

# 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 Taphozönosen
  - 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 carpinoideus*, 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 & KRÄINER, 1988), Wörth (KOVAR-EDER & KRÄINER,

1990), Reith (KOVAR-EDER & KRÄINER, 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 Taphozöosen 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.

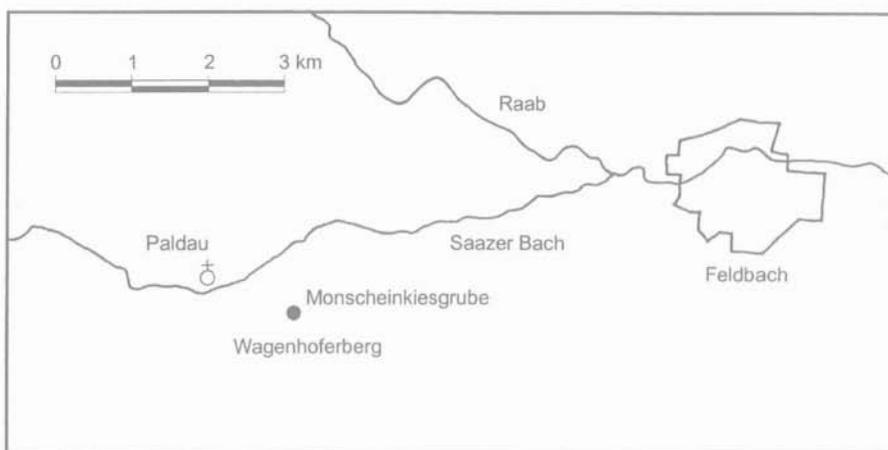
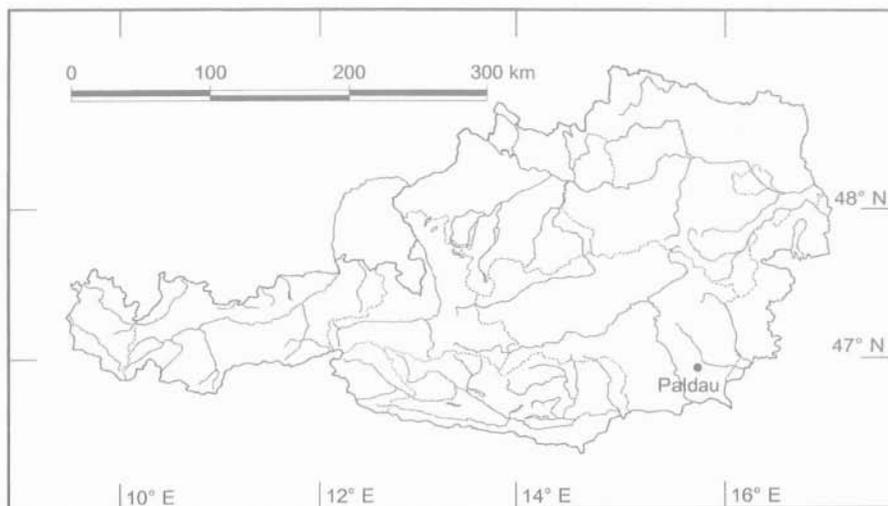


Abb. 1: Geographische Lage der Monscheinkiesgrube Paldau.

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).

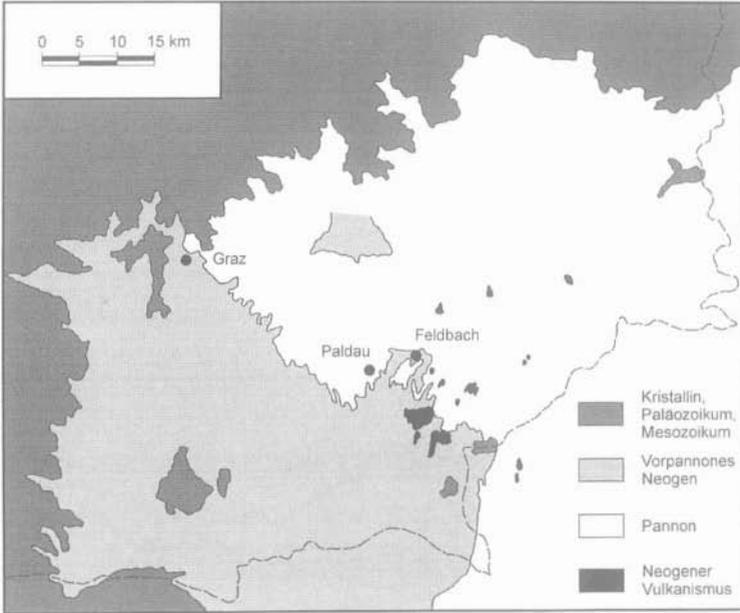


Abb. 2: Vereinfachte geologische Übersichtskarte des Steirischen Tertiärbeckens.

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.

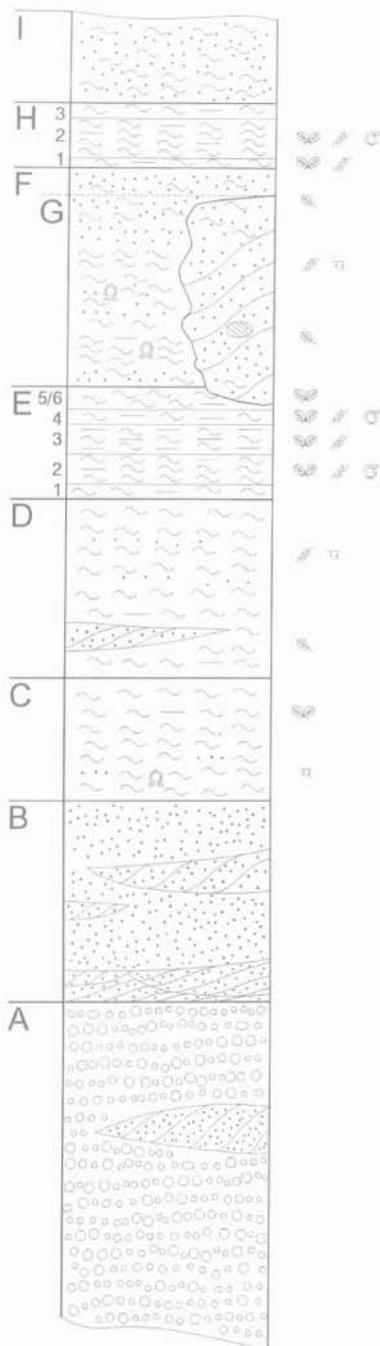
Mit Ausnahme von *Equisetum* sp sind die meisten anderen Blatt- und Fruchtreste als oxidierte Abdrücke erhalten. Zur Problematik der Bestimmung von ausschließlich durch blattmorphologische Merkmale nachgewiesenen Resten wird auf die Ausführungen von FERGUSON (1971) und WALTHER (1992) verwiesen.

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 siltyger Feinsand.

H 0,7 m mäßig gelblicher, planar oder wellig parallel, dünn laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten, Lamellibranchialien, Fischschuppen, Coleopteren- und Insektenresten, Ostrakoden; grünlichgrauer, wellig, dünn laminiertes bis massiger toniger Silt.

G Nebenrinnen mit Wechselfolge von olivgrauem, wellig parallel, laminiertem Silt und gelblichbraunem bis dunkelgelbem, horizontalgeschichtetem Feinsand; gelblichbrauner bis gräulichroter, schräggeschichteter Mittelsand mit dm-großen Intraklasten.

F 2,2 m dunkelgelboranger bis olivbrauner, planar parallel, dick laminiertes siltyger Feinsand; Wechselfolge von wellig parallel, dünn laminiertem, gräulicholivem bis dunkelgelborangem tonigem und sandigem Silt mit konvoluter Schichtung, vereinzelt Wurzelreste, Pflanzenhäcksel, 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 inkohlenen 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 gräulichgelber bis mäßig gelber, planar bis wellig, dünn laminiertes toniger Silt mit zahlreichen gut erhaltenen, oxidierten Pflanzenresten, Lamellibranchialien, Gastropoden, Fischschuppen.

E1: 0,15 m grauorange bis hellolivbrauner, wellig, dick laminiertes toniger Silt mit Wurzelresten, Pflanzenhäcksel.

D: 1,2-2,0 m Wechselfolge von wellig, dünn laminiertem, olivbraunem bis dunkelgelborangem tonigem Silt und dunkelgelborangem bis hellolivgrauem siltygem Feinsand; Wechselfolge von wellig parallel, dünn laminiertem, dunkelgelborangem bis olivbraunem Silt und siltygem Feinsand; vereinzelt cm-mächtige Sandlinsen, karbonatische Konkretionen, Wurzelreste, Pflanzenhäcksel, 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 trogförmig kreuzgeschichteter 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
-  Pflanzenhäcksel
-  Wurzelreste
-  Tierische Fossilien

0 0,5 1,0 1,5 m

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 & KRÄINER: 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 & KRÄINER

(1990) als *Equisetum parlatorii* dokumentiert sind. Die Knollen stellen verdickte Internodien dar, die bei rezenten Schachtelhalmen der Stärkespeicherung dienen (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 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 & KRÄINER, 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 & KRÄINER: 18, Taf. 1 Fig. 7-10, Taf. 3 Fig. 7. Wörth (Steiermark).

**Beschreibung:** 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.

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

*Pronephrium stiriacum* ist ein krautiges Element der Röhrlichtzone 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 & KRÄINER: 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 *Glyptostrobos europaeus* ist der in Kwangsi in China entlang von Flußauen und Niederungen vorkommende *Glyptostrobos 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). *Glyptostrobos* 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).

*Glyptostrobos 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).

**Beschreibung:** 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.

**Bemerkung:** 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).

Beschreibung: 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.

**Bemerkung:** 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).

**Beschreibung:** 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 Winkel 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), ZASTAWNIAK (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.

**Bemerkung:** 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.

**Bemerkung:** 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 LJINSKAJA (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).

**Belegmaterial:** E2 – 78.024/3, 78.116/3, 78.141/1.

### 3.11. Myricaceae

#### 3.11.1. *Comptonia* L'HÉRITIER 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).

**Beschreibung:** ◇ 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).

**Belegmaterial:** 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 nereifolia* mihi. - BRAUN: 170. Öhningen (Deutschland).  
\* 1850b *Quercus nereifolia* 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).

**Beschreibung:** ◇ 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.

**Bemerkung:** ◇ 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 inkohlenen 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).

Belegmaterial: 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. Malczyce (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. Malczyce, Sosnica (Polen).

Beschreibung: 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.

Bemerkung: 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).

Belegmaterial: 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

Beschreibung: 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.

Bemerkung: 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 Verteter 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 Habitate 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).

Beschreibung: 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.

Bemerkung: 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:** ◊ 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 Blütenkätzchen 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 & KRÄINER, 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 & KRÄINER, 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 fluviatilen 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).

**Beschreibung:** 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.

**Bemerkung:** 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 (Schossnitz, 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 jurenakiyi* STUR 1867. - KOVAR-EDER & KRÄINER: 741.  
Reith (Steiermark).

Beschreibung: Blätter symmetrisch; handförmig gelappt, drei- oder schwach fünfplappig 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 & KRAINER, 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 fünfflappig 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 & KRAINER (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 tricuspidatum* BRONN subspecies *lusaticum* WALTHER; KNOBLOCH, 1988: *Acer cf. ilnicense* ILJINSKAJA; GREGOR et al., 1989: *Acer gemellarii* (MASSALONGO) KNOBLOCH). *Acer tricuspidatum* 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 Felderung 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 bodenwurzelnden 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 Röhrichtzone interpretiert werden (vgl. KOVAR-EDER & KRÄINER, 1990). An den Ufern fließender und stehender Gewässer können Monocotyledonen einen wichtigen Bestandteil der krautigen Gesellschaften einer Röhrichtzone 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 Pflanzenhäckseln 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 (Pronephrium) 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 nerifolia</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 tricuspidatum</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 Taphozönosen

### 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 carpinoide</i> s, <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 Röhrlichtzone 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 Flügelfrüchte 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> , Monokotyledonae.
2	<i>Laurophyllum</i> cf <i>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</i> cf <i>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 eingesedimentiert 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 verfallt 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> , Monocotyledonae.
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 ablagerungsnahe 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 Röhrichtzone 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 tricuspidatum</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 stiriacum</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	Palldau	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>	+ <sup>1)</sup>			+
<i>Betula subpubescens</i>	+ <sup>2)</sup>			+
<i>Carpinus parvifolia</i>				+
<i>Carpinus vera</i>				+
<i>Populus balsamoides</i>	+			+ <sup>3)</sup>
<i>Populus populina</i>		+		+
<i>Salix holzeri</i>	+	+ <sup>4)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>
<i>Salix</i> sp	+			
<i>Salix</i> sp 2				+
<i>Salix</i> sp – Blüten- und Fruchtstand	+	+	+	
<i>Rosa</i> sp	+			+ <sup>6)</sup>
<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>	+	+ <sup>7)</sup>	+ <sup>8)</sup>	
<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>	+	+ <sup>9)</sup>	+	
<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 & KRAINER, 1990), Reith (vgl. KOVAR-EDER & KRAINER, 1991) und Neuhaus/Klausenbach (vgl. KOVAR-EDER et al., 1995).

Anmerkungen zur Tabelle:

- <sup>1)</sup> umfaßt die als *Alnus* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 194f).
- <sup>2)</sup> umfaßt die als *Betula* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 195f).
- <sup>3)</sup> umfaßt die von KOVAR-EDER et al.(1995) als *Populus* sp bezeichneten Reste (vgl. oben S. 196f).
- <sup>4)</sup> von KOVAR-EDER & KRAINER (1990) als *Salix* sp geführt (vgl. oben S. 197ff; KOVAR-EDER & KRAINER, 1990).
- <sup>5)</sup> umfaßt die von KOVAR-EDER et al. (1995) als *Salix* sp 1 bezeichneten Reste (vgl. oben S. 197ff).
- <sup>6)</sup> umfaßt die von KOVAR-EDER et al. (1995) als ?*Rosa* sp bezeichneten Reste.
- <sup>7)</sup> umfaßt die von KOVAR-EDER & KRAINER (1990) als *Acer jurenakyii* bezeichneten Reste (vgl. oben S. 204ff).
- <sup>8)</sup> umfaßt die von KOVAR-EDER & KRAINER (1991) als *Acer jurenakyii* bezeichneten Reste (vgl. oben S. 204ff).
- <sup>9)</sup> von KOVAR-EDER & KRAINER (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 <sup>2</sup> (groß)	11	9
Notophyll, 2.025-4.500 mm <sup>2</sup> (groß)	28	24
Mikrophyll, 225-2.025 mm <sup>2</sup> (klein)	74	63
Nanophyll, 25-225 mm <sup>2</sup> (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 größtenteils 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 Taphozönosen 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 Monats-temperatur des wärmsten Monats in °C. C – Mittlere Monats-temperatur 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.  $-7^{\circ}\text{C}$  liegen. Aus dem Gebiet des Mixed Mesophytic Forest werden absolute Minimumtemperaturen angegeben, die knapp  $-15^{\circ}\text{C}$  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  $-20^{\circ}\text{C}$  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 Congerischichten 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 středohori 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. Undersø., Række 2, **108**: 1-51, Copenhagen.
- 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 Forschungsinst 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 Tertiär-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. & HÄBLY, 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 strukturbietende 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.
- NOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. - 201 S., Moravské Museum, Brünn.
- NOBLOCH, E. (1971): Nomenklatorisch-taxonomische Bemerkungen zu *Platanus aceroides* GOEPPERT und *Quercus attenuata* GOEPPERT. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläontol., **11**: 263-265, München.
- NOBLOCH, 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 Elassona/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. & ZASTAWNIAC, 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., KRAINER, 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., KRAINER, 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., KRÄINER, 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.
- KRÄINER, 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.
- KRÄINER, 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 Teriärflora Schlesiens. I. - *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **39**: 329-417, Berlin.
- KRÄUSEL, R. (1920b): Nachträge zur Tertiärflora 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 Gymnosperms. - 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 Spredlingen (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 Schwefelflötze von Swoszowice 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 Seiffenhensdorf. - 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 Malczyce (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.

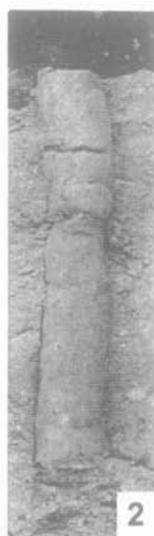
Fig. 3: *Pteris oeningensis* UNGER, Paldau, Schicht H2, Stück/Fossil  
Nr 78.195/1.

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.

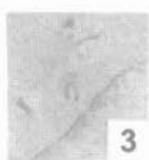
Fig. 6: *Potamogeton martinianus* SITÁR, Paldau, Schicht E3, Stück/Fossil  
Nr 78.414/5.

Fig. 7: *Limnobiophyllum expansum* (HEER) KVACEK, Paldau, Schicht H2,  
Stück/Fossil Nr 78.234/1.



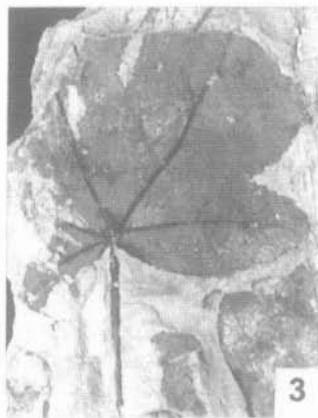
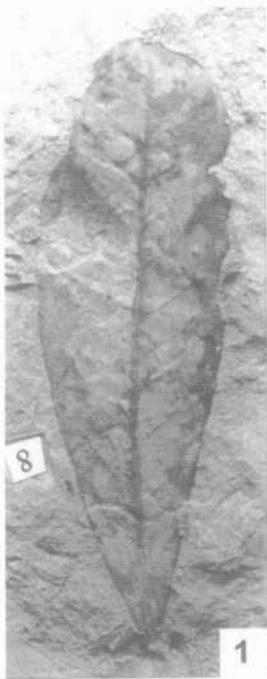
## Tafel 2

- 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) ILJINSKAJA, 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.

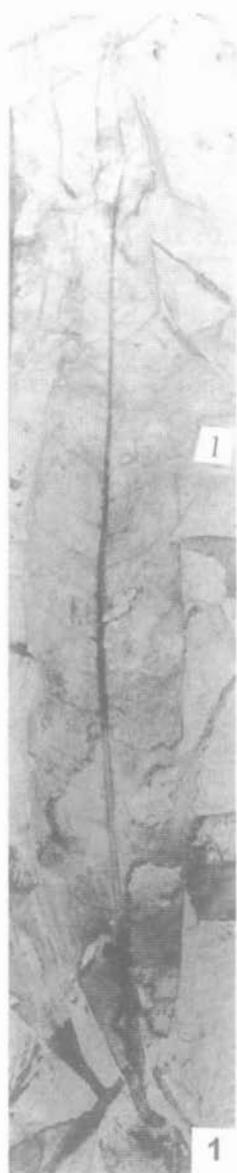


## Tafel 5

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.



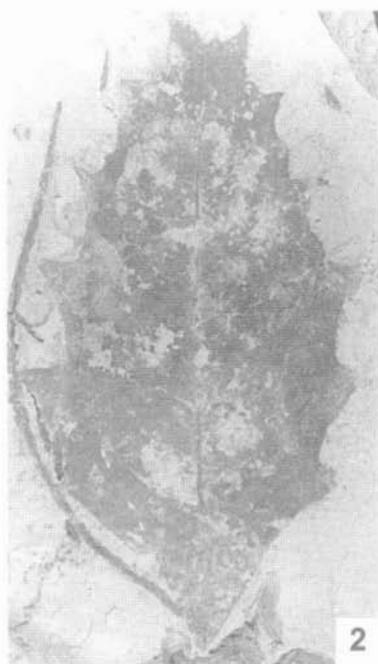
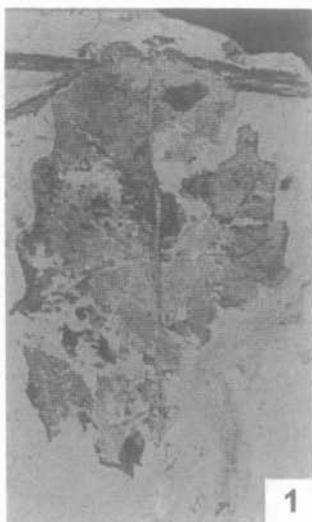
## Tafel 6

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

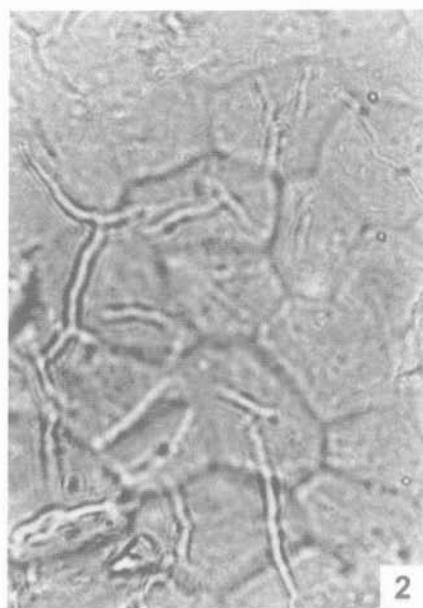
Fig. 1: *Populus balsamoides* GOEPPERT, Paldau, Schicht C, Stück/Fossil Nr 78.367/1.

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.

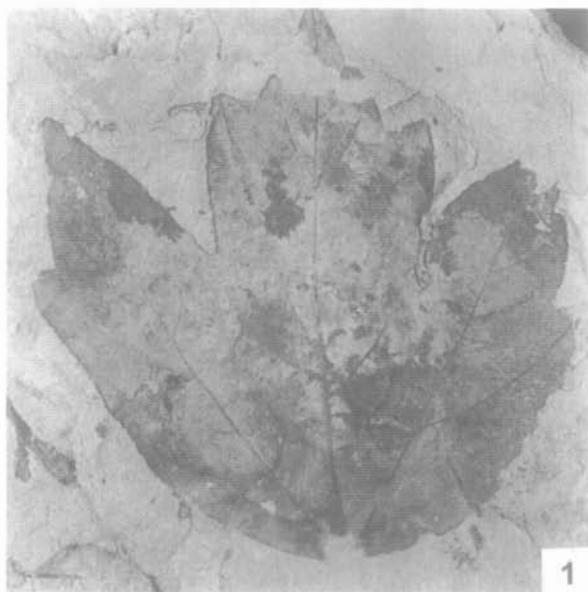


## Tafel 9

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.

