD Me o.Nr.), bei einem Mittelwert von 1,7. Durch die noch weitergehende Reduktion der Längen von N VIII erscheinen hier bei *Apalone spinifera* 9,3 und *Amyda cartilaginea* 9,9. *Trionyx triunguis* (MNG 2990 und 4790) ergeben 1,1 und 2,7. Die beobachteten Pleuralialängen sind distal größer als proximal, außer bei HLMD Nr. Me 1457, 1456 und SMNF o.Nr., dort umgekehrt. Me 1457 und 1456 sind die bisher hochrückigsten bekannten Disken (konvex), worin eine Beziehung zu der Form der Pleuralia I gesehen werden kann. Die Verteilung der distal breitesten und schmalsten Pleuralialängen siehe bei KARL (1997). Die Dicke der Pleuralia und die Länge der freien Costae ist alters- und größenabhängig. Die Dicke nimmt zu, während die Costaelängen abnehmen. Beides hat keinerlei taxonomische Bedeutung. Gleiches gilt für die von HUMMEL (1927) detailliert beschriebene viszerale Lage der Costae auf den Pleuralia. Bis auf einzelne Ausnahmen sind die freien Costae nicht überliefert. Der distale Diskusrand (E) ist gewöhnlich leicht gewölbt, am weitesten über den Austrittstellen der freien Costae. HLMD Nr. Me 4194a ist das einzige beobachtete Exemplar, das ursprünglich relativ glatt ist. Me 1462a ist dem Rand nach zu urteilen dort sekundär mechanisch geglättet worden. Das Material zu *Trionyx boulengeri* REINACH 1900 (SMNF Nr. R), sowie die Originalbeschreibungen und Abbildungen REINACHS (1900) zu den Objekten BMN No. 36765 und HLMD bewegen sich unter Beachtung der Variation im morphologischen Spektrum von *Rafetoides* n. gen., weshalb hier die Angliederung erfolgt. Das gleiche bezieht sich auf die von KARL (1993, 1996) unter dem Taxon besprochenen Reste. Das Material SMNF Nr. R besteht nicht aus Knochenmaterial, sondern Abdrücken von versintertem Sediment von der Dorsalseite, vermutlich Gegenplattenresten vom Holotypus BMN No. 36765. Abgüsse von diesen ergaben das gleiche Ornament wie bei *R. austriacus*, besonders der als Gipsabgüsse beschrieben aus der Grube Prinz von Hessen.

Phylogenetische Verwandtschaft¹⁰

Nach MEYLAN (1987) gliedern sich die Trionychidae BELL 1828 in die beiden Unterfamilien Cyclanorbiinae HUMMEL 1929 und Trionychinae LYDEKKER 1889, wobei letztere wiederum in die Tribus Chitriini MEYLAN 1987, Trionychini (FITZINGER 1826), Aspideretini MEYLAN 1987 und Pelodiscini MEYLAN 1987 zerfällt. Die Trionychini beinhalten die Subtribus Trionychina (FITZINGER 1826), Apalonia (MEYLAN 1987). Die Rafetoidina subtr. nov. kommen nun hinzu. Erster Subtribus enthält das einzige Genus *Trionyx* (GEOFFROY 1809). *Trionyx triunguis* (FORSKÅL 1775) steht nach heutigem Verständnis der kleinasiatischen Spezies *Rafetus euphraticus* (DAUDIN 1802), der ostasiatischen Spezies *Rafetus swinhoei* (GRAY 1870) sowie allen nordamerikanischen rezenten Spezies (Subtribus Apalonia) verwandtschaftlich am nächsten (MEYLAN 1987). Ebenso verhält sich *Rafetoides austriacus* (PETERS 1858), wobei mehr morphologische Beziehungen zu *Trionyx* und auch *Rafetes* bestehen. Da die bis jetzt bekannten Schädelreste von *Rafetoides* aus Messel die Occipital- und Intermaxillarregion nicht einsehen lassen, wird sich hier bei der kladistischen Analyse auf Merkmale der Mandibula, des Diskus und vor allem des Plastrons beschränkt. Vom Bestimmungsschlüssel unter Punkt 2. werden folgende plastrale Merkmale abgeleitet (Kladogramm 1):

(1) Processus hypoplastralis medialis anterior fehlt; (2) Processus hypoplastralis medialis anterior vorhanden; (3) Entoplastron stumpfwinklig; (4) Entoplastron mehr rechtwinklig; (5) Entoplastron mehr spitzwinklig; (6) nahe zusammen bzw. in Verbindung; (7) Epiplastra mehr oder weniger weit getrennt; (8) Processus epiplastralis anterior länger als posterior, Xiphiplastra sehr kurz und breit; (9) Processus epiplastralis anterior kürzer als posterior; (10) Pr. epipl. ant. nur halb so lang wie posterior, Xiphiplastra lang und breit; (11) Xiphiplastra lang und schmal; (12) Pr. epipl. anterior kürzer bis halb so lang wie posterior, Xiphiplastra lang; (13) Pr. epipl. anterior viel kürzer als posterior, Xiphiplastra kurz und breit; (14) Pr. epipl. anterior kürzer als posterior, Xiphiplastra kurz und schmal; (15) Anzahl von Processus cardinus masculi anterior/posterior 2/2; (16) wie vorige 1/2; (17) wie vorige 2/1 bis 2/2.

Die verwandtschaftlichen Verhältnisse innerhalb des für die zentraleuropäischen Taxa maßgeblichen Tribus Trionychini gestalten sich in Anlehnung an GARDNER, RUSSELL & BRINKMAN (1995), mit den neuen Daten ergänzt, folgendermaßen (Kladogramm 2):

¹⁰ Hier wird eine kladistische Analyse versucht, da diese Methode momentan gebräuchlich ist und für höhere Taxa auch Erfolge gezeigt hat. Es ist aber zu bemerken, daß die angelegten Merkmals-hierarchien generell subjektiv sind und teilweise zwischen verschiedenen Taxa unterschiedliche Merkmale korreliert werden. Gerade für die Trionychidae besteht bei unkritischer Anwendung der Methode die Gefahr der unübersehbaren Vermehrung der Taxa, nur hier auf relativ höherer Ebene. Die Gliederung in Subtribus muß hier beibehalten werden, ist aber nicht zweifelsfrei.

(1) sieben Neuralia, Pleuralia VII und VIII oder nur VIII untereinander in Verbindung, anteriorer Praefrontalrand weit lateral ausgedehnt, Parietalia mit mindestens einem Viertel am Processus trochlearis oticum beteiligt; (2) Hyohypoplastra bei Adulti einiger Populationen fusioniert, Epipterygoid und Pterygoid bei Adulti fusioniert, Basisphenoid trennt Pterygoid von Exoccipitale; (3) Entoplastron spitzwinklig, Processus epiplastralis anterior kürzer als posterior, Xiphiplastra klein, Processus cardinus masculi anterior et posterior gewöhnlich paarig, Symphyse kurz, Vomer kontaktiert Foramen intermaxillare nicht, dieses nimmt weniger als ein Drittel der Länge des primären Palatinums ein; (4) Vomer kontaktiert Foramen intermaxillare; (5) Symphysenwulst vorhanden, Ornament C/II bis C/III; (6) Symphysenwulst fehlt, Aleolarfläche glatt, Ornament C/II bis C/IV; (7) Praeneurale vorhanden, Nuchale über viermal breiter als lang, Länge der Brücke größer als die halbe Hypoplastralbreite; (8) Hyohypoplastra bei Adulti fusioniert, sieben oder acht Neuralia, N VI hinterster Punkt für ein Richtungswechsel der Neuraliareihe, Plastron ohne Ornament; (9) Neuraliarichtungswechsel an unterschiedlichen N; (10) keine Autapomorphien oder einheitliche synapomorphe Kombinationen feststellbar; (11) anteriorer Rand der Praefrontalia lateral leicht ausgedehnt, Foramen intermandibularis caudalis nicht vom Praeartikulare eingeschlossen, Foramen posterius canalis carotici interni liegt auf einem seitlichen Wall zum Basioccipital- Wall; (12) Pleuralia VIII reduziert, Vomer trennt Maxillaria, Foramen intermaxillare länger als die Hälfte derer des sekundären Palatinums; (13) zwei plastrale Kallositäten, anteriorer Rand ser Praefrontalia leicht lateral ausgedehnt, Foramen intermandibularis caudalis nicht vom Praeartikulare eingeschlossen; (14) Basisphenoid mäßig ungenau und variabel, Basisphenoid-Pterygoid-Kontakt unterschiedlich vorhanden; (15) Jugal-Squamosal-Kontakt unterschiedlich vorhanden; (16) Position des Neuraliarichtungswechsels (reversal) sehr variabel aber hinterster Punkt ist N V oder davor, deutlicher Sexualdimorphismus in der Größe; (17) weitgehender medianer Schluß von Hyo-, Hypo- und Xiphiplastra bei den größten Weibchen, Hyohypoplastra bei Adulti fusioniert; (18) sieben plastrale Kallositäten, Foramina postnuchalia bleiben oft erhalten, wenn Epipterygoid vorhanden kein Kontakt von Pterygoid und Foramen nervi trigemini, Postorbitalbreite nur weniger als ein Fünftel des Orbitadurchmessers; (19) Diskuslänge der Adulti weniger oder 200 mm; (20) Diskusumriß rund, sieben oder acht Neuralia; (21) bei einigen Individuen schließen die Maxillaria das Praemaxillare nicht von der Apertura narium externum aus, Diskuslänge weniger als 200 mm; (22) breiter unskulpturierter Diskusrand.

Bemerkungen: GARDNER, RUSSELL & BRINKMAN (1995) stellen nach ihren kladistischen Erhebungen *Aspideretoides* in die nähere Verwandtschaft von *Trionyx*. Ersteres Taxon zeichnet sich durch die Existenz eines Praeneurale aus, was bei den fossilen Trionychinae Europas bis jetzt noch nicht nachgewiesen wurde. In der älteren Literatur zur „*Protriunguis*-Reihe“ wurde die auffällige Form des Neurale I hervorgehoben (z.B. REINACH 1900). Diese als „kolbenförmig“ bezeichnete Form stellt sich in einer anterioren und posterioren Breitenausdehnung und einer medianen Einziehung der Seitenkanten dieser Knochenplatte dar. Unter Umständen könnte dieser Zustand, der auch für *Rafetoides* und *Trionyx* aber auch *Amyda* charakteristisch ist, als phylogenetisches Stadium nach fusionierten Praeneurale und Neurale I (N I und N II nach MEYLAN 1987) diskutiert werden. Die Existenz eines

Praeneurale innerhalb der Trionychini durch *Aspideretoides* wäre dann erklärbar. Bei Anwendung der Untergliederung in Subtribus ist aber für letzten Genus die Einrichtung eines eigenen erforderlich, für den der Name Aspideretoidina (Kladogramm 2: 7) vorgeschlagen wird.

Die ältesten englischen Taxa um *Trionyx henrici* OWEN 1849, die in der selben Arbeit beschriebenen Spezies *Trionyx barbarae*, *Trionyx marginatus*, *Trionyx incrassatus*, *Trionyx circumsulcatus* und *Trionyx pustulatus* sind Synonyme davon, *Trionyx planus* eine Anomalie und *Trionyx rivosus* eine Jugendform) werden hier in Beziehung zu *Trionyx silvestris* WALKER & MOODY 1974 gesehen. Das gesamte Material ist nahezu gleichaltrig und steht auch geografisch in Beziehung. Bislang wurde zwar noch kein komplettes Körperexemplar beschrieben, aber mit entsprechenden Stücken von Messel (HLMD Nrn. Me 1445 a, b, o.Nr., 5036) kann auf einen Zusammenhang rückgeschlossen werden. Auf Grund der großen Gemeinsamkeiten zwischen dem eozänen zentraleuropäischen und englischen Material wird die Zusammenfassung in der neuen gemeinsamen Gattung *Rafetoides* n. gen. vorgeschlagen. Das kleine Foramen intermaxillare von weniger als einem Drittel der Länge des primären Palatinums kennzeichnet *Rafetoides* gen. nov. als Vertreter des Tribus Trionychini (FITZINGER 1826). Einem der bisher bekannten Subtribus hiervon kann das Genus aber nicht zugeordnet werden. Von den Trionychina FITZINGER 1826 ist *Rafetoides* in der mehr spitzwinkligen Form des Entoplastrons, der verbreiterten Entoplastralsymphyse, dem Ornament C/IV, der kurzen Mandibularsymphyse und dem umgekehrten Sexualdimorphismus unterschieden. Eine Angliederung an die Apalonina MEYLAN 1987 ist wegen des dort sehr großen Foramen intermaxillare von über 60 % des primären Palatinums ausgeschlossen. Das macht die Einführung eines weiteren Subtribus der Trionychini notwendig, welcher vom Gattungsnamen abgeleitet, *Rafetoidina* subtr. nov. benannt wird. Der Schädel von *Eurycephalochelys* ist im Gegensatz zu *Rafetoides* deutlich breiter und verkürzt. Auch ist hier die Maxillarregion nach dorsal heraufgezogen und das Foramen intermaxillare trennt die Maxillaria vollständig. Mehr Ähnlichkeit besteht zwischen den Schädeln von *Rafetoides* HLMD Nr. Me 1445a, Me 5036 und o.Nr.) und dem Typus von *Trionyx silvestris* WALKER & MOODY 1974 (Abb. 6, Fig. 1), besonders der Maxillarregion von HLMD Nr. Me 1445a. Unter Berücksichtigung der möglichen Variationsbreiten und Nahrungsadaptionen, ist eine Vereinigung unter *Rafetoides* nicht regelwidrig. Durch die Beziehung dieses Schädeltyps mit dem Diskusmaterial von *Trionyx henrici* OWEN 1849, sind *Trionyx henrici* OWEN 1849 und *Trionyx silvestris* WALKER & MOODY 1974 konspezifisch unter *Rafetoides henrici* (OWEN 1849) zu führen. Die bislang bekannten Kriterien im Ornament sind momentan m.E. die einzigen Differenzen gegenüber *Rafetoides austriacus* (PETERS 1858). Die Rafetoinina subtr. nov. stellen in ihrer morphologischen Merkmalsverteilung einen intermediären Typus zwischen den Trionychina und Apalonina dar. Reduktionstendenzen

der Pleuralia VIII kommen bei den paläogenen Rafetoinina subtr. nov. noch nicht vor. Diese sind erst beim neogenen *Trionyx triunguis* (Homonym *Trionyx septemcostatus*) nachweisbar (KARL 1997). Der Übergang vom Genus *Rafetoides* n.gen. zum Genus *Trionyx* GEOFFROY 1809 erfolgte für das Gebiet an der Wende Rupelien/Chattien, vertreten durch die Typen (syn.) *T. boulengeri* *T. stadleri*.

Danksagung

Für die vielfältige und freundliche Betreuung während des Aufenthaltes in den Sammlungen, der Möglichkeit zur Entlehnung von Originalmaterial, die Unterstützung mit Literatur und Informationen wird den folgenden alphabetisch aufgezählten Damen und Herren sowie Institutionen herzlichst gedankt: Univ.Prof. Dr. A. von den Driesch, Vorstand des Instituts für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin München; H. Eikamp, NAOM Obertshausen; Dr. K. Fischer, Museum für Naturkunde zu Berlin; Dr. I. Fritz, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz; Univ.-Prof. Dr. W. Gräf, Leiter der Abteilung für Geologie und Paläontologie des Steiermärkischen Landesmuseums Joanneum Graz; Dr. G. Höck, Naturhistorisches Museum Wien; Dr. N. Höser, Direktor des Mauritianum-Museum für Naturkunde Altenburg; Univ.-rof. Dr. H.- L. Holzer, Vorstand des Instituts für Geologie und Paläontologie der Universität Graz; Dr. G. Krummbiegel, Kustos i. R., Geiseltalmuseum Halle/Saale; Dr. N. Micklich, Hessisches Landesmuseum Darmstadt; Dr. Plodowski, Senckenbergmuseum Frankfurt am Main; Dr. K. Rauscher, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Wien; Dipl. Paed. R. Samietz, Direktor des Museums der Natur Gotha; Dr. F. Schrenk, Direktor des Hessischen Landesmuseums Darmstadt; Dr. Tiedemann, Naturhistorisches Museum Wien; Dr. R. Wild, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart; Dr. H. Wunderer, Direktor des Naturkundemuseums Ostbayern Regensburg. Frau S. Krauß vom Dokumentenlieferdienst der Senckenbergischen Bibliothek Frankfurt am Main hatte besonders großen Anteil an der Beschaffung von seltener Literatur. Ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Univ.- Prof. Dr. Gottfried Tichy, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Salzburg, ohne dessen kollegialem Wohlwollen diese Arbeit nicht in der Form zustande gekommen wäre.

Ich widme diese Arbeit meiner Familie, die mir durch Opferbereitschaft und Nachsicht meine Studien ermöglichte.

Literatur

- ANDRAE, A. (1895): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische des Mainzer Beckens. - Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., **18**: 351-364, Frankfurt a.M. occ.cit.
- AMMON, L.v. (1911): Schildkröten aus dem Regensburger Braunkohlethon. - Sep. Beil. z. 12. Jahresbericht d. Naturw. Ver. Regensburg; 35 S., 4 Taf., 8 Abb., 1 Textbeil., Regensburg.
- ARTHABER, G.v. (1898): Über *Trionyx rostratus* n.sp. von Au am Leithagebirge. - Beitr. z. Pal. u. Geol. Oesterreich-Ungarns u. d. Orients, XI (IV): 179-198, Tafn. XXV-XXVIII, Wien.
- BAUR, G. (1983): Classification of the Cryptodira. - Amer. Naturalist. occ.lit.
- BOULENGER, G. A. (1889): Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians and Crocodiles in the British Museum (Natural History). - 272 S., 6 Taf., 73 Fig., London.
- BROIN, F. DE (1977): Contribution à l'étude des chéloniens. Chéloniens continentaux du crétacé supérieur et du tertiaire de France. - Mem. Mus. Nat. Hist. Nat., C, T. XXXVIII, 1-323, 115 Fig., 22 Tab., 38 Taf., Paris.
- DACQUE, E. (1912): Die fossilen Schildkröten Ägyptens. - Geol. Pal. Abh., N.F., **10** (4):
- ERNST C. H. & BARBOUR R. W. (1989): Turtles of the world. - 313 S., 16 Taf., 5 Tab., Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London.
- FUCHS, E. (1938): Die Schildkrötenreste aus dem Oberpfälzer Braunkohletertiär. - Paläontographica, Bd. LXXXIX, Abt. A, 57-104, Taf II, 27 Abb., 1 Textbeil., Stuttgart.
- GARDNER, J. D. & RUSSELL A. P. (1994): Carapacial variation among softshelled turtles (Testudines: Trionychidae). - N. Jb. Geol. Pal. Abh., **193** (2): 209-244, Stuttgart.
- GARDNER, J. D., RUSSELL A. P. & BRINKMANN D. B. (1995): Systematics and taxonomy of soft-shelled turtles (Family Trionychidae) from the Judith River Group (mid-Campanian) of North America. - Can. J. Earth Sci. **32**: 631-643, 7 figs.
- HARRASSOWITZ, H. L. F. (1919): Eocäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt. - Cbl. Min., **1919**:147, Stuttgart.
- HERITSCH, F. (1909): Jungtertiäre Trionyxreste aus Mittelsteiermark. - Jahrb. k. k. geolog. Reichsanst., **59**: 333-382, 2 Abb., 3 Taf., Wien.
- HOERNES, R. (1881): Zur Kenntnis der mittelmiozänen Trionyxformen. - Jahrb. k. k. geolog. Reichsanst., **31**: 479-482, 3 Abb., Wien.
- HOERNES, R. (1892): Neue Schildkrötenreste aus steirischen Tertiärablagerungen. - Verh. k. k. geolog. Reichsanst., Jg. **1892**: 242-246, Wien.
- HUMMEL, K. (1927): Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel bei Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. - Abhandl. Hess. Geol. Landesanst., 8 (2): 5-96, 11 Taf., Darmstadt.

- HUMMEL, K. (1929): Die fossilen Weichschildkröten (Trionychia). Eine morphologisch-systematische und stammesgeschichtliche Studie. - Geol. Pal. Abh., N.F., **16** (5): 359-487, Jena.
- HUMMEL, K. (1932): Trionychia fossilia. - In: QUENSTEDT, W. (Ed.): Fossilium Catalogus I: Animalia, P. 52: 106 S., Berlin.
- IVERSON, J. B. (1992): A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. - pp. 363, many maps, Privatly Printed, Richmond, Indiana.
- KARL, H.-V. (1993). Revision der känozoischen Weichschildkröten (Testudines, Trionychidae) Mitteldeutschlands. - Mauritia (Altenburg) **14**: 2, 115-134, Altenburg.
- KARL, H.-V. (1996): Einige Bemerkungen über die fossilen Schildkröten (Reptilia, Testudines) des Bundeslandes Salzburg, Österreich. - Mitt. Ges. Salzburger Landesk., **136**: 389-426, 8 Taf., 13 Abb., Salzburg.
- KARL, H.-V. (1997): Zur Taxonomie und Morphologie einiger tertiärer Weichschildkröten unter besonderer Berücksichtigung von Trionychinae Zentraleuropas (Testudines: Trionychidae). - 202 S., 32 Abb., 3 Kart., 1 Tab., 3 Klad., 32 Taf., Univ. Diss., Univ. Salzburg.
- KINKELIN, F. (1903): Die Originale der paläobotanischen Sammlung im senckenbergischen Museum und die auf dieselben bezügliche Litratur. - Ber. Senckenb. Naturf. Ges., **1903**:1, Frankfurt/Main occ.cit.
- KOCH, F. (1915): Über *Trionyx croaticus* n. sp. aus dem Mittelmiocaen in Voca in Kroatien. - Glasnik Hrvatskoga Prirodoslovnoga Drustva, **27**: 203, Zagreb.
- KUHN, O. (1964): Testudines. - In: WESTPHAL, F. (Ed.): Fossilium Catalogus I: Animalia, P. 107, 299 S., Gravenhage.
- LAUBE, G. C. (1898): Bericht über einen neuen Trionyx aus den aquitanischen (plastischen) Thonen von Preschen bei Bilin in Böhmen. - Verh. k. k. geol. Reichsanst. **1898**: 232-233, Wien.
- LAUBE, G. C. (1895): Vorläufiger Bericht über Schildkrötenreste aus der böhmischen Braunkohlenformation. - Verh. k. k. geol. Reichsanst. **1895**: 391-392, Wien.
- LAUBE, G. C. (1900): Neue Schildkröten und Fische aus der böhmischen Braunkohlenformation. - Abh. d. Deutsch. Nat.-med. Ver. f. Böhmen „Lotos“, **2**: 37-56, Prag.
- LAWLEY, R. (1876): Novi studi sopra ai pesci e altri Vertebrati fossili delle colline toscane. - Seperatum, Firenze occ. cit.
- LIEBUS, A. (1930): Neue Schildkrötenreste aus den tertiären Süßwassertonen von Preschen bei Bilin in Böhmen. - Rozprawy Statniho Geol. Ust. Ceskoslov. Rep., **4**, 57 S., Prag.
- LÖNNBERG, E. (1896): Linnean [sic.] type-specimens of birds, reptiles, batrachians and fishes in the Zoological Museum of the R. University in Upsala [sic.]. - Bih. K. Svenska Vetensk. Akad. Handl., **22**: 1-45, (Nach WEBB 1985).

- LOVERIDGE, A. & WILLIAMS E. E. (1957): Revision of the African tortoises and turtles of the Suborder Cryptodira. - Bull. Mus. Comp. Zool., **115**: 163-557, many figs. and maps, Chicago.
- LYDEKKER, R. (1889): Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History): Part III. The Order Chelonia. - 239 S., 53 Fig., London.
- MEYER, H. v. (1844): *Aspidonectes gergensi* etc. - N. Jb. Min. Geol., 564-567, Stuttgart.
- MEYER, H. v. (1865): Ueber die fossilen Reste von Wirbelthieren, welche die Herren SCHLAGINTWEIT von ihren Reisen in Indien und Hoch-Asien mitgebracht haben. - Palaeontographica, **XV**, 32-35, Taf. V-VI, Cassel.
- MEYLAN, P. (1984): Evolutionary relationships of recent Trionychid turtles: Evidence from shell morphology. - Stud. Geol. Salamanca, vol. espec. 1 (Stud. Palaeocheloniologica I), 169-188, Salamanca.
- MEYLAN, P. (1987): The phylogenetic relationships of soft-shelled turtles (family Trionychidae). - Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **186**, 1, 1-101, 34 fig., 22 tpls., New York.
- MLYNARSKI, M. (1969): Die fossilen Schildkröten in den ungarischen Sammlungen. - Acta zool. Cracov., T. XI, **8**, 223-288, 15 Abb., 6 Taf., Kraków.
- MLYNARSKI, M. (1976): Testudines. - In: Encyclopedia of Paleoherpology, Part 7, 130 S., Stuttgart, New York.
- MOTTL, M. (1967): Neue Schildkrötenreste aus dem Mittelmiozän SW-Österreichs. - Carinthia II, Mitt. d. Naturw. Ver. f. Kärnten, **77**. bzw. **157**. Jg., 169-182, 4 Abb., Klagenfurt.
- OGUSHI, K. (1911): Anatomische Studien an der japanischen dreikralligen Lippenschildkröte (*Trionyx japonicus*). - Morph.Jahrb., **43**, 1-106, Jena.
- OWEN, R. (1849): Monograp of fossile Reptiles from the London Clay. Part I. Chelonia. - Palaeontograf. soc., London.
- PAUNOVIĆ, M. (1986): Revision of the Species *Trionyx croaticus* Koch, 1915. - Studies in Herpetology, Rocék Z. (ed.), pp. 183-186, Prague.
- PETERS, K. F. (1855): Schildkrötenreste aus den österreichischen Tertiär-Ablagerungen. - Denkschr. math.- naturwiss. Cl. Akad. Wiss. Wien, Bd. **IX**: 1-22, 11 Taf., Wien.
- PETERS, K. F. (1858): Beitrage zur Kenntniss der Schildkrötenreste aus den oesterreichischen Tertiaerablagerungen. - Beitr. z. Palaeont. v. Oesterreich, F. v. HAUER (Hrsg.), **1**: 59-64, Taf. I-IV, Wien.
- PRITCHARD, P. C. H. (1988): A survey of neural bone variation among recent chelonian species, with functional interpretations. - Acta zool. Cracov., **31** (26): 625-686, Kraków.
- REINACH, A. v. (1900): Schildkrötenreste im Mainzer Tertiärbecken und in benachbarten ungefähr gleichaltrigen Ablagerungen. - Abh. Senckenb. Naturf. Ges., **28**: 1-135, Frankfurt a. M.

- REINACH, A. v. (1903): Vorläufige Mitteilungen über Schildkröten aus dem ägyptischen Tertiär. - Zool. Anz., 1903, Jena.
- SCHMUT, H. (1924): Ein untermiocaener Reptilienschädelausguß. - Centralbl. Min. etc., 117-119.
- SIEBENROCK, F. (1902): Zur Systematik der Schildkrötenfamilie Trionychidae. - Sitz.-Ber. Akad. Wiss. math. naturwiss. Kl., Abt. I, **111**: 807-846, 18 Ann, Wien.
- SMITH, H. M. & SMITH R. B. (1979): Synopsis of the Herpetofauna of Mexico. Vol. IV: Guide to Mexican Turtles, Bibliographic Adendum III. - 1044 pp, 64 pls., 46 maps, John Johnson, North Bennington, Vt.
- SZALAI, T. (1932): Verzeichnis der ungarischen Testudinaten. - Földtái Közlöny, **62**: 1-3, Budapest.
- TEPPNER, W. (1913): Südsteirische *Trionyx*-Reste im Kärntner Landesmuseum in Klagenfurt. - Verh. k. k. geol. Reichsanst., Jg. **1913**, 322-332, 1 Abb., Wien.
- TEPPNER, W. (1914): Zur phylogenetischen Entwicklung der „protriunguiden Trionyciden“ des Tertiärs und *Trionyx petersi* var. *trifailensis* nov. var. aus dem Miozän von Trifail in Steiermark. - Centralbl. Min., Geol. u. Pal., Jg. **1914**: 628-638, Stuttgart.
- WALKER, C. A. & MOODY R. T. L. (1974): A new trionychid turtle from the Lower Eocene of Kent. - Palaeontology, **17**: 901-907, pl. 118, London.
- WEBB, R. C. (1985): Taxonomic Status of *Testudo rostrata* THUNBERG, 1787 (Testudines, Trionychidae). - Herpetologica, **41**(1): 84-88, 1 fig.
- WERMUTH, H. & MERTENS R. (1961): Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. - 422 S., Fischer, Jena.
- WINKLER, T. C. (1869a): Des Tortues fossiles conservées dans le Musée Teyler et dans quelques autres Musées. - Arch. Mus. Teyler, Vol II: 73-80, Taf. XV, Harlem.
- WINKLER, T. C. (1869b): Deux nouvelles Tortues fossiles. - Arch. Néerland. Sc. exact. et nat., **4**: 34-350, La Haye.
- ZHAO, E. & ADLER K. (1993): Herpetology of China. - Society for the Study of Amphibians and Reptiles, CCNo. 92-61941, 522 S., 42 Abb., 48 Farbtbf., Oxford, Ohio.

IM TEXT NICHT SPEZIELL ANGEFÜHRTE LITERATUR¹¹:

- BOESSNECK, J. & VON DEN DRIESCH A. (1982): Studien an subfossilen Tierknochen aus Ägypten. - In: MÜLLER, H. W. & BARTA, W. (Hrsg.): Münchner Ägyptologische Studien, S. 58-101, Taf. 6-7, Deutscher Kunstverlag München - Berlin.
- EIKAMP, H. (1978): Zur obermiozänen Kieselgurlagerstätte von Beuern (Kreis Gießen) und ihrer ehemaligen Flora und Fauna. - Jber. wetterau. Ges. Naturk., 129.-130. Jg., S. 91-103, Hanau.
- GAFFNEY, E. S. & MEYLAN P. (1988): A phylogeny of turtles. - in: M. J. BENTON (ed.): The phylogeny of tetrapods, Vol. 1: Amphibians, Reptiles, Birds; Systematics Association Special Volume No. 35A, pp. 157-219, Clarendon Press, Oxford.
- HERITSCH, F. (1910): Ein Jugendexemplar von *Trionyx Petersi* R. Hoernes aus Schönegg bei Wies. - Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, Jg. **46**, 1909, 348-355, 1 Abb., Graz.
- HOERNES, R. (1882): *Trionyx*-Reste des Klagenfurter Museums von Trifail in Steiermark. - Verh. k. k. geol. Reichsanst., Jg. **1882**: 39-40, Wien.
- KATZMANN, L. (1990): Tierknochenfunde aus Elephantine in Oberägypten (Grabungsjahre 1976 bis 1986/87) - Vögel, Reptilien, Fische und Mollusken. - 138 S., 3 Taf., 22 Tab., 6 Diagr., 6 Fig., 1 Karte, Diss. Univ. München.
- KRUMMBIEGEL, G. (1963): Trionychidenfunde (Flußschildkröten) der Gattung *Trionyx* GEOFFROY 1809 aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales. - Geologie, **12** (2): 196-223, 9 Abb., 5 Taf., Berlin.
- MEYER, H. v (1860): Eier von (*Trionyx*) *Aspidonectes gergensi* etc. - N. Jahrb. Min., Geogn., Geol., 556-560, Stuttgart.
- MICKLICH, N. (1996): Percoids (Teleostei, Perciformes) from the oilshale of the Messel Formation (Middle Eocene, Lower Geiseltalian): An ancient speciation ?. - Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr., **21**: 113-127, 21 fig.
- MOODY, R. T. J. & WALKER C. A. (1970): A new trionychid turtle from the British Lower Eocene. - Palaeontology, **13** (3): 503-510, Table 102, 5 text-figs., London.
- PETERS, K. F. (1868a): Zur Kenntniss der Wirbelthiere aus den Miocenschichten von Eibiswald in Steiermark. I. Die Schildkrötenreste. (Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.). - Verh. k. k. geol. Reichsanst., Jg. **1868**; Nr. 1-18, S. 233, Wien.
- PETERS, K. F. (1868b): Zur Kenntniss der Wirbelthiere aus den Miocenschichten von Eibiswald in Steiermark. I. Die Schildkrötenreste. - Sitzber. math.- naturwiss. Cl. Akad. Wiss., **29**: 111-124, 1 Abb., 3 Taf., Wien.
- PETERS, K. F. (1881): Der Schädel von *Trionyx stiriacus*. - Verh. k. k. geol. Reichsanst., Jg. **1881**: 221-222, Wien.

¹¹ Gehört zu Gesamtzusammenhang von KARL 1997.

- TEPPNER, W. (1914a): *Trionyx pliocenicus* Lawley=*Trionyx Hilberi* R. Hoernes. - Centralbl. Min., Geol. u. Pal., Jg. **1914**: 29-31, Stuttgart.
- TEPPNER, W. (1914b): Fossile Schildkrötenreste von Göriach in Steiermark. - Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., **50**: 95-98, 2 Fig., Graz.
- WALKER, C. A. & MOODY R. T. J. (1985): Redescription of *Eurycephalochelys*, a trionychid turtle from the Lower Eocene of England. - Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), **38** (5): 373-380, London.

Anschrift des Autors:

Dr. Hans-Volker KARL, Institut für Geologie und Paläontologie, Hellbrunnerstraße 34, A- 5020 Salzburg

Erläuterungen zu den Tafeln 1-10:

- Tafel 1: Palatinale Schädelansichten von *Amyda cartilaginea* zum Vergleich nach KARL (1997). Fig. 1: CK 31, rezent. Fig. 2: IGPW 1897 IV 1 (Holotypus zu *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 = Homonym), darunter Ausschnitt mit rekonstruiertem Processus mastoideus. Maßstäbe 1 cm.
- Tafel 2: *Amyda cartilaginea* (Homonym *Trionyx rostratus* ARTHABER 1998) nach KARL (1997). Fig. 1: Schädel von dorsal. Fig. 2: Mandibula von lateral sin. Fig. 3: Mandibula in Alveolaransicht. Maßstäbe 1 cm.
- Tafel 3: *Amyda cartilaginea* (Homonym *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898). Diskus IGPW 1897/IV (Original verschollen) nach ARTHABER (1898: Taf. XXV, S. 181). Maßstab 5 cm.
- Tafel 4: *Amyda cartilaginea*, Panzerreste nach KARL (1997). Fig. 1: Diskus CK 31 von dorsal zum Vergleich mit Tafel 3. Fig. 2: Plastron von CK 31, Terminologie siehe Abb. 3. Fig. 3 und 4: Fragmente der Epiplastra vom Homonym *Trionyx rostratus* ARTHABER 1898 IGPW 1897/IV 7. Maßstab 1 cm.
- Tafel 5: Schädelreste von *Trionyx triunguis* (syn. *Trionyx petersi* HOERNES 1881) aus dem Miozän von Feisternitz/Österreich IPGP Nr. 5789. Fig. 1: Dorsalansicht. Fig. 2: Palatinalansicht. Fig. 3: Mandibula auf dem Schädelrest in situ von ventral. Vergleiche die identischen Verhältnisse mit Tafel 6, Abb. 5 und Abb. 6, Fig. 2. Maßstab 1 cm. Foto: Kierein, LMJ, Bild und Tonarchiv Graz.
- Tafel 6: Prähistorischer Schädelrest von *Trionyx triunguis* aus Ägypten, IPDM Nr. 163036 nach KATZMANN (1990) und KARL (1997). Fig. 1: Dorsalansicht. Fig. 2: Palatinalansicht. Vergleiche die identischen Verhältnisse mit Tafel 5, Fig. 2, Abb. 5 und Abb. 6, Fig. 2.
- Tafel 7: Diskusmaterial zu *Rafetoides austriacus* (PETERS 1868), syn. *Trionyx messelianus* REINACH 1900 nach KARL (1997). Fig. 1: HLMD Nr. Me 1454, Grube Messel. Fig. 2: HLMD Nr. Me 1457, Grube Messel. Fig. 3: HLMD Nr. Me 1460, Grube Messel. Fig. 4: HLMD Nr. Me 5509, Grube Messel. Fig. 5: HLMD Nr. Me 6212, Grube Prinz von Hessen, stark korrodiert. Fig. 6: HLMD Nr. Me 5494, Grube Messel. Maßstäbe 4 cm.

Tafel 8: Plastronmaterial zu *Rafetoides austriacus* (PETERS 1868), syn. *Trionyx messelianus* REINACH 1900 nach KARL (1997). Fig. 1: HLMD Nr. Me 1460 mit Kallositäten auf den Xiphiplastra. Fig. 2: HLMD Nr. Me 5494 mit Kallositäten auf den Xiphiplastra. Fig. 3: HLMD Nr. Me 606. Fig. 4: HLMD Nr. Me 5490, medianes Hyohyoplastronfragment sin. Fig. 5: SMNF Nr. R 106, medianes Hyoplastronfragment dex. (zum Typusmaterial von *T. messelianus*). Maßstäbe 4 cm (Fig. 1-4) und 2 cm (Fig. 5).

Tafel 9: Dorsalansicht von *Rafetoides austriacus* (PETERS 1868) HLMD Nr. Me 5036 (Schausammlung) auf Kunstharzmatrix, Körperproportionen. Die große Schwanzlänge kann auf ein männliches Individuum hindeuten. Nach KARL (1997).

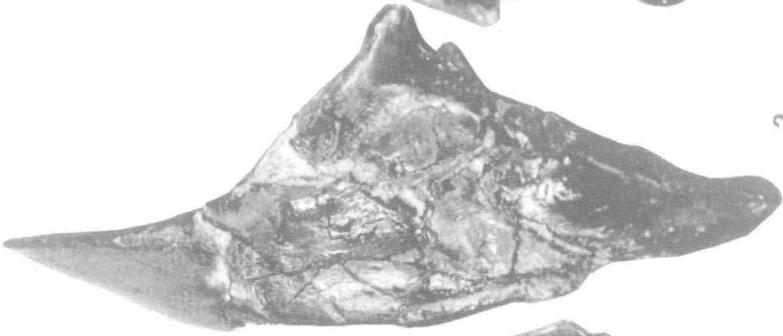
Tafel 10: Vergleiche am Diskusornament. Tesselater Typ: Fig. 1: Diskus von *Trionyx triunguis* MNG 2990 und Fig. 6: *Rafetoides austriacus* SMF Nr. R 106 (Originalmaterial zu *Trionyx messelianus* REINACH 1900). Leistenförmiger Typ, z.T. mit knopfförmigen Auflösungen: Fig. 2: *Trionyx triunguis* MNG 4719, Fig. 3: Ausschnitt aus Fig. 2 und Fig. 5: *Rafetoides austriacus* HLMD Nr. Me 1460, Ausschnitt. C/II bei Fig. 5 und 6, C/II bis C/III bei Fig. 1-3, C/IV bei Fig. 4: *Rafetoides austriacus* HLMD Nr. Me 4194.



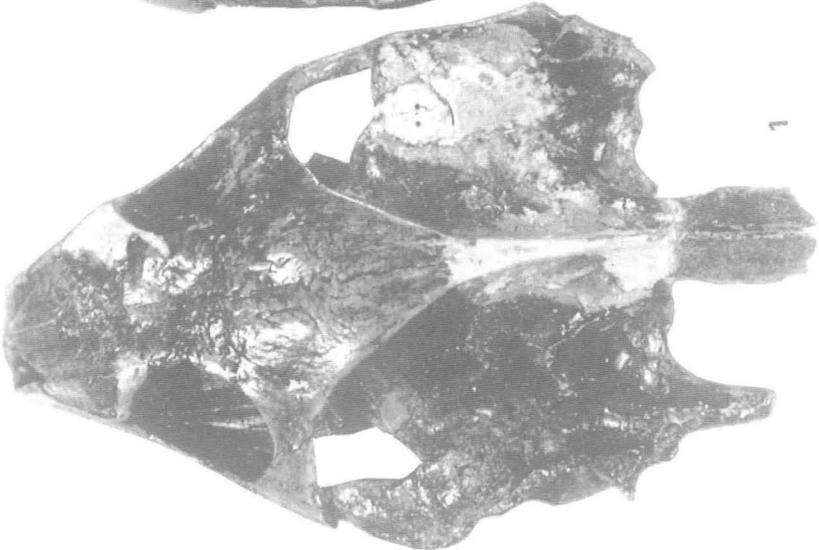
Tafel 1



3

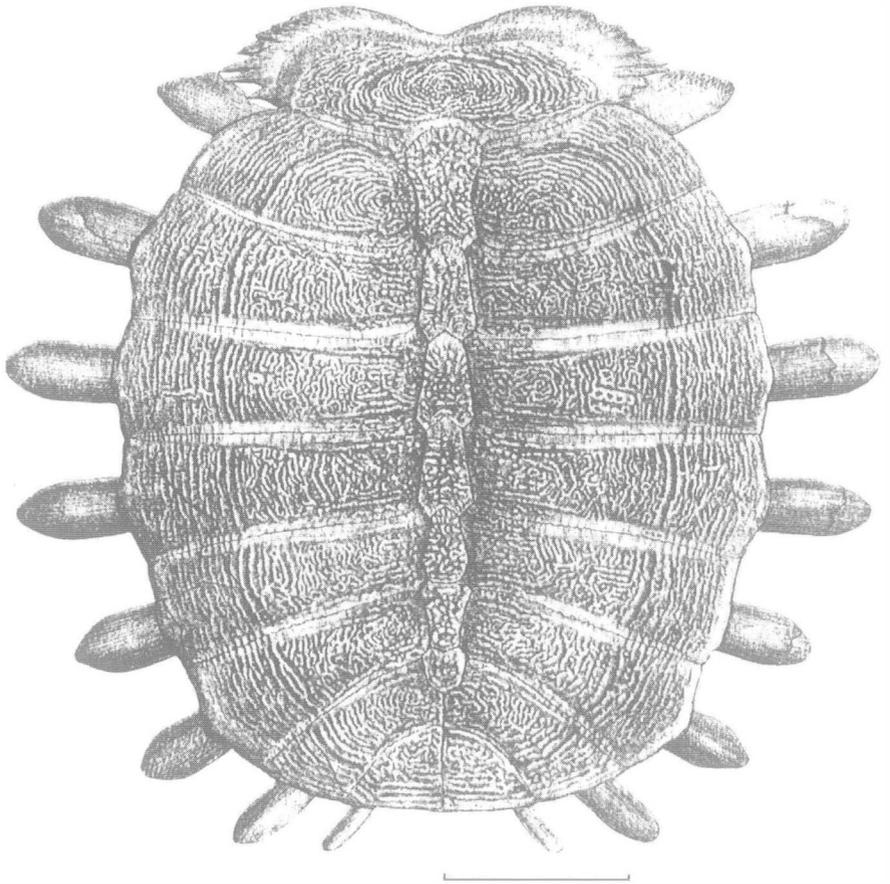


2

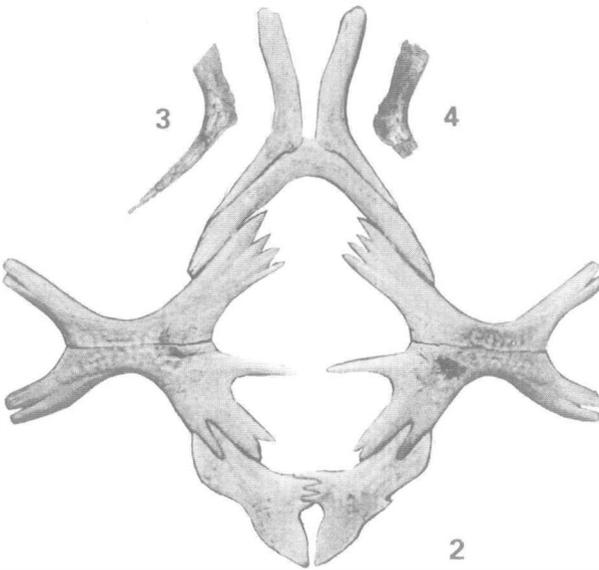
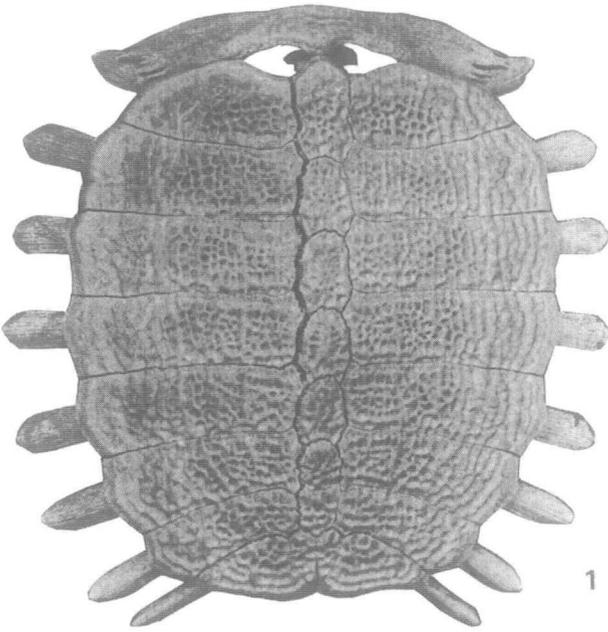


1

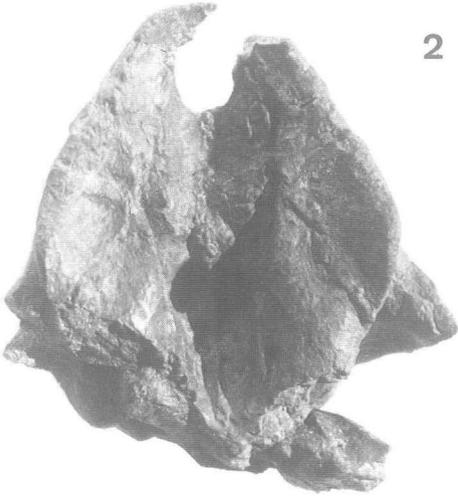
Tafel 2



Tafel 3



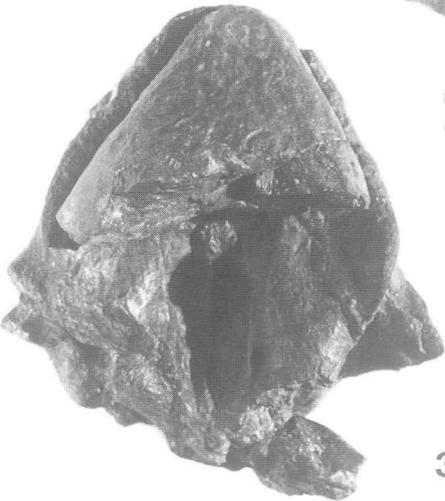
Tafel 4



2



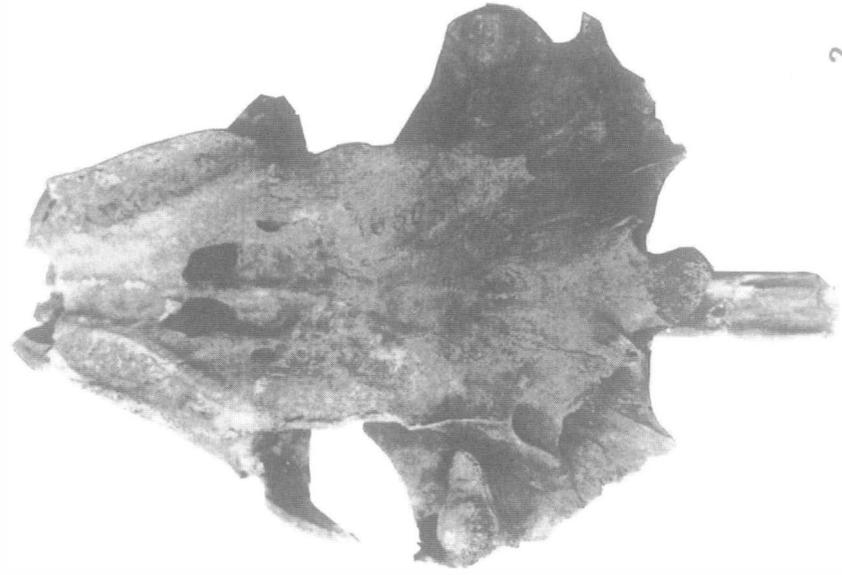
1



3



Tafel 5

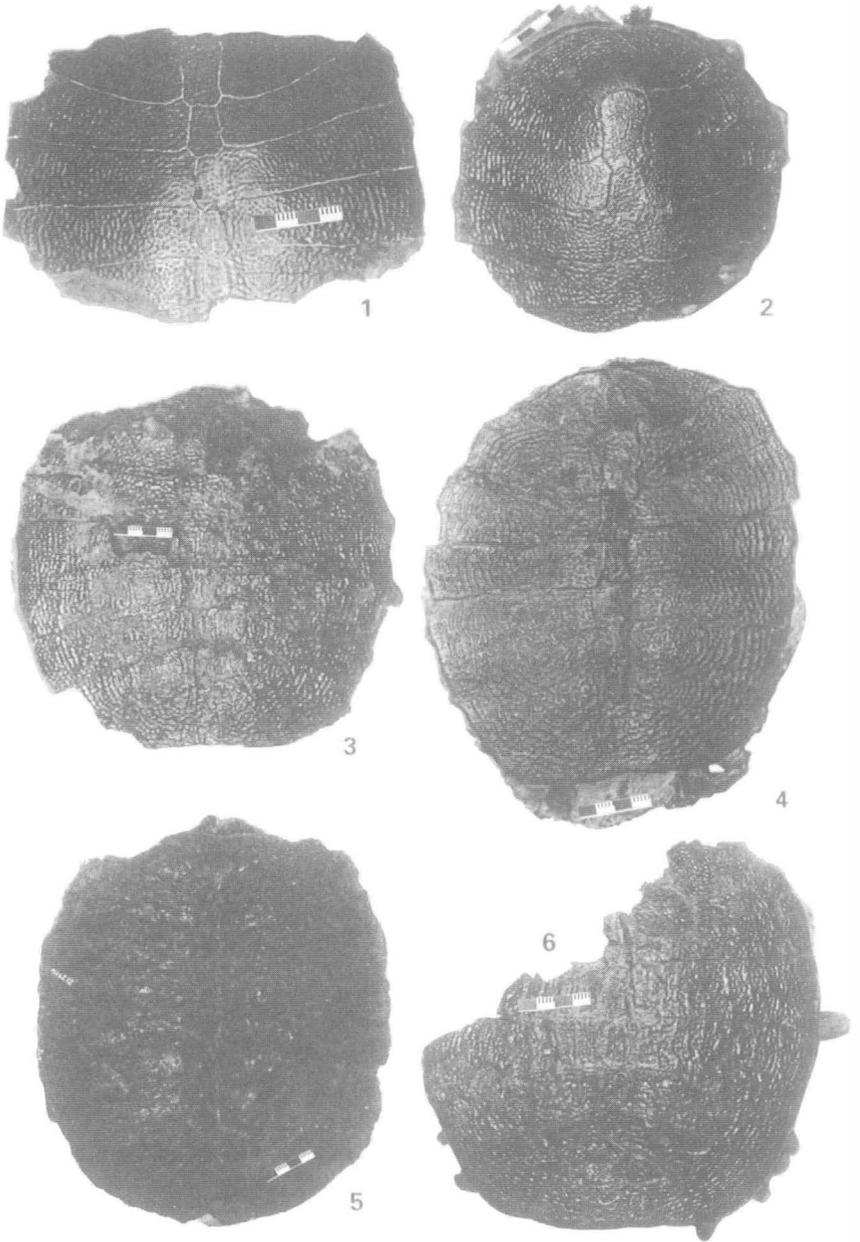


2

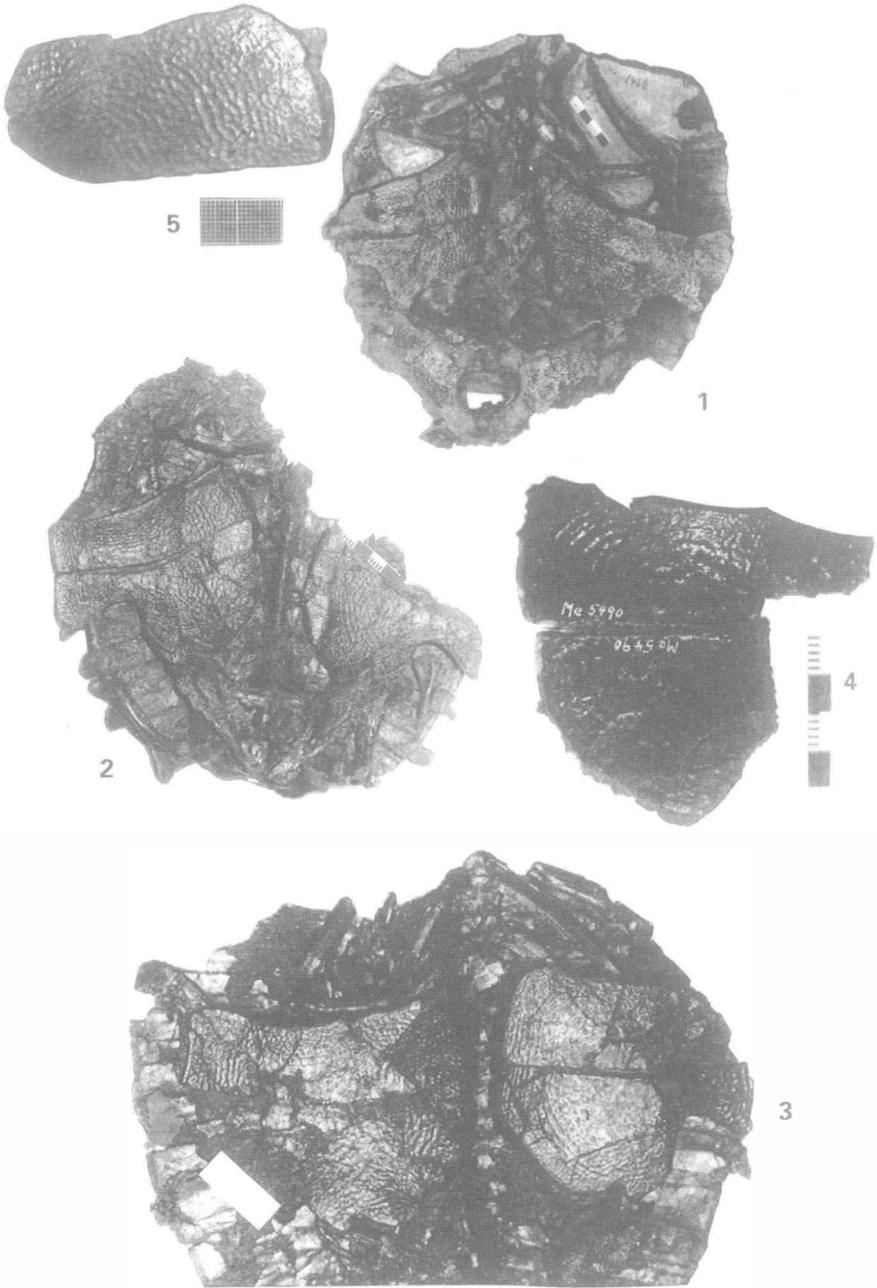


1

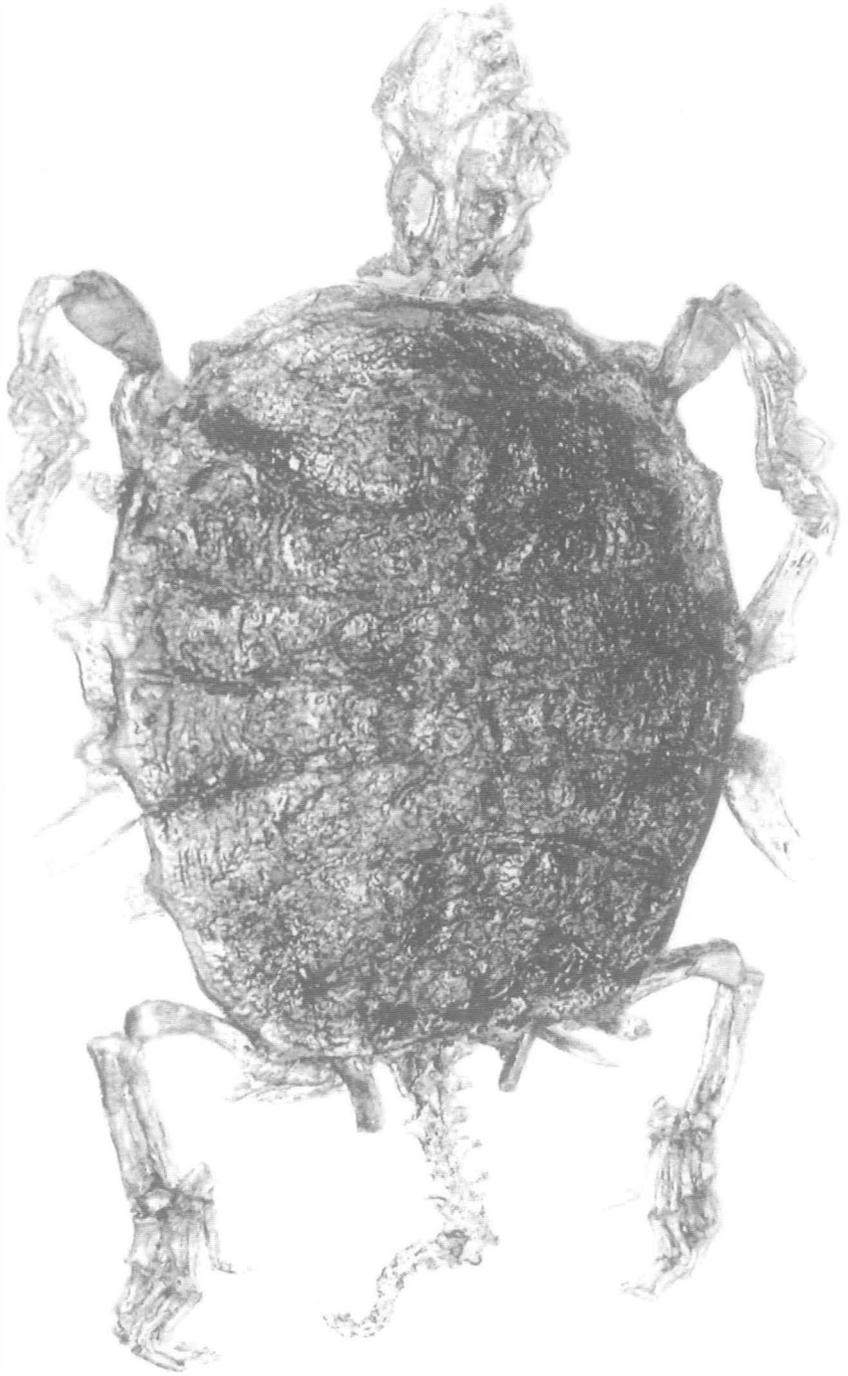
Tafel 6



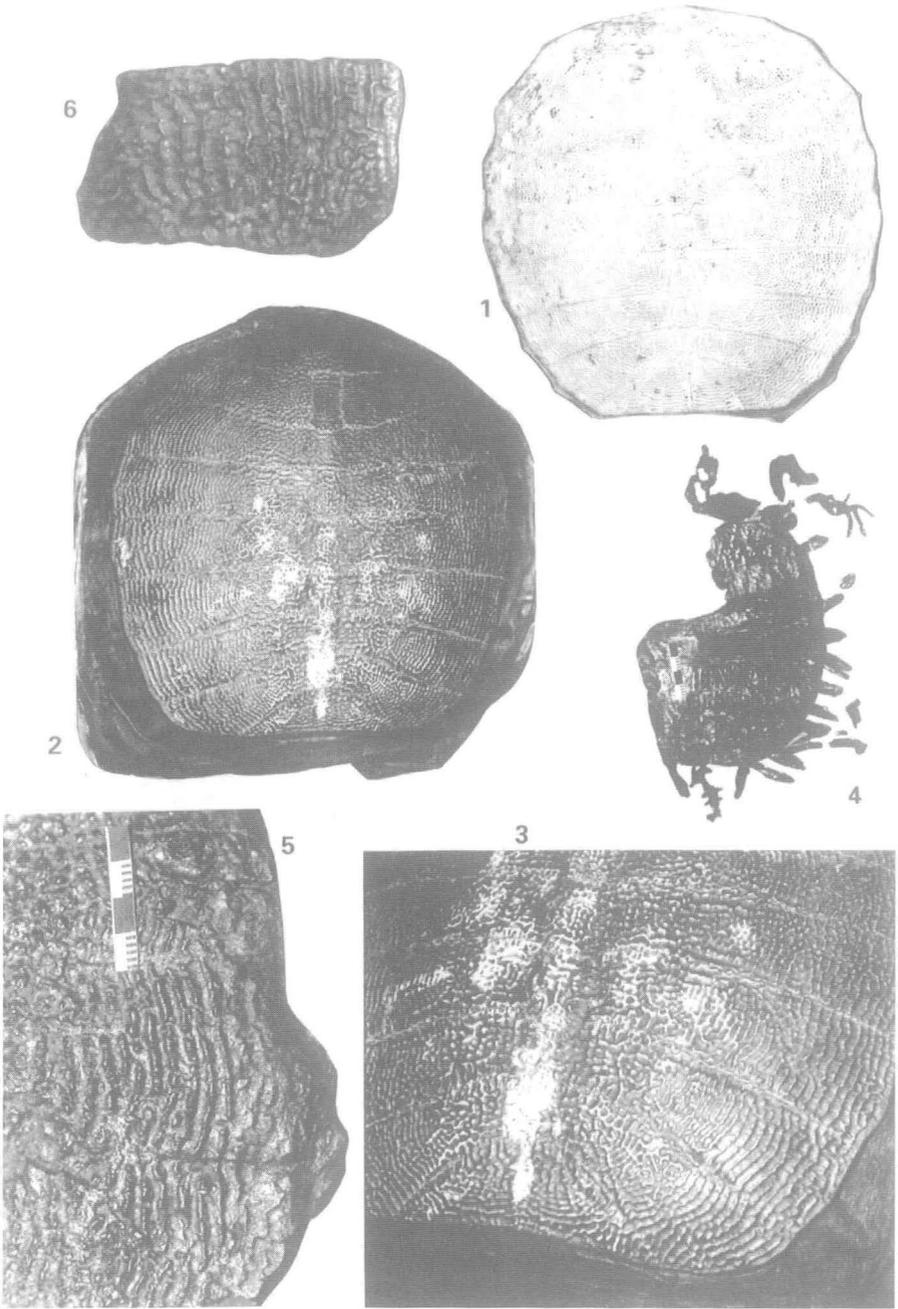
Tafel 7



Tafel 8



Tafel 9



Tafel 10

***Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. und die Taxonomie und Evolution der Osteopygidae (Testudines: Chelonioidea)**

***Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp., and the taxonomy and evolution of the Osteopygidae (Testudines: Chelonioidea)**

Hans-Volker KARL, Gottfried TICHY & Horst RUSCHAK

Mit 10 Abbildungen und 2 Tafeln

Abstract

A note regarding a new Cretaceous genus of the sea turtle family Osteopygidae from the Phosphates of Morocco/Northwest Africa is given. Comments are made on the taxonomic position of the new taxa *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. to relation to the evolution of the other hitherto known Osteopygidae. Further material of *Osteopygis* aff. *sculptus* STAESCHE 1929 from Chile/South America is described.

Key words: *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp., *Osteopygis* aff. *Sculptus* STAESCHE 1929, Osteopygidae, Upper Cretaceous, Morocco, Chile, taxonomy, evolution.

Einleitung

Aus den marokkanischen Phosphaten wurden bisher noch keine Seeschildkrötenreste beschrieben (MOODY 1976). Er selbst stellte die Reste eines großen Vertreters der Pelomedusidae vor (MOODY 1976). Die von BERGOUNIOUX (1952) aus den benachbarten Lokalitäten dieser Phosphatlagerstätte in Tunesien beschriebenen Taxa an Seeschildkröten gehören nach MOODY (1981) zu den Cheloniidae (*Lytoloma* = *Nomen vanum*) und den Dermochelyoidea (*Thalassochelys teste* BERGOUNIOUX 1956 non Cheloniidae). Ebenfalls aus den tunesischen Phosphaten wurden die pelomedusiden Genera *Gafsachelys* DE STEFANO 1903, *Eusarkia* BERGOUNIOUX 1952 und *Crassachelys* MOODY 1972 bekannt, die nach DE BROIN (1988) unter

Berücksichtigung der Variabilität der Neuralia bei den Pelomedusidae Beziehungen zum kosmopolitischen Genus *Taphrosphys* COPE 1869 zeigen (s.a. MLYNARSKI 1969, 1976).

Das fossile Seeschildkröten-Genus *Osteopygis* COPE 1868 ist gewöhnlich aus der Kreide Nordamerikas und dem Paläogen von Nordamerika und Zentraleuropa bekannt. Nunmehr liegt ein gut ansprechbares Calvarium aus dem Phosphat der Kreide von Marokko vor, welches sich auf ein den Genera *Ctenochelys* ZANGERL 1953 und *Osteopygis* COPE 1868 nahestehendes Taxon beziehen sowie Aspekte der Evolution innerhalb der Osteopygidae erkennen läßt.

Ein Überblick über die stratigraphische und paläogeographische Verbreitung der Osteopygidae wird gegeben.

Abkürzungen: **IGPS** = Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Salzburg; **SFMF** = Forschungsinstitut und Museum Senckenberg Frankfurt am Main.¹

Systematische Paläontologie

Ordo Testudines LINNAEUS 1758
Suprafamilia Chelonioidea BAUR 1863
Familia Osteopygidae BAUR 1895
Genus typicus *Osteopygis* COPE 1868

Diagnose: Für die drei bis jetzt bekannten Genera *Osteopygis* COPE 1868, *Erquelinnesia* DOLLO 1887 sowie dem eventuellen Synonym von *Osteopygis*, *Rhetechelys* HAY 1908 geben ZANGERL (1971), GAFFNEY & MEYLAN (1988) und auch MOODY (1993) folgende kennzeichnende Synapomorphien an:

- Wenig abgerundetes Cranium mit kurzem und spitzen Rostrum sowie dorsal ausgerichteten Orbitae.
- Ausgedehntes vollständiges sekundäres Palatinum mit einer Choanepassage, der Vomer-Pfeiler ist länger als bei anderen Schildkröten.
- Unterkiefer im Gegensatz zu anderen Seeschildkröten mit sehr langer Symphyse.

¹ Herrn Dr. Plodowski vom SFMF sei für die Bereitstellung von Daten und Unterlagen sowie die Genehmigung zur Bearbeitung eines Abgusses des Materials SFMF Nr. R 4151 herzlich gedankt. Herr Harry Breitkreutz aus Enger stellte dankenswerterweise das Material IGPS Nr. 590 zur Verfügung.

Species typica *Osteopygis emarginatus* COPE 1868

Bekannte Verbreitung: Barnesboro, New Jersey, USA; Greensand, Obere Kreide (Tinton Sand) bis frühes Eozän (Manasquan Formation).

Weitere Spezies: *Osteopygis roundsi* WEEMS 1988, Pamunkie River bluffs, Virginia, USA; Aquia Formation, Thanetien, Oberpaläozän; *Osteopygis salisburgensis* KARL 1996, Haunsberg bei St. Pankraz, Salzburg, Österreich; Unteres Cuisium, Untereozän.

Diagnose: Sekundäres Palatinum und Dentale stark entwickelt, Unterkiefer-symphyse lang aber kürzer als bei *Erquelinnesia*; Cervicale mehrfach breiter als lang oder vollständig fehlend, Peripheralfontanellen, wenn vorhanden klein, Plastron klein, Epiplastra klein.

***Osteopygis aff. sculptus* STAESCHE 1929**

(Tafel 2, Abb. 3)

Locus typicus: Cap Peligro vom Pic von Salamanca (80 km nördlich von Comodoro Rivadavia, Patagonien, Südamerika).

Stratum typicum: Obere Kreide.

Typusmaterial: Carapaxfragmente (STAESCHE 1929).

Neues Material:

Lokalität: Quiriquina/Chile.

Horizont: Senonien, obere Kreide.

Material: SFMF Nr. R 4151, nahezu vollständiger Schädel, Erwerb 1949 im Tausch durch Prof. Dr. K. Falke.

Diagnose: Ein Paar Nasalia vorhanden; Processus pterygoideus externus et posterius überlagert; Nasalpassage weniger weit ausgedehnt; palatino-maxillare Suturen enden lateral vor den posterioren Palatinalprocessus.

Neubeschreibung: Eine ausgedehnte sekundäre Palatinalregion ist vorhanden, auch paarige Nasalia und Praemaxillaria. Der Schädel ist fast so breit wie lang, mit stark entwickelter Temporalregion. Die Orbitae sind deutlich dorsalwärts gelagert und werden von Frontalia, Praefrontalia, Postorbitalia, Jugalia sowie Maxillaria eingefaßt. Eine Eminentia parietalis ist unmittelbar am ersten Drittel posteriorwärts der Parietaliasuture angedeutet. Auf der gleichen Transversalebene entsteht durch eine nach anterior gerichtete starke Abflachung eine auffällige Wölbung. Die Praefrontalia sind untereinander sowie mit den Maxillaria alternierend. Das Foramen stapedio-temporale ist bei langgestrecktem ausgedehntem Hof groß, das Foramen magnum trigonal abgerundet. Die Foramina nervi hypoglossi liegen im

Abstand der Ausdehnung des Hofes des Foramen jugulare posterius von diesem entfernt. Der Condylus occipitalis zeigt sich konkav, dreiteilig, wobei der gesamte Occipitalbereich stark entwickelt ist. Occipitalwärts gerichtete kräftig ausgeprägte Processus pterygoideus externus sind als laterale Bildung der sekundären Palatinalregion ohne Beteiligung der Maxillaria stark ausgeprägt. Die gesamte Maxillariafläche ist nahezu eben mit regelmäßiger feiner Struktur. Die Schädellänge beträgt ca. 200 mm, wobei geringe Teile des posterioren Tectumrandes nicht erhalten sind.

Genus *Osteopygoides* gen. nov.

Species typica: *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp.

Locus typicus: Khouribga-Phosphatlager, Marokko, Nordwest Afrika.

Stratum typicum: Maastrichtien (ARAMBOURG 1952).

Holotypus: IGPS No. 590/1; Basales Schädelfragment (Tafel 1).

Paratypus: IGPH Nr. 590/2; Gegenplatte der Palatinalregion.

Derivatio nominis: *oides* = zu Osteopygidae i.e.S. gehörig; *priscus* = (lat.) alt, altertümlich.

Diagnose: Sekundäres Palatinum unter Einbeziehung des anterioren Teiles des Vomer vorhanden, aber kurz; Vomerpfeiler vermittelt säulenförmig zwischen sekundärem und primärem Vomerbereich; Apertura narium interna posterior der Foramina orbitonasalis positioniert und mit den posterioren Enden der lateralen Maxillariakanten in einer Linie liegend.

Osteopygoides priscus n. gen. n. sp.

(Tafel 1, Abb. 2)

Beschreibung des Holotypus: Original zu Tafel 1. Der Holotypus IGPS Nr. 590/1 besteht aus dem vollständigen und nahezu unversehrten Basalbereich eines Schädels. Lediglich das Tectum fehlt großflächig bzw. ist im squamosalen Bereich stark verdrückt erhalten. Der Paratypus IGPS Nr. 590/2 besteht aus der Gegenplatte der Palatinalregion. Die Praemaxillaria sind paarig und etwa so lang wie der sekundäre anteriore Teil des Vomer, welcher posterior in einem stumpfen Zapfen endet, die paarigen posterioren Öffnungen der Apertura narium interna trennt und in Richtung der anterioren Enden der sekundären medianen Kanten der Pterygoidei zeigt. Auf der Palatinalfläche ist parallel der Maxillariakanten ein leichter gewölbter Maxillarwall angedeutet.

Differentialdiagnose

Die Osteopygidae sind durch ein deutliches sekundäres Palatinum gekennzeichnet, welches von breiten Maxillaria unter Beteiligung der Palatina sowie dem ventralen Teil des Vomer gebildet wird. Die dabei entstehende Choanalpassage ist von einem Vomerpfeiler getrennt (ZANGERL 1971, GAFFNEY 1979, GAFFNEY & MEYLAN 1988). *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. entspricht den wesentlichen genannten Merkmalen dieser Gruppe in Ansätzen.

Große proportionale Ähnlichkeit hat *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. auch mit dem Schädelmaterial von *Ctenochelys stenopora* (HAY 1908) (syn. *Toxochelys enklader*), welches von ZANGERL (1953: Taf. 17) diskutiert wurde (Abb. 1).

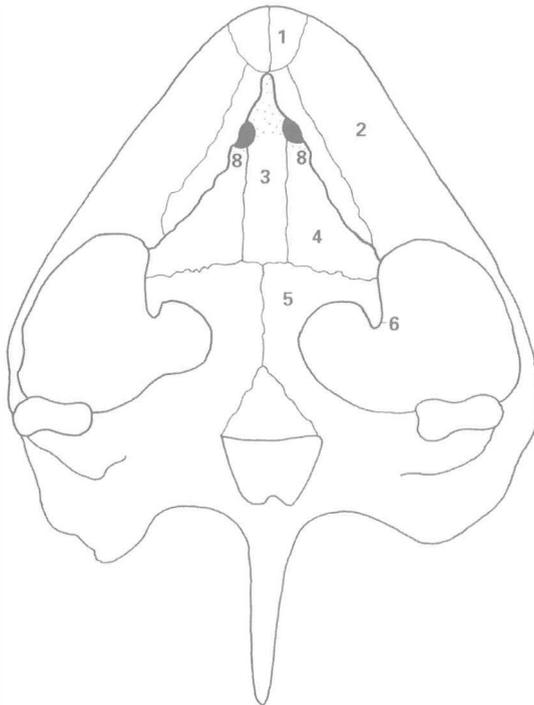


Abb. 1: *Ctenochelys procax*, Conacien, Oberkreide, Kansas; USA, Palatinalansicht, nach GAFFNEY 1979, schematisiert.

Legende für Abb. 1 bis 6: 1. Praemaxillaria, 2. Maxillaria, 3. sekundärer Vomer, 3. primärer Vomer, 4. Palatina, 5. Pterygoidei, 6. Processus pterygoideus externus, 7. Processus pterygoideus posterus, 8. Apertura narius interna.

Nach ZANGERL (1953) zeigt der Schädel eine schmale Schnauzenregion und eine glatte Palatinalfläche, die kürzer als die posteriore Breite ist. Die aufgerauhten medianen Grate der Palatina, wie sie schon von HAY (1908) beschrieben wurden, sind auch bei *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. vorhanden (Abb. 2), aber noch weiter bis zum primären Processus pterygoideus externus hin entwickelt. Diese rugosen Grate sind in ähnlicher Ausprägung auch Merkmal der Spezies *Ctenochelys procax* (HAY 1908) und *Ctenochelys acris* ZANGERL 1953, wobei sie dort noch in einzelne Tuberositäten aufgelöst sind, welche im anterioren Bereich der erst bei den Osteopygidae ausgebildeten sekundären knöchernen und posterior durch die Apertura narium interna begrenzte Choane konzentriert sind. Bei *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. sind die palatinalen Grate hingegen einheitlich verschmolzen und ziehen sich als deutliche Kanten von der Apertura narium interna bis zu den Processus pterygoideus externus durchgehend hin und formen sie mit. Dieses Merkmal kommt bei *Ctenochelys* noch nicht vor (Abb. 1) und stellt das Hauptdifferenzierungskriterium zwischen diesem und der Genera *Osteopygis* (Abb. 3-5) und *Osteopygoides* gen. nov. dar (Abb. 2).

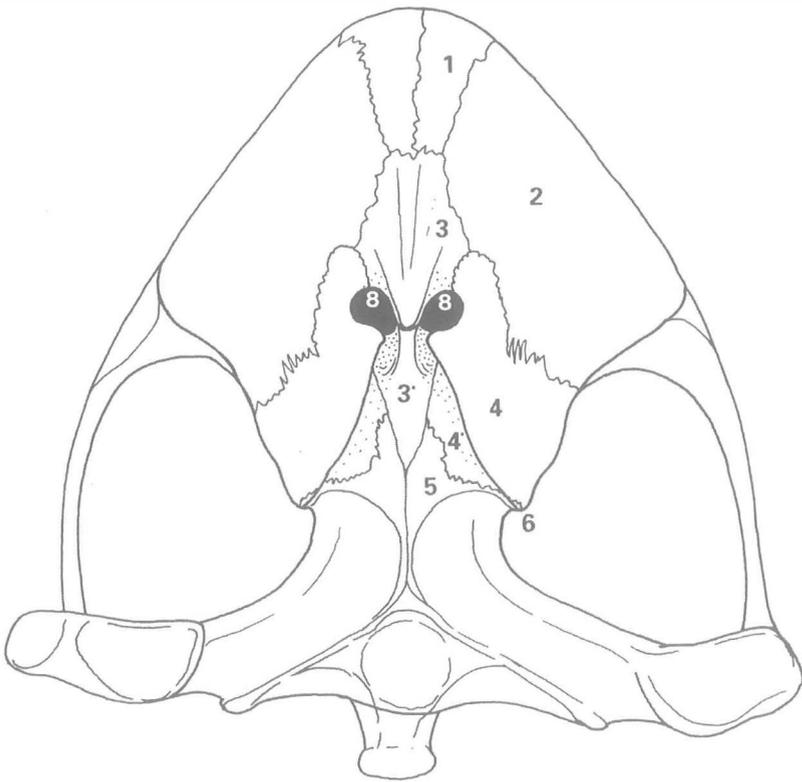


Abb. 2: *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp., IGPS Nr. 590/1, Oberkreide Marokko, Palatinalansicht, schematisiert. Original.

Die in erster Linie für einen näheren differentialdiagnostischen Vergleich in Frage kommenden Taxa, das Genus *Erquelinnesia* und die Spezies von *Osteopygis* zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede zu dem neu beschriebenen Material, besonders in der Morphologie des sekundären Palatinums, worin auch die eigenständige generische Stellung von *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. innerhalb der Osteopygidae gesehen wird. In dessen Ausdehnung nimmt dieses von *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. eine morphologische Ausgangsstellung ein (Abb. 2). Gemeinsam mit den *Osteopygis*-Spezies sind hier paarige Praemaxillaria vorhanden, bei *Erquelinnesia* ein unpaariges (Abb. 6). Die posteriore Ausdehnung des sekundären Palatinums zu den Processus pterygoideus externus sowie deren Größe nimmt von *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. bis *Osteopygis* aff. *sculptus* zu (Abb. 3).

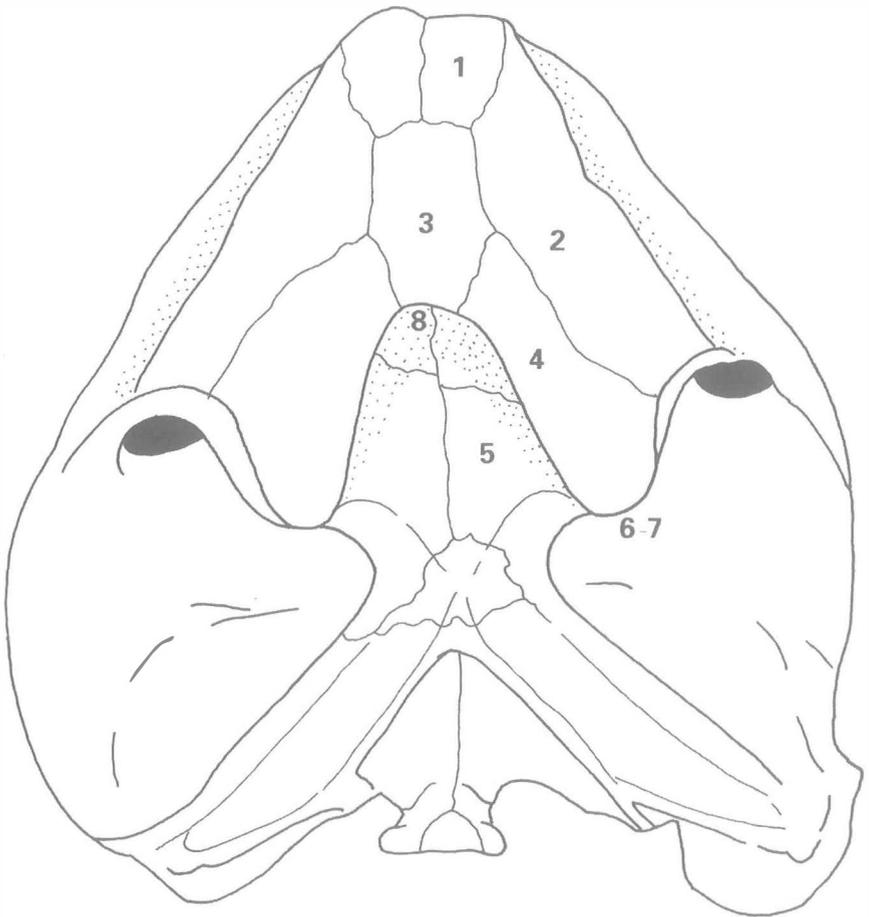


Abb. 3: *Osteopygis* aff. *sculptus*, Senonien, Oberkreide, Quiriquina, Chile, SFMF Nr. R 4151, Palatinalansicht, schematisiert. Original.

Bei *Osteopygis roundsi* (Abb. 5) und wohl auch *Osteopygis emarginatus* (Abb. 4) wird diese Position unter Bildung von sekundären Processus pterygoidei posterior überschritten. Bei *Erquelinnesia* ist letztendlich je ein disjunkter und deutlich ausgeprägter Processus pterygoideus externus et posterius Bestandteile der großflächigen sekundären Palatinalplatte (Abb. 6). Ebenfalls vergrößert sich der Anteil der Palatini an diesen Processus zwischen *Osteopygis priscus*, *Osteopygis* aff. *sculptus* und *Osteopygis roundsi* beträchtlich, um bei *Erquelinnesia* direkt mit den Maxillaria am Bau derer beteiligt zu sein.

Die bislang einzige zentraleuropäische Spezies *Osteopygis salisburgensis* KARL 1996 aus dem Untereozän des Haunsberges bei St. Pankraz (Salzburg, Österreich) ist auf Carapaxkriterien begründet (Abb. 8, Fig. 1) und differiert zu *Osteopygis emarginatus* (Abb. 8, Fig. 2) im fehlenden Cervicale sowie zu *Osteopygis roundsi* (Abb. 8, Fig. 3) in den im Verhältnis zur Länge breiteren Neuralia (KARL 1996).

Osteopygis roundsi wird von WEEMS (1988) folgendermaßen diagnostiziert: "Anterior portion of beak blunt and wide; internal edges of maxillary beak project toward anterior midline at an angle of nearly 90°; roof of mouth has an extensive secondary palate. Width to length ratio of vomer 0.68 (8); vomer having prominent medial keel. Back edge of palate formed by contribution from pterygoids. Carapace and plastron, so far as known, typically osteopygine, costoperipheral fontanels possibly more persistent than those in *O. emarginatus*. Carapace not sculptured, sulci deeply impressed, costal rib heads subrounded in shape."

Hierzu differiert *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. durch das Fehlen des prominenten Mediankiesels des Vomer, zumal dieser je zur Hälfte primär (posterior) und sekundär (anterior) im Palatinalbereich vorliegt. Auch fusionieren die Pterygoidei durch die Untergliederung des Vomer, anterior mit dem sekundären, im posterioren mit dem primären Bereich. Durch die geringere Länge des sekundären Bereichs des Vomer kommt der posteriore Rand des gesamten sehr kurzen sekundären Palatinums weiter nach anterior zu liegen, wodurch die Distanz zum Basisphenoid größer ist als bei *O. roundsi* und die Processus pterygoideus externus im Verhältnis dazu sehr viel weiter posteriorwärts mit der Palatinalfläche fusionieren.

Osteopygis aff. *sculptus* differiert hier durch das Fehlen des prominenten Mediankiesels des Vomer, und dessen Breiten-Längen-Quotienten von 0,55 (Längen-Breiten-Index = 1,48). Charakteristisch für *Osteopygis* aff. *sculptus* sind die Nasalia. Durch die geringere Länge des Vomer kommt der posteriore Rand des sekundären Palatinum weiter nach anterior zu liegen, wodurch sich die Distanz zum Basisphenoid vergrößert und die Processus pterygoideus externus noch gewaltiger erscheinen.

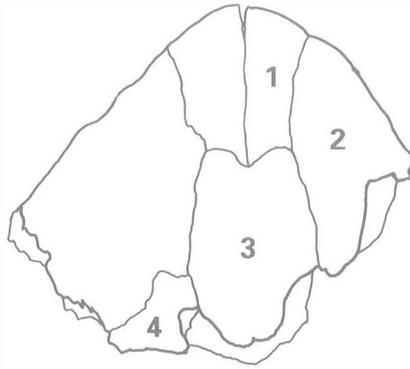


Abb. 4: *Osteopygis emarginatus*, Oberkreide, Barnesboro, New Jersey, USA, Palatinalansicht anterior, nach GAFFNEY 1979, schematisiert.

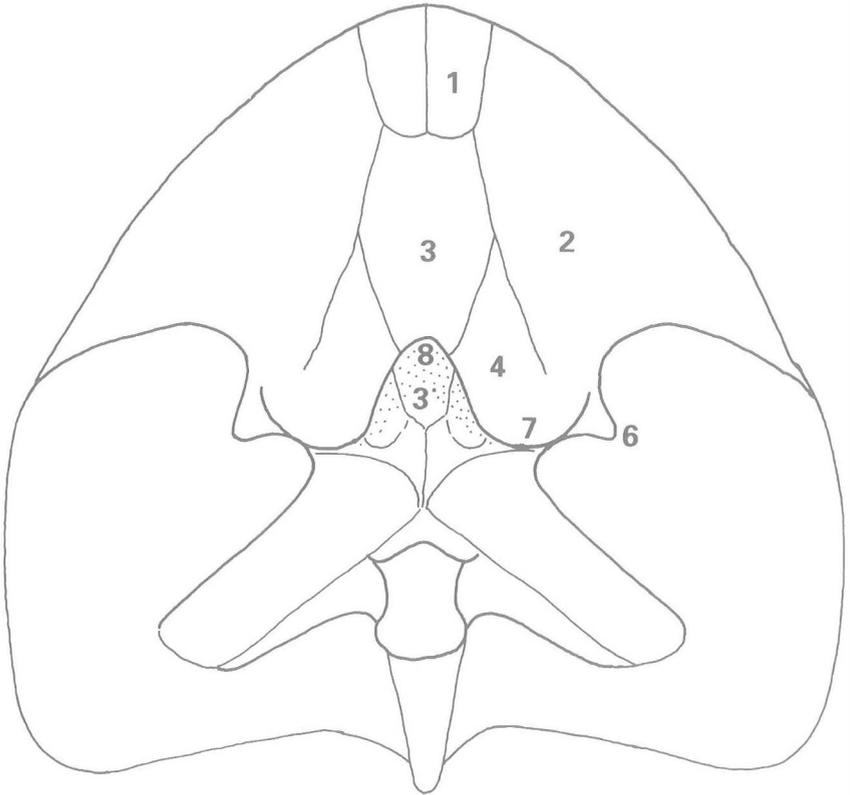


Abb. 5: *Osteopygis roundsi*, Thanetien, Paläozän, Pamunkie River Bluffs, Virginia, USA, Palatinalansicht, Rekonstruktion nach WEEMS 1988, schematisiert.

Im Winkel zwischen der Vomeromaxillarnaht und der Vomeropalatinalnaht liegt ein weiteres Differenzierungskriterium vor. Diese bilden bei *O. roundsi* einen Winkel von 180° d.h. die Suturen liegen in einer Geraden. Bei *O. emarginatus* deutet sich der gleiche Winkel stumpf an, bleibt aber noch spitzer als bei *Osteopygis* aff. *sculptus*. Diese Winkelbeziehungen führen zu den o.g. Beteiligungsverhältnissen der Maxillaria und Palatini an den Processus pterygoidei externus. Bei *O. priscus* gen. et sp. nov. liegen diese beiden Suturen ebenfalls auf einer idealisierten Geraden, wobei die Vomeropalatinalnaht zur Palatinopterygoidalnaht parallel verläuft und im Processus pterygoideus endet. Letztere ist nur bei *O. priscus* gen. et sp. nov. von palatinal vollständig einzusehen, da diese auf dem noch freien unbedeckten primären Palatinum liegt. *Osteopygoides priscus* gen. et sp. nov. und *Osteopygis* aff. *sculptus* zeigen als einzige bis jetzt bekannte Spezies keine Beteiligung der Maxillaria an den Processus pterygoideus. Bei *O. roundsi* ist der betreffende Bereich nicht vollständig bekannt.

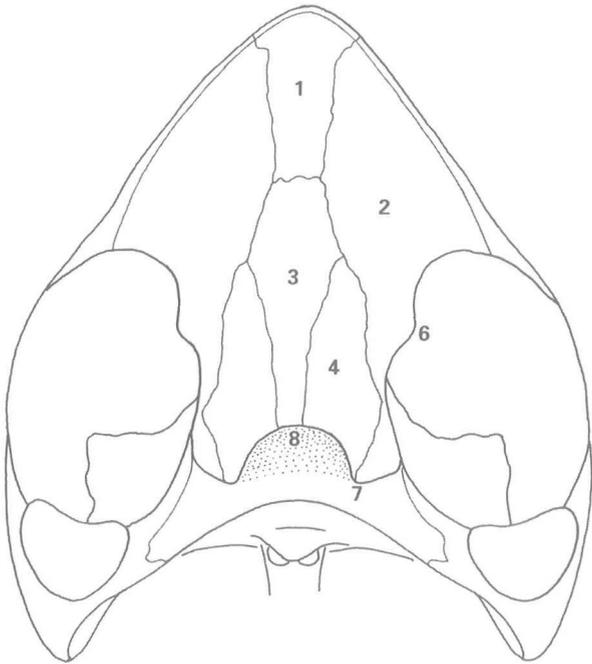


Abb. 6: *Erquelinnesia planimentum*, Palatinalansicht, nach ZANGERL 1971, schematisiert.

Für einen Vergleich zur phylogenetischen Verwandtschaft der hier diskutierten Taxa wurden 10 Merkmale am Schädel und Carapax ausgewählt und in Beziehung gesetzt. Die kladistische Analyse ergab folgende Verhältnisse:

(1) Kein sekundäres Palatinum, Vomer ausschließlich primär, Praemaxillaria paarig, (2) sekundäres Palatinum unter Einbeziehung des Vomer vorhanden, Praemaxillaria paarig, (3) anteriorer Teil des Vomer in sekundäres Palatinum einbezogen, sekundäre Pterygoidalgrate berühren Processus pterygoideus externus, (4) Vomer vollständig am sekundären Palatinum beteiligt, (5) Carapax, soweit bekannt, ohne oder mit sehr kleinen Peripheralfontanellen, Maxillare nicht am Processus pterygoideus posterior beteiligt, (6) Processus pterygoideus posterior und Apertura narium interna weit nach posterior verlagert, Processus pterygoideus externus et posterioris disjunkt, Maxillare am Bau des Processus pterygoideus posterioris beteiligt, Carapax mit deutlichen Peripheralfontanellen, (7) Processus pterygoideus posterioris überlagert externus, Apertura narium interna weit anterior vor diesen liegend, (8) immer deutlich ausgeprägtes Cervicale viel breiter als lang, (9) sekundäres Palatinum weiter entwickelt als bei *O. emarginatus* (nach WEEMS 1988), aber nicht so stark wie bei *Erquelinnesia*, Processus pterygoideus externus et posterioris liegen dicht beieinander und auf gleicher Höhe, (10) Cervicale nicht vorhanden.

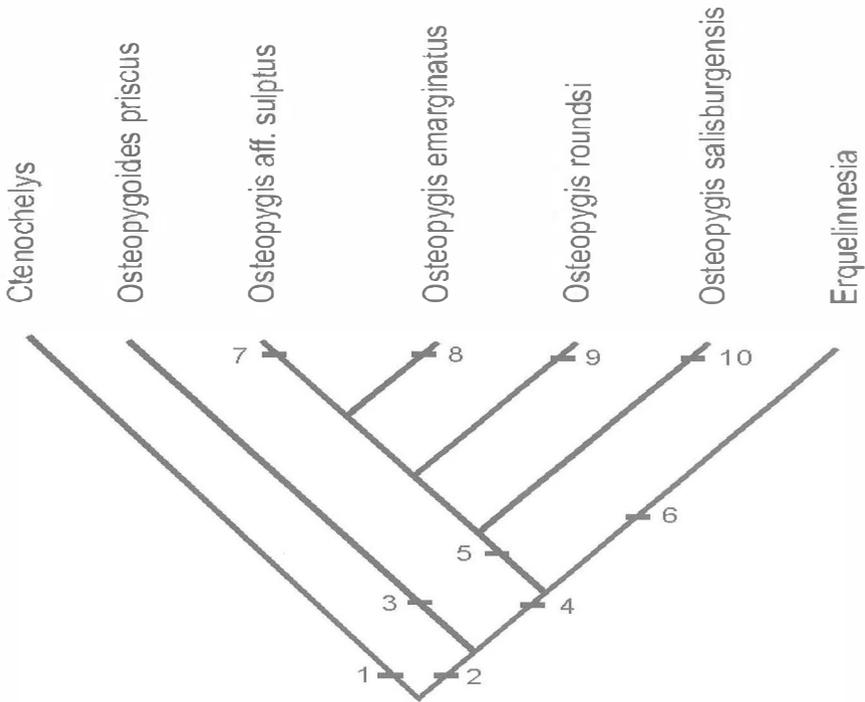


Abb. 7: Kladogramm zur phylogenetischen Verwandtschaft der Osteopygidae nach bis jetzt bekannten Carapax- und Schädelmerkmalen. *Neurochelys harvicensis* nicht berücksichtigt. Erläuterungen im Text.

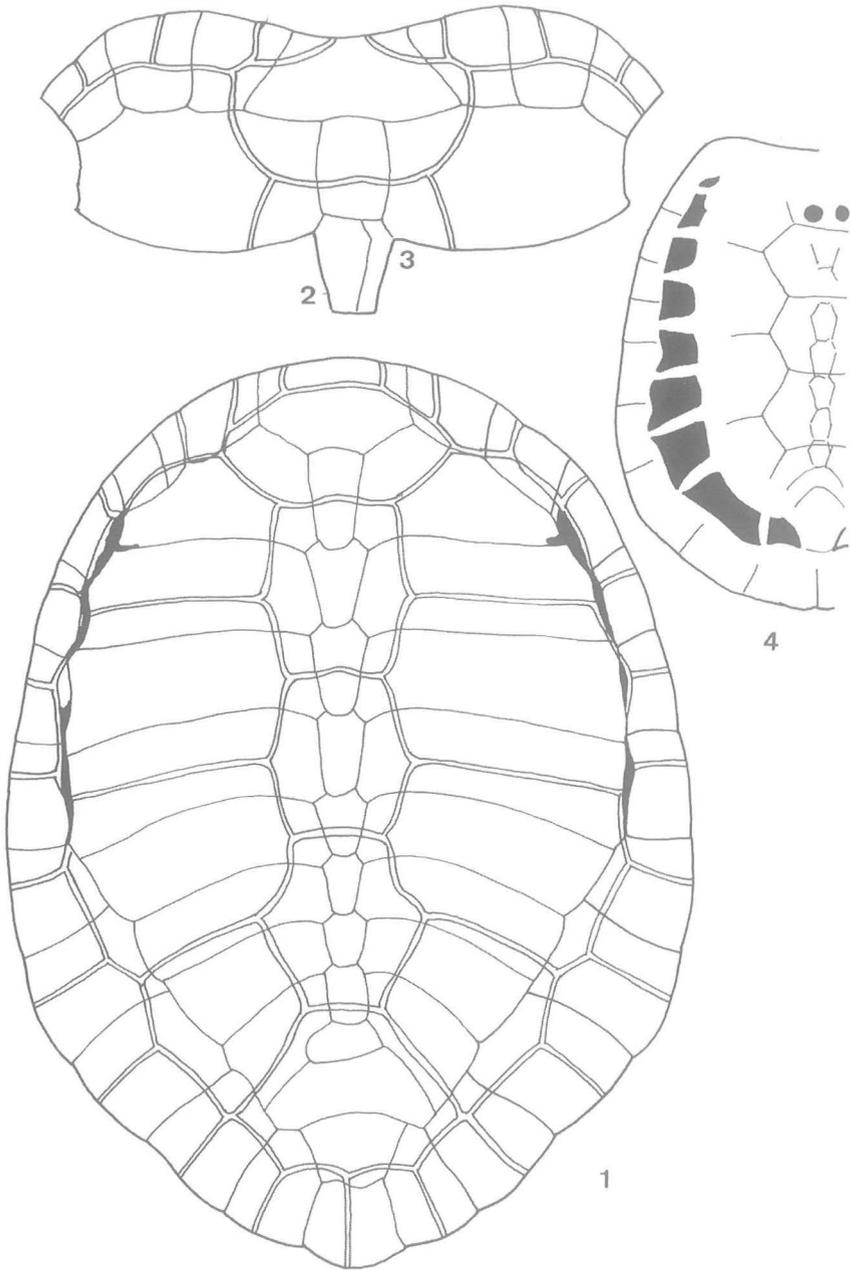


Abb. 8: Carapaxansichten von dorsal der bekannten Osteopygidae.
 1. *Osteopygis emarginatus*, 2. *Osteopygis roundsi*, 3. *Osteopygis salisburgensis*, 4. *Erquelinnesia planimentum*. Schematisiert nach KARL 1996, WEEMS 1988 und ZANGERL 1980. Ohne Maßstab.

Paläogeographie und Stratigraphie

Das Genus *Ctenochelys* ist für Nordamerika und Zentraleuropa nachgewiesen. Hierbei sind *Ct. tenuitesta* ZANGERL 1953 und *Ct. acris* ZANGERL 1953 aus dem Campanien, obere Kreide von Alabama, sowie *Ct. Stenopora* (HAY 1905) und *Ct. procax* (HAY 1908) aus dem Coniacien, obere Kreide von Kansas bekannt (ZANGERL 1953). Mit *Ct. gigantea* (OERTEL 1914) aus dem unteren Aptien, untere Kreide von Kastendamm bei Hannover Norddeutschland, liegt der bislang älteste Vertreter des Genus vor (KARL 1993). Zur paläogeographischen Verbreitung der Osteopygidae in Westeuropa führt MOODY (1993) für England *Neurochelys harvicensis* (WOODWARD 1830) und für Belgien und Frankreich *Erquelinnesia planimentum* (OWEN 1841), alle aus dem Paläogen an. ZANGERL (1971) gibt noch *Erquelinnesia gosseleti* (DOLLO 1886) und *Glossochelys planimenta* (OWEN 1841) als getrennte valide Taxa an. *Osteopygis emarginatus* COPE 1868 aus dem Greensand, obere Kreide von New Jersey und der Manasquan Formation, Untereozän, sowie *Osteopygis roundsi* WEEMS 1988 aus der Aquia Formation, Thanetien, Oberpaläozän leiten in der morphologischen Evolution der Palatinalregion direkt zu *Erquelinnesia planimentum* über, auch sind sie stratigraphisch deutlich konzentriert. Im unteren Cuisium, Untereozän von Österreich, tritt in Zentraleuropa mit *Osteopygis salisburgensis* KARL 1996 einer der jüngsten Vertreter des Genus auf (siehe Abb. 9).

Über Funde von Vertretern der Osteopygidae aus südamerikanischen Fundstellen wurde bislang, außer von *Osteopygis sculptus* STAESCHE 1929 nichts bekannt. Angaben bei HUENE (1956), welche sich sicher auf erstere und ?*O. kansuensis* BOHLIN 1953 beziehen (s.a. ?*O. acutus* und ?*O. latilimbata* BOHLIN 1953 (KUHN 1964)), sind unklar, da dort das Genus *Osteopygis* COPE unter der "Familie Cheloniidae mit den Synonyma *Catapleura* und *Propleura* (COPE), Oberkreide, New Jersey, Patagonien, China (Fig. 227)" auftritt. Der Verweis auf die Abbildung bezieht sich auf eine "Ventralansicht des Panzers von *Osteopygis* COPE aus der Oberkreide von New Jersey. Nach WIELAND". Ein weiteres Mal wird die Gattung bei der "Familie Toxochelyidae, Unterfamilie Osteopyginae, Oberkreide Kansas", mit dem unsicheren Synonym ?*Rhetechelys* angeführt. Während derartige Funde aus chinesischen Lokalitäten jüngst nicht mehr aufgeführt werden (vgl. YE 1994), ist der fast komplette Schädel von *Osteopygis aff. sculptus* aus der Oberkreide von Chile hier bekannt gegeben. Zumindest dieser hier provisorisch zu *Osteopygis aff. sculptus* STAESCHE 1929 gerechnete Rest SFMF Nr. R 4151 kann bis zu einer Neubearbeitung und vollständigerem Material von der Typuslokalität m.E. als Vertreter der Gruppe gelten. Ein wichtiges Charakteristikum dieses Genus, die tiefen Kavernen für die Aufnahme der freien Costaenden in den Peripheralia ist auch vom Typusmaterial beschrieben und abgebildet (STAESCHE 1929, Fig. 8 u. 10) worden.

CHRONOSTRATIGRAFIE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,01	QUARTÄR	PLEISTOZÄN											
		VILLFRANCHIEN											
5,5	PLIOZÄN	PIACENZIAN											
		ZANCLIAN											
		MESSINIAN											
11	MIOZÄN	TORTONIAN											
		SERRAVALLIAN											
		LANGHIAN											
16,5	MIOZÄN	BURDIGALIAN											
		AQUATANIAN											
		CHATTIAN											
24	OLIGOZÄN	RUPELIAN											
		PRIBONIAN											
		BARTONIAN											
36	OLIGOZÄN	LUTETIAN											
		YPRESIAN											
		THANETIAN											
43,5	EOZÄN	DANIAN											
		MAASTRICHTIAN											
		CAMPANIAN											
55	PALÄOZÄN	SANTONIAN											
		CONACIAN											
		TURONIAN											
66	PALÄOZÄN	CENOMANIAN											
		ALBIAN											
		APTIAN											
89	KREIDE												
97,5	KREIDE												

Abb. 9: Tabelle zur stratigraphischen Verbreitung der Osteopygidae und vermutlicher Vorfahren. Zusammengestellt nach Angaben von KARL 1993, MOODY 1993, ZANGERL 1971:

1. *Ctenochelys gigantea*, 2. *Ct. stenopora*, 3. *Ct. procax*, 4. *Ct. tenuitesta*, 5. *Ct. acris*, 6. *Osteopygoides priscus* gen. et sp. nov., 7. *Osteopygis* aff. *sculptus*, 8. *O. emarginatus*, 9. *O. roundsi*, 10. *O. salisburgensis*, 11. *Neurochelys harvicensis*, 12. *Erquelinnesia planimentum*.

Kreis leer = *Ctenochelys*, Kreis voll = *Osteopygis*, Dreieck leer = *Neurochelys*, Dreieck voll = *Osteopygoides* gen. nov., Quadrat voll = *Erquelinnesia*;

BROIN (1988) hält diese Spezies nicht für einen Vertreter von *Osteopygis*. KUHNS (1964) führt noch einen unvollständigen und unklaren Carapaxrest von *Osteopygis?* spec. indet. aus dem Senon von Schweden (nach PERSSON 1960: occ. zit. KUHNS 1964) auf, welcher hier vernachlässigt wird.

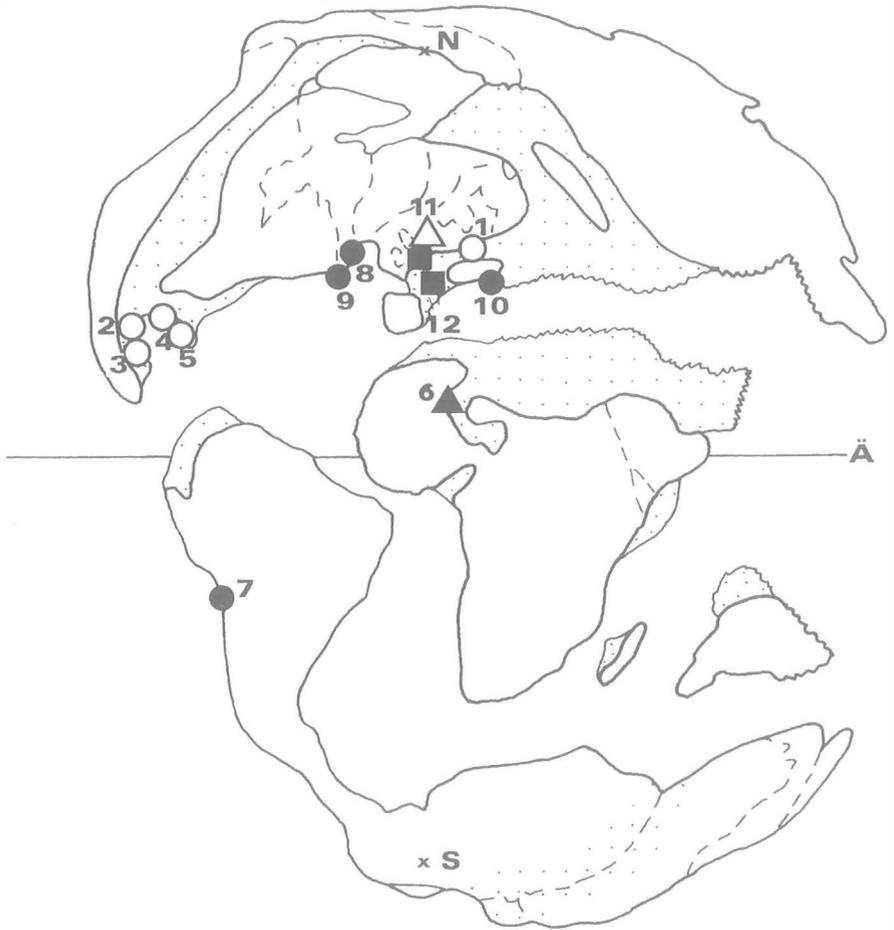


Abb. 10: Paläogeographische Verbreitung der Osteopygidae und vermutlicher Verwandter von der oberen Unterkreide bis zum unteren Paläogen. Nummern wie in stratigraphischer Tabelle. Kartenvorlage nach COX & MOORE (1987) verändert.
 N = Nordpol, S = Südpol; Ä = Äquator.

Diskussion

Nach ZANGERL (1980) differieren die beiden Gruppen Toxochelyidae mit Osteopygidae einerseits und Cheloniidae andererseits in ihren Evolutionsmustern der Adaption an die pelagische Lebensweise. Während die Toxochelyidae und Osteopygidae während dieses Prozesses eine graduierte kontinuierliche Entwicklung, auch in der wie hier dargestellten progressiven Ausdehnung des sekundären Palatinums, durchlaufen, sind die geologisch ältesten Vertreter der Cheloniidae auch die am meisten an die pelagische Lebensweise angepaßten. Die rezenten Spezies hingegen sind bis auf *Eretmochelys imbricata* die unspezialisiertesten der Familie. Er schließt daraus einen episodischen Charakter derartiger Adaptionen, welche nicht einen unmittelbaren phylogenetischen Verwandtschaftsgrad anzeigen müssen. In diesem Zusammenhang kann *Osteopygis aff. sculptus* gesehen werden, da hier sich das progressive sekundäre Palatinum lückenlos in die morphologische Reihe des Genus *Osteopygis* einpaßt, in den vorhandenen Nasalia hingegen ein deutliches Differenzierungskriterium zu allen bekannten Spezies der Osteopygidae vorliegt, das eine generische Sonderstellung rechtfertigen könnte und auf eine vermutliche polyphyletische Entwicklung der Osteopygidae hinweist. Zumindest am chilenischen Schädel SFMF Nr. R 4151 sind einige Merkmale augenfällig, die auf die Baenidae hinweisen: Nasalia, weite Exoccipitalregion (vgl. GAFFNEY 1979, 1982). Eine solche Variante könnte durch die Auffassung von MOODY (1984) erhärtet werden: "*Of less importance is the development of a secondary palate... This condition could be regarded as advanced for the toxochelyidae (inkl. dort Osteopyginae; Anm. Verf.), but its significance in turtle evolution is probably confined to the development of specific feeding habits.*" Das scheint einleuchtend, da der Übergang in einen neuen Lebensraum wie dem marinen Bereich (s.a. WEEMS 1988) in erster Linie wohl Adaptionen zur Erhöhung der Fitness erfordern, d.h. erst einmal das Überleben zu ermöglichen und sich ernähren zu können. Dabei sind die Veränderungen gegenüber der Ausgangsform bezüglich der Evolutionszeit an Schädelementen und Extremitäten rasanter als am Panzer (s. ZANGERL 1980). Obwohl sekundäre Palatini auch bei stratigraphisch jüngeren und rezenten Seeschildkröten vorkommen, meint MOODY (1984): "*As is often the case in turtles the more specialised condition is often witnessed in genera that occur early in the geological history of the group.*" Über den Entwicklungstrend der sekundären Palatini innerhalb der Osteopygidae äußern sich PRITCHARD & TREBBAU (1984): "*The osteopyginae are known from the very late Cretaceous of North America and from the Eocene of western Europe. Overtimes, the osteopygines show increasing specialization, with the secondary palate developing progressively until it reached the extreme development shown in the early Eocene Belgian form Erquelinnesia gosseleti (ZANGERL 1971), an advanced osteopygine probably derived from the earlier genus Osteopygis.*"

Die bislang bekannten Evolutionstrends in den typischen Körpermerkmalen innerhalb der Osteopygidae, wie die gewaltige posteriore Ausdehnung des sekundären Palatinums, die relativ unspezialisierten Humeri und der stark ossifizierte Carapax mit starkem Peripheralarand bei fast vollständiger Reduktion der peripheren Fontanellen (außer *Erquelinnesia*), deuten auf eine Adaption an litorale Verhältnisse hin. Diese könnte mit einer großflächigen Ausdehnung der kontinentalen Schelfgebiete an der Wende Kreide-Tertiär korrelieren und hätte die entsprechenden morphogenetischen Konsequenzen gehabt. Eine Besiedlung von bevorzugt Flachmeergebieten, Lagunen oder evtl. Deltabereichen bei gleichzeitiger durophager Nahrungsspezialisierung auf Muschel- oder Brachiopodenbänke ist vorstellbar. Dabei wären auch die dorsalwärts ausgerichteten Orbitae resp. Augen von Nutzen gewesen, da im Flachwasser Gefahren vorwiegend von oben zu erwarten sind.

Zusammenfassend läßt sich *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. durch den noch nicht so langen sekundären Vomerbereich und die dadurch geringere Ausdehnung des sekundären Palatinum sowie daraus resultierender großer nach posterior ausgedehnter Palatinalbereiche bis zum Processus pterygoideus externus als ursprünglichstes Stadium der Osteopygidae kennzeichnen. Die Zugehörigkeit von *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. zu dieser Gruppe ist durch die bereits ausgebildete knöcherne und posterior von der Apertura narium interna begrenzten Choane sicher gegeben. Durch ihre geringe Ausdehnung bestehen aber immer noch große Ähnlichkeiten mit *Ctenochelys* ZANGERL 1953, so daß *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. zwischen diesen beiden Genera, also auch den Familie Lophochelyidae und Osteopygidae vermittelt, die Gattungs- und Familiengrenzen in die Osteopygidae aber durch die Existenz des kurzen sekundären Palatinums bereits überschritten hat. Durch diesen ursprünglichen morphologischen Zustand kann *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. als erstes Ausgangsstadium der Osteopygidae im engeren Sinne gelten und löst den bisher entsprechenden theoretischen Status von *Ctenochelys procax* (HAY 1908) ab. *Osteopygis aff. sculptus* ist nach bisherigen Kenntnissen das erste phylogenetische Stadium der Osteopygidae mit vollständigem sekundären Palatinum.

Durch die Nachweise von *Ctenochelys gigantea* (OERTEL 1914) und *Osteopygis salisburgensis* KARL 1996 für Zentraleuropa (KARL 1993, 1996), *Osteopygis aff. sculptus* für Südamerika sowie *Osteopygoides priscus* n. gen. n. sp. sp. nov. für Nordwestafrika wird der bislang vermeintliche Isolationscharakter der betreffenden Gruppe auf Nordamerika aufgelöst.

Literatur

- ARAMBOURG, C. (1952): Les Vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc- Algérie- Tunisie). - Notes Mém. serv. Mines géol. Maroc., **92**:1-396, 46 Taf., Rabat.
- BERGOUNIOUX, F. M. (1952): Les Chéloniens fossiles de Gafsa. - In: ARAMBOURG, C. & SIGNEUX J. Les Vertébrés fossiles de gisements de Phosphates (Maroc Algérie Tunisie). - Notes Mém. serv. Mines géol. Maroc, Appendice: 377-396, 1 Abb., 2 Taf., Rabat.
- BROIN, F. de (1988): Les Tortues et le Gondwana. Examen des rapports entre le fractionnement du Gondwana et la dispersion géographique des tortues pleurodires partir du Crétacé. - Stud. Geol. Salmanti-censia, Stud. Palaeocheloniologica, **2** (5): 103-142, Salamanca.
- COX, C. B. & MOORE P. D. (1987): Einführung in die Biogeographie. - UTB **1408**, 311 S., 99 Abb., 5 Tab.; Fischer, Stuttgart.
- GAFFNEY, E. S. (1979): Comparative cranial morphology of recent and fossil turtles. - Bull. Am. Mus. Nat. Hist. **164**:65-375, 273 Abb., 1 Tab., New York.
- GAFFNEY, E. S. (1982): Cranial morphology of the baenid turtles. - Am. Mus. Novit. **2737**:1-22, New York.
- GAFFNEY, E. S. & MEYLAN P. A. (1988): A phylogeny of turtles. - in: The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, vol. 1, Amphibians, Reptiles, Birds, (ed. M. J. Benton), Systematics Association Special Volume No. **35 A**:157-219, Clarendon Press, Oxford.
- HAY, O. P. (1908): The fossil turtles of North America. - Carnegie Inst. Wash. Publ., **75**:1-568, 113 Taf., Washington.
- HUENE, F. v. (1956): Paläontologie und Phylogenie der Niederen Tetrapoden. - 716 S., 690 Abb., Fischer, Jena.
- KARL, H.-V. (1993): Über zwei problematische fossile Seeschildkrötenreste (Testudines, Cheloniodea) Norddeutschlands. - Mauritiana (Altenburg), **14**, 3:289-296, 5 Abb., 2 Tab., Altenburg.
- KARL, H.-V. (1996): Einige Bemerkungen über die fossilen Schildkröten (Reptilia, Testudines) des Bundeslandes Salzburg, Österreich). - Mitt. Ges. Salzburger Landesk., **136**. Vereinsj., 389-426, 13 Abb., Taf. I-VIII, Salzburg.
- KUHN, O. (1964): Fossilium Catalogus I: Animalia. Pars 107, Testudines. - 299 S., Gravenhage.
- MLYNARSKI, M. (1969): Fossile Schildkröten. - Neue Brehm-Bücherei **396**, 128 S., 73 Textabb., 17 Tafelabb., Wittenberg-Lutherstadt.
- MLYNARSKI, M. (1976): Testudines. In: O. KUHN (ed.): Encyclopedia of Palaeoherpetology. - Part **7**, 129 S., 116 Abb., Fischer Verlag, Stuttgart-New York.
- MOODY, D. (1993): Cretaceous - Tertiary marine turtles of north west Europe. - Revue de Paléobiologie, Vol spéc., **7**:151-160, 7 Fig., Genève.

- MOODY, R. T. L. (1976): The discovery of a large pelomedusid turtle from the phosphates of Morocco. - *Tertiary Res.*, **1** (2):53-58, 1 Fig., 2 Pl., London.
- MOODY, R. T. L. & BUFFAUT E. (1981): Notes on the systematics and palaeoecology of the crocodiles and turtles of the Metlaoui Phosphates (Eocene) of Southern Tunisia. - *Tertiary Res.*, **3** (3):125-140, 3 Fig., 4 Pl., Rotterdam.
- MOODY, R. T. L. (1984): The relative importance of cranial - post cranial characters in the classification of sea turtles. - *Studia Palaeocheloniologica I*, 1 Abb., Salamanca.
- OERTEL, W. (1914): *Toxochelys gigantea* nov. spec., eine neue Schildkröte aus dem Aptien von Hannover. - *Jahresber. Niedersächs. geol. Ver. Hannover*, **7**:91-106, Hannover.
- PERSSON, P. O. (1960): Reptiles from the Senonian (U. Cret.) of Scania (S. Sweden). - *Ark. Mineral. Geol.*, **2** (35):431-478, 14 Abb., Taf. 1-20, Stockholm.
- PRITCHARD, P. C. H. & TREBBAU P. (1984): The Turtles of Venezuela. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. - 403 S., 54 Abb., 47 Taf., 16 Kart., Gainesville.
- STAESCHE, K. (1929): Schildkröten aus der oberen Kreide Patagoniens. - *Palaeontogr.*, **72**, 103-123, 17 Abb., Taf. 17-18, Stuttgart.
- WEEMS, R.E. (1988): Paleocene turtles from the Aquia and Brightseat Formations, with a discussion of their bearing on sea turtle evolution and phylogeny. - *Proc. Biol. Soc. Washington*, **101**(1), 109-145, Washington.
- YE, X. (1994): Fossil and recent turtles of China. - 112 pp., 80 fig., 1 map, 1 pl., Science Press, Beijing.
- ZANGERL, R. (1953): The vertebrate fauna of the Selma Formation of Alabama. Part 4. The turtles of the family Toxochelyidae. - *Fieldiana, Geol. Mem.* **3**, 137-277, 124 Abb., 26 Taf., Chicago.
- ZANGERL, R. (1971): Two toxochelyid sea turtles from the Landenian Sands of Erquelinnes (Hainaut) of Belgium. - *Inst. R. Belg. Sci. Nat., Mem.* **169**, 1-32, 18 Abb., 3 Taf., Bruxelles.
- ZANGERL, R. (1980): Patterns of Phylogenetic Differentiation in the Toxochelyid and Cheloniid Sea Turtles. - *Amer. Zool.*, **20**:585-596, 2 Abb., 1 Tab., New York.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Hans-Volker KARL, Prof. Dr. Gottfried TICHY und Horst RUSCHAK: Institut für Geologie und Paläontologie, Hellbrunnerstraße 34 III, A- 5020 Salzburg.

Erläuterungen zu den Tafeln:

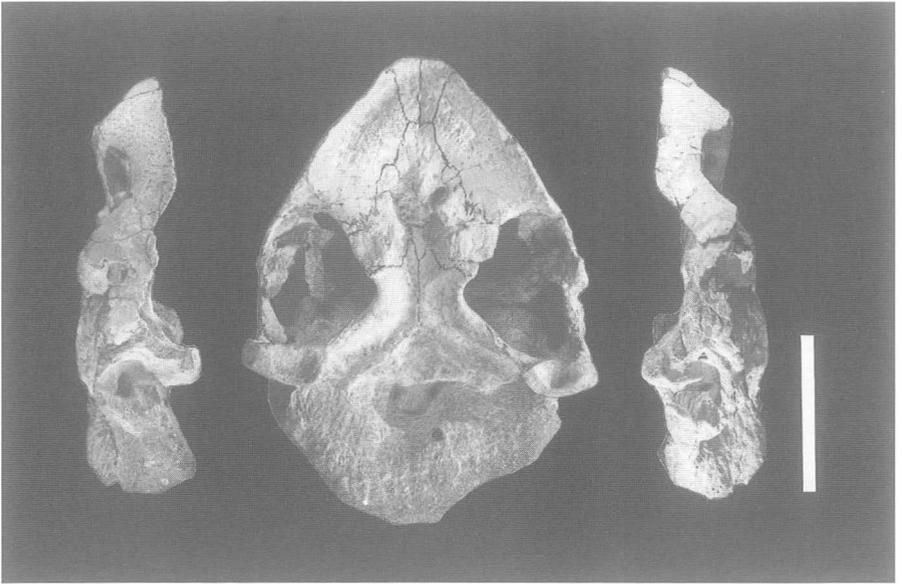
Tafel 1:

Osteopygoides priscus n. gen. n. sp., Oberkreide, Marokko, Holotypus, IGPS Nr. 590/1: lateral dex., palatinal, lateral sin.; Maßstab 5 cm. Original.

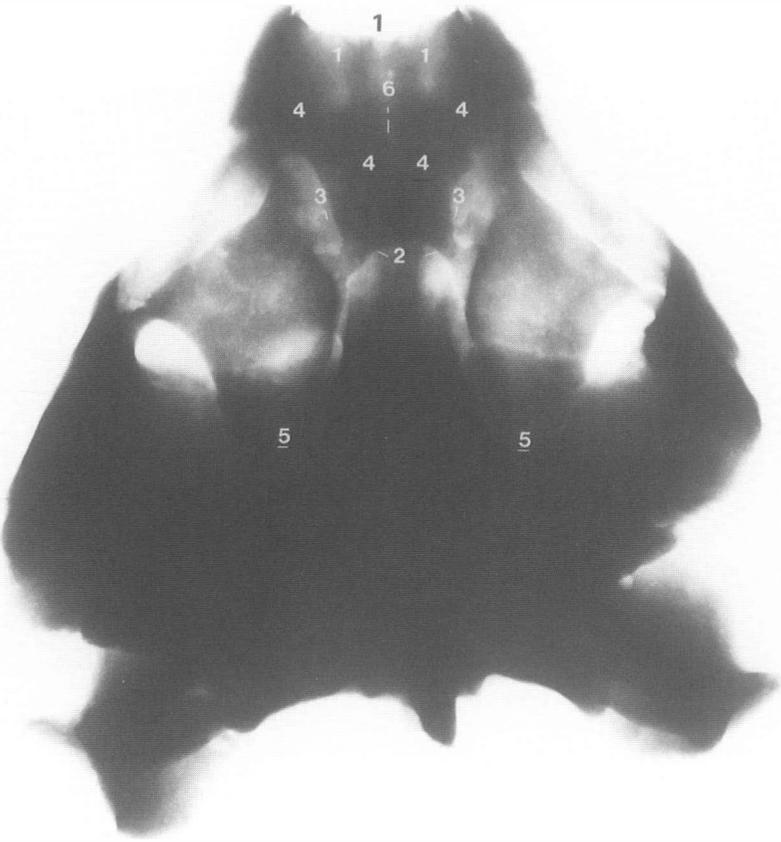
Tafel 2:

Osteopygis aff. *sculptus* STAESCHE 1929, Senonien, Oberkreide, Quirquirina, Chile, SFMF Nr. R 4151, Röntgenaufnahme vom Gipsabguß von dorsal. Maßstab 5 cm.

- (1) Nasenhöhle
- (2) Apertura narium interna
- (3) Meatus choanae
- (4) Vomerzapfen
- (5) Processus pterygoides posterior
- (6) Fissura ethmoidalis.



Tafel 1



Tafel 2

***Gnathodus praebilineatus* aus dem Lydithorizont der Oberen Sanzenkogel Formation (Karbon, Grazer Paläozoikum)**

Richard BOSIC

Mit 3 Abbildungen und 2 Tafeln

Zusammenfassung

Aus dem Lydithorizont und Kalken der Oberen Sanzenkogel Formation (Karbon) des Grazer Paläozoikums werden *Gnathodus praebilineatus* und *Gnathodus* sp. sowie weitere Faunenelemente nachgewiesen. Conodontenstratigraphisch wird das Profil in das tiefere Viséum gestellt.

Abstract

In the horizon and limestone of the upper Sanzenkogel Formation (Carboniferous of Graz) *Gnathodus praebilineatus*, *Gnathodus* sp. and other faunal elements are proved. The street profil „Hartbauer“ is put to the lower Viséan investigating the conodont association.

Einleitung

Das Straßenprofil Hartbauer schließt mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 40 m drei lithologische Einheiten auf. Die Basis dieses Profils bilden Kanzelkalke (Givetium), massige bis dickbankige, hellgraue Biomikrite mit Crinoidenresten, wobei der Biogehalt gegen das Hangende abnimmt. Darüber lagern graue bis braungelbe Steinbergkalke. An Biogenen treten Schalen-, Cephalopoden- und Trilobitenreste auf. Diese beiden lithologischen Einheiten sind nicht Gegenstand vorliegender Untersuchung.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stand das Ziel, den Lydithorizont der Oberen Sanzenkogel Formation, der das Hangende dieser Abfolge bildet, auf Conodonten zu untersuchen (siehe Abb.1). Diese Formation wurde mehrfach bearbeitet (EBNER 1977, 1978, 1980; NÖSSING 1974a, 1975; NÖSSING et al. 1977) und die Conodontenfauna detailliert dargestellt. In diesen Unter-

suchungen fehlen allerdings conodontenstratigraphische Daten des Lydithorizontes. Diese sollen in der vorliegenden Studie nachgetragen werden.

Ergänzend wurden die kalkigen Anteile im Liegenden und Hangenden des Lydithorizontes untersucht. Conodonten treten nicht nur in Kalken, sondern auch in nicht- oder wenig karbonatischen Lithologien (Kieselgestein, Sandstein, Siderit, Mergel, tonige Schiefer) auf. Eine sehr aufwendige Methode ist das Herauslösen bzw. das Freipräparieren von hydrothermal überprägten Conodonten-Elementen aus kieseligen Gesteinen. Insgesamt wurden über 500 Lyditbänke an beiden Schichtflächen mittels Flußsäure (HF) behandelt.

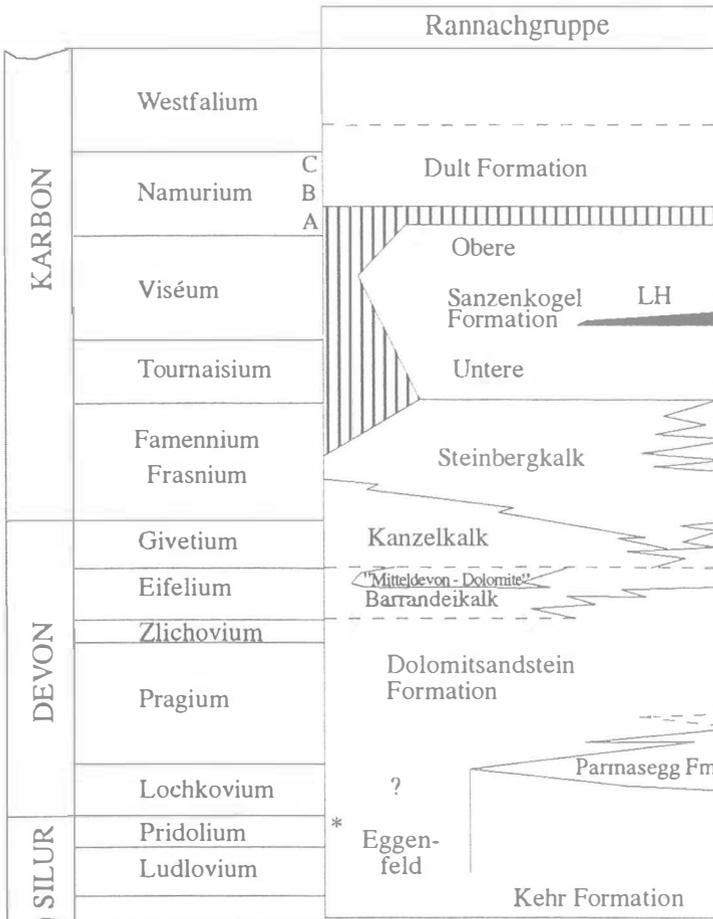


Abb.1: Stratigraphische Übersicht über die hohe Deckengruppe des Grazer Paläozoikums geändert sensu EBNER et al. (1979); LH = Lydithorizont.

Lage und Lithologie des Profils

Das Straßenprofil Hartbauer liegt nordwestlich von Graz an einer Asphaltstraße Richtung Gehöft Hartbauer, ca. 250 m nach der Auffahrt auf die Schnellstraße; ÖK 164 Graz (Koordinaten: Rechtswert 15° 22' 14", Hochwert 47° 7' 3").

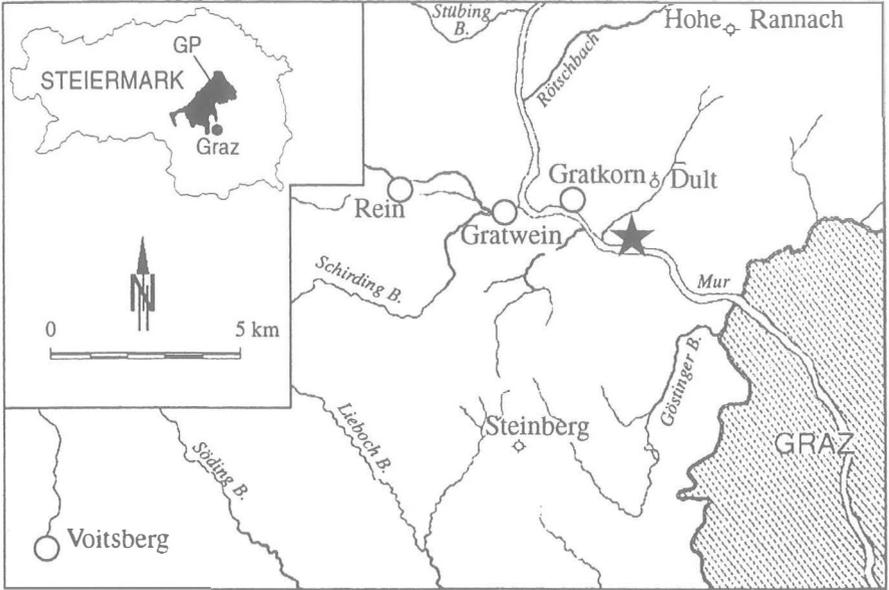


Abb. 2: Lage des Straßenprofils Hartbauer (★), GP = Grazer Paläozoikum

Das Profil (Abb. 3) wird in drei lithologische Einheiten gegliedert. Das Liegende bilden massige, gelbbraune, mikritische, fossilführende (Ostracoden-, Radiolarien-, Echinodermen-, Schalen-, Trilobiten- und Cephalopodenreste) Kalke. Darüber lagern rötlichbraune bis graue, gut gebankte (0,5 - 7 cm) Lydite. Die zwischen 25 - 35° nach NNW einfallenden Lydite erreichen eine Gesamtmächtigkeit von ca. 170 cm. Den Abschluß bilden gut gebankte, schwach fossilführende, im Bruch dunkelgraue Kalke.

Die unmittelbar über der Devon/Karbon - Grenze liegenden Lydite erweisen sich als ausgezeichneter lithostratigraphischer Leithorizont. Dieser Horizont stellt im Gelände eine Möglichkeit zur Unterscheidung oberdevonischer und unterkarbonischer Gesteine dar. Nicht nur im Typusprofil Hartbauer (EBNER 1978; Bosic 1994) wird dieser Lydithorizont beobachtet, sondern auch östlich entlang des Pailgrabens bis in den Bereich Kogelbauer ist er in Form von Hornsteinknollen erkennbar.

U N T E R K A R B O N

V I S É U M

1 m

LYDIT

MIKRITISCHER KALK

-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30

Abschnitt A

Abschnitt B

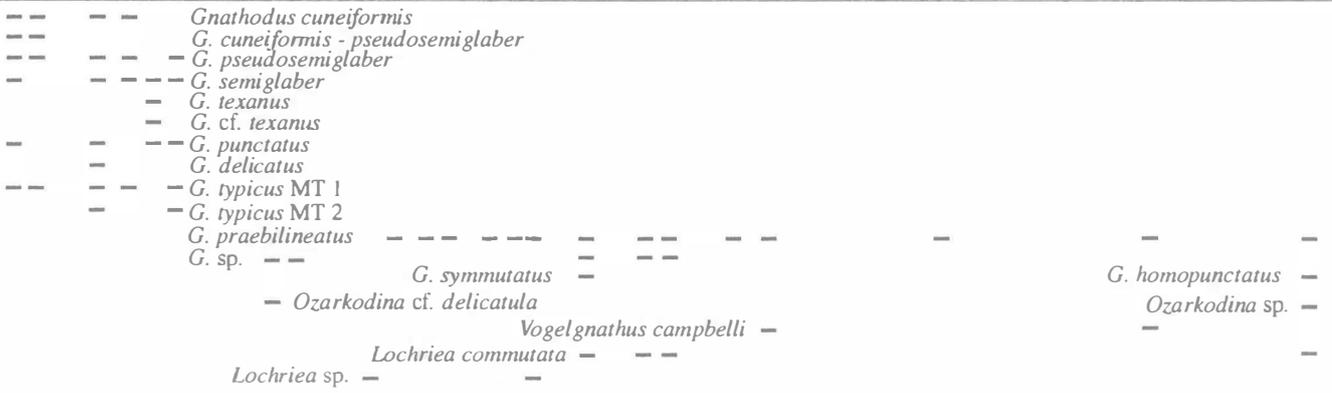


Abb. 3: Die Conodontenfauna der Oberen Sanzenkogel Formation.

Weiters wird ein Lyditvorkommen im Hahngraben ebenfalls ca. 2 m über der Devon/Karbon Grenze und an der E- und W-Seite der Marxenkogeldeckscholle (Rannachgebiet), sowie westlich der Mur im Schloßwastelgraben (NÖSSING 1974b) und am Gaisbergsattel im Plabutsch-Zug beobachtet (EBNER 1978).

Probenaufbereitung und Methodik

Die Aufbereitung von Conodonten aus kieseligen Gesteinen HERZOG (1983 cum lit.) erfolgt durch Flußsäure (HF). Lyditbänke werden an beiden Schichtflächen mit 40%iger Flußsäure etwa zehn Minuten lang angeätzt und anschließend mit Wasser gespült. Die von lyditischen Partikeln umhüllten Conodonten-Elemente werden mechanisch mit einem 0,2 mm starken Kupferdraht vorsichtig unter dem Binokular freipräpariert. Um größere Korrosionen zu vermeiden erfolgt die nachfolgende HF-Behandlung mit geringerer Konzentration (etwa 10 %) und kürzerer Ätzdauer (5-10 Minuten). Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis die Conodonten-Elemente weitestgehend freigelegt sind. Nach dem Trocknen werden die Conodonten-Elemente mit Epoxydharz abgedeckt und fotografiert.

Erhaltungszustand der Conodonten

Die an den Schichtflächen herausgeätzten Conodonten-Elemente (überwiegend Pa-Elemente) sind mäßig gut erhalten. Einige Conodonten-Elemente sind in zahlreiche Fragmente zerlegt, was auf tektonische Beanspruchung zurückzuführen ist (Taf. 1, Fig. 5, 8; Taf. 2, Fig. 7, 8).

Die häufigste Form tektonischer Beanspruchung sind Brüche und Risse, die überwiegend senkrecht (z.B. freies Blatt) aber auch parallel zur Längsachse der Conodonten-Elemente verlaufen.

Zumeist sind die Bruchstellen durch Kieselsäure verheilt. Die Einkippung der Conodonten-Elemente ist schichtparallel, jedoch in unterschiedlichen Lagen (oral, aboral und lateral). Der überwiegende Teil der Pa-Elemente ist in aboraler und lateraler Lage erhalten. Conodonten-Elemente in dieser Lage können für eine Bestimmung nur mit Vorbehalt herangezogen werden. Folgende Punkte müssen für eine taxonomische Erfassung berücksichtigt werden:

- Einbettungslage der Conodonten-Elemente
- Fragmentierung und Deformation infolge tektonischer Beanspruchung

- korrosive Einwirkung der HF-Behandlung auf oberflächennahe Bereiche der Pa-Elemente

Die Flußsäurebehandlung hat einen entscheidenden Einfluß auf die Oberflächenmorphologie der Conodonten-Elemente. Je nach Einwirkungsdauer und Konzentration der HF zeigen Conodonten-Elemente unterschiedlich starke Korrosionserscheinungen. Hierbei werden die morphologischen Merkmale (Knotenreihen, konzentrische Ornamentierungen an den Gewölbe-seiten) teilweise zerstört. Bereiche, die länger der HF-Behandlung ausgesetzt wurden sind stärker korrodiert. In oraler Ansicht wären das die Carina, die Blatzzähnen sowie die innere Gewölbe-seite.

Die HF-Behandlung hat nicht nur Einfluß auf die Ausbildung der Oberflächenmorphologie, sondern verändert auch die Conodontenfarbe. Die Farbe der an den Schichtflächen herauspräparierten Conodonten-Elemente variiert von schwarz bis weiß. Derartige Farbänderungen sind im Konnex mit der HF-Behandlung zu deuten. Man kann davon ausgehen, daß schwarzgefärbte Conodonten-Elemente, die einem CAI-Wert 5 entsprechen (entspricht einer Temperatureinwirkung von 300-400°C nach REJEBIAN et al. 1987), den Höhepunkt der thermischen Entwicklung der Oberen Sanzenkogel Formation widerspiegeln RUSSEGGER (1996).

Der Erhaltungszustand der aus den Kalken herausgelösten Conodonten-Elemente ist im Vergleich zu den Conodonten aus dem Lydithorizont entschieden besser. Korrosionserscheinungen sind häufig zu beobachten. Die Oberfläche der Conodonten-Elemente ist zumeist von zahlreichen kleinen Löchern perforiert. Derartige Korrosionserscheinungen werden mit hydrothermalen Aktivität in Zusammenhang gebracht. Sporadisch werden auch plastisch deformierte Conodonten-Elemente beobachtet.

Conodonten - Stratigraphie

Abschnitt A

Dieser Abschnitt mit einer relativ geringen Mächtigkeit wird aufgrund der Conodontenfauna in das tiefere Viséum gestellt. Dominierende Conodontenfauna ist *Gnathodus semiglaber* und *G. pseudosemiglaber*. *Gnathodus texanus*, *G. punctatus* sowie *G. cuneiformis*, *G. delicatus*, *G. typicus*, *G. sp.* und *Ozarkodina cf. delicatula* wurde als Begleitfauna determiniert.

Nach BELKA & KORN (1994), BELKA (1985), PARK (1983) und LANE et al. (1980) entspricht dieser Abschnitt der unteren *texanus* - Zone. Folgt man der Gliederung nach GROESSENS (1975) und CONIL et al. (1977) kann dieser

Abschnitt mit der *beckmanni* - Zone verglichen werden. EBNER (1978) beschreibt diesen Abschnitt als *Gnathodus typicus* - Zone.

Abschnitt B

Gnathodus praebilineatus wird erstmals aus dem Lydithorizont der Oberen Sanzenkogel Formation beschrieben. Die größte Individuenzahl erreicht *Gnathodus praebilineatus* im Hangenden (Probe H 21) des Lydithorizontes. Als Begleitfauna konnten *Gnathodus* sp., *G. homopunctatus*, *G. symmutatus*, *Lochriea commutata*, *Lochriea* sp., *Vogelgnathus campbelli*, *Ozarkodina* sp., *Hindeodella simplex*, *Hindeodella ibergerensis* und *Neoproniodus montanaensis* bestimmt werden.

Conodontenstratigraphisch wird dieser Abschnitt in das tiefere Viséum gestellt. Dieser Abschnitt wird nach BELKA (1985) mit der *austini*-Zone nach EBNER (1978) mit der *Gnathodus* sp. A. und nach LANE et al. (1980) mit der *texanus* - Zone verglichen.

Die Verbreitung der Conodontenfauna im Straßenprofil Hartbauer zeigt Abb. 3.

Systematik

Gnathodus PANDER, 1856

Typus-Art: *Gnathodus bilineatus* (ROUNDY, 1926)

Gnathodus praebilineatus BELKA, 1985

Diagnose siehe BELKA 1985:39

Beschreibung

- in der Aufsicht ist das asymmetrische Gewölbe gerade oder leicht einwärts gebogen
- das freie Blatt trifft subzentral auf das Gewölbe und ist etwa gleich lang wie das Gewölbe
- der Kamm besteht im Vorderteil des Gewölbes aus alleinstehenden Knötchen, die sich nach hinten in Quergrate umbilden können
- die äußere Gewölbeseite ist breiter als die innere und zeigt eine variable (halbkreisförmige, dreieckige bis subquadratische) Form

- die Innenseite trägt ein schwach ausgeprägtes Parapet, welches aus isolierten oder miteinander verschmolzenen Knoten besteht
- die Außenseite ist mit winzigen zum Teil voneinander isolierten Knötchen besetzt
- das Parapet reicht zumeist bis zum Hinterende des Gewölbes
- sein Vorderteil ist bei adulten Exemplaren am stärksten entwickelt und besteht aus Quergraten
- Parapet und Carina können miteinander verschmelzen
- die Aboralseite birgt eine mäßig tiefe, breite asymmetrische Basalgrube
- die Basalfurche teilt diese in zwei ungleich große Hälften

Gnathodus sp.

Beschreibung

- in der Aufsicht schwach symmetrisches, lanzettförmiges Gewölbe
- das freie Blatt trifft in medianer Position auf das Gewölbe
- über das Gewölbe setzt sich das freie Blatt als eine aus verschmolzenen Knötchen bestehende Reihe fort
- die innere und äußere Gewölbeseite trägt an beiden Rändern je einen Grat, der vom Vorderende bis zum Hinterende des Gewölbes reicht
- zwischen den Graten und der Carina bildet sich ein mäßig tiefer Trog aus
- einer der Grate kann am Vorderende des Gewölbes kräftiger ausgebildet sein
- in der Lateralansicht sind die Grate deutlich niedriger als der Kamm
- aboral befindet sich eine symmetrische, mäßig tiefe Basalgrube

Beziehungen

Aufgrund der Individuenarmut und des mäßig guten Erhaltungszustandes ist eine Artzuweisung nicht möglich. In bezug auf die morphologische Ausbildung bestehen Ähnlichkeiten mit *Gnathodus homopunctatus*. *Gnathodus* sp. unterscheidet sich von *G. homopunctatus* durch das kleinere lanzettförmige Gewölbe sowie durch die Grate am inneren und äußeren Gewölberand. Die Grate verlaufen nicht subparallel zur Carina wie bei *Gnathodus homopunctatus*.

Das Conodontenmaterial wird am Institut für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität unter der Nummer UGP 3041 hinterlegt.

Dank

Für Diskussion und Anregung danke ich Herrn Prof. Dr. A. FENNINGER und Doz. Dr. B. HUBMANN (Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz).

Literatur

- BELKA, Z. (1985): Lower Carboniferous conodont biostratigraphy in the north-eastern part of the Moravia-Silesia Basin. - Acta geol. Polonica, **35**,1-2:33-60, Abb. 1-6, Taf. 1-22, Warszawa.
- BELKA, Z. & KORN, D. (1994): Re-Evaluation of the Early Carboniferous Conodont Succession in the Esla Area of the Cantabrian Zone (Cantabrian Mountains, Spain). - Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **168**:183-193, 2 Abb., 2 Taf., 1 Tab., Frankfurt.
- BISCHOFF, G. (1957): Die Conodonten-Stratigraphie des rhenohherzynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der *Wocklumeria*-Stufe und der Devon/Karbon-Grenze. - Abh. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **19**:1-64, 1 Abb., 6 Taf., 2 Tab., Wiesbaden.
- BOSIC, R. (1994): Post-*Siphonodella* Conodontenzonierung in den Oberen Sanzenkogel-Schichten des Grazer Paläozoikums. - Unveröff. Dipl.Arbeit Univ. Graz, 1-202, Graz.
- CONIL, R., GROESSENS, E. & PIRLET, H. (1977): Nouvelle charte stratigraphique du Dinantien type de la Belgique. - Ann. Soc. Géol. Nord, **96**:363-371, 2 Tab., Lille.
- EBNER, F. (1977): Die Gliederung des Karbon von Graz mit Conodonten. - Jb. Geol. B.-A., **120**:449-493, 1 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Wien.
- EBNER, F. (1978): Stratigraphie des Karbon der Rannachfazies im Paläozoikum von Graz. - Mitt. Österr. Geol. Ges., **69**:163-196, 7 Abb., 4 Tab., Wien.
- EBNER, F. (1980): Conodont Localities in the Surroundings of Graz/Styria. - Second European Conodont Symposium - Ecos II, Abh. B.-A., 101-127, Wien.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, L. (1979): Die Schichtfolge im Übergangsbereich Rannach-Fazies - Hochlantsch-Fazies (Grazer Paläozoikum) im Raume St. Pankrazen-Großstübing. - Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **109**:85-95, 2 Abb., 5 Tab., Graz.
- GROESSENS, E (1975): Preliminary range chart of the conodont biozonation in the Belgian Dinantian, in International Symposium on Belgian Micropaleontological Limits. - Geol. Survey of Belgium, Publ. **17**:1-193, 49 Taf., Bruxelles.

- HERZOG, U. (1983): Zur Gewinnung von Conodonten aus Lyditen und zur zeitlichen Basis des Hochwipfel-Karbon im Gebiet des Poludnig (östliche Karnische Alpen). - *Carinthia II*, **173/93**:363-369, Klagenfurt.
- LANE, H. R., SANDBERG, C. A. & ZIEGLER, W. (1980): Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post - *Siphonodella* Zonation. - *Geol. et Palaeontol.*, **14**:117-164, 3 Abb., 11 Tab., 10 Taf., Marburg.
- NÖSSING, L. (1974a): Nachweis des tieferen Unterkarbons im Paläozoikum von Graz. - *Anz. österr. Akad. Wiss. Wien, math.- natw. Kl.*, **111**:39-41, Wien.
- NÖSSING, L. (1974b): Beitrag zur Kenntnis des Oberdevons und Unterkarbons des Grazer Paläozoikums. - Inaugural. Diss. Univ. Graz, 103 S., 6 Abb., 5 Taf., 2 Karten, Graz.
- NÖSSING, L. (1975): Die Sanzenkogel-Schichten (Unterkarbon), eine biostratigraphische Einheit des Grazer Paläozoikums. - *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **105**:79-92, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Graz.
- NÖSSING, L., EBNER, F. & FLÜGEL, H. W. (1977): Zur Geologie des Eichkogels bei Rein nordwestlich von Graz. - *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **107**:81-88, 2 Abb., 2 Tab., Graz.
- PANDER, C. H. (1856): Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements. - *K. K. Akad. Wiss.*, 1-91, 9 Taf., St. Petersburg.
- PARK, SOO-IN (1983): Zonenfolge, Phylogenie und Taxonomie karbonischer Conodonten zwischen Tournai und Westfal (Westeuropa). - Inaug. Diss. Univ. Marburg, **I-II**:1-188, 14 Abb., 19 Tab., 5 Taf., Marburg/Lahn.
- REJEBIAN, V. A., HARRIS, A. G. & HUEBNER, J. S. (1987): Conodont color and textural alteration: An index to regional metamorphism, contact metamorphism and hydrothermal alteration. - *Bull. soc. Geol. America.*, **99**:471-479, 4 Abb., 2 Tab., Tulsa.
- ROUNDY, P. V. (1926): The microfauna in Mississippian conodont Formation of San Saba County, Texas. - *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, **146**:1-63, 33 Taf., Washington.
- RUSSEGGER, B. (1996): Niedrigst- bis niedriggradige Metamorphose im südlichen Grazer Paläozoikum (Ostalpen). - *Jb. Geol. B.-A.*, **139/1**:93-100, 4 Abb., Wien.
- SCOTT, H. W. (1942): Conodont assemblages from the Heath Formation, Montana. - *Jour. Paleont.*, **16**:293-300, 1 Abb., 4 Taf., Tulsa.
- STAUFFER, C. R. & PLUMMER, H. J. (1932): Texas Pennsylvanian conodonts and their stratigraphic relations. - *Bull. Univ. Texas Bur. Econ. Geol. Technol.*, **3201**:13-15, 4 Taf., Austin, Texas.

Anschrift des Autors:

Mag. Richard BOSIC, Universität Graz, Institut für Geologie und Paläontologie, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

Tafeln

Tafel 1

(alle Figuren ca. 30-fach vergrößert)

Fig.1-7: *Gnathodus praebilineatus* BELKA, 1985

Fig.1: Probe H 30, schräge Oralansicht

Fig.2: Probe H 30, Aboralansicht

Fig.3: Probe H 28, Oralansicht

Fig.4: Probe H 15, Oralansicht; äußere Gewölbeseite unvollständig erhalten.
Die Spitzen der Blatzzähnen wurden durch die HF-Behandlung korrodiert.

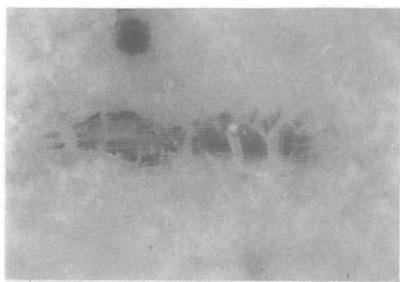
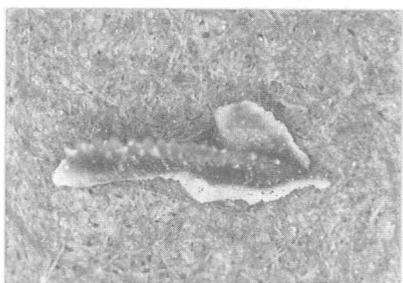
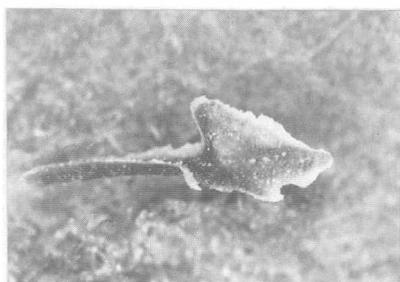
Fig.5: Probe H 21, Aboralansicht; tektonisch zerstörtes Exemplar mit
subquadratischer Gewölbeaußenseite.

Fig.6: Probe H 15, Oralansicht

Fig.7: Probe H 19, Oralansicht; juveniles Exemplar mit schmaler Gewölbe-
außenseite. Parapet reicht bis zur Spitze des Gewölbes.

Fig.8: *Gnathodus* sp.; Probe H 11, Oralansicht; Grate reichen fast bis zur
Spitze des Gewölbes.

1	2
3	4
5	6
7	8



Tafel 2

(alle Figuren ca. 30-fach vergrößert)

Fig.1: *Gnathodus* sp.; Probe H 10, schräge Oralansicht; unvollständig erhaltenes Exemplar.

Fig.2: *Gnathodus* sp.; Probe H 11, Oralansicht; Grate reichen bis zur Spitze des Gewölbes (siehe Pfeil).

Fig.3: *Lochriea* sp.; Probe H 14, Lateralansicht

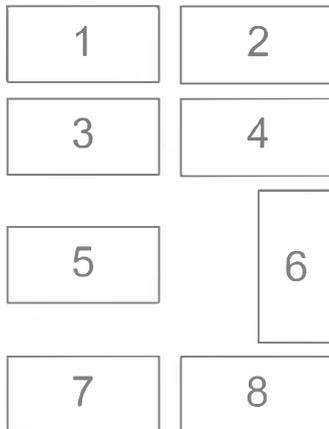
Fig.4: *Lochriea* sp.; Probe H 21, Aboralansicht

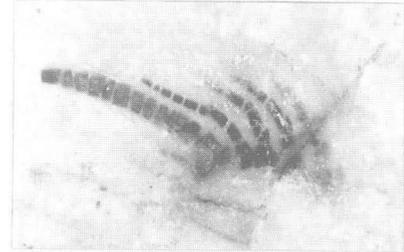
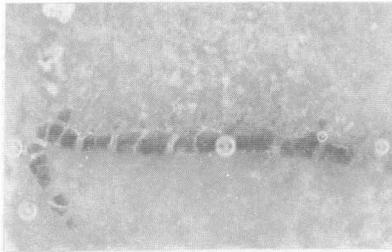
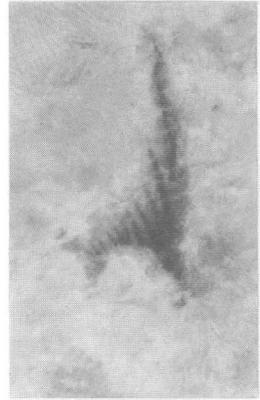
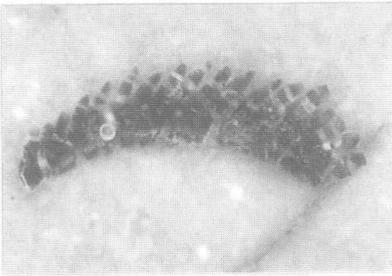
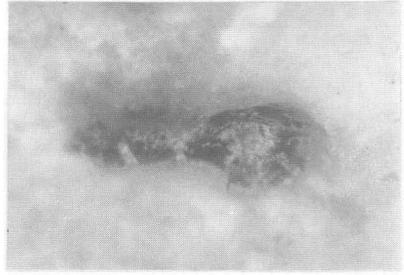
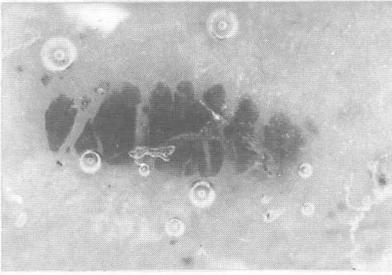
Fig.5: *Ozarkodina* cf. *delicatula* STAUFFER & PLUMMER, 1932; Probe H 10, Lateralansicht; unvollständig erhaltenes Exemplar.

Fig.6: *Neoprioniodus montanaensis* SCOTT, 1942; Probe H 21

Fig.7: *Hindeodella ibergensis* BISCHOFF, 1957; Probe H 16, Lateralansicht

Fig.8: *Ligonodina* ? sp.; Probe H 22, Lateralansicht





Anhang

Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich)

Martin GROSS

Tafeln 1-4

Tafel 1



Fig. 1: Überblicksaufnahme des Architektur-Elementes A-GB im NNW-Teil der Monscheinkiesgrube; Grenze zu Architektur-Element B-SB durch Schild markiert (= 10x10 cm).

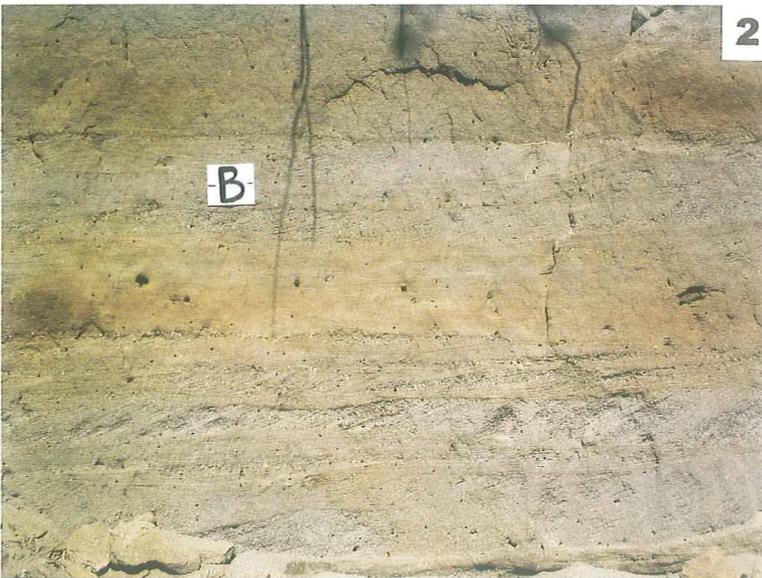


Fig. 2: Ausschnitt aus Architektur-Element B-SB (vgl. Abb. 3, rechts; Schild = 10x10 cm).

Tafel 2



Fig. 1: Ausschnitt aus Schicht C 1 des Architektur-Elementes C-LV.

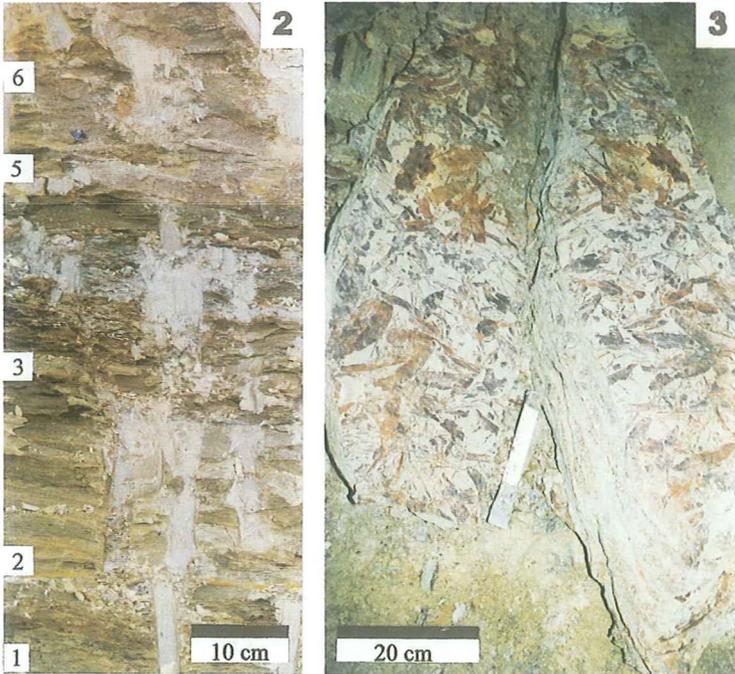


Fig. 2: Ausschnitt aus Architektur-Element E-FF_d (Schicht E1-E6).

Fig. 3: Schichtfläche von E2 mit oxidierten Blattfossilien.

Tafel 3

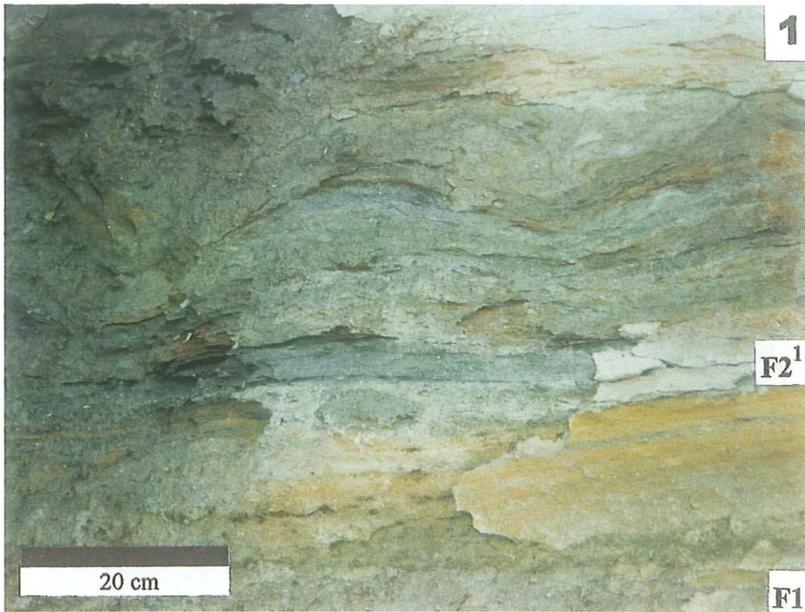


Fig. 1: Ausschnitt aus Architektur-Element F-FF_p (Schichten F1 und F2¹).

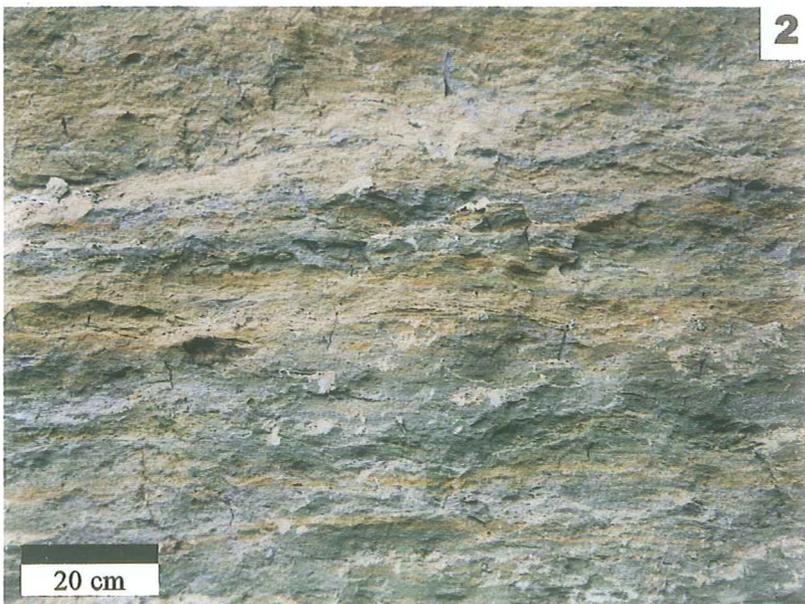
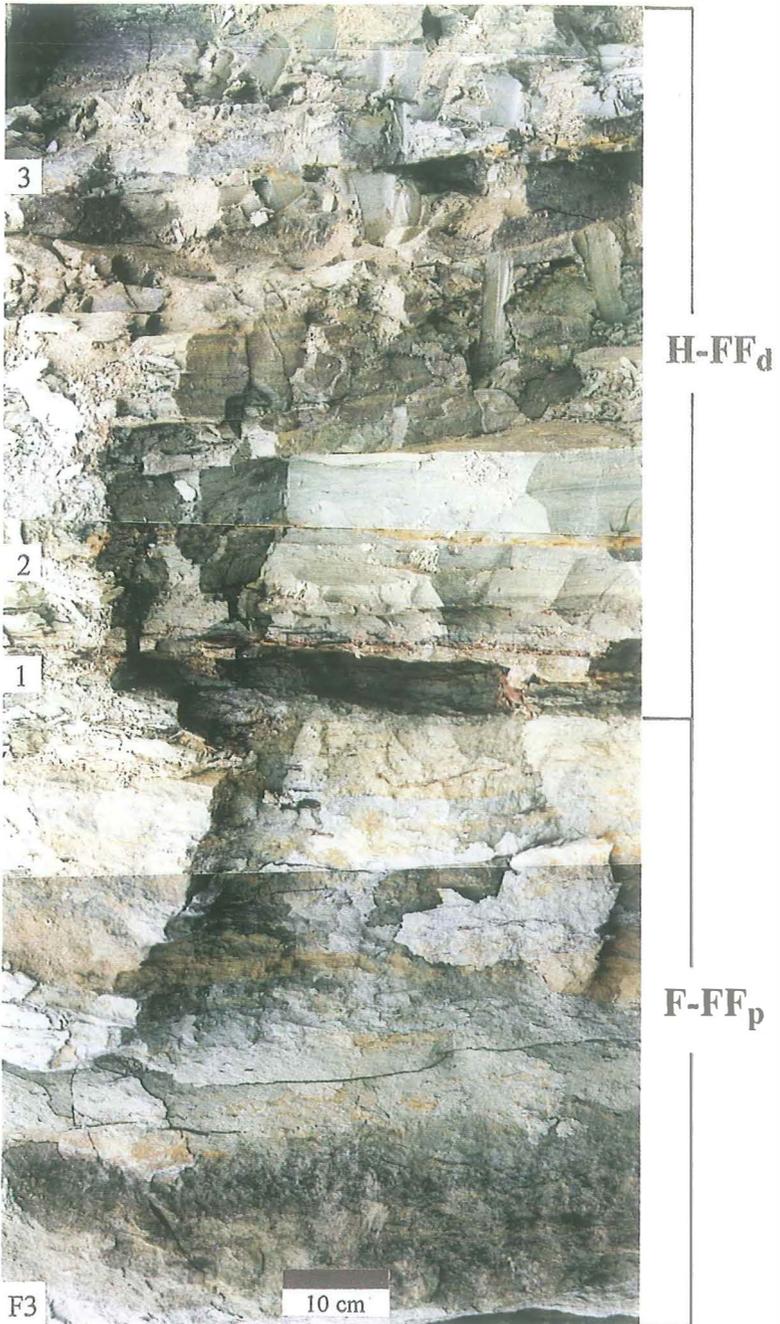


Fig. 2: Ausschnitt aus Architektur-Element F-FF_p (Schicht F2⁴).

Tafel 4



Ausschnitt aus Architektur-Element F-FF_p und H-FF_d (Schicht F3-H3).

Bisher sind folgende Mitteilungshefte erschienen:

Mitteilungen der Abteilung für Bergbau, Geologie und Paläontologie des Landesmuseums Joanneum

- Heft 1: F.HERITSCH: Neue Versteinerungen aus dem Devon von Graz. Graz 1937.
Heft 2: E.HABERFELNER: Die Geologie des Eisenerzer Reichenstein und des Polster. Graz 1935
(vergriffen).
Heft 3: K.MURBAN: Die vulkanischen Durchbrüche in der Umgebung von Feldbach. Graz 1939.
Heft 4: W.v.TEPPNER: Tiere der Vorzeit. Graz 1940.

Mitteilungen des Museums für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum

- Heft 5: M.LOEHR: Die Radmeister am steirischen Erzberg bis 1625. - E.EHRlich: Aus den Werfener
Schichten des Dachsteingebietes bei Schladming. Graz 1941.
Heft 6: W.v.TEPPNER: Das Modell eines steirischen Floßofens im Landesmuseum Joanneum, Abteilung
für Bergbau und Geologie. Graz 1941.
Heft 7: K.MURBAN: Riesen-Zweischaler aus dem Dachsteinkalk. Graz 1952.
Heft 8: M.MOTTL: Steirische Höhlenforschung und Menschheitsgeschichte. Graz 1953 (vergriffen).
Heft 9: M.MOTTL und K.MURBAN: Die Bärenhöhle (Hermann-Bock Höhle) im kleinen Brieglersberg, Totes
Gebirge. Graz 1953 (vergriffen).
Heft 10: W.FRITSCH: Die Gumpeneckmarmore. - W.Fritsch: Die Grenze zwischen den Ennstaler Phylliten
und den Wölzer Glimmerschiefern. Graz 1953.
Heft 11: M.MOTTL und K.MURBAN: Eiszeitforschungen des Joanneums in Höhlen der Steiermark. Graz
1953 (vergriffen).
Heft 12: A.SCHOUPPE: Revision der Tabulaten aus dem Paläozoikum von Graz. Die Favositiden. Graz
1954.
Heft 13: M.MOTTL: Hipparion-Funde der Steiermark. Dorcatherium im Unterpliozän der Steiermark. Graz
1954.
Heft 14: O.HOMANN: Der geologische Bau des Gebietes Bruck a.d.Mur - Stanz. Graz 1955.
Heft 15: M.MOTTL: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark I-III. - M.MOTTL: Neue
Grabungen in der Repolusthöhle bei Peggau in der Steiermark. (Mit einem Vorwort von
K.MURBAN.) Graz 1956 (vergriffen).
Heft 16: W.STIPPERGER: Schrifttum über Bergbau, Geologie mit Karstforschung und Heilquellen,
Hydrogeologie, Mineralogie, Paläontologie, Petrographie und Speläologie des politischen Be-
zirks Liezen, Steiermark, von 1800 bis 1956. Graz 1956 (vergriffen).
Heft 17: H.FLÜGEL: Revision der ostalpinen Heliolitina. Graz 1956.
Heft 18: G.KOPETZKY: Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. Graz 1956.
Heft 19: M.MOTTL: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark IV-V. - A.PAR-
TNER: Die Fossilführung von Jagerberg bei St.Stefan in der Oststeiermark, Graz 1956.
Heft 20: A.THURNER: Die Geologie des Pleschaitz bei Murau. Graz 1959.
Heft 21: A.THURNER: Die Geologie der Berge nördlich des Wölzertales zwischen
Schönberggraben. Graz 1960.
Heft 22: M.MOTTL: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. Graz 1961.
Heft 23: H.FLÜGEL: Die Geologie des Grazer Berglandes. Graz 1961 (vergriffen).
Heft 24: E.FLÜGEL und E.FLÜGEL-KAHLER: Mikrofazielle und geochemische Untersuchungen
am obertriadischen Riffes der nördlichen Kalkalpen (Sauralpe). Graz 1962.
Heft 25: E.WORSCH: Geologie und Hydrologie des Aichfeldes. Graz 1962.
Heft 26: M.MOTTL: Bärenphylogese in Südostösterreich. Graz 1962.
Heft 27: A.FENNINGER und H.HÖTZL: Die Hydrozoa im Grazer Paläozoikum (Ober-Jura). Graz 1965.

- Heft 28: M.MOTTL: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark VII-IX. Graz 1966.
 Heft 29: W.STIPPERGER: Almanach des steirischen Berg- und Hüttenwesens. Graz 1968.
 Heft 30: A.ALKER-H.HAAS-O.Homann: Hangbewegungen in der Steiermark. Graz 1969.
 Heft 31: M.MOTTL: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südostösterreichs. Graz 1970 (vergriffen).

Mitteilungen der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum

- Heft 32: E.WORSCH: Geologie und Hydrologie des Murbodens. Graz 1972.
 Heft 33: K.METZ: Beiträge zur tektonischen Baugeschichte und Position des Fohndorf-Knittelfelder Tertiärbeckens.-F.EBNER: Die Conodontenfauna des Devon/ Karbon-Grenzbereiches am Elferspitz (Karnische Alpen, Österreich). Graz 1973 (vergriffen).
 Heft 34: F.EBNER: Foraminiferen aus dem Paläozoikum der Karnischen Alpen. Graz 1973 (vergriffen).
 SH. 1: H.W.FLÜGEL: Die Geologie des Grazer Berglandes. Zweite, neubearbeitete Auflage. Graz-Wien 1975 (vergriffen).
 Heft 35: Festschrift K.Metz. Graz 1975 (vergriffen).
 Heft 36: F.WEBER: Beiträge zur Anwendung geophysikalischer Methoden bei Problemen der Angewandten Geologie. Graz 1976.
 Heft 37: F.EBNER: Das Silur/Devon-Vorkommen von Eggenfeld - ein Beitrag zur Biostratigraphie des Grazer Paläozoikums. - G.PŁODOWSKI: Die Brachiopoden des Silur/Devon-Grenzprofils von Eggenfeld (Grazer Paläozoikum). Graz 1976.
 Heft 38: Themenheft "Steirische Rohstoffreserven". Graz 1977.
 Heft 39: Festschrift L.Bernhart. Graz 1978.
 Heft 40: Rohstofforschung und Rohstoffversorgungssicherung. Graz 1980.
 Heft 41: 3. Jahrestagung der ÖGG. Graz 1980.
 Heft 42: Themenheft "Steirische Rohstoffreserven", Band 2. Graz 1981.
 Heft 43: H.ZETINIGG: Die artesischen Brunnen im steirischen Becken. Graz 1982.
 Heft 44: F.EBNER: Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1:50.000 der Naturraumpotentialkarte "Mittleres Murtal". Graz 1983 (vergriffen).
 Heft 45: H.W.FLÜGEL und F.R.NEUBAUER: Geologische Karte der Steiermark 1:200.000. Graz 1984.
 Heft 46: F.EBNER und W.GRAF: 500 Millionen Jahre Steiermark. - Führer durch die Schausammlung der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum. Graz 1968 (vergriffen).

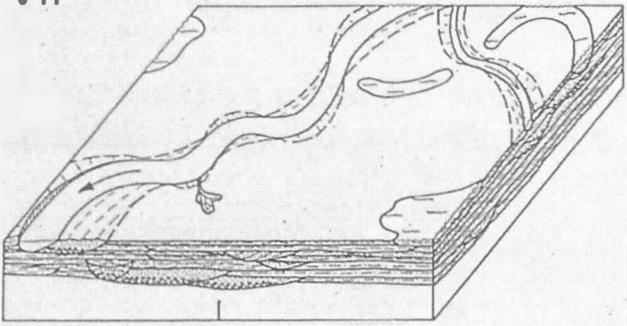
Mitteilungen der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum

- Heft 47: Beiträge zur Paläobotanik. Graz 1988.
 Heft 48: Beiträge zur Geophysik. Graz 1990.
 Heft 49: F.EBNER und R.F.SACHSENHOFER: Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. Graz 1991.
 Heft 50/51: H.ZETINIGG: Die Mineral- und Thermalquellen der Steiermark. Graz 1992/93.
 Heft 52/53: Beiträge zur Geologie und Paläontologie. Graz 1994/95.
 Heft 54: 2. Tagung der Österreichischen Paläontologischen Gesellschaft in Graz. Graz 1996.

Mitteilungen Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum

- Heft 55: Faszination versunkener Pflanzenwelten. Constantin von Ettingshausen - ein Forscherportrait. Graz 1997.
 SH 2: Festschrift Walter Gräf. Graz 1998.

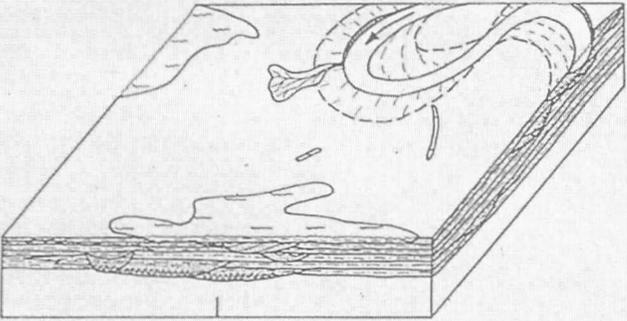
VII



Zunehmender fluviatiler Einfluß durch Rinnenverlagerung (Dammbrüche)

Sedimentation in der proximalen Überschwemmungsebene (I-FF₁)

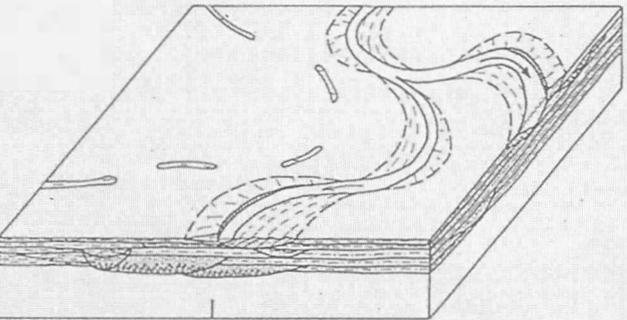
VI



Kontinuierliches Verändern der Nebenrinne (G-CH₁, (LA)) und kompaktionskontrollierter Grundwasserspiegelanstieg

Ausbildung eines „Ausees“ (H-FF₁)

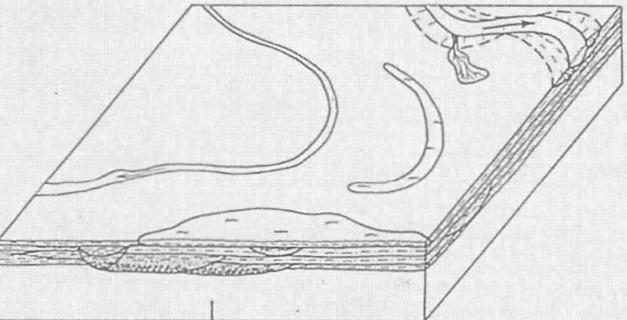
V



Entwicklung einer Nebenrinne (G-CH₁, (LA)) in der Überschwemmungsebene durch Dammbrüche

Partielle Erosion der Unterlagerung (E-FF₁) und sedimentäre Beeinflussung der lateralen Elemente (F-FF₁)

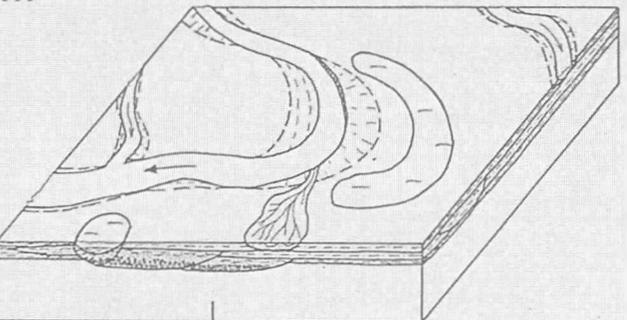
IV



Ausbildung eines „Ausees“ durch weiträumige Verlagerung der Hauptrinne (stromaufwärtige Avulsion)

Suspensionsablagerung in distaler Rinnenposition (E-FF₁)

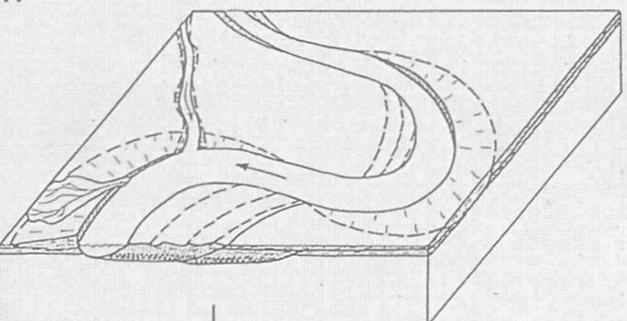
III



Weitere Abnahme des fluviatilen Einflusses durch Dammbruch induzierte Avulsion

Sedimentation im Bereich Uferdamm bis proximale Überschwemmungsebene (C-LV(FF), D-FF₁) und Dammbruchablagerungen

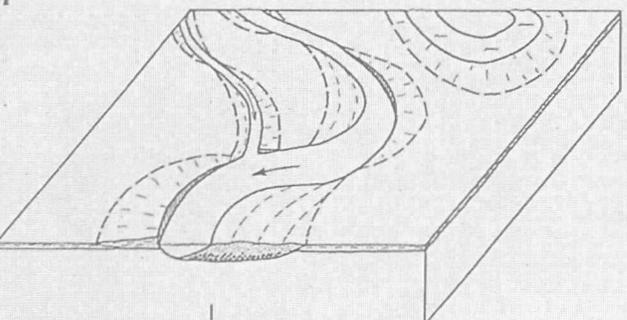
II



Kontinuierliche, laterale Rinnenverlagerung

Sedimentation im oberen Gleithangbereich (B-SB)

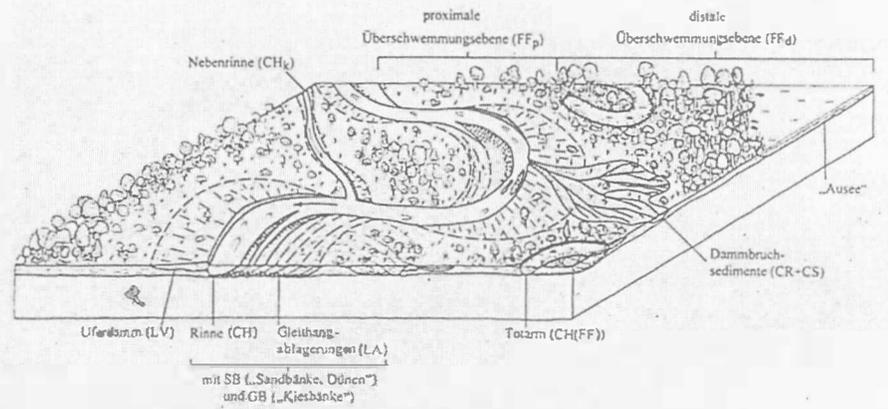
I



Laterale Rinnenmigration

Rinnensedimentation in Verbindung mit Gleithangbildungen (A-GB bis B-SB)

Modelle zur Entwicklung der Sedimentfolge der Monscheinkiesgrube (= BE 1)



Legende:



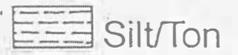
Kies



Sand/Silt

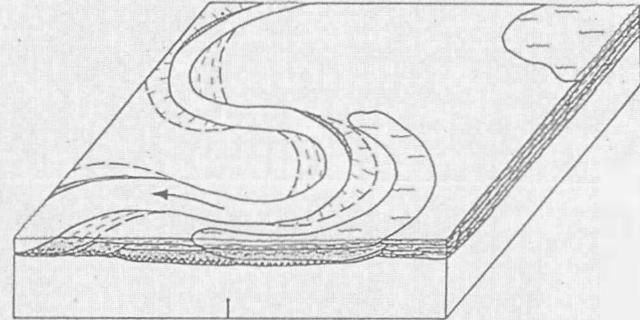


Sand



Silt/Ton

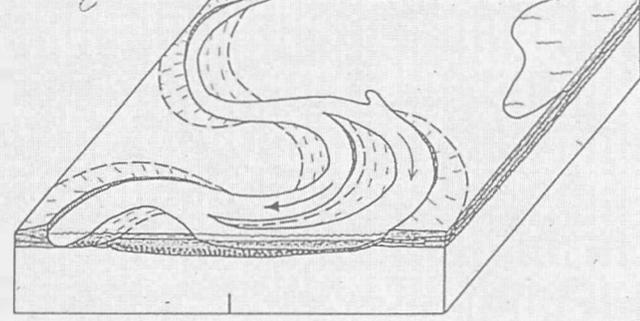
III



Bildung eines von der Rinnensedimentation weitgehend isolierten Totarmes

Suspensionseintrag während Überflutungen (E-FF₁)

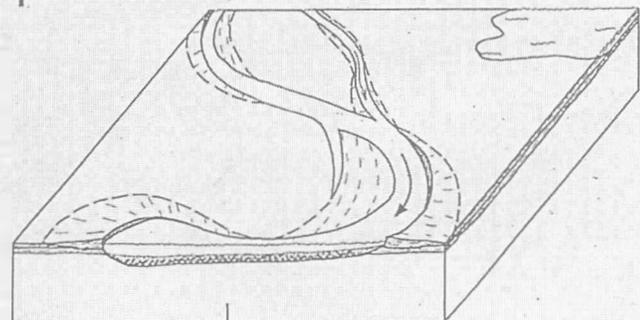
II



Zunehmende Abflußverminderung in der Hauptrinne durch chute cut-off-Prozesse

Sandig-siltige Verfüllung des Altarmes (B-SB, C-LV(FF), D-FF_p)

I



Laterale Rinnenmigration

Vorwiegend Kiesablagerung (A-GB) im tieferen Rinnenbereich

Interpretationsmöglichkeit (1)

Interpretationsmöglichkeit (2)

Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich)

Martin GROSS

Beilage 2

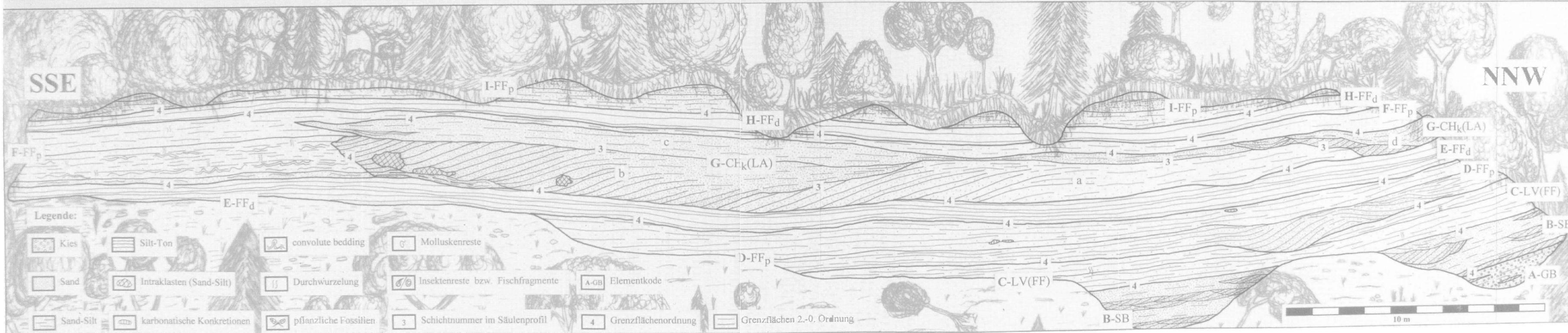
Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich)

Martin GROSS

Beilage 1

A-GB:	Kiesbänke und kiesreiche Sedimentkörper.
B-SB:	Sandige Sedimentkörper.
C-LV(FF):	Uferdamm (Sedimente der Überschwemmungsebene).
D-FF _p :	Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene.
E-FF _d :	Sedimente der distalen Überschwemmungsebene.
F-FF _p :	Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene.
G-CH _k (LA):	Nebenrinne (Gleithangablagerungen).
H-FF _d :	Sedimente der distalen Überschwemmungsebene.
I-FF _p :	Sedimente der proximalen Überschwemmungsebene.

„Monscheinkiesgrube“ (BE 1) bei Paldau - Frontalansicht



Säulenprofil

